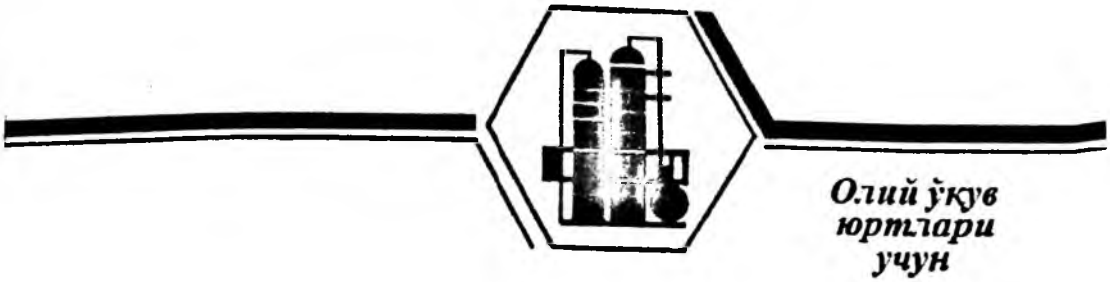


Олий ўқув юртлари учун

КИМЁ САНОАТИ МАШИНА ВА ҚУРИЛМАЛАРИ



Олий ўқув юртлари учун

КИМЁ САНОАТИ МАШИНА ВА ҚУРИЛМАЛАРИ

МУНДАРИЖА

	КИРИШ	9
I қисм.	**МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ**	14
1-боб.	**АЗОТЛИ ВА ФОСФОРЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ**	16
1.1	Тупроққа минерал ўғитлар солишнинг зарурияти	16
1.2	Ўғитлар классификацияси	17
1.3	Минерал ўғитларнинг ассортименти, асосий таркиби ва хоссалари	19
	ФОСФАТЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ	26
1.4	Фосфат хом-ашёлари ва уларга ишлов бериш усуллари	26
1.5	Фосфатли хом-ашёларни бойитиш	27
1.6	Ўзбекистон фосфоритларининг тавсифи	28
1.7	Термик фосфат кислота	31
	СУПЕРФОСФАТ	31
1.8	Суперфосфат олишнинг физик-кимёвий асослари	31
1.9	Суперфосфат ишлаб чиқариш	34
1.10	Грануллланган ва аммонийлаштан суперфосфатлар	37
1.11	Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида суперфосфат ишлаб чиқариш	38
	ЭКСТРАКЦИОН ФОСФАТ КИСЛОТА	40
1.12	Экстракцион фосфат кислота олишнинг физик-кимёвий асослари	40
1.13	Дигидрат усулида экстракцион фосфат кислотасини олиш	42
	ҚЎШАЛОҚ СУПЕРФОСФАТ	45
1.14	Суперфосфат хоссалари ва қўлланилиши	45
1.15	Ишлаб чиқаришнинг физик-кимёвий асослари	45
1.16	Қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш технологик схемалари	46
1.17	Суперфос	51
1.18	Қоратоғ фосфорити асосидаги қўшалоқ суперфосфат олиш	52
1.19	Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида қўшалоқ суперфосфат олиш	52
	АЗОТЛИ ЎҒИТЛАР	54
1.20	Аммиакли селитра	54
1.21	Аммиакли селитра ишлаб чиқариш	54
	КАРБАМИД (МОЧЕВИНА)	61
1.22	Аммиак ва карбонат ангидриддан карбамид синтезининг физик-кимёвий асослари	63
1.23	Карбамид ишлаб чиқариш усуллари	63
1.24	Тўла суюқлик рециклида карбамид синтези	64
1.25	Карбамид эритмасидан тайёр махсулот олиш	67
	АММОНИЙ СУЛЬФАТ	68
1.26	Аммоний сульфат ишлаб чиқаришнинг физик-кимёвий асослари	68
1.27	Кокс гази аммиакидан аммоний сульфат ишлаб чиқариш	69
1.28	Гипсдан аммоний сульфат олиш	70
1.29	Капролактам чиқиндисидан аммоний сульфат олиш	71
	СУЮҚ АЗОТЛИ ЎҒИТЛАР	71
1.30	Суюқ азотли ўғитларнинг физик-кимёвий хоссалари	72
1.31	Суюқ азотли ўғитлар ишлаб чиқариш	74
	КОМПЛЕКС МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР	77
1.32	Фосфатларни нитрат кислота билан парчалаш	77
1.33	Нитрат кислотали эритмани қайта ишлаш усуллари	78
	АММОНИЙ ФОСФАТЛАР	82
1.34	Аммоний фосфат ва аммофос технологияларининг физик-кимёвий асослари	82
1.35	Моно- ва диаммонийфосфат технологияси	82
1.36	Аммофос технологияси	84
1.37	Грануллланган диаммофос	87
1.38	Аммофосфат	87
	МИКРОЎҒИТЛАР	88
1.39	Микроэлементлар	88
1.40	Борли ўғитлар	89
1.41	Мис, рух, марганец, молибден ва кобальтли ўғитлар	90
2-боб.	**КАЛИЙЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ**	92
2.1	Минерал ўғитларнинг турлари ва таркиби	92
2.2	Калийли хом-ашёлар. Табиий калийли тузлар	92

2.2.1	Калий хлорид (KCl)	94
2.2.2	Нордон калий сульфати (K_2SO_4)	96
2.3	МДҲдаги калийли маъдан конлари	96
2.4	Калийли маъданларининг дунё бўйича учраши	98
	ТЮБЕГАТАН КАЛИЙЛИ ТУЗЛАРИ	98
2.5	Тюбегатан калийли маъданининг кимёвий тавсифи	101
2.6	Тюбегатан маъдан кони галогенли горизонтал катламининг кимёвий тавсифи	102
2.6.1	Тўшама ангидрид	102
2.6.2	Тош тузи	103
2.7	Калий тузларини мавжуд бўлиш ҳудудлари	104
2.8.	Сувда эримайдиган қолдиқ ва тупроқли қўшимчалар	107
2.9.	Тюбегатан галогенкатламидаги акцессор элементлар	108
3-боб.	**КАЛИЙ МАЪДАНЛАРИНИ ФЛОТАЦИЯ УСУЛИДА БОЙИТИШ**	110
3.1	Эрувчан тузларни флотация қилишнинг физик-кимёвий асослари	111
3.2	Сильвин ва шламни флотациялаш реагентлари	111
3.3	Полидисперс системаларни флотация қилиш усуллари	119
3.4	Калийли маъданлар флотациясига шламнинг таъсири	120
3.5	Калийли маъданларни флотация усули билан бойитиш технологик схемаси	122
3.6	Дехқонобод калийли ўғитлар заводи флотация тизими	130
3.7	Калийли маъданларини флотация жараёнида ишлатиладиган асосий жиҳозлар	133
3.8	Калийли маъданларни флотация усулида бойитишнинг чет эллдаги корхоналари	135
4-боб.	**КАЛИЙ ЎҒИТЛАРИ ТЕХНОЛОГИЯСИДА ТАЙЁРГАРЛИК ВА ЁРДАМЧИ ЖАРАЁНЛАР**	139
4.1	Калий маъданларини бўлаклаш схемаси	140
4.2	Флотацион бойитишдан аввал калий маъданларини майдалаш ва классификациялаш	143
4.3	Лой-карбонатли қуйқаларни шламсизлантириш, қуюқлаштириш ва ювиш	146
	ГАЛУРГИК УСУЛДА БОЙИТИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ	150
4.4	Калий хлорни эритиш ва кристаллаш усулида олиш (галургик усул)	156
4.5	Калий хлорни галургик усулда олишнинг физик-кимёвий асослари	156
4.6	Калий хлорни сильвинитдан галургия усулида олиш технологияси	159
4.7	Бойитишнинг бошқа усуллари	161
4.8	Калий хлорид ишлаб чиқаришнинг комбинацияланган флотацион-галургик схемаси	163
4.9	Калийли маъданларни ер остида эритиш	164
4.10	Калий ўғитлари ишлаб чиқарилган корхоналардаги қурилма ва қурилиш конструкцияларини коррозиядан сақлаш	166
	ХЛОРСИЗ ВА МУРАККАБ КАЛИЙЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ	169
4.11	Калий сульфатни олиш	169
4.12	Калий хлоридни натрий сульфат билан конверсия қилиш	172
4.13	Калий хлоридни магний сульфат билан конверсиялш	174
4.14	Темир сульфат билан калий хлоридни конверсия қилиш	179
	КАЛИЙ НИТРАТ	181
4.15	Калий нитрат хоссалари ва олиш усуллари	181
4.16	Калий хлорид ва нитрат кислота ёки азот оксидларидан калий нитрат олиш	183
4.17	Калий орто- ва метафосфатлар	184
4.18	Калий нитрат олиш технологик схемалари	185
4.19	Калий фосфатлар олиш технологик схемалари	192
4.20	Калийли мураккаб ўғитлар олиш	196
5-боб.	**КАЛЬЦИНАЦИЯЛАНГАН СОДА ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**	198
	СОДА ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ АММИАКЛИ УСУЛИ	199
5.1	Кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш усуллари	202
5.1.1	Содани аммиакли усулда ишлаб чиқариш учун хом-ашё	206
5.2	Карбонатли хом-ашёни қуйдириш	210
5.3	Оҳак сутини олиш	221
5.4	Намокобни тозалаш	225
5.5	Тозаланган намокобни аммонийлаш	232
5.6	Аммонийлашган намокоб карбонизацияси	239
5.7	Натрий бикарбонатни фильтрлаш	250
5.8	Натрий бикарбонатни кальцинацияси	257
5.9	Оғир сода технологияси	265

5.10	Суюк аммиакнинг регенерацияси (дистилляцияси)	269
5.11	Тозаланган натрий бикарбонатни қайта ишлаш технологияси	273
5.12	Каустик сода технологияси	279
	АЙРИМ ОРГАНИК ВА НООРГАНИК МОДДАЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ	282
5.13	Ҳаводан азот ва кислород олиш технологияси	282
5.13.1	Водород олиш технологияси	283
5.14	Аммиак синтези	284
5.14.1	Навоазот АЖ да NH_3 олиш технологияси	286
5.15	Азот кислота технологияси	296
5.15.1	Азот оксидидан азот кислота олиш технологияси	297
5.15.2	Навоазот АЖ да HNO_3 олиш технологияси	301
5.16	Навоазот АЖ да ацетилен ишлаб чиқариш технологияси	308
5.17	Винилхлорид ишлаб чиқариш технологияси	316
5.18	Навоазот АЖ да метанол ишлаб чиқариш технологияси	320
5.19	Полимерларнинг турлари ва хоссалари	326
5.19.1	Поливинилхлорид	329
5.19.2	Полимерларнинг турли хоссалари	330
5.19.3	Поливинилхлорид ишлаб чиқариш усуллари	331
5.19.4	Навоазот АЖ да поливинилхлорид ишлаб чиқариш технологияси	334
5.20	Навоазот АЖ да карбамид олиш технологияси	337
5.21	Литийли бирикмаларни олиш технологияси	343
5.21.1	Литий хом-ашё манбалари	346
5.21.2	Сувли манбалардан литий олиш усуллари	350
5.21.3	Тузли кўл сувларидан седиментация усулида литий олиш	351
5.21.4	Сувли хом ашё манбаларидан адсорбция усулида литий олиш	352
	II қисм. МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ МАШИНА ВА ҚУРИЛМАЛАРИ	357
6 - боб.	**ГИДРОМЕХАНИК ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАР**	359
6.1	Турли жинсли системалар классификацияси	359
6.2	Ажратиш усуллари	360
6.3	Ажратиш жараёнининг модлий баланси	360
6.4	Тиндириш ва чўктириш назарий асослари	361
6.5	Сиқиқ чўкиш тезлиги	363
6.6	Суспензия концентрацияси ва заррачалар шаклининг чўкиш тезлигига таъсири	364
6.7	Марказдан қочма куч таъсирида чўктириш	365
6.8	Тиндириш ва чўктириш қурилмалари	366
	ФИЛЬТРЛАР	372
6.9	Умумий тушунчалар	372
6.10	Фильтрлаш турлари	372
6.11	Фильтрлаш жараёнининг назарий асослари	373
6.12	Фильтрлар	375
6.13	Фильтрлаш жараёнини интенсивлаш	381
6.14	Фильтрларни ҳисоблаш	382
	АРАЛАШТИРГИЧЛАР	384
6.15	Умумий тушунчалар	384
6.16.	Суюкликларни аралаштириш усуллари	384
6.17	Пластмассаларни аралаштириш	387
6.18	Сочилувчан материалларни аралаштириш	388
6.19	Калий маъданларини флотация қилиш қурилмалари	389
6.20	Аралаштириш мосламаларини ҳисоблаш	392
	ГАЗЛАРНИ ТОЗАЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИ	396
6.21	Умумий тушунчалар	396
6.22	Оғирлик кучи таъсирида газларни тозалаш	397
6.23	Инерцион ва марказдан қочма кучлар таъсирида газларни тозалаш	398
6.24	Газларниғоваклитўсиклардатозалаш	399
6.25	Газларни суюклик билан ювиб тозалаш	401
6.26	Электр фильтрлар	403

6.27	Газларни тозалаш жараёнини интенсивлаш	406
6.28	Перспектив гидромеханик қурилмалар	407
7-боб.	**ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАРИ**	411
7.1	Умумий тушунчалар	411
7.1.1	Иссиқлик баланси	412
7.1.2	Температура майдони ва градиенти	412
7.2	Иссиқлик ўтказувчанлик	413
7.2.1	Иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламаси	414
7.2.2	Текис деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги	416
7.2.3	Цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги	417
7.2.4	Шарсимон деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги	418
7.2.5	Мураккаб шаклли жисмлар иссиқлик ўтказувчанлиги	419
7.3	Иссиқлик нурланиши	420
7.4	Конвектив иссиқлик алмашиниш	423
7.4.1	Ньютон қонуни	423
7.4.2	Конвектив иссиқлик алмашинишнинг дифференциал тенгламаси	424
7.4.3	Конвектив иссиқлик алмашинишнинг ўхшашлик критерий ва тенгламалари	425
7.4.4	Эркин конвекция даврида иссиқлик бериш	427
7.4.5	Мажбурий конвекция даврида иссиқлик бериш	427
7.4.6	Иссиқлик элткичнинг агрегат ҳолати ўзгаришида иссиқлик бериш	429
7.5	Иссиқлик ўтказиш	431
7.6	Иссиқлик алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи куч	434
7.7	Иситиш, буғлатиш, совитиш ва конденсациялаш	438
7.7.1	Буғ билан иситиш	438
7.7.2	Иссиқ сув билан иситиш	438
7.7.3	Юқори температурали органик суюқлик ва уларнинг буғлари билан иситиш	439
7.7.4	Тўйинган сув буғи билан иситиш	439
7.7.5	Тутун газлари билан иситиш	440
7.7.6	Электр токи билан иситиш	440
7.8	Конденсациялаш	441
7.9	Атроф муҳит температурасигача совитиш	442
7.10	Атроф муҳит температурасидан паст температурагача совитиш	443
7.11	Иссиқлик алмашиниш қурилмалари	444
7.11.1	Сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмалари	444
7.11.2	Регенератив иссиқлик алмашиниш қурилмалари	457
7.11.3	Аралаштирувчи иссиқлик алмашиниш қурилмалари	458
7.12	Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини танлаш	460
7.13	Иссиқлик алмашиниш жараёнларини интенсивлаш	461
7.14	Буғлатиш	470
7.15	Буғлатишнинг назарий асослари	471
7.16	Буғлатиш усуллари	472
7.16.1	Оддий буғлатишнинг моддий баланси	474
7.16.2	Оддий буғлатишнинг иссиқлик баланси	474
7.16.3	Иситиш юзаси	475
7.17	Буғлаткичлар тузилиши ва ишлаш принципи	478
7.18	Перспектив иссиқлик алмашиниш қурилмалари	484
8-боб.	**МАССА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАРИ**	488
	МАССА АЛМАШИНИШ АСОСЛАРИ	488
8.1	Масса алмашиниш турлари	488
8.2	Масса ўтказиш кинетикаси	489
8.3	Масса алмашинишш жараёнининг моддий баланси	490
8.4	Масса ўтказишнинг асосий қонунлари	491
8.5	Қаттиқ жисм ичтирокида масса алмашиниш	494
8.6	Конвектив диффузияънинг дифференциал тенгламаси	497
8.6.1	Масса алмашиниш жараёни механизми	499
8.6.2	Масса ўтказиш ва бериш коэффициентлари ўртасидаги боғлиқлик	500
8.6.3	Масса алмашиниш жараёнининг моделлари	501
8.6.4	Масса алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи куч	502
8.7	Масса алмашиниш қурилмаларининг асосий ўлчамларини ҳисоблаш	506

	АБСОРБЦИЯ	510
8.8	Умумий тушунчалар	510
8.9	Абсорбция жараёнининг физик асослари	510
8.10	Абсорбциянинг моддий баланси ва кинетик конуниятлари	511
8.11	Абсорбция жараёнини олиб бориш усуллари	513
8.12	Абсорберлар конструкциялари	514
	АДСОРБЦИЯ	523
8.14	Адсорбентлар турлари ва характеристикалари	523
8.15	Адсорбция жараёни мувозанати	525
8.16	Адсорбция статикаси ва кинетикаси	526
8.17	Адсорбция жараёнини ташкил этиш усуллари	528
8.18	Десорбция	528
8.19	Абсорберлар конструкциялари	529
8.20	Ион алмашиниш жараён ва қурилмалари	533
	«ҚАТТИҚ ЖИСМ-СУЮҚЛИК» СИСТЕМАСИДА ЭКСТРАКЦИЯЛАШ	538
8.21	Умумий тушунчалар	538
8.22	Эритиш жараёни статикаси ва кинетикаси	538
8.23	Ишқорлаб ажратиш экстракторларининг конструкциялари	541
8.24	Галургик усулда хлорли калийни ишлаб чиқаришдақўлланиладиган қурилмалар	544
	ҚУРИТИШ	547
8.26	Умумий тушунчалар	547
8.27	Рамзиннинг нам ҳаво I-х диаграммаси	547
8.28	Қуритиш жараёни статикаси	551
8.29	Материал билан намликнинг боғланиш усуллари	551
8.30	Қуритиш жараёни кинетикаси	553
8.31	Қуриткичнинг моддий ва иссиқлик баланслари	558
8.32	Қуритиш жараёнини ташкил этиш усуллари	562
8.33	Қуриткичлар конструкциялари	564
8.34	Хлорли калийни қуритиш	574
	КРИСТАЛЛАНИШ	578
8.36	Кристалланиш физик асослари.	578
8.37	Кристалланиш усуллари	581
8.38	Кристаллизаторлар конструкциялари	581
	ҲАЙДАШ ВА РЕКТИФИКАЦИЯ	589
8.41	Умумий тушунчалар	589
8.42	Ҳайдаш ва ректификация жараёнларининг назарий асослари	589
8.43	Оддий ҳайдаш	592
8.44	Ректификация	594
8.44.1	Ректификация жараёнининг моддий ва иссиқлик баланслари	595
8.44.2	Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннанинг иссиқлик баланси	597
8.44.3	Ҳақиқий флегма сони	598
8.44.4	Ректификацион колонна ишчи баландлиги ва тарелкалар сонини ҳисоблаш	599
8.45	Ректификация жараёнини ташкил этиш усуллари	600
8.46	Перспектив масса алмашиниш қурилмалари	601
9 - боб.	**МЕХАНИК ЖАРАЁН ҚУРИЛМАЛАРИ**	605
	ҚАТТИҚ МАТЕРИАЛЛАРНИ МАЙДАЛАШ ВА КЛАССИФИКАЦИЯЛАШ	605
9.1	Умумий тушунчалар	605
9.2	Сочилувчан материаллар механикаси асослари	606
9.3	Майдалаш усуллари	607
9.4	Майдалагичлар конструкциялари	609
9.5	Донадор, сочилувчан материалларни классификациялаш	615
9.6	Қаттиқ материалларни майдалашнинг махсус усуллари	623
	ГРАНУЛЛАШ ВА ПРЕССЛАШ	625
9.7	Умумий тушунчалар	625
9.8	Сувсизлантириш ва брикетлаш	625
9.9	Шакллантириш	626
9.10	Махсулотларни пресслаш ускуналари	627
9.11	Грануллаш усуллари ва гранулятор конструкциялари	628
9.12	Хлорли калийни грануллаш	634
9.13	Сочилувчан материалларни грануллашга мойиллигини баҳолаш	636

10-боб.	**ТЕХНОЛОГИК ТРУБАЛАРИ**	638
10.1	Технологик трубалар ва уларнинг категорияси	638
10.2	Трубалар, бирлаштириш деталлари, компенсатор ва таянчлар	638
10.3	Труба трубалари арматураси	644
10.4	Арматураларни танлаш	644
10.5	Труба трубаларини монтаж қилиш	648
10.6	Труба трубаларини синаш	650
10.7	Труба трубаларини эксплуатация қилиш	650
10.8	Труба трубаларини ҳисоблаш	650
	III қисм. КИМЁ САНОАТИ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ	654
11-боб.	**КИМЁ САНОАТИДА ЭЛЕКТР ТЕХНИК УСКУНА ВА ТИЗИМЛАР**	656
11.1	Умумий тушунчалар	656
11.2	Электр занжирасосий қонунлари ва улаш усуллари	658
11.3	Электр занжирида қаршиликларни улаш схемалари	661
11.4	Уч фазали ўзгарувчан ток занжирлари	663
11.5	Уч фазали кучланиш ва ток системаси	664
11.6	Манба ва истеъмолчиларни тўрт симли юлдуз усулида улаш	665
11.7	Уч фазали истеъмолчиларни «учбурчак» улаш	666
11.8	Уч фазали занжирларнинг қуввати	668
12-боб.	**КИМЁ САНОАТИ МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ**	670
12.1	Кран электр жиҳозлари ва уларни бошқариш	670
12.2	Юк кўтаргичлар ва уларни бошқариш	671
12.3	Юк - йўловчи кўтаргич ва уни бошқариш	673
12.4	Лифтлар конструкциялари ва электр схемалари	675
12.5	Юк кўтариш машиналарининг энергия тежамкорлиги	676
12.6	Насослар электр жиҳозлари	677
12.7	Поршенли компрессорэлектр жиҳозлари	679
12.8	Компрессорлар электр жиҳозлари	680
12.9	Вентиляторлар электр жиҳозлари	682
12.10	Насос, компрессор ва вентиляторлар энергия тежамкорлиги	682
12.11	Электр занжирларни ҳимояловчи коммутация қурилмалари	683
13-боб.	**ПОРТЛАШ ВА ЁНҒИН ХАВФИДАН ХИМОЯЛАНГАН БИНОЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ**	685
13.1	Умумий тушунчалар	686
13.2	Портлаш ва ёнғин хавфидан ҳимояланган электр жиҳозлар	687
	КИМЁ САНОАТИДАГИ ЭЛЕКТРУЗАТМАЛАРНИНГ ЖИҲОЗЛАРИ	689
13.3	Электр жиҳозларга қўйиладиган талаблар	689
13.4	Кимё саноатида электр қурилмаларининг ишлаш шарантлари	690
13.5	Майдалаш жиҳозларнинг электрузатмалари	691
13.6	Айланувчи ўтхона ва қуритқичларнинг электр узатмалари	692
13.7	Центрифуга ва аралаштиргичларнинг электр узатмалари	694
14-боб.	**САНОАТИ ЧИҚИНДИЛАРИНИ УТИЛИЗАЦИЯ ҚИЛИШ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ**	697
14.1	Галит чиқиндилари	697
14.2	Ортиқча намокобни қўшиб қўйиш	699
14.3	Лойли шламлар	699
14.4	Газ-чангли чиқиндилар	700
	ИЛОВАЛАР	701
Илова 1.	Ўғитлар агрокимёвий хоссалари	702
Илова 2.	Азотли ўғитлар ассортименти	706
	ГЛОССАРИЙ	707
	АДАБИЁТЛАР	730

Микроэлементлар. Қишлоқ хўжалик экинларининг микроэлементларга бўлган (бор, мис, рух, кобальт) эҳтиёжи гектарга таъсир этадиган моддалар граммларда ва килограммларда ифодаланади. Озиқланиш жараёнида микроэлементлар муҳим роль ўйнайди, ҳатто ўсимликларда ва тупроқда уларнинг миқдори %нинг мингдан бир улушини ташкил этса ҳам микроэлементлар ўғитларнинг асосий таъсир этувчи моддалари (*N, P, K*) таъсири ўрнини босмайди, фақат уларни тўлдиради.

Турли қишлоқ хўжалик экинларининг хосили билан азот, фосфор ва калийнинг чиқиб кетиши (1 тонна маҳсулотга кг да) А.В.Соколовнинг маълумотлари бўйича қуйида келтирилган.

Техник культура	N	P_2O_5	K_2O
Баҳорги буғдой	27-30	11-12	22
Кузги буғдой	35	10-13	24-33
Кузги арпа	24	10	29
Маккажўхори (дон)	24	7	33
Дон-дуккакли		16	20
Картошка (тугунаклари)	5	1,5	7
Қанд лавлаги	5	1,4	5,5
Озукавий илдиз мевали ўсимликлар	5	1,4	5,5
Сабзавотлар	2,5	1,0	3,3
Пахта (толаси)	45	15	45
Каноп (толаси)	200	62	100
Зиғир (толаси)	80	26	80

Мустақиллик йилларида Ўзбекистонда кўпчилик янги қишлоқ хўжалик соҳалари очилди ва кўпчилик импорт қилинадиган маҳсулотлар сони камайди. Бу ерда энг аҳамиятли воқеалардан бири Қўнғирот сода заводининг биринчи ва иккинчи навбатлари қурилиб ишга туширилди.

Кальцинацияланган сода – бу кўп ишлатиладиган маҳсулот бўлиб, маиший хизмат соҳада кўп қўлланилади. Қўнғирот сода заводи Ватанимиз корхоналарини кальцинацияланган содага бўлган эҳтиёжини қондира олади. Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, 2006 йилгача Ўзбекистонда бундай турдаги маҳсулот ишлаб чиқариш корхона бўлмаганлиги сабабли давлат тилида адабиётлар чоп этилмаган бўлиб, "Минерал ўғитлар технологияси" ёки "Ноорганик моддалар кимёвий технологияси" дарсликларига сода олиш технологиясига тегишли маълумотлар киритилмаган.

Кальцинацияланган сода ишлаб чиқаришга тегишли рус тилидаги адабиётлар асосан 1985 – 1988 йилларда "Химия" нашриётида чиқарилган. Ўтган давр ичида кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш саноатида туб ўзгаришлар бўлди. Масалан, Оҳактошни куйдиришда кокс гази ўрнига табиий газдан кўлланилди, ўтхона гази таркибидаги CO2 нинг концентрациясини кескин камайтириб ҳам кальцинацияланган сода олиш имкониятлари яратилди. Ундан ташқари, Оҳактошни табиий газни ёқиб куйдириш жараёнида ва ўтхона эксплуатациясида бир нечта муоммолар пайдо булди ва янги технологиялар жорий қилиш талаб қилинди.

Айтиб ўтиш керакки бу адабиётда келтирилган айрим жараёнлар "Қўнғирот сода заводи" УК никидан фарқ қилиши мумкин.

Китобнинг 1-бобида фосфорли ўғитлар технологияси, суперфосфат, экстракцион фосфат кислота, қўшалоқ суперфосфат, азотли ўғитлар, карбамид, аммоний сульфат ва бошқа азотли ўғитлар берилган.

2-бобда калийли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг назарий асослари, минерал ўғитлар турлари, уларнинг хом-ашёлари, ҳамда бу турдаги хом-ашёларнинг Ватанимизда ва чет эллардаги конлари ҳақида маълумотлар келтирилган. Тюбегатан калийли тузлар, уларнинг кимёвий таркиби, унда учрайдиган қолдиқ ва тупроқли қўшимчалар баён этилган.

3-бобда калийли ўғитлар технологиясида тайёргарлик ва ёрдамчи жараёнлар, маъданни майдалаш схемалари ва ускуналари, фракциялаш, ҳамда лой-карбонатли қуйқаларни шламсизлантириш, қуюқлаштириш ва ювиш кабилар берилган.

4-бобда калий маъданларини флотация қилиш жараёни, флотациялаш реагентлари, маъданларни бойитиш, унинг ер остида эрувчанлиги, ҳамда буларни амалга оширувчи қурилмалар келтирилган.

5-бобда оддий хлорсиз калийли ўғитлар технологиясининг конверсион усллари, калий сульфат, нитрат фосфат ва мураккаб ўғитларни олиш технологиялари, ҳамда жараёнда ҳосил

бўладиган чиқиндилар ва уларни зарарсизлантиришлар баён этилган. Шу билан бирга литий ва литийни замонавий олиш технологиялари келтирилган.

6-бобда калийли ўғитлар олиш технологиясининг асосий гидромеханик жараён ва қурилмалари келтирилган. Чунончи, турли жинсли газсимон ва суюқлик аралашмаларини ажратишга бағишланган. Бунда тиндириш ва чўктириш, фильтрлаш, газларни тозалаш, мавҳум қайнаш қатлами гидродинамикаси, аралаштириш каби жараёнлар ўрганилади. Ҳар бир бўлим охирида, ушбу жараённи интенсивлаш ёки қурилмани ҳисоблаш услуби келтирилган.

7-боб бутунлай иссиқлик алмашиниш жараёнлар назарияси, уни ташкил этиш усуллари ва қурилмаларига бағишланган. Ундан ташқари, ушбу бобда иситиш, совитиш, буғлатиш ва конденсациялаш жараёнлари, иссиқлик элткичлар турлари ва ушбу жараёнларнинг асосий теорема ва қонуниятлари, ҳамда эритмаларни буғлатиш усуллари ва қурилмалари кўриб чиқилган. Шу билан бирга, бу бобда иссиқлик алмашиниш жараёнларини интенсивлаш усуллари, мосламалари ва перспектив иссиқлик алмашиниш қурилмалари келтирилган. Ушбу бобнинг якунида турли иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш кетма-кетлиги берилган.

8-бобда масса алмашиниш жараён ва қурилмалари баён этилган. Унда жараённинг назарий асослари билан бирга, абсорбция, экстракция, адсорбция, қуритиш, кристалланиш, ректификация каби жараёнлар ва уларни қурилмалар билан жиҳозлаш тизимлари кўрсатилган.

9-боблар механик жараёнларга бағишланган. Уларда қаттиқ жисмларни майдалаш усуллари, жараёнларнинг назарий асослари, классификациялаш, грануллаш ва пресслаш, ҳамда бу жараёнларга тегишли қурилмалар конструкциялари ва уларни ҳисоблаш услублари берилган.

10-боб кимё саноати корхоналарида технологик труба трубаларига бағишланган. Хусусан, трубаларни бирлаштириш қисмлари, арматурани танлаш ва турлари, уларни монтаж қилиш, эксплуатация қилиш ва синашлар, ҳамда бобнинг якунида труба трубаларини ҳисоблаш аниқ мисолларда келтирилган.

11-бобда электр занжир асосий қонунлари, улаш схемалари, уч фазали ток занжирлари, турли улаш усуллари келтирилган.

12-бобда кран, юк кўтаргич, лифт, насос, вентилятор, компрессорларнинг электр занжирларини ҳимояловчи электр ва электрон коммутация қурилмалари, уларни ишга тушириш, кўрсаткичларини ростлаш ва бошқариш қурилмалари баен этилган

13-бобда портлаш ва ёнғин хавфидан ҳимояланган электр жиҳозлар, кимё саноатидаги электр узатмаларнинг жиҳозлари, қурилмаларнинг ишлаш шароитлари ва уларга қўйиладиган талаблар, майдалагич, айланувчи ўтхона ва қуритгичлар, ҳамда центрифуга ва аралаштириш қурилмаларининг электр узатмалари келтирилган.

14-бобда калий ишлаб чиқариш саноатининг чиқиндиларини утилизация қилиш ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш каби масалалари кўриб чиқилган. Ҳар боб унга тегишли қурилмаларни ҳисоблаш билан якунланади.

Дарсликнинг сифатини яхшилаш учун қаратилган таклиф ва танқидий фикр-мулоҳазалар ташаккурлик билан қабул қилинади.

Кимёвий технология, асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш тенгламалари, қурилма қисм ва деталлари тўғрисидаги тўлиқ маълумотлар қуйидаги дарслик ва ўқув қўлланмаларда келтирилган:

1. Юсупбеков Н.Р., Нурмуҳамедов Ҳ.С. ва бошқалар. Кимё ва озиқ-овқат саноатларнинг жараёнлари ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва мисоллар. – Т.: Nisim. 1999. –351 б.

2. Юсупбеков Н.Р., Нурмуҳамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ. ва бошқалар. Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. –Т.:Жаҳон, 2000.–266 б.

3. Юсупбеков Н.Р., Нурмуҳамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалар. – Т.: Фан ва технологиялар, 2003.-644 б.

4. Нурмуҳамедов Ҳ.С., Абдуллаев А.Ш., Ниғмаджонов С.К. ва бошқалар. Нефть ва кимё саноати машина ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш.–Т.:Фан ва технологиялар, 2008.–351 б.

5. Нурмуҳамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ., Бабаев З.К. ва бошқалар. Гидравлика, гидромашина ва гидроюритмалар.–Т.: Фан ва технологиялар, 2012.–302 б.

6. Нурмуҳамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ., Абдуллаев А.Ш., Ниғмаджонов С.К. ва бошқалар. Нефть ва кимё машинасозлиги технологияси. – Т.: Фан ва технологиялар. 2013. –218 б.

7. Нурмуҳамедов Ҳ.С., Бабаев З.К., Матчонов Ш.К., Каримов К.Ф., Абдуллаева С.Ш. ва бошқалар. Нефть-газ ва кимё саноати қурилмаларини таъмирлаш ва монтаж. –Т.: Фан ва технологиялар, 2014. –236 б.

8. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: Fan va texnologiyalar, 2015.–848 b.

9. Нурмухамедов Ҳ.С., Темиров О.Ш., Юсупбеков Н.Р., Зокиров С.Г. ва б. Газларни қайта ишлаш технологияси, жараён ва курилмари. – Т.: Шарқ матбаа акциядорлик компанияси, 2016. – 856 б.

10. Терехин Е.Л., Эркаев А.У., Шарипова Х.Т. Калийные соли и организация производства калийных удобрений. – Ташкент, ТХТИ, конспект лекций, 2005. - 270 с.

11. Юсупбеков Н.Р., Зокиров С.Г., Нурмуҳамедов Ҳ.С. Кимёвий технология асосий жараён ва курилмалари (Назария. Ҳисоб. Лойиҳа).- Т.: Шарқ матбаа акциядорлик компанияси, 2023.–856 б.

Шу катордаги ўқув қўлланмалар ушбу дарсликнинг амалий қисми деб ҳисобласа бўлади.

Ушбу дарслик ТошКТИ «Технологик машина ва жиҳозлар» ва «Кимёвий инжиниринг», ТошДТУ «Ички ёнув двигателлари. Совитиш ва криоген техникаси» ва «Электротехника, электромеханика ва электр технологиялар» кафедралари профессор-ўқитувчиларининг кўп йиллик тажрибасига таяниб ёзилган. Китобнинг 6, 7, 8 боблари ва глоссарий проф.Нурмухамедов Х.С., кириш, 1, 5, 8 боблари проф.Эркаев А.У., 11, 12, 13 боблари доц.Мирисаев А.Ў., 3, 7 боблари Матчонов Ш.К., 6, 9 боблари Курамбаев Ш.Р. ва 5, 6, 14 боблари Самадий М.С. лар томонидан ёзилган.

Қўлёзманинг тақризчилари: "Ёқилғи-энергетика соҳаси кадрларини малакасини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш маркази" МЧЖ бош директори техника фанлари доктори, проф.**ТУРСУНОВ А.Т.,** "Дехқонобод калий завод" АЖ бошқарув раиси **ЗАРИПОВ Т.Э.** ва Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат техника университетининг «Ички ёнув двигателлари, Совитиш ва криоген техникаси» кафедрасиг мудири проф.**КАРИМОВ К.Ф.** ларга муаллифлар номидан катта миннатдорчилик билдирамиз.

Ушбу дарсликни нашрга тайёрлашда фаол иштирок этишган кафедранинг доценти PhD Мавлонов Э.Т., к.ўк.Султонов Ж.В., асс.Бекбаева Ф.У. ва талабалари Шарафутдинов Р., Ястребова И., Ниёзова Ш., Ахмедова С. ларга миннатдорчилик билдирамиз.

Бизнинг манзилимиз: 100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32 уй. ТошКТИ, «Технологик машина ва жиҳозлар» ва «Кимёвий инжиниринг» кафедралари.

БИРИНЧИ ҚИСМ

МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ

Мўъжизалар дунёсига хуш келибсиз!

1 – боб

АЗОТЛИ ВА ФОСФОРЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ

1.1. Тупроққа минерал ўғитлар солишнинг зарурияти

Кимёлаштириш, комплекс механизациялаш, электрлаштириш, мелиорация ишлари ва тупроқнинг унумдорлигини ошириш борасидаги тадбирлар қишлоқ хўжалигини юксалтиришдаги асосий йўналишлардан ҳисобланади.

Қишлоқ хўжалигини изчил ва ҳар томонлама интенсивлашда кимёлаштириш алоҳида аҳамият касб этади. Кимёлаштириш ўғитлар, ўсимликларни мухофаза қилишнинг кимёвий воситалари, гербицид, дефолиант ва десикантлардан фойдаланишдан иборат.

Ер унумдорлигини ошириш ва ўсимликлар озуқаланишини яхшилашга хизмат киладиган моддалар ўғитлар деб аталади.

Ўсимлик ўсиш даврида баъзи элементларни ҳаводан барг оркали, баъзиларини эса тупроқдан олади. Ўсимлик таркибига 70 дан ортиқ кимёвий элементлар киради, лекин уларнинг 16 таси ҳаёт фаолияти учун жуда муҳимдир.Чунончи, шундай элементлар каторига органоген деб аталувчи: углерод, кислород, водород, азот; Ундан ташкари, шу каторга*золли элементлар*- фосфор, калий, кальций, магний ва олтингугурт; ***микроэлементлар***- бор, молибден, мис, рух, кобальт, марганец ва темир ўсимликларнинг ҳаёт фаолияти давомида мухим ахамиятга эгадир. Бир элемент ўрнини бошқаси боса олмайди, чунки уларнинг ҳар бири ўсимликларда ўзига хос функцияларни бажаради. Ўсимликлар ва тупроқ таркибига бошқа элементлар, масалан, кремний, натрий, хлор ва бошқалар ҳам кириши мумкин. Яшил ўсимликларга атмосферадан келувчи асосий элементлар углерод, кислород ва водород ҳисобланади. Бу элементларнинг улуши ўсимликнинг қуруқ массасига нисбатан 93,5% ни ташкил этади, шу жумладан углеродга - 45%, кислородга - 42% ва водородга - 6,5% тўғри келади.

Ўсимлик бир меъёрда ўсиши ва ривожланиши учун у етарли миқдорда озуқа моддалар билан таъминланиши керак. Ўсимликлар учун азот, фосфор, калий, кальций, магний, олтингугурт ва темир асосий озуқа элементлари ҳисобланади. Ўсимликларда бу элементлар миқдори юздан бир фоиздан бир неча фоизгача бўлади ва ***макроэлементлар*** дейилади. Булардан ташкари, бор, молибден, мис, марганец, рух ва бошқалар каби бир қатор ўсимлик ва тупроқда мингдан бир фоизда бўладиган моддалар ***микроэлементлар*** деб номланади.

Ўсимликларнинг ривожланишида углерод, кислород ва водороддан кейин азот, фосфор ва калий ҳам мухим ахамиятга эгадир. Бундай элементлар тутган ўсимликларнинг озуқа маҳсулотлари қишлоқ хўжалигида асосий ***минерал ўғитлар*** номи билан юритилади.

Фосфор, азот ва калий ўсимлик учун энг зарур озуқа моддалардир. Ўсимлик бу элементларни тупроқдан олади, натижада моддалар миқдори йилдан-йилга камайиб, тупроқнинг унумдорлигини пасайтиради ва экин ҳосилдорлигига салбий таъсир этади. Тупроқнинг унумдорлигини ошириш учун ерни етарли даражада ўғит билан таъминланиши керак.

Гўнг - органик ўғитларнинг энг фойдалиси ҳисобланади. Ҳар тонна гўнг таркибида унинг 5 кг азот, 2,5 кг фосфат ангидрид ва 6 кг калий оксид бўлади. Тупроқни озуқа моддалари билан етарлича таъминлаши учун гектарига 20 дан 40 тоннагача гўнг солиниши лозим. Органик ўғитлар қишлоқ хўжалигининг кун сайин ўсиб бораётган талабини қондира олмайди, чунки гўнг ва бошқа органик ўғитлар таркибидаги озуқа моддалар минерал ўғитлардагига нисбатан бир неча баробар камдир. Масалан, 1 т гўнг таркибида 5 кг азот бўлса, 1 т аммиакли селитрада 350 кг азот бўлади. Лекин, минерал ўғитлар меъёрида ишлатилиши керак.

Минерал ўғитлардан фойдаланилганда пахта ва бошқа техник экинларнинг ҳосилдорлиги тобора ортмоқда. Масалан, 1930 йилда Марказий Осиёда ҳар бир гектар ердан 7-8 ц пахта олинган бўлса, ҳозирга пайтга келиб, гектаридан ўрта ҳисобда 29,2 ц ҳосил олинмоқда. Тупроққа солинган ҳар 1 кг фосфор кўшимча 6...7 кг пахта, 50...60 кг картошка, ҳар 1 кг азот эса кўшимча равишда 15...20 кг пахта ва 150 кг картошка олиш имконини бермоқда.

1-1 жадвал

Тупроқдан ҳосил билан чиқиб кетадиган таъсир этувчи моддалар (кг/га)

Таъсир этувчи моддалар	Ҳосилдорлик		
	Қишки буғдой 30 ц/га	Қанд лавлаги 270 ц/га	Жўхори пояси 600 ц/га
N	112	166	150
P_2O_5	39	42	70
K_2O	77	157	200

1-2 жадвал

Ҳосилдорликнинг тупроққа фосфор, азот ва калий солиш ҳисобига ортиши.

Культура ва маҳсулот тури	1 т солинган ўғит ҳисобига (N, P_2O_5, K_2O) ҳосилдорликнинг ўсиши, т		
	N	P_2O_5	K_2O
Пахта	10-14	5-6	2
Қанд лавлаги	120-160	50-55	40-50
Буғдой	12-15	7-8	3-4

1-3 жадвал

Ҳосилнинг ўғит қўллаш ҳисобига ортиши (ц/га).

Культура	Ўғитсиз	Ўғит билан
Пахта	8-9	27-30
Буғдой	7-8	20-40
Шакар камиш	100-120	200-500

Ҳосилдорликни оширишдаги омилларни баҳолашда: АҚШ да 50% гача. Францияда 50...70% гача қўшимча ҳосил олиш ўғитлар хиссасига тўғри келади.

Ўтказилган тадқиқотлар натижаларига кўра, ҳосилдорликни оширишдаги ўғитларнинг улуши МДҲ мамлакатларининг қора тупроқли минтақаларида 40...50% га, қора тупроқсиз минтақаларида 60...75% га. Марказий Осиёда, хусусан, Ўзбекистон Республикаси худудидаги унумдор тупроқларда 50...60% га тўғри келади.

1.2. Ўғитлар классификацияси

Ўғитлар келиб чиқиши бўйича ноорганик-минерал, органик, органик-минерал ва бактериал ўғитларга таснифланади. Улар агрегат ҳолатига қараб қаттиқ, суюқ ва суспензия ҳолатда бўлади.

Минерал ўғитлар – саноат йўли билан: ноорганик хом-ашёни (фосфоритлар, калий тузлари, доломитлар ва бошқа маъданларни майдалаш) кимёвий ёки механик ишлов бериб тайёрланадиган, келиб чиқиши ноорганик маҳсулотлардир.

Хом-ашёга кимёвий ишлов бериш билан олинадиган минерал ўғитлар таъсир этувчи моддаларнинг концентрацияси (оддий ўғитлар – 20...25%, концентрланган – 30...38%, юкори концентрланган -60% дан ортиқ, ультра концентрланган)билан фарқланади.

Минерал ўғитлар таъсир этувчи моддалар бўйича азотли, калийли, фосфорли ва микроўғитлар (борли, молибденли ва бошқалар)га бўлинади.

Органик ўғитлар – улардаги озуқавий элементлар ўсимлик ва ҳайвонларга тааллуқли моддаларда бўлади. Бу турдаги ўғитлар гўнг, шунингдек ўсимлик ва ҳайвонлардан келиб чиққан моддаларни қайта ишлашнинг турли маҳсулотлари (торф, кунжара, балиқ уни, шакар чиқинди ва ташланмалари) дир.

Органик-минерал ўғитлар – органик ва минерал моддаларни ўз ичига олади. Бу ўғитлар органик моддалар (торф, сланец, кул ранг кўмир) ни аммиак ёки фосфор кислота билан ишлов бериш йўли билан, ҳамда торфни фосфат ўғитлар билан аралаштириш усули билан олинади.

Бактериал ўғитлар – атмосфера азотини тўплайдиган ёки тупроқ ва ўғитларнинг органик моддаларини минераллайдиган микроорганизмлар етиштиришни ўз ичига олган моддадир. Бундай ўғитлар – азотобактерия, тупроқ нитрати ҳисобланади.

Минерал ўғитлар агрокимёвий таъсири бўйича: тўғри, қўшимча ва ўсимлик ўсишини ростлайдиган восита (препарат) ларга бўлинади.

Тўғридан-тўғри таъсир этувчи ўғитлар – бевосита ўсимликни озиклаш учун мўлжалланган. Улар ўсимлик учун зарур бўлган элементлар: азот, фосфор, калий, магний, олтингугурт, темир, ҳамда микроэлементлар (бор, молибден, мис, рух, кобальт)ни ташкил қилади. Тўғридан-тўғритаъсир этувчи ўғитлар, ўз навбатида, оддий ва комплекс ўғитларга бўлинади.

Оддий ўғитлар – ўсимликларни озиклантирадиган элементлардан бири: азот, фосфор, калий, магний, бор ва бошқалардан иборат бўлади.

Азотли ўғитлар – сувда эрийди, улар азотининг бирикиш шакли бўйича: аммиакли, аммонийли, амидли ва бу шаклларнинг турли бирикмалари (аммиак-нитратли, аммиак-амидли ва ҳоказолар) бўйича фаркланади. Ювилиб кетмайдиган ёки кийин эрийдиган азотли ўғитларнинг янги турлари карбамид-формальдегидли, изобутил-лидендикарбамид, оксамид ва бошқалар ишлаб чиқарилади.

Фосфорли ўғитлар – эрувчанлиги ва ўсимликларнинг ўзлаштириши бўйича фосфорли ўғитлар уч гуруҳга бўлинади.

- сувда эрийдиган ўғитлар – унда фосфорли бирикмаларнинг кўп қисми сувда эрийди ва ўсимликлар томонидан жуда енгил ўзлаштирилади (суперфосфат, қўшалоқ суперфосфат, мураккаб ўғитлар - аммофос, нитроаммофоска, нитрофоска, карбоаммофоска);
- цитратли эрувчан ўғитлар – унда аммоний цитратнинг аммиакли эритмасида эрийдиган фосфор бирикмалари бор. Бу гуруҳга преципитат (дикальций фосфат) киради.
- лимонли эрувчан ўғитлар – сувда ва аммоний цитратнинг аммиакли эритмасида эримайдиган, лекин лимон кислота эритмасининг 2% лигида эрийдиган фосфор бирикмалари. Уларга фторсизлантирилган фосфатлар. фосфор уни тааллуқлидир. Бу ўғитлар нордон тупроқ учун жуда яроқлидир. Бу ўғитларнинг фосфор бирикмалари аста-секин тупроқ эритмасига ўтади ва уларнинг таъсири бир неча йилларга этади.

Калийли ўғитлар – концентрланган (калий хлорид, калий сульфат, калий магнезия ва бошқалар) ва тузлар хом-ашёси (сильвинит, каннит) га бўлинади. Сувда эримайдиган минераллар (нефелин, дала шпати) тўғридан-тўғри ишлатилмай, калийли ўғитлар олиш учун хизмат қилади (масалан, нефелиндан калий сульфат олиш мумкин).

Микроўғитлар – кичик миқдорда қўлланиладиган ўғитлардир. Микроэлементлари бўлган техник тузлар – борат кислота, мис сульфати, аммоний молибдат ва бошқалар. Таркибида микроэлементлар бўлган чиқиндилар – колчедан қолдиғи, марганецнинг шламлари.

Комплекс ўғитлар – иккита ва ундан ортиқ озуқавий элементлардан иборат ўғитлардир. Қўшалоқ ўғитлар қуйидагиларга ажралади: азот-фосфорли, азот-калийли, фосфор-калийли ва учланма азот-фосфор-калийли аралашмалар тўлиқ ўғитлар деб аталади. Комплекс ўғитлар таркибига микроэлементлар, пестицидларнинг қўшимчалари,ўсимликни ўстирадиган модда ва бошқалар кириши мумкин.Комплекс ўғитлар – ишлаб чиқариш характери қараб қуйидагиларга бўлинади: аралаштирилган ўғитлар – гранулланган турли тайёр ўғитларни механик йўл билан аралаштирган ҳолда олинади;мураккаб-аралаштирилган гранулланган ўғитлар – тайёр ўғитларни аралаштириш жараёнида суюқ реагентлар (аммиак, фосфор ёки сульфат кислота ва ҳоказолар) ни аралаштириш йўли билан олинади; - мураккаб ўғитлар – битта технологик жараёнда хом-ашёни кимёвий қайта ишлаб олинади.

Азотли, фосфорли, калийли ва комплекс ўғитларнинг таснифи 1.1-1.4 расмларда келтирилган.

Ёрдамчи (косвенные) ўғитлар – ўғитларни қўллаш шароитларини яхшилаш мақсадида тупроққа кимёвий, физик, микробиологик таъсир этиш учун (тупроқнинг кислоталигини нейтраллаш учун майдаланган Оҳактош, доломит ёки сўндирилган оҳактош, шўрхок ерларни мелиорацияси учун гипс, яъни бир вақтда кальций манбаи бўлиши учун. фосфор ўғитлари билан киритилаётган фосфор эрувчанлигини ошириш мақсадида тупроқни нордонлаштириш учун натрий бисульфит ишлатилади) қўлланилади.

Физиологик ўғитлар – нордон, физиологик-ишқорий, физиологик-нейтрал ўғитларга ажратилади.Физиологик-нордон ўғитларга: аммоний сульфат, калий хлорид, калий сульфат ва бошқалар, улардан ўсимлик кўпроқ катионни ютади, анион эса тупроқ қатламини нордонлаштиради.Физиологик-нордонўғитларга яна аммоний-азотли ўғитлар. шунингдек карбамид киради. Улар тупроқни нордонлаштиради, нитрификацияловчи бактерияларнинг қобилиятлари оқибатида аммиакни нитрат кислоднишчеа оксидлайди.

Ўғитлар сифатининг мухим кўрсаткичи бўлиб, ундаги ўсимлик учун фойдали таъсир этувчи моддаларнинг миқдори хисобланади. Асосий таъсир этувчи моддалар бўлиб, азот, фосфор ва калий

бирикмалари хисобланади. Уларнинг ўғитлардаги миқдори элементар азот, фосфор (V)-оксиди-фосфор ангидрид (P_2O_5) ва калий оксиди (K_2O)га хисоблаб ўлчанади.

1.3. Минерал ўғитларнинг ассортименти, асосий таркиби ва хоссалари

Минерал ўғитлар ассортименти барча турдаги ўғитлар: азотли, фосфорли, калийли, микроўғитлар, мураккаб ўғитлар, оҳактошли ва бошқа материалларни қамраб олади

Давлат стандартлари (ДСТ) ёки техник шартлар (ТШ) асосида минерал ўғитлардаги бир ёки бир неча таъсир этувчи моддаларнинг минимал миқдори белгилаб берилади. Шу билан бир қаторда ушбу стандартларда ўғитдаги намлик ва ўғитлар таркибидаги ўсимликларга зарарли, шунингдек физик-кимёвий ва механик хоссалари кўрсаткичларига салбий таъсир этувчи қўшимчалар миқдори чегараланади. Намликнинг ортиши ўғитнинг ёпишқоқлигини оширади ва бир бутун масса ҳолатида қотиб қолишга олиб келади. Бундан ташқари, намлик ўғит таркибидаги озука моддалар миқдорини камайтирувчи балласт хисобланади.Қуйида минерал ўғитлар ассортименти келтирилган.

Азотли ўғитлар қаттиқ ва суюқ ҳолатда ишлаб чиқарилади. Қаттиқ азотли ўғитлар орасида энг концентрланган ўғит — таркибида 45...46% *N* тутган карбамид, ундан кейин таркибида 33,6...34,6% *N* тутган аммиакли селитра хисобланади. Кам концентрацияли ўғит — таркибида 20...21% *N* тутган аммоний сульфатлар нисбатан кўп миқдорда ишлаб чиқарилади.

Азотли ўғитларнинг ассортименти ва энг кўп тарқалган азотли ўғитларнинг асосий агрокимёвий хоссалари 1-4 жадвалда келтирилган.

Суюқ азотли ўғитлар орасида энгконцентрланган ўғит — таркибида 82% *N* бўлган суюқ аммиак хисобланади. Кам концентрацияли аммиакат ва азотли эритмалар таркибида 30...36% *N* ва аммиакли сув таркибида 20...21% *N* бўлади.Барча азотли ўғитлар, таркибидаги азотнинг шаклига қараб: аммиакли, аммонийли, нитратли, аммонийли-нитратли ва амидли гуруҳларга бўлинади.

Аммиакли—азот эркин аммиак ҳолида мавжуд (суюқ аммиак, сувли аммиак).

Аммонийли—азот бунда азот кислота қолдиғи билан боғланган аммоний иони (NH_4)$^+$шаклида: аммоний сульфат, аммоний-нитрат.

Нитратли — азот нитрат кислота тузлари ҳолида (NO_3^-) оксидланган шаклида бўлади: натрийли селитра $NaNO_3$, кальцийли селитра $Ca(NO_3)_2$.

Аммоний-нитратли — азот икки шаклда мавжуд: аммонийли ва нитратли; аммиакли селитра (NH_4NO_3);

Амидли – азот амидли шаклда NH_2– бўлади – карбамид, кальций цианамид ($CaCN_2$).

Қийин эрийдиган ўғит-фосфорит унининг кўп миқдори тўғридан-тўғри ўғит сифатида ишлатилади. Бундай фосфорит уни юқори даражада майдаланган бўлади ва ундаги P_2O_5 миқдори катта чегарада ўзгариши мумкин. Сувда эримайдиган ўғит сифатида преципитат ҳам ишлаб чиқарилади. Ҳозирги пайтда сувда эримайдиган ўғитлар қаторида фторсизланган фосфатлар ишлатилмоқда.

Мураккаб ўғитлар. Уларга таркибида иккита ва учта озуқа элементи бўлган мураккаб ўғитлар (аммофос, диаммофос, УФАКС, НКФУ, нитроаммофоска, нитрофоска ва бошқалар), мураккаб-аралаш ва аралаш ўғитлар, шунингдек суюқ мураккаб ўғитлар киради.

Фосфорли ўғитлар – сувда эрийдиган ва сувда эримайдиган хилда ишлаб чиқарилади. Сувда эрийдиган ўғитга оддий суперфосфат (апатитдан P_2O_5ўзлаштирилиши 20...21%, Қоратау фосфоритидан P_2O_5 ўзлаштирилиши 14...15% ва Марказий Қизилқум фосфоритидан P_2O_5 ўзлаштирилиши 10...13%) ва қўшалоқ суперфосфат киради.

Бугунги кунда қуйидаги фосфорли ўғитлар ишлаб чиқарилмоқда: УФАКС (ўғит фосфор, азот, кальций, сера); НКФУ (нитрокальций фосфат ўғити $N:P_2O_5$=12-13:10-17%); АСФ (аммоний сульфат фосфат $N:P_2O_5$=15-18:23-15%, ТШ 6-12-96); суперфос – *NS* (*N:P:Mg:Ca:S*).

Калийли ўғитлар. Асосан сувда эрийдиган калийли ўғитлар ишлаб чиқарилади, уларга калий хлорид, калий сульфат, аралашган тузлар ва бошқалар киради (1.3-расм). Калийли ўғитлар ассортименти ва асосий агрокимёвий хоссалари И5-жадвал (илова)да келтирилган

1-4 жадвал

Ўғитлар	Таркибида, %			ДСТ ёки ТШ
	Асосий моддалар, кам эмас	Азот. кам эмас	Намлик, кам эмас	
Аммиакли				
Синтетик суюк аммиак	99.6NH_3	82.0	0.4	ДСТ 6221-75
Техник аммиакли сув,Б-марка(қишлоқ хўжалиги учун)	25,0 NH_3	20.5	-	ДСТ 9-77
Аммонийли				
Аммоний сульфат	NH_3			ДСТ 9097-74
Олий навли	25,7	21.0	0.2	
1 нав – кристалл	25,4	20.8	0.3	
2 нав – кристалл ёки аморфли	25,4	20.8	0.3	
Техник аммоний сульфат				ТШ 6-83-395-75
1 нав	-	20.8	0.2	
2 нав	-	20.8	0.2	
Грануллланган аммоний сульфат	25,4	20,8	0,6	ЧМ ТШ 6-41-69
Нитратли				
Техник натрийли селитра	$NaNO_3$			ДСТ 826-63
1 нав	99,5	16.4	1.0	
2 нав	99,0	16.3	1.8	
Техник натрийли селитра	94	15.5	2.0	МР ТШ 80-46-63
Техник кальцийли селитра	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	17.5	14	ТШ 6-03-367-74
Аммоний нитрат				
Грануллланган аммиакли селитра	NH_4NO_3			
сифат белгиси билан	99	34,65	0,2	ДСТ 5.2176-74
А маркали	98	34.2	0.3	ДСТ 2-75
Б маркали	97,7	34	0,3	
Амидли				
Карбамид (мочевина)	$CO(NH_2)_2$			
Сифат белгиси билан.	-	46.3	0,3	ДСТ 5.2206-75
Қишлоқ хўжалиги учун.	-	46	0,3	ДСТ 2081-75
Суюк азотли ўғитлар (аралаш формали)				
Суюк углеаммиакатлар	N	29	-	ТШ 6-03-374-74
	CO_2	8-11	-	
Азотли ўғитлар (плав)	N	30	-	ТШ 6-03-277-70
Аммонийли ўғитлар	N	20.5	-	ТШ 6-03-320-72

1-5жадвал

Мураккаб ўғитлар ассортименти

Ўғит	Таркиби . % кам эмас						ДСТ ёки ТШ
	Хаммаси $N+P_2O_5+K_2O$	N	P_2O_5		K_2O	Намлик % кам эмас	
			Узл .	Сув			
Мураккаб аралаш ва аралаш ўғитлар							
Аммофос грануллланган							ДСТ 18918-73
Сифат белгиси билан	61±1	11	50±1	47	-	1	
Марка А	61±1	11	50±1	46	-	1	
Марка Б	57+1	11	46+1	34	-	1	
Аммофос кукунсимон							ТШ 6-08-293-74
Марка А	61±1	11	50±1	47	-	1	
Марка Б	57±1	11	46+1	37	-	1	
Қоратог маъдани асосидаги аммофос	54	10	44	35	-	1	ТШ 6-08-362-76
гранула	51	9	42	34	-	1	
кукунсимон	51	9	42	36	-	1	
Тасдикланган аммофос							ТШ 95-255-74

Марка А	51±1	12,0	39±1	29±0,5	-	1	
Марка Б	47,2	11,7	35,5	26,5	-	1	
Диаммоний фосфат гранула	68	19	49	48	-	1	ТШ 6-08-191-71
Нитроаммофос гранула							ТШ 6-08-338-75
Марка А	46	23	23	22	-	1,5	
Марка Б	40	16	24	23	-	1,5	
Марка В	45	25	20	19	-	1,5	
Нитроаммофоска							ДСТ 19691-74
А - навли (1:1:1)	51	17±1	17±1	15	17±1	1	
Б - навли (1:1,5:1,5)	51	13+1	19+1	16	19±1	1	
Нитрофос гранула							ДСТ 95-11-71
Марка А	40,5	23,5	17	7	-	1,5	
Марка Б	38	24,0	14	6	-	1,5	
мукобиздаштирилган	44+1	22+1	22+1	18	-	1,5	
Нитрофоска азот-сульфатли	32	11	10	5,5	11	195	ДСТ 11365-75
Калийли селитра, техн.	KNO_3						ДСТ 19790-74
Сифат белгиси	99,9	13,84	-	-	46,60	0,8	
1 - нав	99,8	13,82	-	-	46,48	0,1	
2 – нав	99,7	13,78	-	-	46,35	0,2	
Мураккаб аралаш ва аралаш ўғитлар							
Гранулланган							
Марка 1:1:1	30-33	10-11	10-11	8,5	10-11	1	ТСТ 6-08-3-76
Марка 1:1:1,5	32-35	9-10	9-10	8	14-15	1	
Марка 1:1,5:1	25-28	7-8	11-12	9	7-8	1	
Суюқ ва суспензия ҳолидаги комплекс ўғитлар							
СКУ навли 1:1:1	27	9	9	-	9	-	ТШ 1-36-67
СКУ навли 1:3:0	27	7	20	-	-	-	ТШ 1-37-67
СКУ	44+2	10+1	34+1	-	0	-	ТШ 6-08-290-74

Эслатма: 1 - микро қўшимчали мураккаб ўғитлар ишлаб чиқариш босқичи: борли ва молибденли нитроаммофоска, молибденли оддий ва қўш суперфосфат; 2 - аммонийлашган суперфосфат учун фосфатли ўғитлар ассортиментида кўрсатилган.

Ёпишқоқлик

Ёпишқоқлик -дисперс материалларни ҳар хил катталикдаги агломератлари ҳосил бўлиш хусусияти ва маълум ташқи шароитдаги мустаҳкамлиги. Ёпишқоқликка кўплаб бир-бири билан боғлиқ омиллар таъсир кўрсатади. Буларнинг энг муҳимлари: намлик, гигроскопиклик, эрувчанлик, кимёвий таркиб, гранулометрик таркиб, заррачалар катталиги ва шакли, механик босим, сақлаш шароити ва давомийлиги.

Энг кўп ёпишқокликка гигроскопик, кукунсимон ўғитлар эгадир. Бўлак ва заррачалар орасида кристалланиш фазасини ҳосил билади. Гранулланган ўғитлар ичида энг ёпишқоқлиги юқориси - бу паст зичликка эга гранулалардир.

Сувда эрувчан минерал ўғитларнинг ёпишқоқлигини қуйидаги усуллар билан камайтириш мумкин: намлиги минимал бўлган гранулланган ўғитлар ишлаб чиқариш; мустаҳкам гранулалар олиш; омборга юбориш ёки қадоқлашдан аввал совитиш; ўғитни ҳаводан намлик ютишининг олдини олиш (қоп ва омбор, транспорт герметиклиги, гранулаларни қоплаш).

Амалий шароитда ўғитлар ёпишқоқлигининг қуйидаги даражаси мавжуд бўлади. Ўғитнинг ёпишқоқлиги цилиндрик бузилишга қаршилик катталиги билан аниқланади.

1-6 жадвал

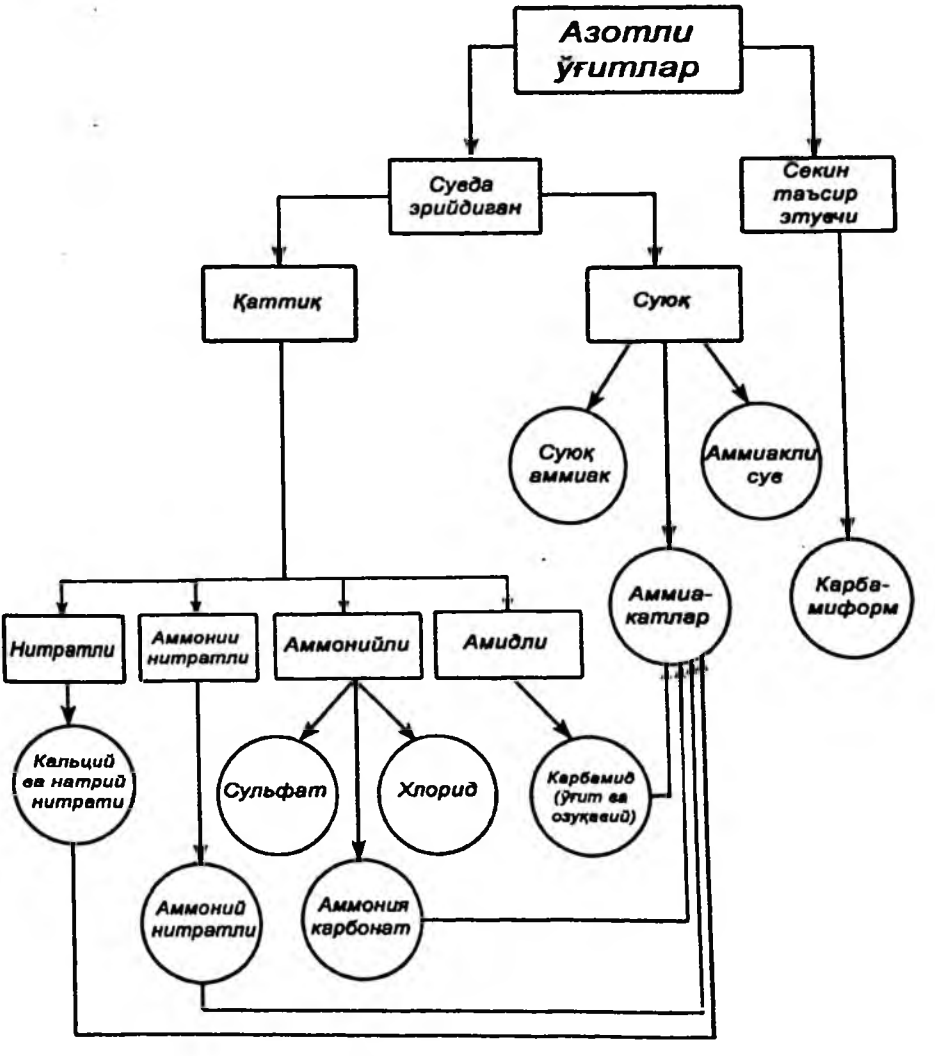
Ўғитлар ёпишқоқлигини баҳолаш.

Ёпишқоклик Даражаси	Ёпишқокликни баҳолаш	Парчаланиш қаршилиги, кПа
I	Озёпишади	<98,1
II	Кучсизёпишади	98,1...196,2
III	Қисманёпишади	196,2...392,4
IV	Ўртачадаражалиёпишади	392,4...686,7
V	Етарлидаражалиёпишади	686,7...981
VI	Кучлиёпишади	981...1471,5
VII	Жудакучлиёпишади	> 1471,5

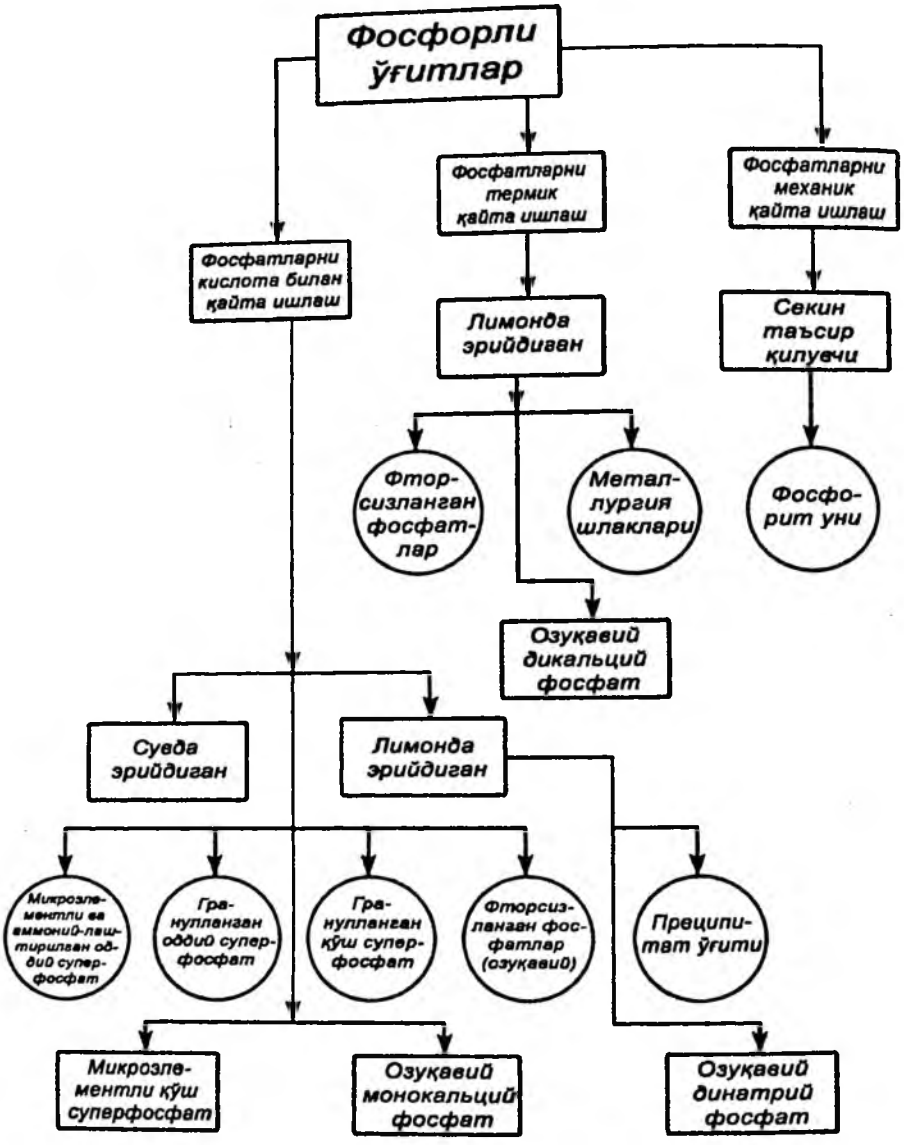
1-7 жадвал

Оддий ва мураккаб ўғитлар учун қуйидаги ёпишқоқлик классификацияси мавжуд.

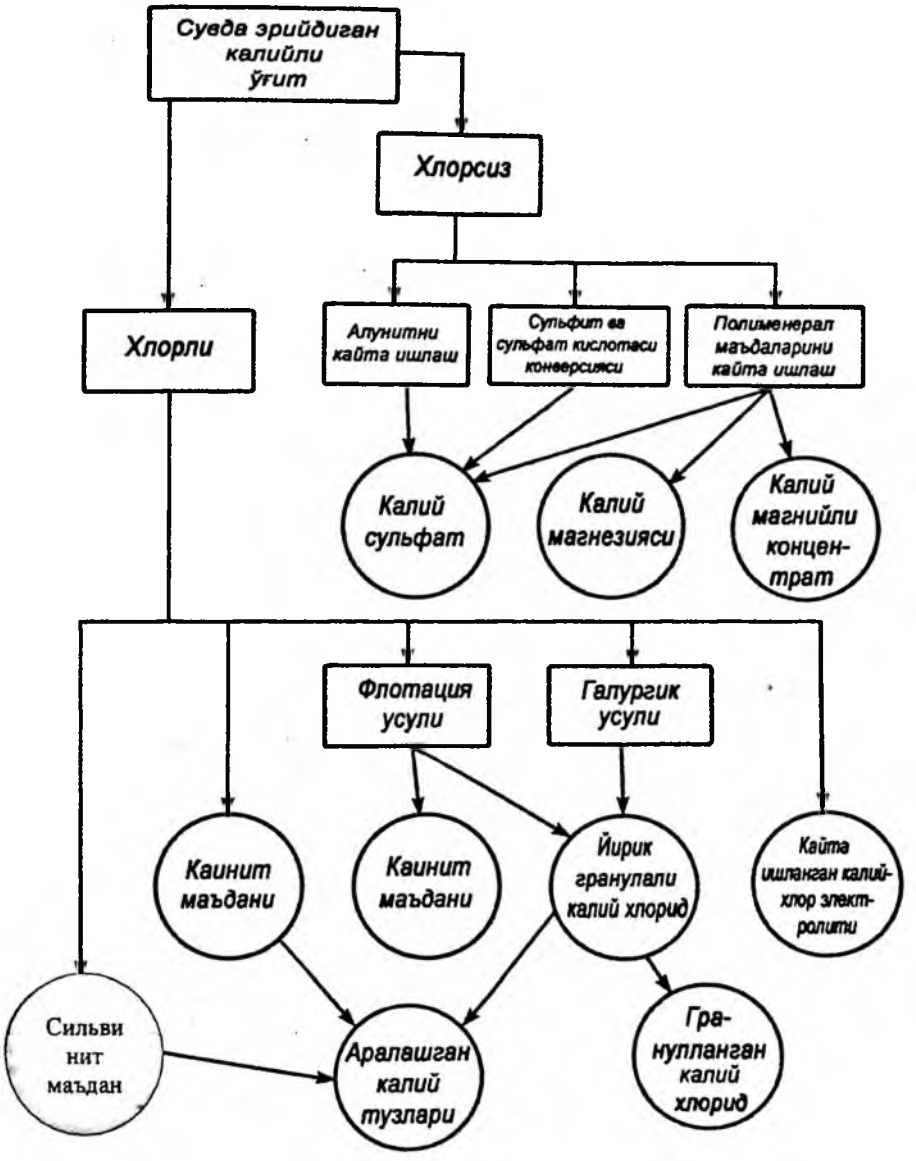
Ёпишқоқлик синфи	Парчалаш кучи, кПа	Рухсат этилган намлик миқдори, %	Ўғит
Кучли ёпишувчи	> 98,1	< 0,5	Нитроаммофоска, нитрофос, нитрофоска, диаммофос, термик к-та, карбамид ва аммофос, суперфосфат.
Кучсиз ёпишувчи	9,8...98,1	0,5...1,0	Кукунсимон аммофос, полиаммонийфосфат, N: P_2O_5 : K_2O = 1: 1: 1. Қоратоғ аммиакли селитраси.
Зичлаш хусус. эга	0...9,8	<1	Қоратоғ хом-ашёси асосидаги аммофос, грануллланган.
Ёпишмайдиган	0	>1	Грануллланган қўш ва оддий суперфосфат асосидаги фосфор-калийли аралашма.



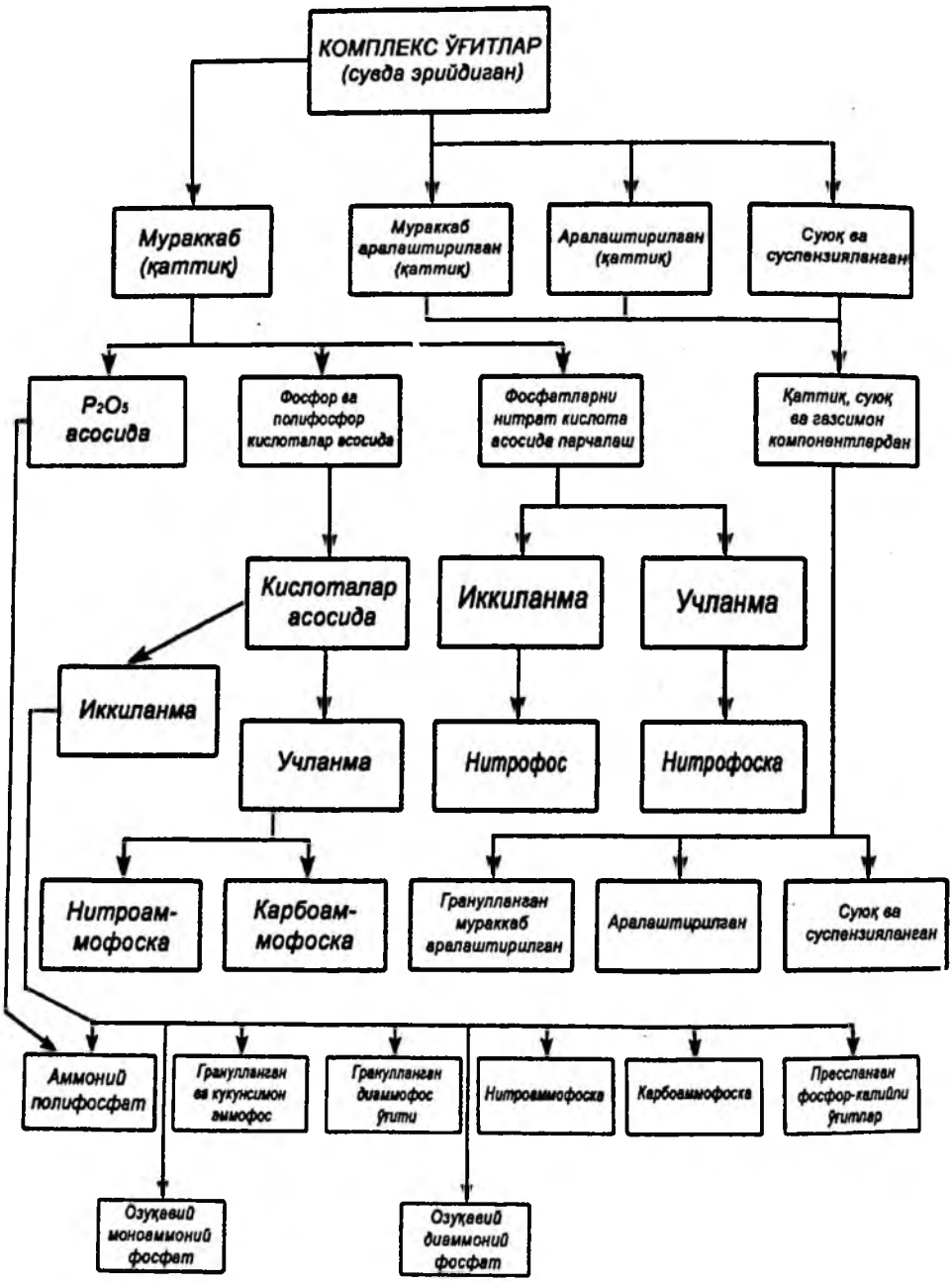
1.1-расм. Азотли ўғитлар таснифи.



1.2-расм. Фосфорли ўғитлар таснифи.



1.3-расм. Калийли ўғитлар таснифи.



1.4-расм. Комплекс ўғитлар таснифи.

Эланувчанлик

Эланувчанлик- ўғитларнинг миқдорловчи ва сепувчи машиналари ердамида ер юзасига таксимлаш ва сепилганда тушишини ифодалайди. Сепувчи қурилмага бир хил миқдорда берилиши ўғитларнинг сочилувчанлиги билан аникланади. Ундан ташқари, ўғитларнинг замонавий машиналар билан сифатли таксимланиши кўп жиҳатдан гранулометрик таркибига боғлик.

Ўғитларни тез баҳолаш учун ўғитларни эланувчанлик шкаласи ишлаб чикилган:

1-8 жадвал

Ўғитлар сифатини баҳолаш мезонлари.

Балл	Сифат бахоси
12-8	Жуда яхши
8-7	Яхши
7-6	Қониқарли
6-5	Деярли қониқарли
5-4	Етарлича қониқарли эмас
4-3	Кам қониқарли
3-2	Ёмон
2-0	Жуда ёмон

Нам тортувчанлик

Ўғитларнинг механик элаклар билан эланувчанлик хоссаси, тўғридан-тўғри уларнинг нам тортувчанлик хоссасига боғлик. Критик нам тортувчанлик эланувчанлик билан аникланади. У ўғитларни элаклар билан қониқарли элаш мумкин бўлгандаги максимал намлигига тенг.

Агар, ўғитнинг нам тортувчанлиги эланувчанлик билан аникланса, унда ўғитнинг максимал сорбциялаш нуқтаси юқори бўлади ва унда ўғит доимий эланиш хоссасини сақлайди.

Ўғит гранулаларнинг сорбцион нам тортиш хоссаси сувда эримайдиган моддаларда келтирилган температура ва намликда ҳаводан максимал даражада сингдириб олган намлик миқдори билан белгиланади. Бу кўрсаткичлар қуйидагиларга тўғри келади:

а) ишлаб чиқаришда ўғит гранулалари қуритилгандан кейин сақланиш жойидаги йиллик об-ҳаво миқдори орқали оптимал нам шароит аникланади;

б) бир ойдаги максимал намлик миқдори (Европада ўртача 88%, Марказий Осиёда 80%). Эланувчанлик ўғитнинг бир ойдаги максимал сорбцион нам ютиш миқдори билан текширилиши керак.

в) бир ойлик минимал намлик (Европада ўртача 63%, Марказий Осиёда 46 %) .

Бир ойлик минимал сорбцион нам тортувчанлик ўғитларни очик ҳолда сақлашда намликни ўзида минимал сақлашини кўрсатади.

«Буфер» нам тортувчанлик миқдори ўғит учун эланувчанлигини камайтирган даражада қўшиш мумкин бўлган миқдори билан белгиланади. Бу асосан гигроскопик ўғитларда ишлатилади.

ФОСФОРЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ

1.4.Фосфат хом-ашёлари ва уларга ишлов бериш усуллари

Кейинги йилларда республика қишлоқ хўжалигини минерал ўғитлар, айникса фосфорли ва калийли ўғитлар билан таъминлаш кескин камайди. Масалан, 2001 йилда Ватанимизда етиштириладиган турли хил қишлоқ хўжалик экинлари учун илмий асосланган зарур меъёрдаги минерал ўғитларга бўлган талаб (100% озуқа модда ҳисобида) 997,5 минг тонна азотли, 691,7 минг тонна фосфорли ва 352,5 минг тонна калийли ўғитларга тўғри келди. Бугунги кунда азотли ўғитларга бўлган талаб эҳтиёж 90%, фосфорли 30% ,калийли эса 45 % бажарилмокда.

Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ривожлантириш унинг минерал ўғитлар билан таъминланишига боғлик. Ўзбекистон кимё саноати азотли ўғитлар олиш учун асосий хом-ашё ҳисобланган ҳаво ва табиий газ билан етарли заҳирага эга бўлса, фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш

эса Қозоғистон Республикасидан келтириладиган Қоратоғ фосфорит хом-ашёсига мўлжалланган эди. Корхоналарда турли хил фосфорли ўғит ҳажми 1992 йилга келиб 1,5 млн. тоннага қисқарди, сўнг эса тўхтатилди.

Минерал ўғитларсиз эса қишлоқ хўжалигида юқори ҳосилдорликка эришиш мумкин эмас. Қишлоқ хўжалигидаги фосфорли ўғитлар танқислиги муаммосини ҳал этиш ҳозирги куннинг асосий вазифалари қаторига киради.

Юзага келган ушбу вазиятдан чиқишнинг энг асосий йўлларидан бири Ватанимиз ҳудудида жойлашган паст сифатли Марказий Қизилқум ҳавзасидаги фосфорит ва саноат аҳамиятига эга бўлмаган бошқа маҳаллий фосфорит заҳираларидан оқилона фойдаланишдир. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси қарорига биноан республика қишлоқ хўжалигининг фосфорли ўғитларга бўлган эҳтиёжини таъминлаш мақсадида Қизилқум фосфорит комбинати ташкил этилди. 1998 йил 29 майдан бошлаб қуввати йилига 300 минг тонна бўлган фосфорит уни ишлаб чиқарилди. Кейинги йилларда ушбу корхона таркибида 27...28% P_2O_5 бўлган 400 минг тонна термоконцентратни юқори сифатли фосфорли ўғит ҳисобланган аммофос ишлаб чиқариш учун юбормоқда.

Сурхондарё вилояти Сариосиё туманида фосфорит, тошкўмир, глауконит, бентонит, гипс ва бошқа хом-ашё заҳиралари жойлашган. Гулиоб фосфоритларининг юз фоизли P_2O_5 ҳисобидаги заҳираси 551 млн. тоннани ташкил этади. У таркиби жиҳатидан маълум фосфоритлардан фарқ қилиб, унда 4...14% P_2O_5, оз миқдорда магний, фтор, олтингугурт ва микроэлементлар мавжуд.

Ҳозирги кунда Гулиоб фосфорити ва Қизилқум фосфорит комбинатида таркибида P_2O_5 12...16% бўлган фосфат хом-ашёсини қайта ишлаб ўғитлар олишнинг унумли усуллари бўлмаганлиги сабабли ушбу фосфоритлар фойдаланилмай қолмоқда.

Гранулланган Қизилқум ва Гулиоб фосфоритлари шу кунгача саноат корхоналаримизда ишлатилиб келинган Қоратоғ хом-ашёсидан ўзининг таркиби ва хоссалари билан кескин фарқ қилади. Шунинг учун, маҳаллий хом-ашёларни қайта ишлаш учун ўзига хос унумли технологик усулларни яратиш ҳозирги куннинг энг долзарб масалаларидан ҳисобланади.

1.5. Фосфатли хом-ашёларни бойитиш

Республикамизда Қизилқум фосфорит концентратлари ишлатилади. МДҲ мамлакатларида Хибин апатит концентратлари; Қоратоғ, Егорьев ва Кингисепп флотацияли фосфорит концентратлари; Вятск, Егорьев, Актюбинск, Маарду, Курск ва Брянск ювилган фосфоритлари, ҳамда бирламчи фосфорит концентратлари ва бошқалар ишлатилади. Ҳар бир фосфорит маъданини бойитиш, таркибидаги қўшимчалар ва фосфатларни ажратиб олиш даражасига мувофиқ ҳолда ўзига хос хусусиятга эгадир.

«Қоратоғ» комбинатида юқори сифатли маъданни қуруқ майдалаш йўли билан ҳам, камбағал фосфоритли маъданни бойитиш орқали ҳам, кислотали қайта ишлаш учун фосфатли хом-ашё ишлаб чиқарилади. Бунда, фосфорит таркибида 23,3% P_2O_5 ва 3,6% MgO бўлганда ҳам мавжуд бойитиш усуллари орқали таркибида 27,9%P_2O_5 ва 2,45% MgO бўлган **флотацияли** концентрат олинади. Бундан ташқари, Қоратоғ фосфоритларини бойитиш - маълум миқдордаги хом-ашё йўқотилиши билан боғлиқ қимматбаҳо жараёндир. Флотацияли концентратдаги 1 т P_2O_5нинг таннархи бошланғич маъданни қуруқ майдалашдан олинадиган фосфорит унига нисбатан 2,5...3 марта қимматдир. Флотациялашда бойитиладиган маъдандан P_2O_5 нинг маҳсулотга ажралиш даражаси 63-65% ни ташкил этади, яъни бойитиш жараёнида 35% фосфатли модда йўқотилади. Бойитиш фабрикаси таркибида 16...18% P_2O_5 ва 4...6% MgO тутган чиқиндиси ишлатилмайди.

Темир маъданли фосфоритларни бойитиш учун **магнитли сепараторлардан** фойдаланилади.

Фосфоритларни бойитишда уларга **термик ишлов бериш** усули ҳам ишлатилади. Бунда фосфоритлар 400...800°С да айланувчи трубали ёки мавҳум қайнаш қатламли ўтхоналарда ишлов берилиши натижасида ундаги карбонатлар парчаланади. Фосфорит заррачаларининг таркиби қисман ўзгаради, бу эса уларнинг кейинги кислотали ишлов берилишида ўз самарасини беради.

Фосфоритларни **кимёвий бойитишда** кўп миқдордаги кислота сарф бўлиши, суюлтирилган ва ташлаб юбориладиган эритмалар ҳосил бўлиши ва маълум миқдордаги фосфатли моддаларнинг эритмага ўтиши ҳисобига йўқотилиши сабабли амалда жорий этилмаган. Лекин, фосфатларни қисман парчалаш ва флотацияли бойитиш орқали камбағал фосфоритларни дастлабки кимёвий қайта ишлаш иқтисодий жиҳатдан самарали ҳисобланади. Карбонатларни йўқотиш мақсадида кимёвий бойитиш қўлланилиши мумкин.

1.6. Ўзбекистон фосфоритларининг тавсифи

Паст навли Марказий Қизилқум фосфоритлари ҳозирги кунда республикадаги фосфорли ўғитлар ишлаб чиқарувчи корхоналарнинг асосий хом-ашёси ҳисобланади. Донадор фосфоритнинг аниқланган умумий захираси 10 млрд. тоннани ташкил қилиб, унинг фақатгина 10% ни очиқ усулда қазиб олиш мумкин. Қизилқум ҳавзасидаги Жер (Джерой), Сардор (Сардара), Тошқўра (Тошкура), Қоратоғ (Каратау), Жетимтоғ (Джетимтау) конлари деярли тўлиқ ўрганилган. Йирик конлардан ҳисобланган Жер-Сардор фосфорит захираси 240 млн.т (47 млн.т P_2O_5) га тенг. Ушбу коннинг 100 метргача бўлган чуқурликдаги P_2O_5миқдори 100 млн. тоннадан кўпрок эканлиги аниқланган .

Горизонтларда жойлашган бир неча фосфатли қатламлар ичида умумий қалинлиги 1,0...1,3 метр бўлган иккита устюси саноат аҳамиятига эгадир. Уларни ўзаро 8...12 метрли кучсиз фосфатлашган мергелли қатламлари ажратиб туради. Қатламлардаги фосфорит таркибидаги фосфор ангидрид миқдори биринчи қатламда 16...19% ни, иккинчи қатламда эса 21...23% ни ташкил қилади .

Фосфорит маъдани (ундаги 20% мергел жинслари ҳисобига) таркибидаги фосфор ангидриднинг улуши ўртача 16% ни ташкил қилади. Қизилқум фосфат хом-ашёси ўзининг таркиби билан Африка ва Арабистон худудида жойлашган йирик конлардаги (Хурибка, Жембель-Онк, Гафса, Абу-Тартур) фосфорит маъданларига жуда яқиндир.

Кимёвий ва физик-кимёвий тахлил натижалари Қизилқум фосфат хом-ашёси асосан фторкарбонатапатит ва кальцит минералларидан ташкил топган.

Петрографик маълумотлар Сардор кони фосфоритлари донадор органоген-оолит қолдиқларидан тузилганлигини кўрсатди.

Маъдан фосфатлашган доналар ва органик қолдиклар ҳисобланган оолитли фосфатлар (70% га яқин), оз миқдорда лойсимон қўшимчалари бўлган цементланган карбонатлар йиғиндисидир. Минералогик тадқиқот натижалари донадор фосфорит маъданлари таркиби бир-бирига ўхшашлигини кўрсатди. Жинсни 10 дан 90% гача фосфат минераллари ташкил қилади. Қолган қисми кальцит, монтмориллонит, гидрослюда, полигорскит, гидрогетит, кварц, гипс, глауконит, дала шпатлари, галит минералларидан иборат.

Жинслар таркибида темир қолдиғи 12% гача бўлиб, асосан гидроксид, камдан-кам сульфид ҳолида учрайди. Магнийнинг асосий қисми монтмориллонитда, оз миқдорда доломит таркибида бўлади. Алюминий миқдори лойсимон моддалар улушига боғлиқ бўлиб, 7,2% гача боради.

Маъданнинг ўртача минералогик таркибини (%): франколит – 56,0, кальцит – 26,5, кварц – 7,5...8,0, гидрослюда минераллари ва дала шпатлари – 4,5, гипс – 3 -5, гетит – 1,0, цеолит < 1,0, органик моддалар эса -0,5 га яқин ташкил қилади.

Фосфат моддасининг ўртача кимёвий таркибини (%): P_2O_5 – 32,10; CaO – 48,34; CO_2 – 5,0; F – 3,19; MgO – 0,04; Al_2O_3 – 0,2; Fe_2O_3 – 0,18; Na_2O – 0,10; K_2O – 0,05; SO_3– 0,08; SiO_2 – 0,05 ташкил қилади . Унинг зичлиги 2,96...3,2 г/см^3, синдириш кўрсаткичи 1,596...1,621 га тенг. Донадор фосфоритдаги фосфат моддаси адабиётларда "курскит" деб номланадиган карбонатфторапатитга тўғри келади.

Фосфоритнинг бошқа хом-ашёлардан асосий фарки улар таркибида уч хил шаклда карбонат минераллари бўлишидир. Улар фосфорит таркибида "эндо" – ва "экзокальцит" шаклида бўлади. Эндокальцит – чиғаноқли фосфатлар ичида фосфорит зарралари билан боғланишидан сақланиб қолган дастлабки кальцит қолдиғидир. Экзокальцит эса кальцитнинг иккинчи шакли бўлиб, фосфоритларнинг сиртида суст боғланган. Учинчи шаклда карбонат ионлари фосфат доналарининг тузилиш ҳалқаларида изоморфик ҳолатда боғланиб жойлашган. Қизилқум фосфоритлари юқори карбонатли ҳисобланиб, баъзи намуналарида карбонат ангидридининг миқдори 27% гача боради. Фосфоритларда франколит миқдори 20...25% дан 84...87% гача, кальцит эса 5...8% дан 62...65% гача оралиқда ўзгаради ва улар маъданнинг 75...80% дан 93...95% гачасини ташкил этади .

Намлиги 1,15% бўлган бойитилмаган фосфорит унининг тўкма оғирлиги 1,07 г/см^3 га тенг. Хом- ашё таркибидаги намликнинг 2,45% гача ортиши унинг уйма оғирлигини 1,13 марднишчеа оширади.

Ушбу боғлиқлик паст навли фосфорит ва фосфорит чанги намуналарида ҳам намоён бўлади. Сочилувчан модда заррачалари ҳаракати уларнинг эркин юзада ҳосил қилган табиий қиялик бурчагига боғлиқдир. Қиялик бурчаги қанча кичик бўлса, бу унинг юқори сочилувчанлигини кўрсатади.

Паст сифатли фосфорит намунасида эса, бунинг акси, чунки унинг донадорлик таркиби фосфорит чангидан кескин фарқ қилади.

Қадоқлаш қурилмаларини лойиҳалаш ва танлашда фосфорит заррачаларининг оқувчанлиги катта аҳамиятга эга. Маълум миқдордаги хом-ашё намуналарини 4 мм диаметрга эга бўлган конусдан оқиб тушиш вақти оқувчанликни ифодалайди.

Тажрибалар фақатгина намлиги 2...10% гача бўлган бойитилмаган фосфорит уни оқувчан эканлигини кўрсатади. Буни қуйидагича изоҳлаш мумкин. Паст сифатли фосфорит заррачалар ўлчамларининг катталиги ҳисобига ва аксинча чанг фракцияси заррачаларининг ўта майин бўлиб конус деворларига ёпишиши ҳисобига улар оқувчан эмас.

Демак, ушбу фосфорит намуналаридан ўғит ишлаб чиқаришда уларнинг ҳар бири учун алоҳида – алоҳида ўзига хос сақлаш, ташиш ва қадоқлаш қурилмаларидан фойдаланиш керак.

Фосфорит таркибидаги қўшимчалар карбонат минераллари ва учламчи оксидларнинг юқори миқдорда бўлиши хом-ашёни қайта ишлаш технологиясини қийинлаштиради. Ушбу фосфоритларни қайта ишлашда кўп миқдорда кўпиклар ҳосил бўлиши ва уни карбонсизлантириш учун юқори миқдорда кислота сарфланиши бу хом-ашёнинг салбий томони ҳисобланади.

Фосфоритларни минерал ўғит ишлаб чиқаришда ишлатиш учун албатта таркибидаги кальцит миқдорини камайтириш ҳисобига уни бойитиш лозим. Қизилқум фосфоритларидан юқори сифатли фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш мақсадида ҳозирги кунда хом-ашёни турли усуллар ёрдамида бойитиш технологиялари яратилмоқда. Фосфорит маъданини флотация усули ёрдамида бойитиш самарасиз бўлди. Чунки унинг таркибида кальцит билан фторапатит зич боғланган. Бу эса, маъданни майдалангандан кейин ҳам флотация усули билан ажратишда ноқулайликларни келтириб чиқаради.

Юқори карбонатли фосфоритларни бойитишнинг яна бир усулларидан бири уларга суюлтирилган минерал кислоталар, азот кислотанинг нордон туз эритмалари билан кимёвий ишлов беришдир. Жер ва Сардор фосфорит намуналарини фосфатларнинг азот кислотаси билан қайта ишлашда чиқинди ҳисобланган магний ва кальций нитратли азот кислотанинг қуйидаги таркибли 12% $Ca(NO_3)_2$, 10% $Mg(NO_3)_2$, 4,06% HNO_3 эритмаси ёрдамида кимёвий бойитиш бўйича ижобий натижалар олинган. Бу шароитда хом-ашёдаги углерод (IV) – оксидининг ажралиш даражаси 63...65% ни, P_2O_5 нинг суюқ фазага ўтиши эса 0,14...0,78% ни ташкил қилади.

Фосфоритлар 3...9% ли сульфат кислота эритмаси билан бойитилганда, карбонат ангидридни керакли даражада газ фазасига ўтказишга эришилмади. Чунки бу шароитда P_2O_5 нинг 18,34% қисми эритмага ўтади.

Кимёвий бойитиш усулларининг асосий камчилиги фосфоритлардаги карбонат ангидридини 100% гача газ ҳолатига ўтказиш мумкин эмаслиги ва кўп миқдорда ҳосил бўладиган кучсиз эритмаларни утилизация қилишнинг мураккаблигидир.

Фосфоритларни термик усуллар ёрдамида бойитиш кўпгина илмий ишларда ўрганилган. Тадқиқотлар асосида қуйидагилар аниқланди:

-фосфоритларнинг карбонатсизлантириш жараёнида карбонат ангидриднинг тўлиқ газ фазага ўтиши температуранинг кенг оралиғида борди ва 1100°С да якунланади;

- маъданни 850°С да куйдирганда маҳсулот таркибидаги эркин кальций оксидининг улуши юқори бўлади;

- юқори 1000...1500°С температурада куйдирилганда хом ашёдаги мураккаб физик – кимёвий ўзгаришлар натижасида кальций силикати ва кальций тетрафосфатлар ҳосил бўлади;

- 1000...1300°С да фосфоритдан боғловчи қўшимчаларсиз фосфор ишлаб чиқариш учун мустаҳкам донадор маҳсулот ҳосил бўлади;

- хом-ашёнинг эриши 1560...1580°С да эрийди, қуруқ ҳаво оқимига фтор газлари ажралади.

Ҳозирги кунда Қизилқум фосфоритлари интенсив дезинтеграцияланади ва ажратилиб, сўнг куйдирилади. Хом-ашёнинг дезинтеграцияланиши натижасида унинг таркибидаги цементланган бўлаклар майдаланади ва мергел бирикмаларидан ажратилади. Шунингдек кальцит ва кварцнинг юпқа қатламлари йўқотилади. Ўлчами +40 (50) мкм бўлган маҳсулот эса куйдиришга юборилади. Термик бойитиш асосида олинган фосфорит таркибида ҳосил бўлган эркин кальций оксидини анъанавий усулда ажратиб олиш кам самаралидир.

Зарафшон шаҳридаги Қизилқум комплексида ишлаб чиқарилаётган термоконцентрат олиш усулининг мураккаблиги, унда юқори температурада фойдаланиш, куйдирилган маҳсулот таркибида хлор миқдорининг ортиб кетиши, маҳсулот таркибидаги $CaO:P_2O_5$ юқори нисбатини сақланиб қолиши ундан олинадиган аммофос ўғит таннархининг қимматлашишига олиб келади.

Бугунги кунда Қизилқум фосфоритларидан термик бойитиш жараёнларидаги муаммоларни ҳал этиш учун арзон ва сифатли фосфоконцентратлар олишнинг самарали усулларини излаб топиш лозим. Марказий Қизилқум фосфоритларини чиқиндисиз технология асосида бойитиш тадқиқотлари

диққатга сазовордир. Бу усулда бойитилмаган Қизилқум фосфат намуналари (17...18% P_2O_5) 50...57% ли азот кислотаси билан қайта ишланади. Кислота миқдори карбонат минералларини парчалаш учун стехиометрик сарфининг 90...110% ни ташкил этади.

Бойитиш "каттик фазали" тартибда бориши натижасида баркарор кўпиклар хосил бўлмайди. Парчаланиш махсулотлари кальций нитрит, лойсимон минераллар ва кисман парчаланган фосфатлар 10...15% ли айланма $Ca(NO_3)_2$ эритмаси ёрдамида ювилиб. ажратиб олинади. Ушбу концентрланган нитрокальцийфосфат эритмалари маълум усуллар ёрдамида азот – фосфор – кальцийли ўғитга қайта ишланади. Фосфоритдаги P_2O_5 нинг 54...56% кисми фосфорит концентрат таркибига ўтиши аниқланган. Ишланма муаллифлари ушбу концентратдан юқори сифатли моно- ва диаммонийфосфат ўғитларга ишлаб чиқаришни тавсия этадилар. Юкорида келтирилган усулнинг маълум кимёвий бойитиш усулларидан афзаллиги шундан иборатки, фосконцентрат олиш учун алохида бойитиш корхонасини лойиқалаш ва қуриш шарт эмас. Концентратдаги кальций модули ($CaO:P_2O_5$) кичик, хлор миқдори (икки мартнишчеа) кам ва унинг таннархи арзонлигидир.

Ҳозирги кунда Қизилқум фосфорит комплекси корхоналарни фосфат хом-ашёси билан тўлиқ таъминлаш имкониятига эга эмас. Республика қишлоқ хўжалигида фосфорли ўғитларга бўлган талабни тўла таъминлаш учун саноат аҳамиятига эга бўлмаган фосфоритларда фойдаланиб, минерал ўғитлар олишнинг самарали усулларини яратиш зарур.

Ўзбекистон худудида таркибидаги асосий фосфор миқдори маълум фосфоритларга нисбатан кам бўлган фосфатларга Гулиоб (Гулиоб), Ауминзатоғ (Ауминзатау), Чўкай-Тўкай (Чукай-Такай), Хўжайли (Ходжейли), Хўжакўл (Ходжакуль), Болақара (Балакаракский), Бўқантоғ (Букантауский) каби ва бошқа агрономик маъдан конлари аниқланган. Юқорида қайд этилган махаллий, паст навли хом-ашёлар кимёвий таркиби, тузилиши ва хусусиятлари жихатидан бир-биридан кескин фарқ қилади.

Сурхондарё вилояти Сариосиё туманида жойлашган Гулиоб фосфорити таркибидаги фосфорли минераллар асосан даллит ва диадохит минералларидан ташкил топган. Маъданда бу минералларнинг умумий миқдори 31% га тенг. Захирасининг миқдори 551 минг тонна P_2O_5 ни ташкил қилади. Донадор фосфоритлар қора ва жигар ранг кўринишда учрайди. Ундаги фосфор ангидриднинг миқдори 4,13% дан 22,3% гача ўзгаради. Шунингдек, таркибидаги оз миқдордаги MgO, CO_2 ва F, SO_3 гипс таркибида эмас, балки диадохит минералида бўлади.

Маъдан таркибида темир, алюминий, магний, калий, марганец, никель, мис, вольфрам, ванадий ва бошқа микроэлементлар бўлиб, фосфоритга қайта ишлов берилганда улар ўғит таркибида колади. Даллит билан диадохит минералларини хосил қилган катламларни бир-биридан алохида ажратиб бўлмайди. Марказий кисмида кўп миқдорда даллит учраса, сиртида диадохит, айрим холатларда тескари жойлашади. Диадохит таркибидаги сульфо гуруҳларнинг фосфат минераллари билан бирикиб кетиши фосфоритнинг кислотали парчаланиш химизми ва кинетик жараёнларига тез ва енгил парчаланишга таъсир кўрсатади .

Диадохит масалан, фосфор кислота билан парчаланганда эркин ҳолатда сульфат кислота ҳосил бўлиши қуйидаги реакциялар орқали содир бўлади:

$$2Fe_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 2SO_3 \cdot H_2O + 2H_3PO_4 + aq = 4FePO_4 \cdot 2H_2O + 2H_2SO_4 + aq \qquad (1.1)$$

Ҳосил бўлган сульфат кислота даллитга таъсир қилиб, кальций фторапатитни ўсимлик ўзлаштирувчан ҳолатга ўтказади.

$$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot nCa(CO_3, F_2, O) \cdot XH_2O + (n+6)H_2SO_4 + aq = 3Ca(H_2PO_4)_2 + (n+6)CaSO_4 + nCO_2 + 2nHF + aq \qquad (1.2)$$

Маъданнинг асосий минерал таркибини: кварц – 56,5; дала шпати – 0,65; фосфорит – 31,1; карбонат – 1,45; лойсимон минераллар – 6,3; темир гидроксиди – 3,3 ва сфен, апатит, турмалин, циркон, углеродли моддалар, пирит ташкил қилади.

Кварц фосфоритларда жуда ҳам нотекис тарқалган бўлади.

Дала шпати ортоклаз ва микроклин шаклида фосфорит таркибида 1% гача бўлади.

Ортоклаз доналарида циркон, апатит ва турмалин учрайди.

Карбонатли минераллар кучсиз доломитлашган кальцитдан ташкил топган.

Лойсимон минераллар билан карбонатлар зич боғланиши натижасида лойсимон цементли карбонатларни ҳосил қилган. Кварц доналарининг атрофи ва ёриқларида темир гидрооксиди, углеродли бирикмалар бўлади.

Монтмориллонит ва каолинитга ўхшаш лойсимон минераллар карбонатлар билан бирга цементли жинслар ҳосил қилган. Хом-ашёдаги карбонатларга ўхшаб, бу минераллар жинсда бир текис тарқалмаган бўлиб, баъзи майдонларда унинг миқдори нольгача камайиб боради.

Сфен, апатит, турмалин, циркон алоҳида ажралган карбонат – лойли цемент кўринишида бўлади.

Юқорида келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, маҳаллий фосфоритлардан сифатли фосфорли ўғит олиш учун албатта янги усуллар устида илмий изланишлар олиб бориш зарур.

1.7. Термик фосфат кислота

Фосфорни электротермик усулда юкори температурали электр ўтхоналарда табиий фосфатлардан кўмир ёрдамида қайтариш орқали олинади. Электр ўтхоналардан чиқадиган фосфор буғларини конденсациялаш орқали суюк фосфор ва уни ташқи муҳит температурагача совитиш натижасида каттик маҳсулот олинади. Суюқ фосфор ва унинг буғларини оксидлаш (ёндириш) йўли билан фосфор (V)-оксид -P_2O_5ва ҳосил бўлган маҳсулотни гидратлаш натижасида фосфат кислота олинади. Шундай усулда ҳосил қилинган кислота термик фосфат кислота (ТФК) деб аталади.

Нисбатан тежамли, шу сабабли кенг таркалган фосфат кислота ишлаб чиқариш, уни фосфатлардан сульфат кислотали (ёки бошқа кислоталар билан) экстракциялаш ҳисобланади. Бу ҳолатда маҳсулот экстракцион фосфат кислота (ЭФК) номини олади.

Фосфатларни термик қайта ишлашнинг афзаллиги - ҳар қандай, шу билан биргаликда паст сифатли фосфатлардан ҳам юкори тозаликдаги концентрланган (ҳаттоки 100% P_2O_5гача) фосфор кислоталари олиш имконияти бор. Кислотали қайта ишлаш учун эса юкори сифатли фосфатлар ишлатилади, аммо шунга карамасдан нисбатан паст концентрацияли ва кўп миқдордаги қўшимчалар билан ифлосланган экстракцион фосфат кислотаси олинади.

Табиий фосфатларни сульфат кислотали парчалаш натижасида сульфат кислота стехиометрик меъёрига қараб маҳсулот сифатида оддий суперфосфат, қўш суперфосфат ва экстракцион фосфат кислота (ЭФК) олинади.

СУПЕРФОСФАТ

1.8. Суперфосфат олишнинг физик-кимёвий асослари

Фосфатнинг парчаланиши. Суперфосфат олишда фторапатитнинг парчаланиши икки боскичда содир бўлади. Аввал эркин фосфат кислота ҳосил бўлади:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 5H_2SO_4 + 2{,}5H_2O = 3H_3PO_4 + 5CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O + HF \quad (1.3)$$

Бу реакция 20…40 минут давомида камерада суперфосфат массасининг пишитилиши даврида тугайди. Кальций сульфат ярим гидрат шаклида чўкмага тушади, аммо бир неча минутда ангидритга айланади, унинг шакли тайёр суперфосфатда сакланиб колади. Буни суперфосфат камерасидаги реакцион масса температураси юкорилиги (110…120°С) ва суюк фазада (биринчи боскич жараёнининг охирида 42…46%)P_2O_5миқдорининг кўплиги билан изоҳланади. Бундай шароитда кальций сульфатнинг баркарор шакли ангидрит хисобланади.

Сульфат кислот тўла сарфлангандан сўнг иккинчи боскич жараёни – колган фторапатитнинг тўпланган фосфат кислота билан реакцияси бошланади:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 7H_3PO_4 + 5H_2O = 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF \quad (1.4)$$

Ҳосил бўлган монокальцийфосфат дастлаб эритмада бўлади, унинг тўйинишидан кристалланиши бошланади. $CaO - H_3PO_4 - H_2O$ системасидаги мувозанат диаграммаси кўрсатадики, эритмадаги P_2O_5, миқдори 42...46% ва температура 100°С дан юқори (бу иккинчи босқич жараёнининг бошланиш шароитига мувофиқ келади) бўлганда монокальцийфосфат $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ шаклида кристалланади

Стехиометрик нисбатдаги компонентларнинг таъсирлашуви натижасида содир бўладиган қуйидаги:

$$2Ca_3(PO_4)_2F + 7H_2SO_4 + 3H_2O = 3Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 7CaSO_4 + 2HF \quad (1.5)$$

тенглама бўйича борадиган реакциянинг биринчи босқич жараёнида 70%, иккинчи босқичида эса 30% фторапатит таъсирлашади. Биринчи босқичда кўп миқдордаги суюк фазада турли тузилишли микрокристаллардан иборат кальций сульфат ҳосил бўлади. Реакцион массанинг қотиши сульфат кислота тўла сарфлангунча содир бўлади. Унинг ишторокида монокальцийфосфатнинг ҳосил бўлиши мумкин эмас; шу боисдан масса қотишининг сабабини фақатгина кальций сульфатнинг кристалланишига боғлаш мумкин. Иккинчи босқич камерали етилтириш даврида бошланади ва омборда махсулотни узоқ вакт (хом-ашё навига ишлаб чикариш тартибига ва пишитиш шароитига боғлик ҳолда 6...25 сутка) пишитишда якунланади.

Сульфат кислотанинг меъёри. Фосфатни парчалашга сарфланадиган сульфат кислотанинг стехиометрик меъёри $7H_2SO_4:3P_2O_5$, нисбат орқали аникланади ва у 1 кисм P_2O_5, га, 1,61 қисм H_2SO_4 тўғри келадиган миқдорга тенг (бу ерда ва кейинчалик ҳам масса нисбатида бўлади). Апатит концентратида 39,4% P_2O_5) бўлса, 100 кисм хом-ашёга тўғри келадиган H_2SO_4 нинг стехиометрик меъёри 39,4x1,61 = 63,4 қисмни ташкил килади. Парчаланишни тезлаштириш максадида ва бошка қўшимчалар борлигини ҳисобга олган ҳолда кислотанинг амалий меъёри нисбатан юкори - 68 дан 72 қисмгача олинади.

Фосфоритлардан оддий суперфосфат олишда сульфат кислотанинг стехиометрик меъёрини хом- ашёнинг кимёвий ва минералогик таркибини, ҳамда реакцион мухит кислоталилигининг камайиш даражаси бўйича парчаланиш жараёнида содир бўладиган иккиламчи реакцияларни ҳам эътиборга олинган ҳолда ҳисобланади. Ажралиб чикадиган кислоталар (H_3PO_4, HF) ҳам бошланғич хом-ашё компонентларини парчалайди. Бошланғич хом-ашё таркибидаги кальцийнинг бир қисмигина монофосфатга айланади, қолган асосий қисми эса, сульфат кислота сарфланиши ҳисобига кальций сульфатга айланади. Фосфатли анионларнинг бир қисми катионли қўшимчалар - Mg^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+} билан бирикади, натижада монофосфатга айланадиган кальцийнинг маълум улушини камайишига, яъни ҳосил бўладиган $CaSO_4$ миқдорининг ортишига олиб келади. Бу эса сарфланадиган H_2S0_4 меъёрини орттиришни талаб этади.

Фосфоритда кальцийдан ташқари эримайдиган сульфатлар ҳосил қилувчи бошқа элементлар йўқ бўлганда, сульфат кислотанинг стехиометрик меъёри (n) қуйидаги формула билан аникланади:

$$n = \left[\frac{l}{56} - \left(\frac{m}{142} - \frac{p}{40} - \frac{g}{160} - \frac{r}{102}\right)\right]$$

бу ерда: l, m, p, g, r - хом-ашё таркибидаги (мос ҳолда) CaO, P_2O_5, MgO, Fe_2O_3 ва Al_2O_3 ларнинг масса бўйича % миқдорлари; 56, 142, 40, 160 ва 102 — тегишлича уларнинг молекуляр массалари.

Сульфат кислотанинг ҳақиқий меъёри унинг ҳисобланган меъёридан бирмунча кичик бўлади, чунки Ca^{2+} ионининг бир қисми F^- ва SiF_6^{2-} ионлари билан ҳам бирикади. Бошқа қўшимчалар эса, унинг миқдорини ошириши мумкин. Шунинг учун ҳар бир турдаги хом-ашё учун сульфат кислотанинг амалий меъёри тажриба йўли билан белгиланади.

Юқорида таъкидланганларни, шунингдек мономагнийфосфатнинг гигроскопиклигини эътиборга олинса, у Қоратоғ фосфоритидан олинган суперфосфатнинг физик хоссаларини пасайтиради. Шунинг учун, фосфоритларни магний бирикмаларини бир қисмини йўқотиш орқали бойитиш мақсадга мувофиқдир. Ишлатиладиган хом-ашёда магнийнинг миқдори P_2O_5, миқдорининг 6...8% идан ортиб кетмаслиги лозим. Қоратоғ фосфоритидан олинадиган суперфосфат учун омбордаги оптимал температура (65...80°С) апатит ёки магний тутмаган фосфоритлардан олинадиган суперфосфатларга нисбатан анча юқори бўлади. Бу ҳолатда суперфосфат массасининг совиши парчаланиш жараёнини тезлаштирмайди, балки секинлаштиради. Бунинг сабабини юқорида кўрсатиб ўтилганидек, суюк фазанинг юқори даражада

нейтралланганлиги ва температуранинг пасайиши билан мономагнийфосфат эрувчанлигининг камаймаслиги билан изоҳланади.

Таркибида 27,5% P_2O_5, 6,6% CO_2 ва 2,5% R_2O_3 бўлган Қоратоғ фосфоритини 68% ли сульфат кислота билан 64 оғирлик қисм стехиометрик меъёрда парчалаш йўли билан олинган кукунсимон оддий суперфосфатда хом ашёнинг парчаланиш даражаси 90% га этади ва маҳсулот қуйидаги таркибга эга бўлади:

$$P_2O_{умум.} = 15,6\%;\ P_2O_{5усл.} = 14,0\%;\quad P_2O_{5эркин} = 5,0\%;\ H_2O = 10,5\%.$$

Ишлаб чиқариш кўрсаткичлари. Суперфосфат ишлаб чиқаришда фосфатли хом-ашё парчаланишининг тўлалиги ***парчаланиш коэффициенти***, яъни суперфосфатдаги ўзлашадиган P_2O_5 нинг умумий P_2O_5 миқдорига нисбати орқали топилади. Сульфат кислота меъёри қанчалик катта бўлса, парчаланиш коэффициенти ҳам шунчалик юқори бўлади. 68...72 оғирлик қисм меъёрида апатит концентратидан олинган камерали суперфосфатдаги парчаланиш коэффициенти 83... 88% га тенг ва суперфосфатда маълум миқдордаги (11...12%) эркин фосфат кислота бўлади. Суперфосфатнинг омбордаги етилтириш жараёнида эса парчаланиш коэффициенти 93...95% га этади, эркин фосфат кислотаси эса - 5% гача камаяди.

Олинган суперфосфат миқдорининг уни ишлаб чиқариш учун сарфланган фосфат миқдорига нисбати ***суперфосфат унуми*** дейилади. Фосфатдаги P_2O_5 тўлалигича суперфосфатга ўтади, шунинг учун унум фосфатдаги P_2O_5 нинг фоиз миқдорини маҳсулотдаги умумий P_2O_5 нинг фоиз миқдорига нисбати билан ифодаланади. Апатит концентратидан янги ҳосил қилинган суперфосфатнинг унуми 1,94...2,01 ни, фосфоритдан олинг ан суперфосфат унуми эса 1,5...1,9 ни ташкил этади. Суперфосфатни омборда сақланиши натижасида ундан сувнинг буғланиши ҳисобига унум маълум даражага пасаяди.

Маҳсулотнинг гигроскопиклиги ва унинг нейтралланиши. Юқори эркин кислоталиликка (5% дан юқори P_2O_5) эга бўлган суперфосфат 20°С температурада ҳавонинг нисбий намлиги 70... 100% бўлганда атмосфера намлигини ютади. Буни суперфосфат суюқ фазасининг тўйинган буғ босими (1,33... 1,81 кПа) худди шу температурадаги сувнинг тўйинган буғ босими (1,63... 2,33 кПа) дан кичик эканлиги билан изоҳланади. Ютилган намлик маълум миқдордаги монокальцийфосфатни эритади, унинг дикальцийфосфат ва фосфат кислоднишчеа парчаланишига олиб келади. Ажралган қўшимча миқдордаги эркин фосфат кислотаси суперфосфатни янада гигроскопиклигини оширади.

Бундай суперфосфат ёмон физик хоссага эга бўлади - ёпишқоқ бўлиб қолади, тушириш ва юклаш мосламаларига ёпишиб қолиши натижасида қийинчиликлар туғдиради. Бундан ташқари, механизмларнинг коррозиясини тезлаштиради. Шунинг учун етилтирилган суперфосфат фосфат кислотада осон парчаланувчи нейтрализловчи қўшимчалар билан нейтралланади. Одатда, нейтралланиш жараёни грануллаш билан бир вақтда амалга оширилади. Нейтрализловчи қўшимча сифатида осон парчаланадиган майда фракцияли фосфорит уни, суяк кукуни, оҳактош, бўр, Оҳактош, фторсизлантирилган фосфатлар ва бошқалар ишлатилади. Таркибида фосфат тутган нейтрализловчи қўшимчалар маҳсулотни бойитади. Фосфоритнинг қўлланилиши натижасида эркин P_2O_5нинг 1% га камайиши ҳисобига, эквивалент суратда, маҳсулотдаги ўзлашадиган P_2O_5нинг миқдори ўртача 0,42% га ортади. Суперфосфатдаги фосфат кислотани кальций бирикмалари билан нейтраллаш натижасида маҳсулот таркибида қўшимча миқдордаги кальций монофосфат ҳосил бўлади. Бунда суперфосфатдаги қаттиқ компонентлар миқдори ортади ва унинг физик хоссаси яхшиланади. Суперфосфатдаги кислоталиликни керагидан ортиқ даражада камайтириш сувда кам эрийдиган дикальцийфосфатнинг ҳосил бўлишига олиб келади, оҳактошнинг ортиқча бўлиши эса, кийин эрийдиган трикальцийфосфат ҳосил бўлиш билан борадиган ретроградацияланишга олиб келади. Маҳсулот таркибининг айрим қисмларидаги ретроградация эса, реагентларнинг ёмон аралаштирилиши ҳисобига юзага келади. Шунинг учун нейтраллаш жараёнида қўшимчаларни маҳсулот билан яхши аралашишини таъминлаш лозимдир.

Аммонийлаштириш. Суперфосфат сифатини яхшилашнинг усулларидан яна бири бу унинг аммонийлаштирилишидир, яъни эркин фосфат кислотани аммиак гази билан нейтраллашдир. Аммонийлашган суперфосфат гигроскопик бўлмаган, қуруқ, ёпишмайдиган кукундир. Унинг таркибидаги азот эса керакли озуқа элементидир. Суперфосфат таркибидаги эркин фосфат кислотани газ ҳолатидаги аммиак билан нейтраллаш жараёнида дастлаб моноаммонийфосфат ҳосил бўлади:

$$H_3PO_4 + NH_3 = NH_4H_2PO_4 \qquad (1.6)$$

Нейтралланиш иссиқлигининг ажралиши ҳисобига массанинг температураси 80...90°С гача кўтарилади ва бунинг ҳисобига суперфосфат бирмунча қурийди. Бунда сувда эрийдиган P_2O_5 миқдори камаймайди.

Нисбатан кучлироқ аммонийлаштириш натижасида ҳосил бўлган диаммонийфосфат кальций сульфат билан таъсирлашиб, дикальцийфосфатга айланади:

$$H_3PO_4 + 2NH_3 = (NH_4)_2HPO_4$$

$$(NH_4)_2HPO_4 + CaSO_4 = CaHPO_4 + (NH_4)_2SO_4 \qquad (1.7)$$

Монокальцийфосфат ҳам дикальцийфосфатга айланади:

$$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaSO_4 + 2NH_3 = 2CaHPO_4 + (NH_4)_2SO_4 + H_2O$$

Бундай чуқур аммонийлаштириш натижасида суперфосфатдаги сувда эрийдиган P_2O_5 миқдори анчагина камаяди, аммо ўзлашадиган P_2O_5 миқдори сезиларли ўзгармайди. Аммонийлаштиришни янада давом эттириш P_2O_5ретроградланишга олиб келади - дикальцийфосфат ўсимликлар қийин ўзлаштириладиган трикальцийфосфат шаклига айланади:

$$2CaHPO_4 + CaSO_4 + 2NH_3 = Ca_3(PO_4)_2 + (NH_4)_2SO_4 \qquad (1.8)$$

Шунинг учун суперфосфатнинг аммиак билан нейтраллаш натижасида таркибида 2% атрофида азот бўлган маҳсулот олинади. Таркибида кўп миқдорда (8% гача) азот тутган аммонийлаштирилган суперфосфат олишда нейтрализловчи восита сифатида суюқ аммиакатлар қўлланилади.

Суперфосфатни аммонийлаштириш айланувчи барабанли аммонийлаштиргичга узлуксиз равишда суперфосфат киритиш ва унинг йўналиши бўйича оқимда газ ҳолатдаги аммиак юбориш орқали амалга оширилади. Аммиакнинг меъёри суперфосфат массасининг 2% ини, унинг ютилиш даражаси эса 97...99% ни ташкил этади. Аммонийлаштиришда ҳосил бўладиган донадор суперфосфат эланади ва майдаланади.

1.9. Суперфосфат ишлаб чиқариш

Суперфосфат цехига: фосфатли хом-ашё омбори ва сульфат кислота саклагич;фосфатни сульфат кислотали парчалаш амалга ошириладиган хизмат бўлинмаси (худди шу ерда ажраладиган фторли газларни ютгириш ҳам амалга оширилади); суперфосфат омбори, у ерда маҳсулотни бир қанча муддат етилтирилади ва пишитилган маҳсулот ҳосил қилинади. Узлуксиз усудда суперфосфат ишлаб чиқариш 1.5 - расмда тасвирланган.

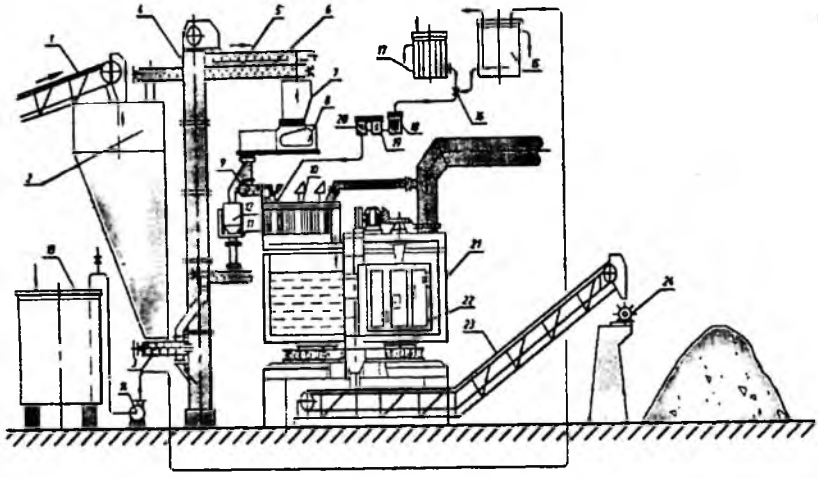
Корхонага келтирилган апатит концентрати (ёки фосфорит уни) темир йўл вагонларидан туширилади ва турли хил ташиш мосламалари - электромеханик кураклар, лентали ташиш мосламалари, шнеклар, элеваторлар ва бошқа пневматик мосламалар воситасида хом-ашё омбори (силос) га, ундан эса сарфловчи бункерга ва сўнгра меъёрлаштириш бункерига узатилади.

Силослардаги материалларнинг бир-бирига киришиб ёпишиб колишини олдини олиш мақсадида силослар остига ўрнатилган ёриқли плиткалар орқали қисилган ҳаво бериб аэрация юзага келтирилади. Фосфатнинг меъёрий берилиши ўлчовли меъёрлаштиргич ёрдамида амалга оширилади. Электромагнит тебратгичли ва шнекли таъминлагичли икки босқичли меъёрлаштиргичлардан фойдаланиш кам инерцияга ва юкори аниқликка эга бўлганлиги учун бирмунча афзалдир. Қоратоғ фосфорит уни юқори оқувчан хоссага эгадир, шунинг учун уни меъёрлаштириш 40...45 секунддаги кукун миқдорини ўлчовчи электрон тўгрилагич ўрнатилган миқдорий тарозиларда амалга ошириш афзалдир.

Сульфат кислота улуксиз равишда сув билан суюлтирилади; суюлтиришни кислота зичлиги бўйича концентратомер орқали назорат қилинади.

Сўнгра сарфлагич орқали фосфат хом-ашёси билан аралаштиришга оқиб тушадиАпатит (фосфорит уни)ни кислота билан аралаштириш учун узлуксиз ишлайдиган уч ёки тўрт камерали

вертикал аралаштиргичлар (1.6 - расм). Суспензия (бутка) ҳажми шибер (ишчи органи текис шаклдор пластинка) орқали тартибга солинади, бунда унинг аралаштирилиши 5...7 мин (Қоратоғ фосфорити билан ишланганда эса – 2...3 мин) давом эттирилиши таъминланади. Суспензия аралаштиргичдан суперфосфат камерасига оқиб тушади (1.7 - расм). У пўлат ғилофли ва ички қисми коплама (қоплама) қилинган вертикал темир-бетонли цилиндрик қобиқ 1 дан иборат. Камера 16 роликли тиргакка таянтирилган, улар воситасида камера остидаги мустаҳкам сальниклар орқали ўтувчи қўзғалмайдиган чўян труба 2 атрофида айланади. Айлантириш редуктор 4 орқали электромотор 3 ёрдамида амалга оширилади; 1...2 соат мобайнида камера бир марта айланади (айланиш йўналиши тасвирда стрелка билан кўрсатилган). Камеранинг темир-бетонли копқоғи 5 қўзғалмасдир, камера ва қопқоқ орасида резинали зичлаштиргич бор.



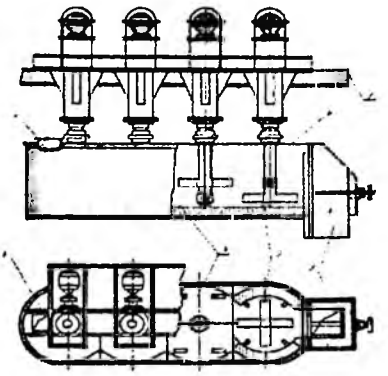
1.5 - расм. Суперфосфат олишнинг камерали усули.

1 - апатит концентрати (фосфорит уни) транспортери; 2 - бункер; 3 - шнекли таъминлагич; 4 - чўмичли элеватор; 5,9 - шнеклар; 6 - ортиқча апатит концентрати (фосфорит уни) ни қайтарувчи шнек; 7 - меъёрлаштирувчи бункер; 8 - меъёрлаштиргич; 10 - аралаштиргич; 11- ўлчовли меъёрлаштиргични текшириш назорат тарозиси; 12 - назорат тарозиси бункери; 13 - сульфат кислота учун резервуар; 14 - марказдан қочма кислота насоси; 15 - кислота учун бак; 16 - кислота аралаштиргич; 17 - сув учун бак; 18 - минорали сульфат кислота ишлатганда ажраладиган азот оксидлари учун газ ажратгич; 19 - кислота учун концентратомер; 20 - тиркичли кислота сарфлагич; 21 - супефосфат камераси; 22 - фрезер; 23.24- камерали ва узатувчи транспортёр.

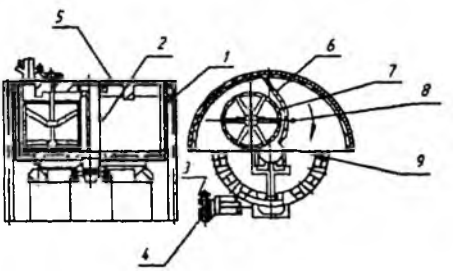
Қопқокка вертикал ҳолатда марказий трубага тегиб турувчи қўзғалмас чўян тўсиқ 6 маҳкамланган ва у юклаш ва чиқариш зоналарини ажратиб туради. Шу тўсиқ атрофида, чиқиш зонаси томонида фрезер 7 жойлашган. Бу тик ўқда айланувчи пўлат мослама («карусель») га хромли чўяндан тайёрланган пичоқли қанотлар маҳкамланган. Фрезер камера копқоғига осилган ҳолатда бўлиб, камера айланишига қарама-қарши йўналишда 0,13...0,17 $с^{-1}$ (8-10 айл/мин) частотада айланади. Суспензия аралаштиргичдан копқоқдаги тешик 8 дан ўтувчи труба орқали узлуксиз равишда камерага оқиб тушади. Камеранинг айланиш жараёнида суперфосфат массаси фрезерга томон йўналишида қаттиклашиб боради ва тайёр маҳсулот фрезерда кириб олинади. Фрезернинг бир марта айланиши натижасида 5-25 мм қалинликдаги суперфосфат қатлами кириб олинади. Кирилган суперфосфат марказий трубага ундаги йирик тирқиш орқали тушади ва ундан эса маҳсулотни омборга узатувчи транспортерга тушади. Қўзғалмас марказий труба бўйича суперфосфат массасининг ишқаланиши ҳисобига юзага келадиган айланиш қаршилигини камайтириш мақсадида камеранинг юклаш зонасида марказий трубанинг ташқи деворига ёғочли эксцентрик 9 жойлаштирилган.

Унинг вазифаси - етилтириш жараёнида суперфосфат массасининг кенгайиши учун эркин ҳажм ҳосил қилишдир. Суперфосфат массасининг зичлиги, дастлабки қотиш жараёнида 1500 кг/$м^3$ га тенг ва вақт ўтиши билан камайиб, камерадан чиқариш пайтида 1100 кг/$м^3$ га тенг бўлади.

Таркибида карбонат тутган фосфоритларни қайта ишлашда суперфосфат массаси ғовак бўлганлиги учун унинг камера деворига босими кам бўлади, унинг зичлиги 800-900 кг/м^3 ни ташкил этади.



1.6 - расм. Тўрт камерали аралаштиргич:
1-камералар; 2-аралаштиргич; 3-суспензиянячиқариш; 4-кириш штуцери;
5 - қопқоқ; 6 - чўяншибер ; 7- шиберни кўтариб-тушириш троси.



1.7- расм. Узлуксиз ишлайдиган суперфосфат камераси.
1 - камеранинг цилиндрик кобиғи; 2 - марказий труба,
3 – электромотор; 4 - редуктор; 5 - камера қопқоғи;
6 - тўсиқ; 7 -фрезер; 8 - суспензия тушиш штуцери.
9 - эксцентрик.

Реакцияда ажраладиган газлар камера қопқоғидаги тешикдан вентиляция трубаига ва ундан эса абсорбцион системага сўрилади. Омборга узатилган суперфосфат ташлаб қўйилган ҳолатда маълум даражада совутилади. Бу мақсадда унча катта бўлмаган (узунлиги 0,7…1 м, диаметри 0,6…0,8 м) тез айланувчи (айланиш частотаси 17…24с$^{-1}$ ёки 1000…1450 айл/мин) горизонтал барабан қўлланилади. Одатда омбор аралаштиргичлар ва транспортёр механизмлар билан жиҳозланган бўлади. Улар ёрдамида маҳсулот совутилади, вақти-вақти билан аралаштириб турилади, унинг етилиши тезлаштирилади, омбордан чиқарилиши таъминланади.

Шунга қарамай, суперфосфат омборда 2..3 ҳафта туриб қолади. Суперфосфат ишлаб чиқарувчи йирик заводларда (1000…3000 т/сутка) катта ҳажмдаги омборлар талаб этилади. Бунинг натижасида омбордан чиқадиган катта ҳажмдаги ҳаво таркибидаги фторли газларни тозалаш каби муҳим экологик муаммолар келиб чиқади. Шу мақсадда суперфосфат ишлаб чиқаришнинг омборли етилтириш жараёнисиз амалга ошириш масаласи юзага келади. Омборли етилтириш жараёнисиз

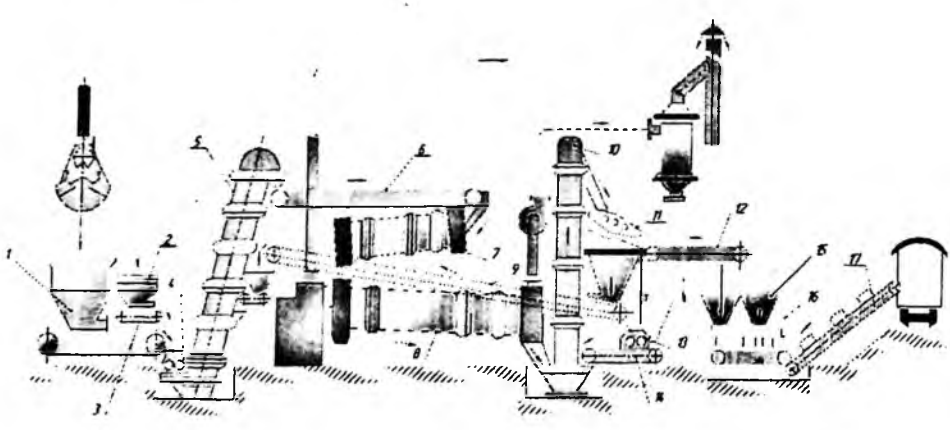
оддий суперфосфат олишнинг худди қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришдаги каби камера-оқимли ва оқимли усуллари мавжуддир.

1 т қукунсимон суперфосфат ишлаб чиқариш учун 0,53... 0,55 т апатит концентрати ва 0,37... 0,38 т сульфат кислота (100% ли) талаб этилади.

1.10. Грануланган ва аммонийланган суперфосфатлар

Ҳозирги вақтда грануланган суперфосфат ҳам ишлаб чиқарилмоқда. Қуритилган грануланган суперфосфат ёпишқоқ эмаслиги, котиб қолмаслиги, таркибидаги P_2O_5 нинг кўплиги, намликнинг озлиги ва бошқа хоссалари бўйича қукунсимон суперфосфатдан фарқланади. Уни хаттоки уруғ билан бирга қилиқда бериш мумкин, бунинг натижасида ўғит тупроқда бир текисда тақсимланади ва самарадорлиги яхшиланади. Гранулаларнинг тупроқ эритмасида секин эриши туфайли, ундаги сувда эрувчан P_2O_5 нинг жуда оз миқдоригина тупроқдаги темир ва алюминий оксидлари билан таъсирлашиб, қийин эрийдиган бирикмаларга айланади. Натижада ўғитдан самарали фойдаланиш имконияти яратилади, яъни ўғитнинг фойдали таъсир коэффициенти (ФТК) ортади.

Грануланган суперфосфат ишлаб чиқариш схемаси 1.8- расмда тасвирланган. Суперфосфат ва нейтрализловчи қўшимча остига меъёрлаштиргич ўрнатилган бункерлар 1 ва 2 дан лентали таъминлагич 3 оркали ўқли тегирмон 4 га тушади, у ерда майдаланади ва аралаштирилади.



1.8 - расм. Грануланган суперфосфат ишлаб чиқариш схемаси:
1 - бункер, 2 - нейтрализловчи қўшимча бункери; 3 - лентали таъминлагич; 4 - ўқли тегирмон; 5,10 - элеваторлар; 6 - транспортёр; 7 - гранулятор, 8 - қуритиш барабани; 9 - ретур транспортёри; 12 - тайёр маҳсулот транспортёри; 13 - тегирмон; 15 - тайёр маҳсулот бункери; 16 - тикув машинаси.

Сўнгра аралашма элеватор 5 га тушади. У ерга, грануланган суперфосфатни элашдан қайтарилган майда фракция - ретур мунтазам равишда узатилади. Элеваторда узатилган аралашма транспортёр 6 оркали гранулятор 7 га келиб тушади. Бу айланувчи барабанда намланган қукунсимон материал донадорланади. Материални 16% гача намлаш учун керак бўладиган сув сачратгич форсунка оркали гранулятор ичига пуркаб турилади. Суперфосфат диаметри 1,4 м, узунлиги 7.5 м ва 0,125 $с^{-1}$ (7,5 айл/мин) частотада айланувчи барабандан 7 минут вақт мобайнида ўтади. Ҳосил бўлган нам гранула диаметри 2,2 м, узунлиги 14 м ва 0,125 $с^{-1}$ частотада айланувчи қуритиш барабани 8 га тушади, у ерда 3-5% намликкача қуритилади. Сувда яхши эрийдиган монокальцийфосфатнинг ёмон эрийдиган кальций ди- ва метафосфатларга айланишини олдини олиш мақсадида қуритиш жараёнида маҳсулотнинг температурасини 95°С дан оширмаслик керак. Шунинг учун суперфосфат ва қиздирувчи газ бир хил йўналишда берилади, яъни қайноқ газ оқими

кўпроқ нам маҳсулот билан тўқнашади, натижада маҳсулотнинг қизиб кетиш хавфи камайтирилади. Иссиқ ҳаво қуритқичга киришда 600°С, ундан чиқишда эса 100...120°С температурада бўлади.

Қуритишда фтор бирикмалари ($2HF + SiF_4$ нинг тахминан эквивалент аралашмаси тарзида) учиб чиқади. Суперфосфат қуритилишдан олдин чуқур нейтралланган бўлса, фторли бирикмаларнинг ажралиши ҳам шунчалик камаяди, чунки суперфосфат суюқ фазасидаги эркин фосфат кислотасининг камайиши натижасида SiF_4нинг парциал босими ҳам камаяди. Одатда суперфосфатда қолган фторнинг 10...17% и қуритишда ажралади: фторнинг ажралиш даражаси температуранинг кўтарилиши ва қуритиш давомийлигининг узайиши билан ортади. Грануллланган суперфосфатдаги фторнинг улуши бошланғич суперфосфатдагига қараганда 0,1...0,15% га камаяди. Қуритқичдан чиқадиган газлар циклон орқали ўтиб, абсорберларда тозаланади ва атмосферага чиқарилади.

Абсорберда ҳосил бўладиган эритма суперфосфат чанги билан ифлосланган бўлади. Уни тозалаш қийинчилик туғдиради. Шунинг учун эритма зарарсизлантиришга (бўр билан нейтраллашга) юборилади ёки уни грануляторда суперфосфатни намлашга қайтарилади.

Қуритилган маҳсулот элеватор 10 орқали элак 11 га келиб тушади, у ерда фракцияларга ажратилади. 4 мм дан йирик бўлаклар тегирмон 13 га ва майдаланғандан сўнг, транспортёр 14 да яна элакка қайтарилади. 2...4 мм ўлчамли фракция транспортёр 12 ёрдамида тайёр маҳсулот бункерлари 15 га, майда фракция эса (умумий миқдорнинг 20-30% и) ретур транспортёри 9 ёрдамида суперфосфатнинг грануллашдан олдинги массасига қўшиш учун юборилади. Грануллланган суперфосфат тайёр маҳсулот бункерларидан вагонларга тўкиш орқали юкланади ёки қопларга жойланиб, траспортёрлар ёрдамида ва тикув машинаси 16 да қопларнинг оғзи маҳкамланади. Қопланган суперфосфат транспортёр 17 орқали вагонларга юкланади.

1 тонна грануллланган суперфосфат ишлаб чиқариш учун 1,015...1.025 т оддий суперфосфат сарфланади.

Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритидан грануллланган суперфосфат олиш унинг аммонийлаштириш жараёни билан биргаликда амалга оширилади. Бу эса ишлаб чиқариш жараёнидан суперфосфатни намлаш ва қуритиш боскичларини чиқариб ташлайди, шунингдек нейтраллаш учун ишлатиладиган охак сарфини кискартиради.

Қоратоғ фосфоритидан олинган суперфосфатни аммиак билан $pH = 4...4,5$ гача нейтраллаш ўзлашадиган P_2O_5 ни камайтирмайди. Сувда эрийдиган P_2O_5 миқдори эса 12...18% га камаяди ва ўзлашадиган P_2O_5 нинг 73...82% ини ташкил этади. Аммонийлаштиришда ажраладиган иссиклик ҳисобига маҳсулот намлиги 4...5% га камаяди. Қоратоғ фосфоритидан олинган суперфосфатни аммиакли селитра ёки карбамиднинг аммиакатлари билан аммонийлаштириш орқали. таркибида 20...21% озука элементлари, шу жумладан 5...6% азот тутган яхши физик ва агрокимёвий хоссали донадорланган мураккаб ўғитлар олиш мумкин.

Етилтирилган суперфосфатни газ ҳолатдаги аммиак билан аммонийлаштириш, айланувчи горизонтал барабанлар - аммонийлагич-грануляторларда амалга оширилади. Сўнгра, маҳсулот омборга келиб тушади, у ерда аммонийланган суперфосфат 3...4 сутка мобайнида аралаштириб турган ҳолда 28...32°С гача совутилади. Совутилган маҳсулот қадокланади.

Аммиакдан фойдаланиш даражаси 93...96% ни ташкил қилади. Таркибида 5...8 г/м^3 NH_3; бўлган аммонийлаштиргичдан чиқувчи газ сувли абсорберга юборилади. Ҳосил бўлган аммиакли сув (2...2,5% NH_3) суперфосфат ишлаб чиқаришда ишлатиладиган сульфат кислотани суюлтиришда фойдаланилади.

1 т аммонийланган суперфосфат олиш учун 1,02 т нордон суперфосфат ва ~190 кг аммиак сарфланади. Тайёр маҳсулот таркибида (%): $P_2O_{5умум.}$ = 16-16,8; $P_2O_{5сув}$ = 15-15,5; $P_2O_{5эркин}$ < 0,5 ва 3% намлик бўлади.

1.11. Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида суперфосфат ишлаб чиқариш

Сифатли фосфорли ўғит фосфат хом-ашёларини сульфат, азот ва фосфор кислоталар билан қайта ишлаб олинади. Парчалаш жараёнида хом ашё таркибидаги кераксиз қўшимчалар ишлаб чиқариш самарадорлигини камайтиради. Чунки уларнинг аксарияти суюқ фазага ўтади ва унинг физик-кимёвий ва реологик хоссаларини кескин камайтиради. Мустақиллик йилларида Қизилқум фосфоритлари асосида минерал ўғитлар ишлаб чиқариш жадал суръатлар билан ривожланиб бормоқда. Жер-Сардор конининг Тошқўра фосфоритларини минерал кислоталар ёрдамида парчалаб, янги навли фосфорли ўғитлар олиш технологияларининг илмий ва амалий асослари ишлаб чиқилди.

Донадор фосфоритларни сулфат кислота таъсирида парчалаш асосида оддий суперфосфат ва экстракцион фосфор кислота, ундан эса юқори сифатли аммофос, аммофосфат, қўш суперфосфат мураккаб суюк ўғит ва бошқалар олиш мумкин. Фосфоритларнинг барчасини, айниқса юқори карбонатли хом-ашёларнинг сульфат кислота билан парчаланиши жуда тез боради. Чунки уларнинг таркиби юқори дисперсли ва фаол сирти катта бўлади. Бундан ташқари, таркибидаги карбонат минералларининг кислота ёрдамида парчаланишдан хосил бўладиган CO_2 гази кислота ионларининг диффузиясини тезлаштиради ва фосфат минераллари сиртида гипс қатлами хосил бўлишини камайтиради.

Маълумки, оддий суперфосфат арзон ва кенг таркалган фосфорли ўғит хисобланиб, уни барча турдаги қишлоқ хўжалик экинларига, хамда турли тупрок – иқлим шароитларида қўллаш мумкин. Фосфор суперфосфат таркибида асосан $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ ва эркин фосфор кислота шаклида бўлади. Унинг каттик фазасини $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, $CaSO_4$ ва $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$, парчаланмаган минерал $SiO \cdot H_2O$ кремнийнинг лойсимон минераллари ва бошқа қўшимчалар ташкил қилади. Махсулот таркибида суперфосфатнинг улуши 65…72% ни, $CaSO_4$ 50…55% ни ташкил қилади. Биринчи марта Тошқўра фосфоритларининг бойитилмаган унини, ювилган ва термоконцентратларини сульфат кислота билан парчалаб, республикамиз фосфорли ўғит ишлаб чиқарадиган корхоналаридаги мавжуд қурилмаларда узлуксиз ва камера усуллари асосида оддий суперфосфат олиш технологияси ишлаб чикилди. Фосфат хом ашёсининг парчаланиш даражаси кислота концентрацияси ва унинг меъёрига боғликлиги ўрганилди. Бойитилмаган фосфорит уни ва ювилган концентратларни парчалашда меъёри 90…100% бўлган 58…60% ли сульфат кислотадан фойдаланиш мақсадга мувофиқлиги аникланди. Термоконцентрат учун эса, кислота меъёри 100% ва унинг концентрацияси 62% бўлиши керак.

Олинган натижалар "Қўқон суперфосфат заводи" АЖ да катта тажриба ишлаб чиқариш синовидан ўтди ва ишлаб чиқаришга жорий қилинди. Хозирги кунда ушбу завод бойитилмаган фосфорит унидан камера усули ёрдамида таркиби 11…14% P_2O_5 бўлган оддий суперфосфат ўғити ишлаб чиқармоқда. Бойитилмаган фосфорит уни ва ювилган концентрат намуналарини махсулот бўткаси котмайдиган шароитда турли концетрацияли (18…40% H_2SO_4) суюлтирилган сульфат кислота ва унинг стехиометрик меъёрлари (80…100%) билан қайта ишлаб, оддий суперфосфат олишнинг оригинал технологияси яратилди. Фосфорит унинг 25% ли H_2SO_4 нинг 90…100% меъёри билан 10 минут давомида таъсир эттирилган хом-ашёнинг парчаланиш даражаси 85…89% ни ташкил этади. Ювилган концентрат учун 30% ли кислотанинг 90 – 100% меъёрида эса парчаланиш даражаси 77…82% га тенглиги аникланди. Бу технология Самарқанд кимё заводида тажриба ишлаб чиқариш қурилмасида синовдан ўтди.

Юкори карбонатли Қизилқум фосфоритларидан донадор суперфосфат олишнинг жадаллашган ва кам харажатли технологияси яратилди. Ишланманинг асосий моҳияти шундаки, юқори карбонатли фосфорит концентратланган сульфат кислота билан қайта ишланади. Парчаланиш жараёни жуда тез содир бўлади, катта иссиклик ажралиб чикади, реакцияда қатнашувчи моддаларда сув миқдори нисбатан камлиги сабабли умуман кўпикланиш ходисаси кузатилмайди. Фосфоритнинг парчаланиш даражаси ва олинадиган махсулот сифати сульфат кислота концентрациясига, унинг меъёрига хамда хом ашё навига боғлиқ равишда ўзгаради. Юқори карбонатли фосфоритни ($CO_2:P_2O_5$ =0,5 ва ундан юкори) 60…95% ли сульфат кислотасининг 80…100% ли меъёри билан қайта ишлаш суперфосфат олишнинг қулай шароити хисобланади. Фосфоритнинг парчаланиш даражаси жараённинг кўрсаткичларига караб 85…95% ни ташкил қилади. Олинган натижалар асосида оддий суперфосфат олишнинг технологик тизими тавсия этилди. Унинг камерали усулдан фарки фосфат хом-ашёсини кислота ёрдамида парчалаш, хосил бўлган махсулотни нейтраллаш, грануллаш ва қуритиш жараёнлари биргина ускунада-шнекли аралаштиргичда 15-20 минут давомида амалга оширилади.

Маълум камерали суперфосфат олиш технологиясидан афзаллиги шундаки, яратилган технология жараёнларида кислотани суюлтириш, хом-ашёни катта камера қурилмасида парчалаш, (1,5…2 соат) олинган нордон суперфосфатни омборхоналарда охиригача парчалаш (4…6 сутка), махсулотни катта барабанларда аммонийлаш, грануллаш ва уни қуритиш босқичлари қисқаради. Олинган суперфосфат ўз таркиби ва хоссалари билан бошқа усулларда ишлаб чиқилган махсулотлардан фарқ қилмайди.

Агрокимёвий кузатишлар янги технологияда олинган суперфосфатнинг юкори самарадорлигини кўрсатди. Юкори карбонатли Қизилқум фосфоритларидан оддий суперфосфат олиш технологик тизимнинг соддалашиши ва жадаллашиши хисобига махсулотнинг таннархи 20…25% га арзон бўлади. Ушбу ишланма тажриба ишлаб чиқариш қурилмаси синовдан ўтди ва

унинг асосида 2002 йили Самарқанд кимё заводида йилига 50 минг тонна ўғит ишлаб чиқарувчи ускуна қурилди.

Яратилган усулдаги ўғит олиш технологик кўрсаткичларга салбий таъсир этувчи кўпикланиш ҳодисасини батамом бартараф этиши юкори карбонатли фосфоритлар асосида янги навли оддий ва мураккаб ўғитлар сериясини синтез қилишга асос бўлди.

ЭКСТРАКЦИОН ФОСФАТ КИСЛОТА

1.12. Экстракцион фосфат кислота олишнинг физик-кимёвий асослари

Термик усул билан фосфат кислотаси олишдан фаркли табиий фосфатларнинг сульфат кислотали парчалаш:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 5H_2SO_4 + 5nH_2O = 5CaSO_4 \cdot nH_2O + 3H_3PO_4 + HF \qquad (1.9)$$

ва кейинги боскичда суюк фазадан сульфатли чўкмани ажратиб олишга асосланган усул — ***экстракция ёки ҳўл усул*** дейилади. Бунда олинган махсулот экстракция фосфат кислотаси (ЭФК) деб юритилади. Бу кенг тарқалган фосфат кислота олиш усули минерал ўғитлар, озуқали ва техник фосфатлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Сульфат кислотали экстракциялаш жараёнини амалга оширишнинг асосий шарти фосфат кислотадан кальций сульфатнинг етарли даражада йирик бўлган, осон ажраладиган ва яхши ювиладиган кристалларини ҳосил қилиш ва ажратиб олишдан иборатдир. Бунга жараённинг айрим боскичлари учун жиҳозларни тўғри танлаш ва экстракциялашда белгиланган технологик жараёнларни ва тартибни, яъни талаб этиладиган (гипс, ярим гидрат ёки ангидрид) шаклдаги кальций сульфатнинг чўктирилишини ва белгиланган концентрациядаги махсулот сифатидаги фосфат кислота олишни таъминловчи концентрацияли, температурали ва бошка параметрларни ушлаб туриш оркали эришилади.

Экстракциялаш жараёнида кальций сульфатнинг фосфат кислотадаги ҳаракатчан суспензиясини олиш, уни аралаштириш ва ташиш мухимдир. Табиий фосфатни концентрланган сульфат кислота билан тўғридан-тўғри аралаштирилганда фазаларга ажралиш имконини бермайдиган қуюк суспензия ҳосил бўлади. Унинг ҳаракатчанлигини таъминлаш учун, ***«айланма» кислота*** деб аталувчи - махсулот сифатидаги фосфат кислотанинг бир қисми билан фосфат кислотадан ажратиб олинган фосфатли чўкма (фосфогипс) ни сувда ювишда ҳосил бўладиган эритманинг аралашмасини рециркуляцияси ҳисобига суюк ва қаттиқ фазаларнинг масса нисбати *(С:К)* 2:1 дан 3,5:1 оралиғида ушлаб турилади.

Экстракциялашнинг қулай шароитида фосфат минералларининг парчаланиш тезлиги етарлича юкори бўлади, жараённинг давомийлиги кристалланиш тезлиги ва кальций сульфат кристалларининг ўсиши оркали аникланади. Амалда экстракциялаш давомийлиги хом-ашё тури ва жараён тартибига караб 4...8 соатни ташкил этади. Бу етарлича йирик (албатта, чўктиришнинг қулай шароитига амал қилинганда), фильтрда осон ажралувчи кристаллар ҳосил бўлишини таъминлайди ва реагентларни тушишини бошқаришда кисқа муддатли ўзгаришлар натижасида юзага келувчи жараён кўрсаткичларига салбий таъсир этувчи омиллардан йироқ бўлишга олиб келади. Жараён давом этишининг керакли вақти, тегишлича реакцион ҳажми экстрактор танлаш ва у оркали реакцион масса (суспензия) нинг секинлик билан жадал равишда аралаштирилган ҳолда ўтиши ҳисобига таъминланади. Реакцион ҳажм сифатида бир, икки ва ундан ортиқ сондаги реакторлар ишлатилади. Масалан, аралаштиргичлар билан таъминланган ва тўсиқлар билан ажратилган бир неча бўлинмалардан иборат тўғри бурчакли катта резервуар шаклидаги бир банкали экстрактор; бўлинмаларга ажратилган ёки тўсиқсиз 2...8 цилиндрик экстракторлардан иборат поғонали қурилма (каскад) кабилардан фойдаланилади.

Экстракторлар, аралаштиргичлар, ўтказувчи трубалар, насослар ва бошка жиҳозлар кайнок фосфат кислота таъсири (коррозияси) дан ва суспензияни аралашиши ҳисобига юзага келадиган ишкаланиш таъсирида емирилиш (эрозия) дан ҳимоя қилинган бўлиши лозим.

Фосфатли хом-ашё, сульфат ва айланма фосфат кислота меъёрлаштирувчи қурилмалар ва насослар ёрдамида экстракторнинг биринчи бўлинмасига узатилади. Дастлабки аралашмада фосфат кислота бўлганлиги сабабли:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 7H_3PO_4 + 5H_2O = 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF$$

тенглама билан ифодаланувчи реакция ҳам содир бўлиши мумкин. Ҳосил бўладиган монокальцийфосфат сульфат кислота билан қайта ишланиб, кальций сульфат кристаллантирилади. Экстракторнинг биринчи бўлинмасига, шунингдек, охирги ёки ундан олдинги бўлинмадан суспензиянинг кўп қисми қайтарилади - бу эса тўйинишнинг камайишини ва кальций сульфатнинг кристалланиш шароити яхшиланишини таъминлайди. Экстракторнинг газли бўшлиғидан ҳомашёни парчаланиши натижасида ажраладиган фторли газлар абсорбцион системага сўриб олинади, у ерда H_2SiF_6 нинг сувли эритмаси билан тутибқолинади.

Экстракторнинг охирги бўлинмасидан кальций сульфатнинг фосфат кислотали суспензиясидаги суюк ва қаттиқ фазаларни ажратиш учун фильтрлашга юборилади. Фосфогипсни суспензиядан ажратиш натижасида - асосий фильтрат, фосфогипсни сув билан ювиш натижасида эса -*ювинди фильтрат* ҳосил қилинади. Асосий фильтратнинг бир қисми тайёр маҳсулот сифатида чиқарилади, қолган қисми эса ювинди фильтрат билан аралаштирилади ва *«айланма эритма»* тарзида экстракторга қайтарилади. Ювиш сонига боғлиқ ҳолда турли концентрациядаги бир неча фильтратлар ҳосил бўлади. Ювиш сони бўйича фильтрлаш схемаси номланади, масалан уч,тўртфильтратли ва ҳоказо.

Фосфогипснинг ажратилиши ва ювилиши барабанли, лентали, айланувчи конвейер-қайиқли (каруселли) ва бошқа вакуум-фильтрларда амалга оширилади. Фильтрларга қўйиладиган асосий талаб бу фосфат кислотадан чўкмани яхши ювиб олишни таъминлашдир.

Кўпинча катта қувватдаги экстракция системаларда қайиқли карусел вакуум-фильтрлар қўлланилади (1.9 - расм). У алоҳида-алоҳида 24 қайиқдан иборат ва уларнинг днишче қисмига фильтрловчи тўқима ёткизилган бўлади. Қайиқни узунлиги 1,9 м ни, эни - ички бўлмасида 0,9 м ни, ташқи бўлмасида эса 1,2 м ни ва чуқурлиги 0,2 м ни ташкил этади. Қайиқлар айланма рельс бўйича ҳаракатланадиган ғилдиракли аравачаларга ўрнатилган бўлади.



1.9-расм. Қайиқли карусел вакуум-фильтр.

Иккита шайба - бири қайиқ билан биргаликда айланувчи ҳаракатчан ва иккинчиси тегишли вакуум-йиғгичлардаги кўзғалмас каллаклар ёрдамида фильтратлар сўриб олинади. Ҳар бир тарнов фильтрлаш ва ювиш доираси (зонаси) дан ўтгандан сўнг, фосфогипс қатламини тўкиш учун автоматик суратда ағдарилади. Фильтрловчи тўқима ювилади ва ҳаво билан қуритилади. Сўнгра, тарнов яна ишчи ҳолатга келади ва асосий фильтрлаш доирасига кўчади. Фильтрлаш юзаси 40... 100 $м^2$ га тенг. Бу фильтрнинг афзалликларидан бири - чўкмани минимал миқдордаги сув билан ювиш мумкин.

Вакуум-фильтрларда фосфогипсни ажратишда 1 $м^2$ фильтрлаш юзасидан бир соат ичида 500... 800 кг гипс чўкмаси ёки 1000... 1400 кг ярим гидрат ажратилади (қуруқ масса ҳисобида).

Фосфогипснинг гигроскопик намлиги 35...40% ни ташкил этади. Олинадиган (қуруқ) фосфогипснинг миқдори фосфатнинг нави ва кальций сульфатнинг гидратланиш даражасига боғлиқ ҳолатда қайта ишланадиган хар бир тонна табиий фосфатдан 1,2...1,6 т қуруқ фосфогипс ҳосил бўлади.Бу *гипс соны* деб юритилади. Апатитнинг қайта ишланишида кальций сульфат яримгидрати учун 1,40ни, дигидрати учун эса 1,60 ни ташкил килади. Ювилган сульфатли чўкма фильтрлаш цехидан «қуруқ» ҳолатда транспортёр, автомашина ва бошкалар ёрдамида йўқотилади ёки сув билан қориштирилиб насос ёрдамида чикинди ховузларига хайдалади.

Қоратоғ, айникса Қизилқум фосфоритлари таркибида қўшимчалар кўп бўлганлиги учун экстракциялаш жараёнида бир қанча кийинчиликлар келиб чикади. Ишлаб чиқаришнинг технологик кўрсаткичлари бирмунча пасаяди ва чикинди фосфогипснинг солиштирма хажми кўпаяди.

Ҳозирги пайтда бутун дунё саноатлари амалиётида сульфат кислотали экстракциялаш жараёнининг кальций сульфатни чўктириш тартиби ва технологик схемалар алоҳида бўғинларининг ускунали жиҳозланиши: бошланғич реагентларни меъёрий киритиш, реакцион суспензия олиш, унинг температурасини бошқариш, ажралиб чиқадиган фторли газларни зарарсизлантириш, суспензияни ажратиш ва сульфатли чўкмани ювиш, уни чикиндихонага юбориш билан фарқланувчи бир неча ўнлаб вариантлари ишлаб чиқаришга татбиқ этилган.

1.13. Дигидрат усулида экстракцион фосфат кислотасини олиш

Жахон амалиётида (шу билан биргаликда бизнинг мамлакатимизда хам) экстракцион фосфат кислота ишлаб чиқариш нисбатан содда ва ишончли бўлганлиги сабабли кўпчилик ҳолларда дигидратли усулга асосланган. Ўзбекистондаги «Аммофос-Максам» ишлаб чиқариш бирлашмаси (Олмалиқ) ва Самарқанд кимё заводи технологик системаси хар бир навбатининг йиллик лойиҳа қуввати 136 минг тонна P_2O_5 га тенг. Бу ишлаб чиқариш корхоналарида Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритларидан экстракцион фосфор кислота ва ундан аммофос олинар эди, бугунги кунда фақат Қизилқум фосфоритини ишлатиш муаммолари ҳал қилинмокда.

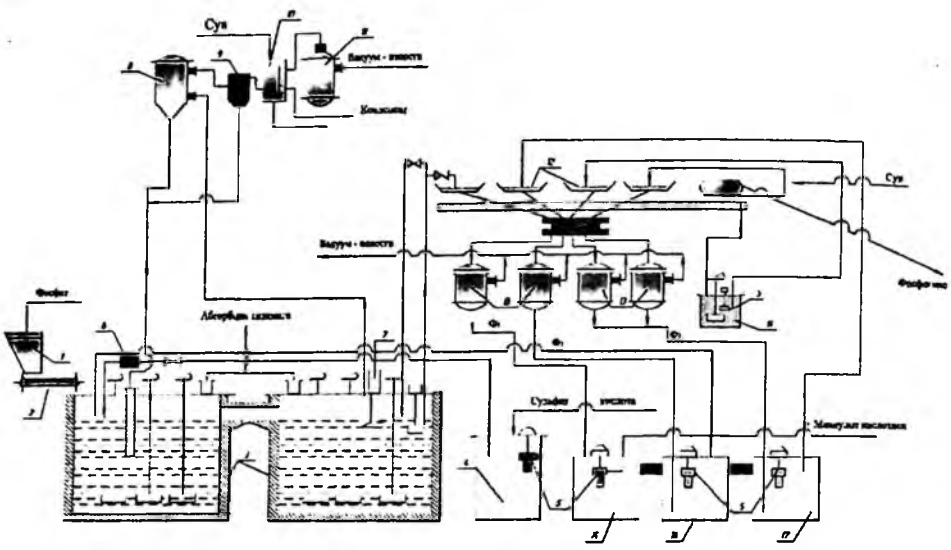
Шундай қувват билан ЭФК ишлаб чиқаришда темир-бетонли кобик билан копланган тўрт бўрчакли ўн секцияли экстрактор (ишчи ҳажми 740 м^3) ёки икки банкали (биридан иккинчисига суюқлик ўз-ўзича окиб тушувчи ва бир-бирига боғланган икки цилиндрик реактор), фаол фильтрлаш сирт юзаси 80 м^2 (умумий сирт юзаси -100 м^2) бўлган кайикли карусел вакуум-фильтр ва қўшимча жиҳозлар мажмуасидан иборат технологик тизимдан фойдаланилади. Экстракторларининг ҳажми 1500 м^3 дан катта ва фильтр сирт юзаси 135 м^2 бўлган кучли системалар хам ишлатилади. Экстракция тизимини бундан хам катталаштириш ғоялари мавжуддир.

1.10-расмда апатит концентратидан фосфат кислота (28...32% P_2O_5) ишлаб чиқаришнинг принципиал схемаси тасвирланган (шунга ўхшаш схема бўйича Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритларидан 20...22% P_2O_5 концентрацияли кислота олинади). Фосфатнинг парчаланиши ~900 м^3 ҳажмли экстракторда (тўлдирилиш коэффициенти 0,8) амалга оширилади. Экстрактор ЗИ-35 маркадаги хромникелмолибденли пўлат (ёки кислотабардош материаллар билан химояланган Ст.3) дан тайёрланган иккита (диаметри 13 м, баландлиги 5,3 м бўлган) цилиндрик реактордан таркиб топган. Хар бир реакторга битта марказий пропеллерли (курилманинг кураклари бурабйўналтирувчи,қуввати ўзгартириладиган гидравлик турбинали) ва саккизта турбинали аралаштиргичлар ўрнатилган бўлади. Биринчи реакторга бункер 1 дан оғирлик ўлчов меъёрлаштиргич 2 орқали узлуксиз суратда фосфат минерали киритилади. Худди шу ерга мунтазам равишда барометрик йиғгич 16 дан ботирма насослар ёрдамида айланма фосфат кислотаси, вакуум-буғлаткичли қурилмадан келадиган циркуляцияли суспензия [циркуляцияънинг кайтарилиши (8-12):1 нисбатда бўлади ва сульфат кислота юборилади (сульфат кислотанинг бир кисми ёки тўла иккинчи реакторга хам берилишимумкин). Экстрактордаги суспензиянинг суюқ ва каттиқ фазалари нисбати, яъни $С:К$ = (1,7-3,5):1 да ушлаб турилади.

Суспензия биринчи реактордан иккинчисига окиб тушади, у ердан унинг асосий кисми кучли ботирма насослар 7 (қуввати 600 м /с бўлган иккита насос) ёрдамида вакуум-буғлаткич 8 га берилади. Вакуум-буғлаткич резервуардан иборат бўлиб, у ерда вакуум-насос ёрдамида паст босим ушлаб турилади. Шу туфайли унга тушадиган суюқлик киздирилгандаги каби кайнайди, натижада ундан маълум миқдордаги сув буғланади. Бу эса, температуранинг 3...5°С га камайишига олиб келади (температуранинг кескин камайиши мумкин эмас). Вакуум-буғлаткичдан чиқадиган газлар томчи ушлагич 9 орқали устки конденсатор 10 га ўтказилади, у

ерда сув буғи конденсацияланади ва фтор бирикмаларининг маълум бир қисми ушлаб қолинади. Газларни фтордан тозалашнинг охирги босқичи барботаж нейтраллагич 11 да амалга оширилади.

Махсулот сифатидаги суспензия карусел фильтрга келиб тушади. Уерда уч фильтратли схема бўйича гипс ажратилади ва ювилади. Актив сирт юзаси 80 м^2 бўлган фильтр катталиги: узунаси -3,27 м, ички эни -0,97 м, ташки -1,92 м, чуқурлиги -0,2 м бўлган т қайиқдан иборат. Фильтрловчи материал сифатида фосфат кислоднишчеа чидамли бўлган - лавсан ва бошқа синтетик тўқималар ишлатилади.



1.10- расм. Дигидрат усулда экстракция фосфат кислота ишлаб чиқариш схемаси:
1 - фосфатли хом-ашё бункери; 2 - оғирлик ўлчовчи меъёрлагич; 3 - экстрактор; 4 -H_2SO_4 йиғгич; 5 - насос; 6 – H_2SO_4 меъёрлагич; 7 - циркуляцион насос; 8 - бўлгатқич; 9 - томчи ушлагич; 10 - конденсатор; 11 - барботажли нейтраллагич; 12 - вакуум-фильтр тарнови; 13 – сепаратор; 14 - суспензия йиғгич; 15,16,17 - биринчи фильтрат, айланма фосфат кислота ва ювинди фильтрат учун барометрик йиғгичлар.

Газ-суюкликли аралашма сепаратор 13 ларда ажратилади, уларда вакуум-насослар ёрдами билан 65...85 кПа ли вакуум ушлаб турилади. Биринчи фильтрат $Ф_1$ тайёр махсулот йиғгичи 15 га юборилади, унинг бир қисми айланма кислотанинг барометрик йиғгичи 16 гақуйилиш орқали ўтади. У ерга, шунингдек чўкмани учинчи фильтрати $Ф_3$ билан ювишдан хосил бўлган иккинчи фильтрат $Ф_2$ хам тушади. Фильтрат $Ф_3$- суспензия чўкмасининг фильтрли тўқимани регенерациялаш (йиғгич 14) дан олинган эритма ва қайноқ (60...70°С) тоза сув билан ювилиши натижасида хосил бўлади (йиғгич 17). Ювилган гипс қайиқдан чиқиндихонага, агарда суспензия шаклида чиқарилса йиғгичга ёки «қуруқ» холда чиқарилса транспортёр лентасига узатилади. Фильтратлардаги P_2O_5 миқдори - бошланғич хом-ашё сифатида апатит концентрати ишлатилганда: $Ф_1$ да – 28...32%; $Ф_2$ да - 22...25%; $Ф_3$ да эса - 5...10%; фосфорит флотоконцентрати ишлатилганда эса: $Ф_1$да 21...22%; $Ф_2$ да – 14...15%; $Ф_3$ да эса – 5...7% бўлади.

Экстракция учун 93% ли сульфат кислота ишлатиш афзалдир. Бунда технологик жараёндаги сув баланси яхшиланади - гипснинг ювилишини кўп миқдордаги сув билан амалга ошириш имконияти яратилади. Натижада чиқиндихонага чиқарилувчи фосфогипс билан йўқотиладиган фосфор кислота ва зарарсизлантириш лозим бўлган оқава сувлар миқдори камаяди.

Кислота концентрациясининг оширилиши олинадиган фосфор кислотадаги P_2O_5миқдорини ўзгартирмайди, унинг концентрацияси юқорида таъкидланганидек, гипс кристалланишининг оптимал шароити орқали олдиндан белгиланади. Янада каттарок концентрацияли сульфат кислота ишлатилганда иссиқлик ажралиши (суюлтириш иссиқлигини ортиши хисобига) кескин ортади, аммо уни эса системадан ажратиб олиш талаб этилади.

Дигидратли усулда фосфат кислота олишда фосфат хом ашёси таркибидаги барча фторнинг (асосан SiF_4 тарзида) 3...5% игина газли фаза билан ажралади (~80% маҳсулот кислотасига 15...17% и эса фосфогипсга ўтади). Совитиш усули ва вентиляторнинг узатишга боғлик ҳолда экстрактордан ажратиб олинадиган газ таркибидаги фторидлар концентрацияси, фтор ҳисобида 0,2...2,5 г/м ни ташкил этади. Экстракция цехида ўрнатилган абсорбция системалари, асосан, чикинди газларини тозалаш учун мўлжалланган, бунда ҳосил бўладиган H_2SiF_6 нинг кучсиз эритмалари нейтраллаш станцияларига юборилади ёки фосфогипсни ювиш учун ишлатилади.

Табиий фосфатлардан экстракция фосфор кислота ишлаб чикариш кўрсаткичлари аналитик маълумотлар бўйича аникланади: P_2O_5нинг ***технологик унуми*** ($K_{технол}$%), яъни P_2O_5 нинг хом ашёдан фосфат кислоднишчеа ўтиш даражаси апатитни қайта ишлашда - 95... 96% ни ва турли фосфоритлар учун - 71...94% ни ташкил қилади. У P_2O_5нинг эритмага ***ўтиш коэффициенти*** ($K_{ўтиш}$) дан 2...3% га кичикдир. Буни фосфогипсни фосфат кислотадан ювилишининг тўла бўлмаслиги билан изохланади: ***ювилиш коэффициенти***($K_{ювилиш}$, %) одатда 97...99% ни ташкил этади. Вахоланки:

$$K_{ўтиш} = K_{унум} K_{ювилиш} / 100 \qquad (1.10)$$

Экстракциялашнинг дигидратли усулида кислота днишче P_2O_5 нинг ***маҳсулотли унуми*** 93...95% ни ташкил этади, шунга мос равишда 1 т P_2O_5. ли маҳсулотга 2,73...2,65 т апатит (1075...1045 кг P_2O_5) ва 2,48...2,45 т сульфат кислота (CaO ни боғлаш учун стехиометрик меъёрдаги) яъни 1 т апатитга 0,915 т 100% ли сульфат кислота сарфланади. Фосфоритларни қайта ишлашдаги сарф коэффициентлари апатитларни қайта ишлашдагига нисбатан: фосфат бўйича 1,5...2,3 марта; фосфат таркибидаги P_2O_5 бўйича 1,02...1,27 маротаба; сульфат кислота бўйича 1,2...1,7 маротаба каттарокдир. Хом-ашё харажатлари экстракцион фосфат кислота ишлаб чикариш умумий харажатларининг 70...80% ни ташкил этади.

Апатитдан дигидратли усулда олинадиган экстракцион фосфат кислота таркибида:25...32% P_2O_5 1,8...2,8% SO_3; 0,1...0,4% CaO; 0,3...0,4% Al_2O_3; 0,3...0,5% Fe_2O_3; 1,7...2% F бўлади.

Экстракцион фосфат кислота таркибидаги фтор асосан H_2SiF_6 шаклида бўлади. Кислотани фтордан тозалаш. H_2SiF_6 ни натрий, калий, барий тузлари билан чўктириш орқали ўтказилиши мумкин. Одатда 1 л фосфат кислотасига 30...40 г $NaCl$ қўшилади.

$$H_2SiF_6 + NaCl = Na_2SiF_6 + 2HCl$$

реакция бўйича ҳосил бўладиган кам эрувчан натрий кремнефторид чўкмага тушади ва дастлаб тиндирилиб, сўнгра центрифугалаш ва фильтрлаш йўли билан ажратиб олинади. Шундай қилиб 75...85% гача фторни ажратилади ва фосфат кислотадаги унинг миқдори 0,2...0,3% гача камаяди. Натрий хлорид билан фторсизлантирилган фосфат кислота, айникса, температура оширилганда жиҳозларнинг кучли коррозияланишига сабаб бўлади. Шунинг учун кислотани буғлатиш йўли билан концентрлашга зарурат туғилганда, фторсизлантириш сода ёки натрий фосфат ёрдамида амалга оширилади.

Марказий Қизилқум фосфатлари асосида олинган ЭФК таркибидаги фторнинг бир қисми F бирикмалари ҳолида бўлади. Фосфогипс таркибида озгина миқдорда ювилмаган фосфат кислота бўлади ва шунинг учун уни ишлаб чикаришга яқин худудлардагина минерал ўғит сифатида фойдаланилиши мумкин, чунки озуқа элементи жуда кам бўлганлиги учун бир жойдан иккинчисига ташиш иктисодий самарасиздир. Фосфогипс шўрхок тупрокларни гипслаштиришда ёки шувок алебастрлари ва бошка қуйма қурилиш буюмлари ишлаб чикаришда ишлатилиши мумкин. Унинг цементли шихта таркибида термик парчаланиши натижасида цементли клинкер ва сульфитли газларга айлантирилиши мумкин. Сульфит ангидриддан сульфат кислота олинади ва шу усул билан фосфатни парчалашга сарфланадиган сульфат кислотани регенерацияланиши мумкин. Фосфогипс аммоний сульфат олишда сульфат анioни манбаи (сульфат кислота ўрнига) вазифасини бажариши мумкин. Ишлатиладиган жойга фосфогипсни ташишни яхшилаш учун (ва қишки вақтда ташиш пайтида музлаб қолмаслиги учун) жўнатишдан олдин уни 3% дан кам бўлган намликкача қуритилиши ва қуритишда ҳосил бўладиган донадор материални кукунсимон ҳолаттача майдаланиши лозим. Ҳозирча Ўзбекистонда ва бошка чет мамлакатларда фосфгипсдан йирик масштабда фойдаланиш йўлга қўйилмаган у ишлаб чикаришнинг тўпланаётган чикиндиси ҳисобланади. Чунки, фосфогипсга қараганда табиатда кенг тарқалган кальций сульфатни қайта

ишлаш анча соддадир. Вақти келиб, бу саноат чиқиндиси ҳам - керакли ишлаб чиқариш корхоналари учун энг зарур ва қимматли хом-ашё манбаига айланиши мумкин.

Қоратоғ (Қизилқум) фосфоритларидан экстракцион фосфат кислота олишдаги ишлаб чиқариш кўрсаткичлари апатит концентратини қайта ишлашдагига нисбатан ёмондир: олинадиган кислота концентрацияси паст (21…22% P_2O_5), унинг таркибида кўп миқдордаги қўшимчалар бўлганлиги учун қисман нейтралланган бўлади. нисбатан кўп миқдордаги чиқинди - фосфогипс ҳосил бўлади. CO_2ажралишидан реакцион массанинг кўпикланиши ҳисобига экстрактор ҳажмидан тўла фойдаланилмайди, бу эса системанинг унумдорлигини пасайтиради. Қизилқум фосфорити таркибида *Cl* ионларини нормадан 4…5 баробар ортиқлиги коррозияни кучайтиради. Кўпик ҳосил бўлишини камайтиришга хом ашёдаги карбонатларни олдиндан парчалаш - маъданни куйдириш ёки фосфорит унини экстракторга узатишдан олдин озгина миқдордаги кислота билан намлаш орқали эришилади.Фосфорит флотоконцентратлардан дигидратли усулда олинадиган экстракцион фосфат кислота таркибида: 20…22% -P_2O_5; 2,2…3,5% -SO_3; 0,2…0,4% -*CaO*; 1,8…2,0% -*MgO*; 0,4…1,2%-Al_2O_3; 0,4…0,8% -Fe_2O_3; 1,4….2,1%-*F* бўлади.

ҚЎШАЛОҚ СУПЕРФОСФАТ

1.14. Суперфосфат хоссалари ва қўлланилиши

Табиий фосфатларни фосфат кислотаси билан парчалаш натижасида оддий суперфосфатдан асосан фосфатли бирикмалар (монокальцийфосфат ва маълум миқдордаги эркин фосфат кислотаси) бўлишлиги билан фарқланадиган қўшалоқ суперфосфат олинади. Қўшалоқ суперфосфатдаги кальций сульфат қўшимчаси - фосфатнинг, таркибида сульфат - ион бўлган экстракцион фосфат кислота билан парчаланиши ёки маъдан таркибида сульфатларни бўлиши ҳисобидан иштирок этиши мумкин. Чунки қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш учун экстракцион фосфат кислотаси ишлатилади, лекин табиий фосфатнинг бир қисми фосфат кислота олиш учун сульфат кислота билан, қолган қисми эса - тайёр маҳсулот олиш учун фосфат кислота билан парчаланади.

Қўшалоқ суперфосфат (уни чет элларда, баъзан, учлик суперфосфат номи билан юритилади) таркибидаги P_2O_5 нинг миқдори оддий суперфосфатдагига нисбатан 2…3 марта кўп ва унинг таркибида: $P_2O_{5\,эд.}$ = 42…50% (хом-ашё сифатига боғлиқ ҳолда); $P_2O_{5умум}$ = 45…56%; P_2O_{5}с.э. = 38…42% ва $P_2O_{5\,эркин}$ = 1,5…5% бўлади.

Қўшалоқ суперфосфат концентрланган фосфат кислота (52…54% P_2O_5) ишлатилган ҳолда ***камерали*** (оддий суперфосфатга ўхшаш) усулда ва 28…36% P_2O_5 ли кислота қўллаган ҳолда ***оқимли (камерасиз)*** усулларда олинади. Камерали суперфосфат омборга ташланган ҳолда етилтирилади. Оқимли усулда эса бирданига донадорланган (омборли етилтиришсиз) маҳсулот олинади. ***Камера-оқимли*** усул ҳам мавжуд бўлиб, унда осон парчаланадиган фосфорит унидан олинган камерали суперфосфат етилтириш босқичисиз тўғридан-тўғри донадорлаш ва қуритишга узатилади.

1.15. Ишлаб чиқаришнинг физик-кимёвий асослари

Табиий фосфатлар таркибидаги минералларнинг фосфат кислотаси билан парчаланиши қуйидаги асосий реакциялар бўйича содир бўлади:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 7H_3PO_4 + 5H_2O = 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF \qquad (1.11)$$

$$CaMg(CO_3)_2 + 4H_3PO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + Mg(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CO_2$$

$$R_2O_3 + 2H_3PO_4 + H_2O = 2\left[RPO_4 \cdot 2H_2O\right]$$

Маълум хом-ашё учун фосфат кислотанинг стехиометрик меъёри - кўрсатилган реакцияларни ва бошланғич экстракцион фосфор кислота эритмасидаги нейтралловчи (*CaO, MgO, R_2O_3*) ва кислотали (H_2SO_4) қўшимчаларнинг бўлишини эътиборга олган ҳолда ҳисобланади.

Фосфорит ва ЭФК таркибидаги қўшимчаларни ҳисобга олганда фосфат кислотани стехиометрик меъёри (1.11) реакция асосида қуйидаги тенглама асосида ҳисобланади.

$$nH_3PO_4 = \frac{2{,}33P_2O_5ф/c}{P_2O_5} = 100 \qquad (1.12)$$

бу ерда 2,33 кислотадаги P_2O_5ни фосфатдаги ҳар бир бирлик P_2O_5га тўғри келадиган стехиометрик миқдори; P_2O_5ФК P_2O_5 эритма-P_2O_5 ни мос ҳолда фосфат хом-ашёсидан ва фосфор кислотадаги оғирлик улуши.

Хом ашёлар таркибидаги қўшимчаларни ҳисобга олганда стехиометрик миқдор қуйидагича топилади:

$$n = \left(\frac{29}{56{,}1} + \frac{2в}{40{,}3} + \frac{2c}{159{,}7} + \frac{2d}{102} - \frac{2e}{142}\right) \cdot 100 / [H^+] \qquad (1.13)$$

бу ерда: $[H^+] - H_3PO_4$ даги водород ионларини оғирлик улуши. 1; а, в, с, d, е – CaO, MgO, Fe_2O_3, Al_2O_3, P_2O_5 ларни мос ҳолда фосфорит таркибидаги оғирлик улушлари; 56,1; 40,3; 159,7; 102; 142 – мос ҳолда 1 моль CaO, MgO, Fe_2O_3, Al_2O_3 ва P_2O_5 ларнинг оғирлиги.

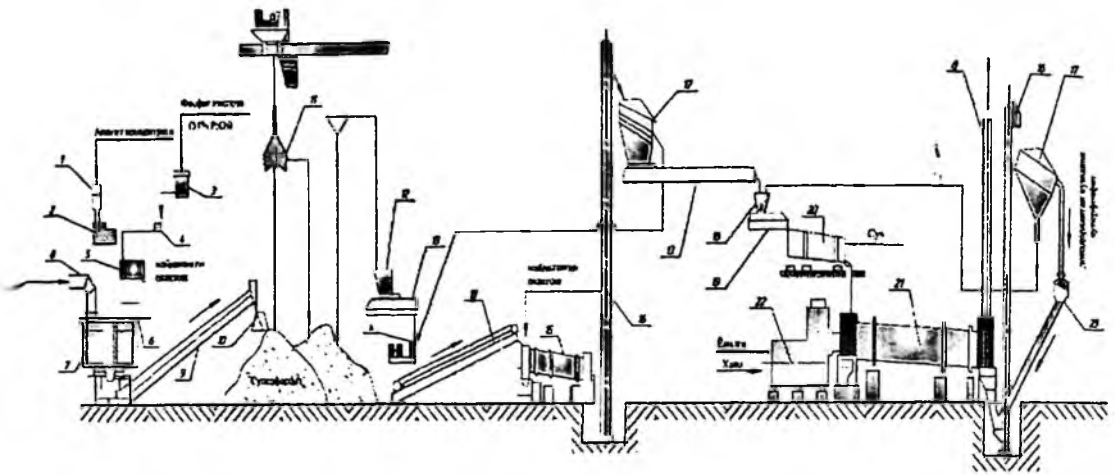
Қўшалоқ суперфосфат олишни икки асосий босқичга ажратиш мумкин. Биринчи босқичда фосфат ва фосфат кислотанинг узлуксиз аралаштирилишидан ҳаракатчан суспензияда таъсирлашув жараёни содир бўлади, ундаги суюқ фаза таркибида фосфат кислота, монокальцийфосфат ва бошқа эрувчан реакция маҳсулотлари бўлади. Уларнинг суюқ фазадаги концентрацияси жараённинг температурасига, фосфат кислотанинг концентрацияси ва сарфланиш меъёрига боғлиқдир. Бошланғич пайтда тез, аммо фосфат кислотанинг нейтралланиши ҳисобига мунтазам секинлашадиган парчаланишнинг бу босқичи суюк фазанинг кальций фосфатлари билан тўйиниши натижасида тўхтайди. Ишлаб чиқариш шароитида унинг давомийлиги бир неча секунддан (камера-оқимли усулда) 3...10 минутгача (камерали жараёнда) ва ҳаттоки 1...1,5 соатгача (оқимли усулда) чўзилиши мумкин.

Камерасиз усулларда фосфоритлар 50...100°С температурадаги 28...40% P_2O_5 тутган фосфат кислота билан қайта ишланади, бу кўп даражада жараённинг биринчи босқичи учун оптимал шароитга мувофиқ келади. Аммо, фосфат кислотанинг бундай кичик бошланғич концентрацияси парчаланишнинг иккинчи босқичи учун ноқулай бўлиб, у $Ca(H_2PO_4)_2{\cdot}H_2O + CaHPO_4$ билан ёки $CaHPO_4$ билан мувозанатдаги эритмаларда амалда содир бўлмайди. Жараён реакцион массанинг қуритилишида якунланади. Ундан сувнинг йўқотилиши системанинг монокальцийфосфат билан мувозанатдаги доирасига ўтиш ва фосфоритнинг кейинги парчаланишини таъминлаш имконини беради. Қуритиш жараёнида реакцион массадаги монокальцийфосфат кристалланади ва суюк фазанинг нейтралланиш даражаси камаяди, унинг активлиги эса ортади. Шунинг учун биринчи босқичда парчаланиш даражаси кичик бўлсада, жараён охирида хом ашёнинг юкори парчаланиш даражасига эришилади.

1.16. Қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш технологик схемалари

1.11-расмда ***камерали усул*** билан қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш схемаси тасвирланган. Бу усул жараёнлар кетма-кетлиги бўйича ҳам, ишлатиладиган жиҳозлар бўйича ҳам оддий суперфосфатнинг ишлаб чиқаришдаги камерали усулга ўхшайди. Апатит концентрати ва концентрланган фосфат кислота аралаштиргичга узлуксиз бериб турилади, ҳосил бўладиган суспензияга озгина миқдорда (апатит массасининг 3% гача) майдаланган охактош кукуни қўшилади. Шу ҳисобига камерада шаклланадиган суперфосфат массаси (Охактошнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўладиган карбонат ангидрид ҳисобига) говаклашиб қолади ва камерадан осонлик билан фрезер ёрдамида туширилади. Массанинг туриш вақти аралаштиргичда 3...6 минутни, камерада 1...1,5 соатни, температураси эса аралаштиргичда 70...80°С ни, камерада 90...100°С ни ташкил қилади. Ҳозирда қўлланилаётган (7,1 м диаметрли) камераларга реагентларнинг бир соатдаги сарфи: апатит 12...13 тоннани, фосфат кислота (52...54 % P_2O_5) 22-24 тоннани, Охактош 0,4 т ни ташкил этади. Камерадаги массани шакллантириш баландлиги 1,2...2 м га тенг. Фосфор кислоднишчеа концентрланган сульфат кислота ҳам қўшилиши мумкин; бу эса (маҳсулот бирлигига нисбатан) фосфат кислота солиштирма сарфини камайтириш имконини беради, ундаги P_2O_5 ни қисман (51...52% гача) камайтиради. Камерада апатит концентратининг

парчаланиш даражаси 70% дан ошмайди. Камерали қўшалоқ суперфосфатни омборли етилтиришда ҳам худди оддий суперфосфатдаги каби ишлар амалга оширилади, бунда парчаланиш даражаси 77...80% гача кўтарилади. Сўнгра унинг эркин кислоталилигини камайтириш учун Оҳактош кукуни ва бошқа қўшимчалар билан нейтралланади ва донадорланади. Камерали усулда (100 кг апатитга 110 кгP_2O_5 хисобидан фосфат кислота меъёри бўйича) олинган қўшалоқ суперфосфат таркибида 43...44% ўзлашадиган P_2O_5бўлади. 1 т ўзлашадиган P_2O_5) ҳисобидаги донадорланган қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш учун 320...330 кг (P_2O_5 хисобида) апатит ва 810...820 кг (P_2O_5 хисобида) фосфат кислота сарфланади.



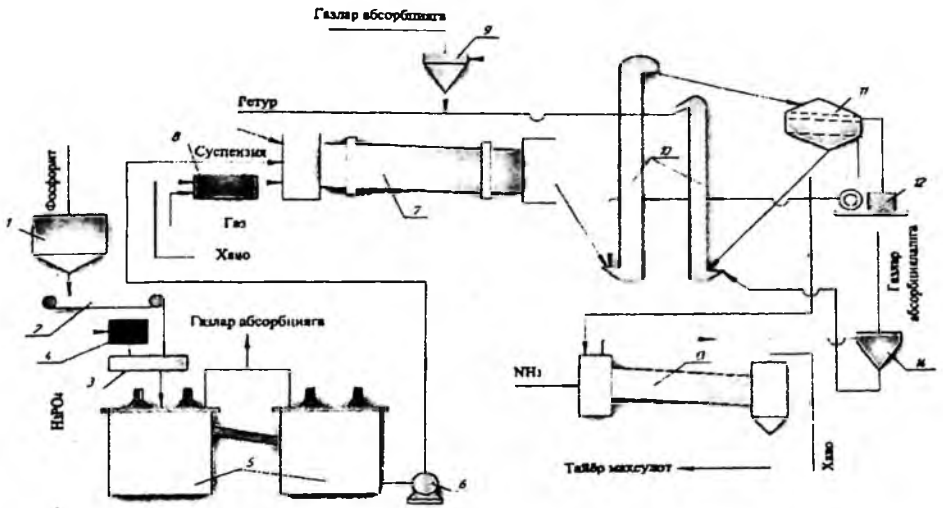
1.11-расм. Апатит концентратидан камерали усулда қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш схемаси:
1 - бункер. 2 — меъёрлагич; 3 - бак; 4 - сарфлагич; ; 5.6 - аралаштиргич; 7 - суперфосфат камераси; 8- абсорберларга газларни ўтказиш трубаси; 9 - суперфосфатни узатувчи конвейер; 10- суперфосфатни сочувчи мослама; 11- грейферли кран; 12 - қўшалоқ суперфосфат учун бункер; 13 - ленталн конвейер; 14 - дезинтегратор,15 - нейтраллаш барабани. 16 - элеватор; 17 - элак; 18 - нейтралланган суперфосфат бункери.19 - лентали таъминлагич; 20 - гранулятор; 21 — барабанли қуриткич; 22 — ўтхона; 23 - тегирмон.

Камерали усулда буғлатилган экстракцион фосфат кислота қўлланилиши талаб этилади. Унинг камчилиги, худди оддий суперфосфат ишлаб чиқаришдаги каби, маҳсулотнинг узоқ вақт омборда етилтирилишидир; бу эса - йирик омборли иншоотларга, меҳнат сарфларига, маҳсулотни бир неча бор даврий аралаштиришдаги энергияга ва атмосфера ҳавосининг фторли газлар билан ифлосланишига кетадиган харажатларнинг ортиши билан боғлиқ. Буғлатилган экстракцион фосфат кислотанинг ишлатилишига асосланган камерали ва камера-оқимли усулларда қўшалоқ суперфосфат олишдаги фторли бирикмаларнинг ажралиши унчалик кўп эмас. Масалан, апатит (-3% фтор тутган) ва буғлатилган фосфат кислота (52...54% P_2O_5ва 0,6...0,8% F) дан қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришда фторнинг 22...32% (аралаштиргич, камера ва омборда 12...15%, доначаларни қуритиш, ажратиш, майдалаш ва совитишда эса 10...15%) газли фазага ажралади, қолган 70...80%. эса тайёр маҳсулотда қолади.

Аралаштиргич ва камерадан чиқариладиган газлардаги фторнинг концентрацияси (асосан SiF_4 тарзида) ҳаммаси бўлиб 0,15...0,2 г/м^3 ни ташкил этади. Доначаларни қуритишда ажраладиган газлар ($2HF+ SiF_4$ аралашмаси) таркибида кўп миқдорда чанг бўлади. Шунинг учун SiF_4 нинг абсорбциясидан олинадиган H_2SiF_6 нинг кучсиз эритмаси маҳсулот сифатида бўлмайди. Жараённи ўтказиш ва донадорлаш бўлинмаларидаги абсорбция тармоқларининг қурилмалари оддий суперфосфат ишлаб чиқаришдаги тармоқлар билан бир хилда бўлади.

Ҳозирги пайтда қўшалоқ суперфосфатнинг ***оқимли*** схема бўйича борадиган усуллари кўпрок қўлланилмокда. 1.12-расмда апатит концентратидан олинган экстракция фосфат кислота ва осон парчаланадиган Кингисепп фосфорити асосида қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришнинг оқимли схемаларидан бири тасвирланган. Фосфорит бункер 1 дан лентали ўлчов меъёрлаштиргичи 2 орқали аралаштиргич 3 га берилади. Худди шу ерга меъёрлаштиргич 4 орқали фосфат кислота (28...36%

P_2O_5) келиб тушади. Юқори концентрацияли кислотанинг қовушқоқлиги катта бўлганлиги учун ҳосил бўладиган суспензиянинг оқувчанлиги ёмонлашади.



1.12-расм. Фосфорит унп ва буғлатилмаган экстракция фосфат кислотасидан қўшалоқ суперфосфат олиш схемаси:

1 - фосфорит учун бункер; 2 - меъёрлагич; 3 - аралаштиргич; 4 - барабанли фосфат кислотани меъёрлагич; 5 - реактор; 6 - насос; 7 – барабанли гранулятор-куритгич БГҚ; 8 - ўтхона; 9,14 - циклон; 10 - элеватор; 11 - элак; 12 - тегирмон; 13 - аммонийлаштиргич.

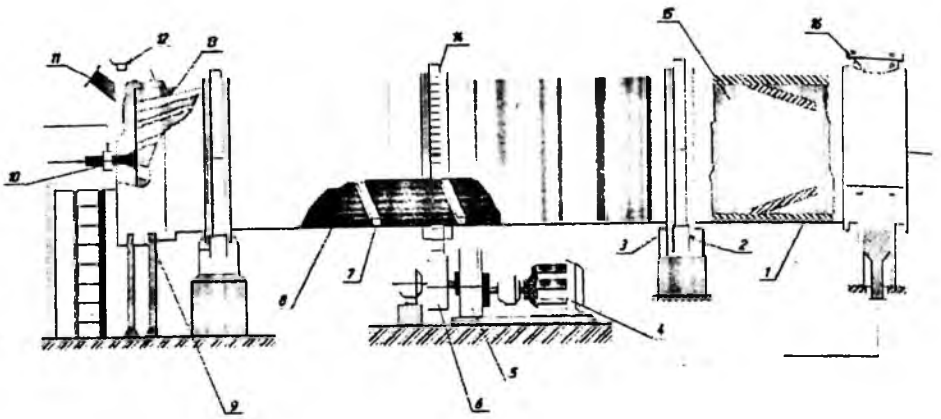
Шунинг учун буғлатилган экстракцион фосфат кислота (52...54% P_2O_5) ишлатилганда, бу кислотани ишлатишдан олдин 34...36% P_2O_5гача - жиҳозлардан чиқувчи газларни, ундаги қўшалоқ суперфосфат чангларини тутиб қолиш учун ювишдан олинадиган абсорбцион эритмалар билан суюлтирилади. Суспензия аралаштиргичдан узлуксиз равишда реакторлар 5 га тушади, уларнинг ҳажми ундаги реакцион массани 60...90 минут аралаштирилишини таъминлайди. 70...100°С да шунча вақт ичида -50% фосфорит парчаланади, суюқ фаза дикальцийфосфат билан тўйинади ва кейинги унинг аралаштирилиши ҳеч қандай аҳамият касб этмайди, чунки реакция кескин тўхтайди. Бунинг сабабини фосфорит заррачалари сиртининг жуда майда дикальцийфосфат кристаллари билан қуйқаланишидан деб ҳисоблашади. Температуранинг ортиши билан дикальцийфосфатнинг эрувчанлиги камаяди, шунинг учун катта интенсивликдаги унинг кристалланиши фосфорит заррачалари сиртининг шундай қисмида содир бўладики, у ерда суспензия массасидагига нисбатан парчаланишнинг экзотермиклиги ҳисобига температура юқори бўлади. Фосфорит сиртидаги қуйқали қатламда, шунингдек экстракцион фосфат кислотадаги F - ионларидан ҳосил бўладиган кальций фторидининг майда кристаллари ҳам бўлиши мумкин.

Суспензияни донадорланган маҳсулотга айлантириш орқали жараён якунланади: суспензия насос 6 билан БГҚ - барабанли грануллаш-қуритқичи 7 га узатилади, у ерга эса шунингдек еқилғи ёндиргич 8 дан ўтхона газларига киради.

БГҚ қурилмаси ички ва ташқи ретур (гранулалар ўлчами белгиланган талабларга жавоб бермайдиган заррачалар) билан ишлайди (1.13 - расм). У горизонтал юзага нисбатан 1...3° қияликда ўрнатилган 35 м гача узунликдаги, 1 м дан 4,5 м гача диаметрдаги айланувчи барабандан иборат бўлиб, темир-бетон днищча устидаги таянч роликлари 2 га таянтирилган.

Қисқич роликлари 3 эса барабаннинг сурилишини олдини олади. Барабаннинг айлантириши электр юритқич 4 да ҳосил қилинган айланма ҳаракатнинг редуктор 5, тишли ғилдираклар 6 орқали тишли чамбарак 14 га узатилиши орқали амалга оширилади. Барабаннинг кириш қисмида парракли қабул қилувчи мослама 13, бутун узунлиги бўйича эса кўтариб ташловчи мосламалар 8 ва чиқиш қисмида ички ретурни днищчеси тешик конус 15 дан суспензияни сачратиш зонасига узатиш учун

қайтаргич шнек 7 ўрнатилган. Ташқи ретур эса труба 11 дан узатилади. Юклаш камераси 9 нинг олдинги тирқишига қурилмага бериладиган суспензияни сиқилган ҳаво (0,7...0,8 МПа) билан пуркаш учун пневматик пуркагич 10 ўрнатилган бўлади. Бунда суспензия намлиги ~35% бўлиши лозим.



1.13 - расм. Барабанли гранулятор-қуритгич (БГҚ):
1 - айланувчи барабан қобиғи; 2 - таянч ролик; 3 - қисувчи ролик; 4 – электр юритгич; 5 - редуктор; 6 - тишли гилдирак; 7 - қайтарувчи шнек; 8 - кўтарувчи мослама; 9 - юклаш камераси; 10 - пуркагич; 11 - ташқи ретурни трубаи; 12 - иссиқлик гази учун труба; 13 - гарпакли мослама; 14 - тишли гилдирак; 15 - остки ёпиқ конус; 16 - чиқариш камераси.

Иссиқлик юклаш камерасига труба 12 орқали киради. Кўтариб ташловчи мослама қуритилаётган доначаларнинг эркин тушишидан доналар оқими ҳосил қилади. Бу пардадаги доначаларга чанглатилган суспензиянинг майда томчилари ёпишади ва унинг қуриши натижасида доначалар йириклашади. БДК дан чиқувчи газнинг температураси 120...125°С бўлади. У чангдан дастлаб циклонда, сўнгра эса абсорбцион қурилмада ювиш орқали тозаланади.

БГҚ қурилмалари бир-биридан тузилиш қисмлари билан фарқланади ва мунтазам такомиллаштириб борилмоқда. Уларнинг айримларида грануллашлаш ва қуритишдан ташқари, совитиш ва гранулаларга ажратиш ҳам амалга оширилади.

БГҚ дан 2...3% намлик билан чиқадиган қуруқ гранулалар температураси 100...105°С бўлади. Схемада кўрсатилишича, улар элеватор 10 билан элак 11 га узатилади, у ерда маҳсулотга тегишли фракциялар (1...4 мм) ажратилади (1.12- расм). Йирик фракциялар тегирмон 12 да майдаланғандан сўнг яна элакка қайтарилади, майдаси эса тутиб қолинган чанг билан биргаликда БГҚ қурилмасига ташқи ретур сифатида қайтарилади. Ретур сони (ретур массасининг маҳсулот массасига нисбати) 1...2 оралиғида бўлиши керак.

БГҚ қурилмасида суспензиядан сувнинг буғланишига қараб, ундаги суюқ фазада эркин H_3PO_4 концентрацияси ортади, эриган монокальцийфосфат концентрацияси камаяди. Шунинг учун H^+ионларининг фаоллиги ошади. Бу эса, дикальцийфосфат қуйқали қатламининг қисман эришини таъминлайди ва фосфорит заррачаларининг парчаланиши давом этади. Қуритилган қўшалоқ суперфосфатда унинг парчаланиш коэффициенти 80...85% га этади. Қуритилган донадор қўшалоқ суперфосфатнинг кислоталилигини камайтириш учун доначалар айланувчи барабанда бўр билан чанглатиб ёки аммонийлаштирилиб нейтралланади. Барабанли аммонийлагич 13 да аммиак коллектор орқали доначалар қатлами остига берилади. Аммонийлаштиришда ажраладиган иссиқликни йўқотиш учун барабанга қарама-қарши томондан ҳаво оқими киритилади. Аммонийлаштиргичдан чиқадиган маҳсулотнинг температураси 40...45°С бўлади. Ҳаво оқими билан чиқадиган чанг циклон 14 да, сўнгра эса абсорбция қурилмаларида - фтор бирикмалари ва аммиак ювишда ушлаб қолинади. 9 ва 14 циклонларда ушлаб қолинган чанг ретурга қўшилади. Аммонийлаштиришдан сўнг маҳсулотдаги эркин фосфат кислота 4...5% P_2O_5(ўзлашадиган P_2O_5 43...47%) гача камаяди.

Қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришнинг оқимли усулларида суспензияни қуритиш жараёнида фосфорит ва экстракцион фосфор кислотадаги фторнинг 50...55% и газли фазага (*HF* ва SiF_4аралашмаси тарзида) ажралади. Чиқадиган газ миқдорининг кўплиги ва уларда чанг миқдорининг юқори даражада бўлишлиги фторидлар абсорбциясини етарли даражада қийинлаштиради ва олинадиган кремнефторид кислотанинг сифатини ёмонлаштиради. Чиқинди газларини тозалаш системаларига циклонлар (чангларни тутибколиш учун) ва абсорберлар киради. Абсорбциялашнинг уч босқичли схемасида одатда механик абсорберлар ва Вентури абсорберлари ишлатилади. Чангли газларни тозалашда, шунингдек SiF_4 нинг гидролизланиши натижасида кремнегел чўкмаси ажраладиган ҳолларда қайта тикланадиган шар тўлдиргичли абсорберлар (1.14-расм) ёки кўпик катлам стабилизатори бўлган кўпикли абсорберлар (1.15-расм) ишлатилади. Қурилмада стабилизатор сифатида вертикал пластинкадан иборат юз тешикли панжара қўлланилади, шунинг ҳисобига қурилмада газ тезлигини ошириш мумкин бўлади. Чиқинди газларини тўлароқ тозалаш мақсадида адсорбцияънинг охирги босқичида оҳактош сути берилади, бу эса чиқинди газидаги фтор концентрациясини 2-3 марта камайтиради.

Қўшалоқ суперфосфатнинг юқори температура (130...140°С) даги қисқа муддат (30-40 минут) ли қуритилишини амалга ошириш орқали унинг анча чуқур дегидратланишига эришиш мумкин, бунинг натижасида монокальцийфосфат кам эрийдиган полифосфатларга айланади. Юқори даражадаги озуқа элементлари (60...65% P_2O_5ум. 52...56% P_2O_5сув. 18...32% P_2O_5с.э) бўлган бундай ўғитлар — тупроқдаги фосфат заҳирасини узоқ вақт сақлаб турувчи секин таъсир этувчи ўғитлар қаторига киради.

Қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришнинг оқимли усулларини саноатда тўла эгалланган сўнг, камерали усулларни - омборли етилтиришдан сўнг, грануллаш ва қуритишда оқимли схема усулларидан фойдаланилган ҳолда амалга оширишга катта эътибор берила бошланди. Бундай жараён ***камера-оқимли усул*** дейилади. Бунда осон парчаланадиган майда заррачали фосфорит уни (0,074 мм дан йирик заррачалар миқдори 20% дан ошмаслиги керак) ва 47...49% P_2O_5, ли фосфат кислота ишлатилади. Камерали суперфосфат ретур билан аралаштирилади, гранулланади ва қуритилади. Қуритиш жараёнида фосфоритнинг парчаланиш даражаси 60...70% дан 80...90% гача кўтарилади.

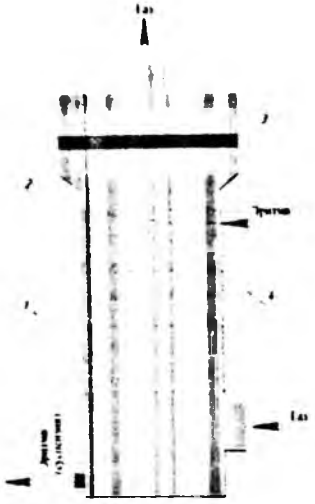
Гранулаларнинг маҳсулот фракциялари аммиак билан нейтралланади, совутилади ва таркибида: 45...47% умумий, 42,5...44,5% ўзлашадиган, 37...38% сувда эрувчан, 3...5% эркин P_2O_5 ва 1,5...2% азот бўлган маҳсулот олинади. 1 т P_2O_5, ли маҳсулот ишлаб чиқариш учун: 824...835 кг фосфат кислота (100% P_2O_5, ҳисобида), 271...280 кг фосфорит уни (100% P_2O_5 ҳисобида) ва 35 кгNH_3 сарфланади.

Табиий фосфатларни суюқ фазасининг концентрацияси 45...50% P_2O_5 бўлган 3...5 карра ортиқча миқдордаги фосфат кислота билан парчалашга асосланган камерасиз қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришни циклик усули ҳам маълумдир; бунда ҳосил бўладиган монокальцийфосфат чўкмаси ажратилади, нейтралланади, донадорланади ва қуритилади, бу *туз* билан тўйинган эритма эса парчаланиш босқичига қайтарилади, шу билан бир вақтда у ерга таркибида 53...58% P_2O_5 тутган янги фосфат кислота ҳам қўшилади.

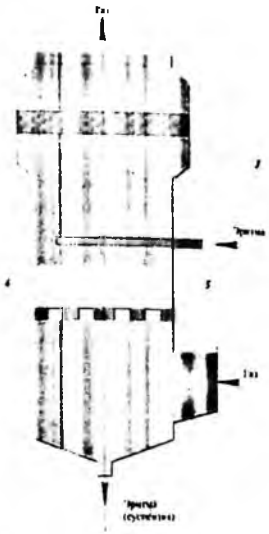
Бу усуллар хом ашёнинг парчаланиш даражасини жуда юқори даржа (98...99%) га етиш имкониятини беради, аммо 1 т ўзлашадиган P_2O_5 ли маҳсулот олишга сарфланадиган фосфат кислотанинг, олдинги баён этилган усуллардагига нисбатан анчагина, катталиги билан ажралиб туради; бундан ташқари суспензияда фильтрланиш хусусиятига эга бўлган ўлчамдаги кристалларни ҳосил қилиш қийин кечади. Шунинг учун баён этилган бу усул ишлаб чиқаришга татбиқ этилмаган.

Бойитилган фосфоритларни (28% P_2O_5) полифосфат кислотада (73...77% P_2O_5) парчалаш орқали таркибида орто- ва полифосфатлар аралашмаси бўлган тез қотувчи масса олиш мумкин.

Уни етилтиришда, айниқса юқори температурада, конденсирланган фосфатларнинг монокальцийфосфатга айланиши ҳисобига қисман гидролизланиш содир бўлади Маҳсулот аммонийлаштирилгандан сўнг, таркибида: 47...49% $P_2O_{5эл}$. (унинг 90% и P_2O_5 с.э.) ва 3...7% *N* тутган ***полисуперфосфат*** деб аталувчи ўғит олиниши мумкин.



1.14-расм. Қайта тикланадиган шар тўлдирилган абсорбер схемаси:
1 - шарлар қатлами; 2 - пуркагич; 3 - томчи ушлагич; 4 - панжара;



1.15-расм. Мўътадил кўпикли абсорбер схемаси:
1-томчи ушлагич; 2 - пуркагич; 3 - томчи ушлагич; 4 - панжара; 5 - кўпик қатлами.

1.17. Суперфос

Суперфос номи билан аталадиган узоқ муддат ўзлашадиган янги турдаги ўғит ишлаб чиқариш усули ҳам яратилган. Бу кимёвий бойитилган ва кислоталар билан фаолланган таркибида кийин ўзлашадиган шаклдаги P_2O_5, тутган (Қоратоғ, Қизилқум, Болтиқ бўйи, Чилисой ва бир қанча) фосфоритлардан олинган. Фосфорит гранулалари ва кукунларини тўғридан-тўғри ўғит сифатида ишлатиш самарасиздир.

Фосфорит унининг сувли суспензиясига унчалик кўп бўлмаган миқдордаги сульфат кислотаси (ёки газ ҳолатидаги олтингугурт диоксид) қўшилади. Муҳит $pH<4$ да карбонатлар - доломит ва кальцит, $pH<2,5$ да эса фосфат парчаланади. Кислоталилик муҳитини бошқариш орқали фосфатдаги фақатгина қисман P_2O_5нинг, эквивалент миқдордаги магний билан эритмага ўтишини таъминлаш мумкин. Фосфоритни бойитиш учун сульфат кислота доломит ва кальцитдан ўтувчи Ca^+ ионлари билан нейтралланади ва озгина миқдордаги кальций сульфатга айланади. Уни фосфорит билан биргаликда суюқ фазадан ажратилади ва ундан катионли флотациялаш орқали осон йўқотилиши мумкин.

Кимёвий бойитилган ва бунда фаолланган фосфорит унидан суперфос олиш учун уни фосфат кислота билан намлаш орқали қўшимча фаолланади, грануланади ва қуритилади.

Суперфос таркибида 38...40% P_2O_5, ундан 19...20% сувда эрувчан шаклда бўлади ва самарадорлиги жиҳатдан қўшалоқ суперфосфатга тенглашади. 1 т P_2O_5, ли суперфос ишлаб чиқаришга кислота сарфи (1...1,3 т H_2SO_4 ва 0,355 т P_2O_5 ли фосфат кислота) эса 1 т P_2O_5, ли қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришга нисбатан икки марта камдир. Кимёвий бойитишда ҳосил бўладиган ва таркибида Mg^+ ва HPO_4^{2-} ионлари тутган эритмадан қимматли ўғит ҳисобланган магний аммонийфосфат $NH_4MgPO_4 \cdot H_2O$ ни чўктириш учун аммонийланиш амалга оширилади. Фосфатли хом-ашёдаги P_2O_5 данфойдаланиш самарадорлиги 95% га этади. Жараён ёпиқ сув айланма циклида амалга оширилади.

1.18. Қоратоғ фосфорити асосидаги қўшалоқ суперфосфат олиш

Таркибида магний бирикмалари (доломит) тутган бойитилмаган (24...25% P_2O_5) Қоратоғ фосфоритларидан экстракциялаш жараёнида 20...22% P_2O_5 ли фосфат кислота олинади. Бундай кислотанинг фаоллиги кам бўлганлиги учун унда табиий фосфатларни парчаланиш даражаси қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришдаги технологик талаблар даражасини бермайди. Бундан ташқари, ҳосил бўладиган суперфосфат суспензияси таркибида сувнинг солиштирма ҳажми кўп бўлганлиги сабабли, буғлатишга кўп энергия талаб этилади, бу эса ўзига хос технологик муаммоларни келтириб чиқаради.

Маълумки, қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқаришнинг камерали усулида 52...54% P_2O_5 концентрацияли, оқимли усулида эса 28...36% P_2O_5, ли экстракцион фосфат кислота ишлатилади. Одатдаги усулларда Қоратоғ фосфоритидан олинган экстракцион фосфат кислотани тўғридан-тўғри концентрлаш жараёнида қовушоқлиги кескин ортади, унинг 37...38% P_2O_5, гача буғлатилишидан олинган маҳсулот кислотаси ўзининг салбий физик-кимёвий хоссага эга эканлигини намоён этади, яъни кислота қовушоқлиги катта бўлиб, 30...40°С дан паст температурагача совитилиши натижасида у қуйилиб боради ва оқувчанлиги пасаяди. Бу ҳол ундан қўшалоқ суперфосфат туридаги ўғит олиш имкониятларини йўқотади.

Шунга қарамасдан, фосфоритлар апатит концентратига нисбатан тез ва тўла парчаланади, чунки уларнинг таркиби зич эмас ва карбонатларнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўладиган CO_2 ҳисобига парчаланмаган фосфатлар сиртидаги қуйқали қобиқнинг бузилиши таъминланади. Ҳозирги пайтда доломитли Қоратоғ, Қизилқум ва Кингисепп фосфоритларини апатитдан олинган экстракцион фосфат кислотада камерали (45...50% P_2O_5) ва оқимли (28...36% P_2O_5 ли кислотада) усуллар билан парчаланиш жараёнлари ўрганилиб, қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш усуллари ҳам ишлаб чиқилган.

1.19. Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида қўшалоқ суперфосфат олиш

Қизилқум фосфоритларини термик-кислотали усулда парчалаш асосида мураккаб фосфорли ўғит олинди. Юқори температурада (100...300°С) таркибдаги компонентлар миқдори $MeO:P_2O_5$=0,6...4,0 нисбатларда бўлган хом-ашё экстракцион фосфат кислота таъсирида парчалаб, мураккаб ўғит олишнинг қулай технологик шароити аниқланди. Температуранинг кўтарилиши билан фосфатларнинг сувда эрувчан шакли камаяди, ўзлаштирувчан P_2O_5кисми эса ортади. $MeO:P_2O_5$=0,6...4,0 нисбатларнинг ортиши натижасида кислоталик камайиши билан маҳсулотнинг қуриш температураси ва вақти ҳам тежалади.

Қизилқум фосфоритларини 50...70°С температурада 25,2...34,5% P_2O_5 ли ЭФК нинг 80...100% стехиометриядаги меъёри таъсирида қайта ишлаб, оқувчан бўтқанинг динамик қовушоқлиги 65 мПа·с дан юқори бўлмаган қўш суперфосфат қуйқаси олинди. Илмий изланишлар натижасида суюқ фаза миқдорининг камайиши ва кислота концентрацияси ортиши билан суспензияларнинг қовушоқлиги ортиши аниқланди. Бу эса, фосфат хом-ашёсига қайта ишлов бериш жараёнида водород ионлари билан фосфорит минералларини диффузияланишини кийинлаштиради.

Шунингдек, Қизилқум термоконцентратларини 47,5% ли P_2O_5 экстракцион фосфат кислотасининг 80...110% стехиометрия меъёрлари таъсирида парчалаб қотувчан суспензия кўринишида камера қўш суперфосфатини олиш мумкинлиги ўрганилди. Жараёнлар юқори жадалликда боради ва 1...1,5 соатдан сўнг таркибида P_2O_5 эркин кислоталиги 5,5...11% бўлган камерали маҳсулоти олинди. Фосфатнинг парчаланиш коэффициенти 6 кундан сўнг 94,3% га кўтарилади .

1-боб. Фосфатли ва қўшалоқ суперфосфат ўғитлар бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Қандай элементларга органоген, золли, микро- ва макро элементлар дейилади?
2. Қайси элементлар асосий озуқа моддалар хисобланади.
3. Қандай элементларга микроэлементлар дейилади?
4. Аммиакли селитрада азот канча бўлади?
5. Минерал ўғитлар классификацияси.
6. Ёрдамчи, физиологик ва комплекс ўғитлар таърифи.
7. Минерал ўғитларни асосий физик-кимёвий ва механик хоссаларини айтинг.
8. Минерал ўғитлар деб нимага айтилади?
9. Фосфорит ўғитлар ишлаб чиқаришдаги қандай хом ашё ишлатилади?
10. Қандай фосфоритларни биласиз?
11. Азотли ўғитлар таснифи.
12. Фосфорли ўғитлар таснифи.
13. Калийли ўғитлар таснифи.
14. Комплекс ўғитлар таснифи.
15. Нам тортувчанлик нима?
16. Эланувчанлик нима?
17. Фосфоритлар таснифи.
18. Суперфосфатнинг физик-кимёвий хоссалари ва уни олиш технологияси.
19. Грануланган ва аммонийланган суперфосфатлар олиш технологияси.
20. Экстракцион фосфат кислота олишнинг физик-кимёвий асослари.
21. Дигидрат усулида фосфат кислота олиш.
22. Қўшалоқ суперфосфат хоссалари.
23. Барабанли гранулятор куриткич конструкцияси.
24. Суперфос нима?
25. Қора тоғ ва Қизилқум фосфоритларидан қўшалоқ суперфосфат олиш.

АЗОТЛИ ЎҒИТЛАР

Азотли ўғитлар ишлаб чиқариш йўлга қўйилгунча, фақатгина Чили селитраси -$NaNO_3$ қишлоқ хўжалигида ўсимликлар учун минерал озуқа сифатида ишлатилиб келинган.

Ҳозирги пайтда кимё саноати корхоналарида турли хилдаги азотли ўғитлар ишлаб чиқарилмоқда. Азотли ўғитларнинг асосий турлари: аммиакли (аммиак), аммонийли (аммоний тузлари - фосфат, сульфат, хлорид ва бошқалар), аммоний нитратли, нитратли (нитрат кислотанинг кальцийли, калийли, натрийли селитралари) ва амидли (карбамид -$(NH_2)_2CO$, кальций цианамид - $Ca(CN)_2$ ва бошқалар) ўғитлар ҳисобланади.

Бундан ташқари бу тузлар асосида аралаш ва мураккаб ўғитлар, суюқ азотли ўғитлар - аммиак ва аммиакли сув, аминлар ва бошқа тузларнинг сувли эритмалари ишлатилади.

Қуйида озуқа сифатида фақатгина бир компонентли - азотли ўғитлар ҳақида сўз юритилади.

Амммонийли ва нитратли тузларнинг кўпчилиги ва карбамид сувда яхши эрийди. Улардаги азот ўсимликларга яхши ўзлашади (айниқса, NO_3^- нинг тупроқда ҳаракатчанлиги юқори бўлади).

Аммонийли ўғитлар учун хом-ашё сифатида аммиак, нитратли ўғитлар учун эса, нитрат кислотасидан фойдаланилади.

1.20. Аммиакли селитра

Аммоний нитрат $(NH_4)_2NO_3$ ни аммиакли селитра деб ҳам юритилади. Маълумки, аммоний нитрат - аммиак ва нитрат кислотасининг ўзаро таъсирлашув жараёнида ҳосил бўлади.

Аммоний нитрат 110°С температурадан юқорида парчалана бошлайди:

$$NH_4NO_3 \rightarrow NH_{3(г)} + HNO_{3(г)} - 174{,}4\ кЖ \qquad (1.14)$$

Бу реакция секин содир бўлади. Масалан, 165°С температурада бир сутка давомида масса жиҳатдан 6% миқдори парчаланади. Намлик ортиши билан парчаланиш тезлиги ҳам ортади. Температура 200...270°С да парчаланиш тезлиги янада ортади:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O_{(г)} + 2HO_{(г)} + 36{,}8\ кЖ \qquad (1.15)$$

Температура 400..500°С гача тез кўтарилса, парчаланиш реакцияси портлаш билан содир бўлади:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2 + 2H_2O + 0{,}5O_2 + 118\ кЖ \qquad (1.16)$$

Амалда 300°С температура портлашга сабаб бўлади. NH_4NO_3 нинг минерал кислоталар ва енгил оксидланувчи (мойловчи ва бошқа органик моддалар) қўшимчалар иштирокида портлаши тезлашади. Тоза ҳолатда эса зарбага чидамли, лекин ёпиқ муҳитда қиздириш натижасида портлаши мумкин. Портлаш хусусиятини камайтириш мақсадида унга карбамид (0,05...0,1%), кальций карбонат, магний карбонат ва бошқа қўшимчалар қўшилиши мумкин.

Аммоний нитратдан портловчи моддалар ишлаб чиқариш хом-ашёси сифатида ҳам фойдаланилади. Буңда ёғоч кукуни ва органик материаллар, аммоналлар (алюминий кукунли аралашмалари) ва бошқалар қўшилади. Бундай аралашмалар детонатор иштирокида портлатилади

1.21. Аммиакли селитра ишлаб чиқариш

Нитрат кислотасини аммиак гази билан нейтраллаш натижасида аммоний нитрат, яъни аммиакли селитра ҳосил қилинади:

$$NH_{3(г)} + HNO_{3(с)} = NH_4NO_{3(к)} + 144{,}9\ кЖ \qquad (1.17)$$

Бу гетероген система экзотермик жараён бўлиб, катта тезлик билан боради ва кўп миқдордаги иссиқлик ажралиб чиқади. Саноатда бу иссиқликдан реакция натижасида ҳосил қилинган эритманинг концентрациясини оширишда унумли фойдаланилади.

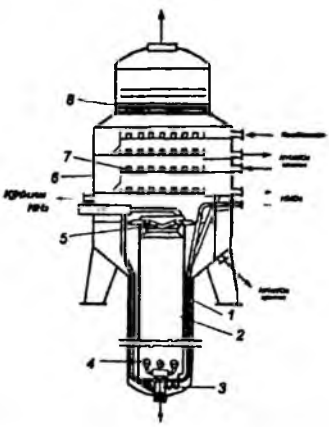
Бизда қўлланиладиган усулларда реакция иссиқлигидан фойдаланишда нейтраллаш жиҳозининг ўзи ишлатилади. Бунда нейтралланиш билан бир пайтда эритма қайнайди ва буғланади.

Бундай жиҳозни нейтралланиш иссиқлигидан фойдаланувчи (НИФ) деб аталади (1.16 расм). Аввал саноатда 47…57% ли нитрат кислотаси ишлаб чиқарилар эди. НИФ да нейтраллаш натижасида 62…83% NH_4NO_3 эритмаси олинар ва ундан 98,7% ли аммоний нитрат эритмасини ҳосил қилиш учун уч босқичли вакуум-буғлаткичдан фойдаланилган. Эритмани грануллаш жараёни диаметри 12…16 м ва баландлиги 30…35 м бўлган кислотабардош ғишт билан қопланган, қарама-қарши оқимда грануллаш минорасида амалга оширилган.

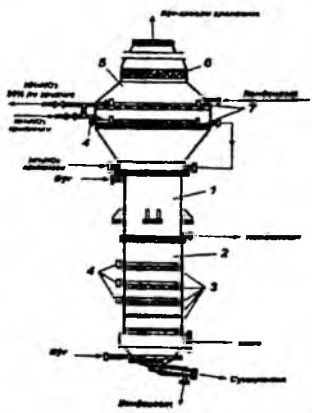
Ишлаб чиқариш қуввати суткасига 450…600 тонна аммиакли селитра ишлаб чиқарадиган қурилмалар ҳозирда ҳам айрим корхоналарда ишлатилмоқда. XX асрнинг 60- йилларидан бошлаб 58…60% ли нитрат кислотаси ишлаб чиқариш йўлга қўйилган. Суткасига 1360…1575 тонна маҳсулот ишлаб чиқариладиган аммиакли селитра (АС) қурилмалари ишлатиб келинмоқда.

Бундай қурилмалар АС-67, АС-72 ва АС-72М юқори техник даражада ишланган, автоматлашган, самарали усул ва шароитлар барпо қилинган бўлиб, юқори сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш имконини беради. Улар жиҳозларининг жойлашиши, тузилиши, технологик тартиби билан ўзаро фарқланади. АС-67 қурилмасида сульфат қўшимча қўшиш, АС-72 да сульфат-фосфат қўшимча қўшиш ва АС-72М да эса магнезиал (магний нитрат) қўшиш билан амалга оширилади.

Технологияда асосий жиҳоз НИФ ҳисобланади (1.16-расм). НИФ-72 Х18Н11 ва 12ХН10Т маркали легирланган пўлатдан тайёрланган бўлиб, иккита цилиндрик қисмдан: остки реактор қисми (D= 1,6 м) ва устки сепарация қисми (D= 3,8 м) дан иборат. Умумий баландлиги 10 м ни ташкил этади. Реактор қисмида қобиқ 1 нинг ичида реакция стакани 2 (d=1,2 м, H = 4,3 м) бўлиб, остида тешиклари бўлади. Реактор остига титан пуркагич 3 ва 4 орқали аммиак ва нитрат кислотаси пуркалади. Пуркагич тешигида аммиак оқимининг тезлиги 30…50 м/с бўлади. Нитрат кислотасининг оқим тезлиги эса 2…3 м/с га этади.



1.16- расм. НИФ қурилмаси: (Н=10 м):
1-пастки нейтраллагич қобиғи (d=1,6 м);
2-реакция стакани (d=1.2 м); (Н=4.3 м);
3-титанли аммиак пуркагич; 4-нитрат кислоти пуркагич; 5-гирдоблагич; 6-реактор қобиғи; 7-қалпоқчали тарелка; 8-тўрли томчи тутгич.

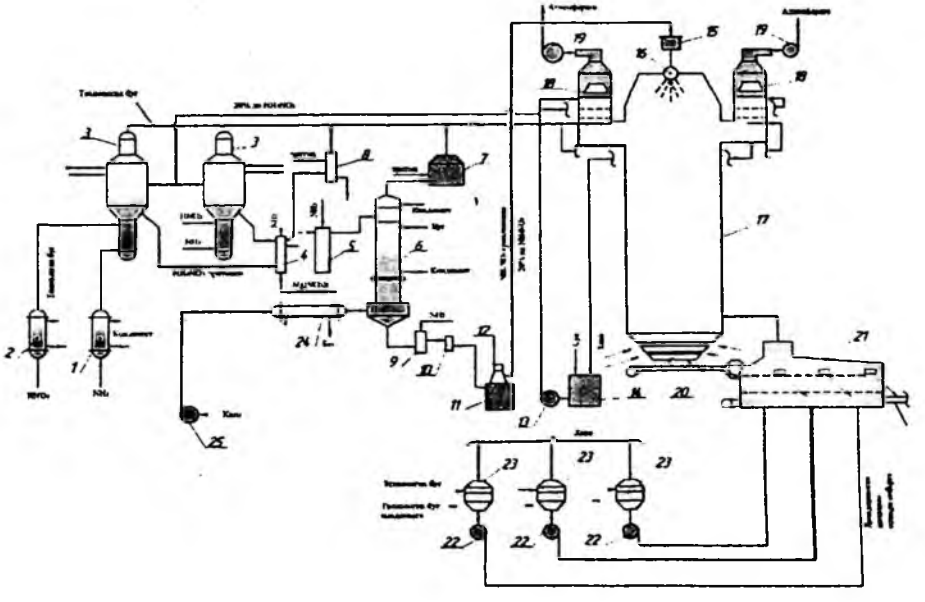


1.17-расм. Комбинацияланган буғлаткич Н=16 м (08Х22Н6Т):
1-қобиқ-трубали қисм; 2-концентрациялаш қисми (d=2,8 м, Н=6 м); 3-эллексимон тарелкалар; 4- иссиқлик киритиш трубалари (d=28 м, Н=6,4 м); 5-тозалаш қисми; (d=3,81); томчи қайтаргич; 7-тешикли тарелкалар.

Ҳосил бўлган NH_4NO_3 эритмасидаги маълум миқдор сув реакция иссиқлиги таъсирида буғланади. Натижада кўтарувчи куч ҳосил бўлади ва буғ-суюқ, эмульсия гирдоблагич 5 орқали реакция стакани юқорисига сочилади. Бунинг натижасида буғ-суюқ аралашма ўзаро ажралади. Ажралган суюқлик жиҳоз қобиғи ва реакция стакани орасидаги тирқиш орқали реактор тубига

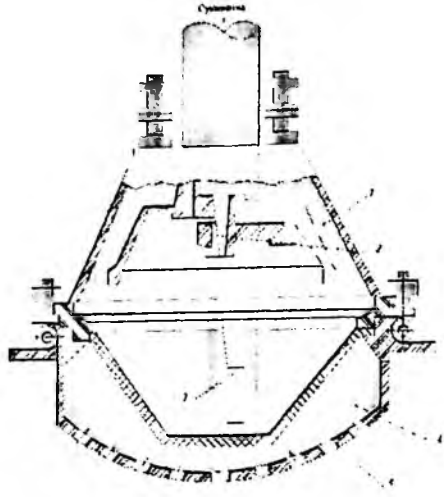
тушади. Стаканга унинг остки тешигидан киради (тирқишда ҳам буғланиш давом этади). Реакция муҳитида реагентлар жуда қисқа муддат (0,5... 1 с) бўлиши сабабли нитрат кислотаси ва аммоний нитратнинг парчаланиши ҳамда уларнинг эркин азот ҳолатида йўқолиши жуда оз бўлади. Жиҳознинг юқори қисмида сепаратор 6 бўлиб, томчили буғ 0,6 м/с тезликда кўтарилиб, тўртта барботаж қалпоқли тарелкали 7 да ювилади. пастидаги 2 та тарелкада нитрат кислотаси билан кислоталиги оширилган 20...25 % ли ҳосил бўлган NH_4NO_3 эритмаси ёрдамида буғ аммиакдан ювилади.Юқоридаги иккита тарелкада эса томчили буғ конденсати ёрдамида ҳосил бўлган HNO_3 буғи ва NH_4NO_3 эритмаси томчиларидан ювилади. Томчилардан тамомила холи бўлишни кайтаргич 8 да амалга оширилади. Ювиндилар НИФ га қайтарилади.

НИФ да олинган аммоний нитратнинг концентрланган (~90%) эритмасини комбинацияланган буғлаткич жиҳозида буғлатиб бу тузнинг суюқланмаси олинади (1.17-расм). Бу жиҳоз 08Х22Н6Т маркали пўлатдан тайёрланган бўлиб, унинг умумий баландлиги 16 м ташкил этади ва асосий қобиқ-трубали (D = 2,8 м, H = 6,4м) кисми NH_4NO_3 эритмасини буғлатишга хизмат килади. Эритма унга трубаларнинг ички деворидан оқиб тушади. Иссиклик манбаи сифатида фойдаланиладиган 1,3... 1,5 МПа босимли буғни трубалараро бўшлиққа берилади ва иссиқ (180°С) ҳаво трубалар ичида томаётган эритмага карши юборилади. Ҳаво эса жиҳознинг концентрацияловчи қисми 2 (D =2,8 м, H=6 м) остидан киради ва унда жойлашган 5 та тешикли (элакли) тарелкалар 3 дан ўтиб боради. Концентрлаш қисмининг юқорисидаги учта тарелкаларида иссиқлик берувчи змеевикли трубалар бўлади. Бу жараённи амалга оширишда ҳавонинг намлиги 20 г/кг дан ошмаслиги лозим. Концентрлаш қисмидан температураси 175...185°С бўлган 99,7% ли NH_4NO_3 суюқланмаси оқиб тушади.Жиҳознинг юқори тозаловчи қисми 5 да (D =3,8м) иккита тешикли тарелка 7 лар бўлиб, юқорисидаги тарелка конденсат билан, остки тарелка эса аммоний нитрат эритмаси билан ювилиб туради. Улар кираётган NH_4NO_3 эритмасини қисман буғлатиш ва буғ-ҳаво аралашмасини ювишга хизмат қилади. Аммиакли селитра ишлаб чиқарадиган қурилма АС-72М нинг технологик схемаси 1.18- расмда кўрсатилган.



1.18-расм. АС-72М қурилмасининг технологик схемаси (D=11x8м; H=63,5м)

1-аммиак (газ) иситкичи, 2-нитрат кислота иситкич, 3-НИФ қурилмаси; 4,5 - нейтраллагичлар; 6-комбинацияланган буғлаткич; 7-буғ-ҳаво аралашмасини ювгич; 8,18-скруббер лар; 9-гидротуткич-нейтраллагич, 10- фильтр, 11-бак; 12- чўкма насос, 13-марказдан қочма насос, 14-аммоний нитрат эритмаси баки; 15-тепа бак; 16-акустик гранулятор: 17-грануллаш минораси; 19,22-вентиляторлар, 20-лентали транспортер; 21-мавҳум қайнаш қатламли совуткич ; 23,24-ҳаво иситкич; 25-ҳаво пуфлагич.



1.19-расм. Акустик гранулятор:
1-қобиқ; 2-сопло; 3- пластинка; 4-тўрли фильтр;5-элаксимон тебранувчи днищче.

Газ ҳолатидаги аммиак иситкич 1 дан ўтиб, 120...160°С гача қизийди. Нитрат кислота (58...60% ли эса иситкич 2 дан ўтиб, температураси 80...90°С гача кўтарилади. Улар иккита параллел ишлайдиган НИФ жиҳозига тушади.

Азотни буғ-томчи билан (NH_3, HNO_3, NH_4NO_3, NO_2 ҳолида) йўқотилишини камайтириш учун нитрат кислота меъёридан ортиқроқ бўлади. Бунга сабаб, аммоний нитрат эритмаси юзасида HNO_3 буғ босими аммиакникига нисбатан камроқ бўлади. Жиҳоздан чиқаётган HNO_3 концентрацияси (2... 5 г/л) автоматик бошқариб турилади. Бу эритманинг температураси 150-170°С, NH_4NO_3 миқдори эса 89...92% бўлади. Бу эритма асосий 4 ва назоратчи 5 нейтраллагичларда аммиак билан нейтралланади. Буларга 30...40% ли $Mg(NO_3)_2$ эритмаси берилади. Концентрацияси 0,1-0,5 г/л аммиакли NH_4NO_3 эритмаси комбинацияланган буғлатқич жиҳози 6 га тушади. Ундан суюқланма гидротутқич - нейтраллагич 9 ва фильтр 10 орқали йиғувчи бак 11 га тушади.Бакдан насос 12 ёрдамида бак 15 га юборилади. Бу бак эса грануллаш минора 17 устида жойлашган бўлади. Юқоридаги бак 15 дан суюқланма учта виброакустик (тебранма акустик) гранулятор 16 орқали минорага сочилади (бундан ташқари яна учта гранулятор заҳирада - навбатда туради). Грануллаш минораси 17 нинг кўндаланг кесими тўғри бурчакли 11х8 м, қалинлиги 2 мм ли 08Х17Т маркадаги легирланган пўлатдан ясалган ва унинг баландлиги 63,5 м га тенг. Ҳосил қилинган эритма тебранма акустик гранулятор (1.19- расм) да пластика 3 га ўрнатилган соплодан тушади ва пластинкадан остки тешикли тебратгичдан келаётган акустик тебранишни сингдириб сочилади.

Селитра эритмаси 0,2% намликда 167°С атрофидаги температурада кристаллана бошлайди, 140°С температурада эса тўла қотади. Минора остидан берилаётган ҳаво миқдори ёз ойларида 500 минг $м^3$/соат, қиш фаслида эса 300...400 минг $м^3$/соат бўлади. Миноранинг остки конуссимон қисмидан донадор маҳсулот лентали транспортёр 20 га тушади. Ундан уч секцияли совуткич 21 га тушади ва ҳаво ёрдамида «мавҳум қайнаш қатламида» да совутилади. Совуткичдан ўтган маҳсулотнинг температураси ё

Ёз фаслида 40...50°С, қиш фаслида - 20...30°С бўлади. Грануллаш ва совитиш жараёнларида селитранинг намлиги яна 0,1-0,15% га камаяди. Тайёр маҳсулотда 99,8% NH_4NO_3 бўлади. Агар атмосфера ҳавосининг намлиги 60% дан юқори бўлса, уни иситкичлар 23 орқали юборилади. Маҳсулот полиэтилен ёки 3...4 қаватли қоғоз қопларга қадоқланиб тикилади ва омборга юборилади.Миноранинг юқори қисмидан ҳаво олтита скруббер 18 га тушади. Унда NH_4NO_3 чанглари ва аммиак 20% ли аммоний нитрат эритмаси билан ювилади ва вентилятор 19 ёрдамида атмосферага чиқарилади.

Бундан ташқари бу скрубберлар орқали буғлатқич жиҳозидан ювгич 7 орқали ўтган газлар ва нейтрализатор скруббери 8 дан ўтган газлар ҳам ўтади.

Минорадаги қотиш жараёнида кристаллар 1-шаклдан II -га, совуткичдаги қотиш жараёнида эса II → III →IV ўтиш юз беради. Натижада маҳсулотнинг солиштирма ҳажми ўзгаради (III да II ва IV дан катта, доначалар мустаҳкам эмас). Кристалларнинг II дан IV га ўтишини таъминловчи энг самарали усул эритмага магний нитрат (0,3...0,6%)қўшиш йўли билан амалга оширишдир. Бунда эритмадаги намлик 0,25% дан ошмаслиги лозим. Натижада 50,8°С температурада II → IV ўтишни таъминлаш мумкин. Бу ўтиш туфайли маҳсулотнинг солиштирма ҳажми кичик бўлиб, доначаларнинг мустаҳкамлиги ошади.

Жараённинг технологик шароити моддий ва иссиклик окимларини автоматик бошкариш оркали яратилади. Бунда махсулдорлиги 56,8 т/соат бўлган курилмаларда 1 т донадор аммиакли селитра (34,5%) ишлаб чикариш учун 0,213 т аммиак (100% ли), 0,793 т нитрат кислотаси (100% ли), 0,96 кЖ буғ ва 28,3 кВт/соат электр энергияси сарф бўлади.

Кўлинча техник максадларда кристаллик холатидаги аммиакли селитра ишлатилади. Бундай кристаллик холатидаги аммиакли селитра барабанли кристаллизаторларда олинади. Бунинг учун 97,5...98,5% ли NH_4NO_3 суюкланмаси ички кисми сув окимида совутиладиган барабанли кристаллизатор юзасида кристалланиб, махсулот кирғич ёрдамида кириб олинади. Кристаллик махсулотнинг намлиги 2% атрофида бўлади. Нам материал барабанли куритгичда 110...120°С да куритилади. Натижада махсулот 75°С гача қизийди ва ундаги намлик 2 баробар камаяди.

Аммиакли селитра ишлаб чикаришнинг чет эллардаги технологиялари Ғарбий Европада аммиакли селитра асосидаги бир неча хил мураккаб ўғитлар ҳам ишлаб чикарилади. Улардан бири охактош-аммиакли селитра ҳисобланади. Бу ўғит таркибидаги NH_4NO_3ва $CaCO_3$ нинг оғирлик нисбати 80:20 дан 53:47 гача катталикни ташкил этади. Портлаш хавфи бўлмаслиги учун одатда 60% NH_4NO_3 ва 40% $CaCO_3$ аралашмаси (N = 26...28%) ни ишлатиш маъкул ҳисобланади. Бундай ўғитлар нордон (кислотали) муҳитли тупрокларда кенг ишлатилади. Бундан ташкари аммоний сульфат-нитратли $(NH_4)_2SO_4 \cdot NH_4NO_3$ ўғитлар, ҳамда NH_4NO_3 ва KCl ларнинг биргаликдаги суюкланмасидан калий-аммонийли селитра олинади. Бундай ўғитлар жуда оз миқдорда ишлаб чикарилади.

ICI(Ай-Си-Ай) фирмаси усули бўйича донадорланган аммиакли селитра олиш. Бу усул Англиядаги «ICI» фирмасида ўзлаштирилган. Бу усул билан олинадиган махсулотга фирма томонидан — «нитрам» савдо номи берилган. Лойиҳа қуввати 1000 т/сутка бўлган биринчи курилма 1965 йилда Севернсайд (Англия) да курилган. Кейинчалик шундай қувватдаги курилма Бирмингем шаҳри (Англия) да ишга туширилган. Ҳозирги пайтда аммиакли селитра ишлаб чикаришнинг бу усулидан (УДЕ, Германия) фирмаси ҳам фойдаланмокда.

«ICI» фирмаси усули бўйича донадорланган аммиакли селитра ишлаб чикаришнинг асосий жараёнлари қуйидагича амалга оширилади (1.20-расм): Аралаштиргич ўрнатилган идиш 1 га конденсатор 4 дан чиқадиган буғ билан таъминланадиган иситкич 3 оркали 55-60% ли нитрат кислота тушади.

Шу идишга эритиш учун элак 16 да ҳосил бўладиган ва тегирмон 18 оркали ўтадиган) ностандарт махсулот ҳамда циклондан махсулотнинг майда фракцияси ҳам узатилади.

Унга яна махсус курилмада (схемада кўрсатилмаган) магнезитни 57% ли нитрат кислота эритмасида эритилишидан ва фильтрланишидан ҳосил қилинган магний нитрат эритмаси ҳам тушади.

Ҳосил қилинган эритмага магний нитратнинг фильтрлаш жараёнини енгиллаштириш учун нитрат кислотада эримайдиган материал - ёрдамчи қўшимча қўшилади.

Таркибида магний нитрат ва аммоний нитрат қўшимчалари тутган нитрат кислота эритмаси идиш 1 дан нейтраллагич 7 га узатилади, у ерда уни суюк аммиак буғлаткич 6 дан иситкич 5 оркали 80°С температурагача қиздирилган газ ҳолатдаги аммиак билан pH=3...4 гача нейтралланади. Буғлаткич ва иситкични нейтраллагич 7 дан чикаладиган ўта қизиган буғ билан қиздирилади.

Нейтраллагичда ҳосил бўладиган 87...89% концентрацияли аммоний нитрат эритмаси қўшимча нейтраллагич 8 га берилади, у ерда газ ҳолатдаги аммиак билан pH=6 гача қўшимча нейтралланади. Икки босқичли нейтраллаш ўта қизиган буғ билан аммиак йўқотилишини камайтиради.

Нейтралланиш жараёнида эритма температурасининг кескин ортиб кетиши хавфли ҳисобланади, чунки бунда аммоний нитратнинг фонтанли парчаланиши юзага келиши мумкин.

Шунинг учун технологик схемада совутилган буғ конденсат учун бак 9 дан керак бўлганда эритма температурасини тезлик билан пасайтириш учун нейтраллагич 7 га ёки қўшимча нейтраллагич 8 га совуқ конденсат берилиши назарда тутилган. 89% ли аммоний нитрат эритмаси буғлаткич10 га узатилади.

Буғлатиш қисмидаги буғлаткич грануллаш минораси 14 нинг юқорисига жойлаштирилган буғлаткичда парчаланиши ҳисобига эритманинг pH қиймати озгина пасаяди. Шунинг учун бак 11 га оқиб тушган эритманинг pH қийматини белгиланган даражага 5 етказиш учун аммиак берилади.

Бу идишдан эритма миноранинг пуркагич 13 га келади ва унда аммоний нитрат эритмаси донадорланади. Грануллаш минораси алюминийли фольга (юпқа металл пластинка) билан қопланган. Томчиларнинг тушиш баландлиги 173 м. Ҳаво окими минора остидан кириб, ундан вентиляторлар 12 оркали чиқиб кетади. Минорада донадорланган махсулот элеватор 15 оркали элак

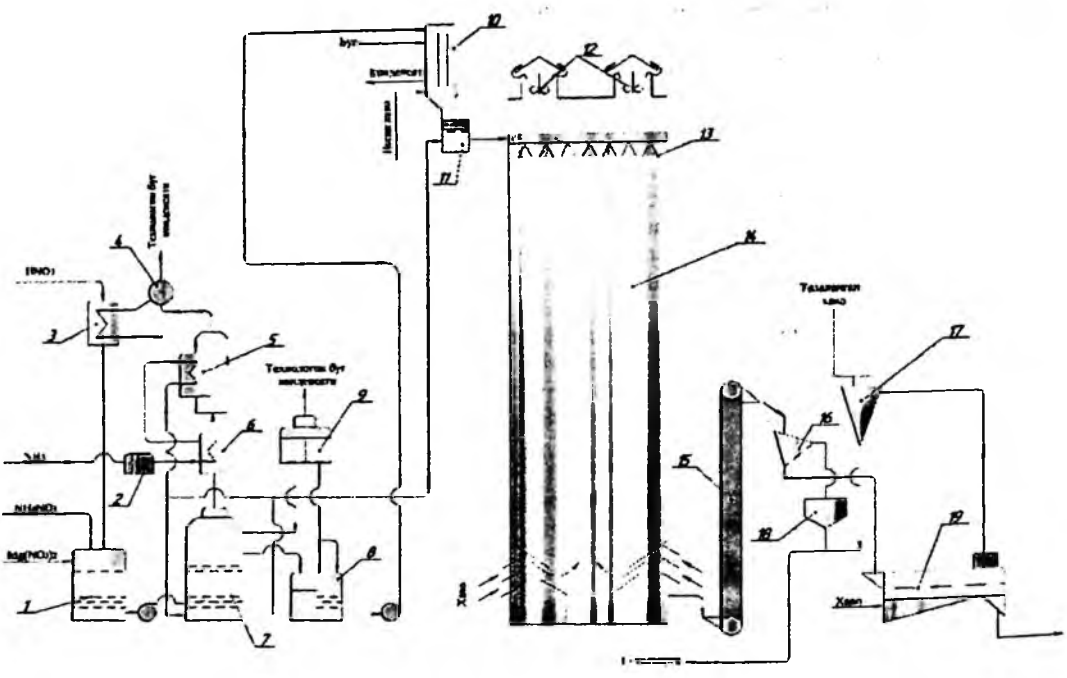
16 га узатилади, у ерда тайёр маҳсулот фракцияси ажратилади. Ностандарт (3 мм дан йирик ва 1 мм дан майда) фракция тегирмон 18 да майдаланади, циклон 17 да тутиб қолинган чанг билан аралаштирилади ва 1идишга қайтарилади. Тайёр маҳсулот фракцияси совуткич жиҳози 19 да 40°С температурагача совутилади ва полиэтилен қопларга қадоқланади.

Тайёр маҳсулот таркибида 34,5% N ва 0,5% H_2O бўлади. Стандарт (1-3 ммўлчамли) фракция унуми 95,0% ни ташкил этади.

Полиэтилен қопларга жойланган селитра 40 қопгача баландликда тахлаб қўйилганда ҳам 12 ойгача ёпишиб қолмайди.

1 т тайёр маҳсулот олиш учун: 210...212 кг аммиак; 11,2 кг магнезит; 790...800 кг нитрат кислота (100% ҳисобида); 300 кг буғ (1,3 МПа); 11,5 кВт·с электр энергия сарф бўлади.

«Kaltenpach» («Кальтенбах») фирмаси усули бўйича грануллланган аммиакли селитра олиш. Бу усул бўйича донадорланган аммиакли селитра ишлаб чиқариш жараёни қуйидаги босқичлардан иборат: нитрат кислотасини аммиак билан нейтраллаш; эритмани дастлабки буғлатиш; эритмани охирги буғлатиш; буғлатилган эритмани грануляцион минорасида грануллаш; элаш ва доначали маҳсулотни совитиш; тайёр маҳсулотни қоплаш ва омборга жўнатиш.



1.20–расм. Аммиакли селитра ишлаб чиқаришнинг ICI фирмаси усули.

1-каттик компонентларни эритиш идиши; 2-фильтр; 3,5-иситкичлар; 4- конденсатор; 6-суюк аммиакни буғлаткич; 7-нейтраллагич; 8-қўшимча нейтраллагич; 9-бак; 10-буғлаткич; 11-нейтраллаш баки. 12-вентилятор; 13- пуркагич; 14-грануллаш минораси; 15-элеватор; 16-элак; 17- циклон; 18-тегирмон; 19-совуткич.

Нейтраллаш учун ~56% ли нитрат кислота ва суюк аммиакдан олинган ~0,8 МПа босимдаги газ ҳолатдаги аммиак ишлатилади. Нейтраллаш жараёнида 180°С дан паст температура ушлаб турилади. Нейтраллагичнинг остки қисмидан 79% ли аммоний нитрат эритмаси буғлаткичга узатилади. Нейтраллагичнинг юқори қисмидан 0,44 МПа босимдаги ~882 кг буг ажралиб чиқади.

Тайёр маҳсулот таркибида: 34,8% гача N ва 0,2-0,3% гача намлик бўлади. Унинг гранулометрик таркиби: 1...3 мм ли фракция 98% ни ва 1 мм дан майда фракция <1% ни ташкил этади.

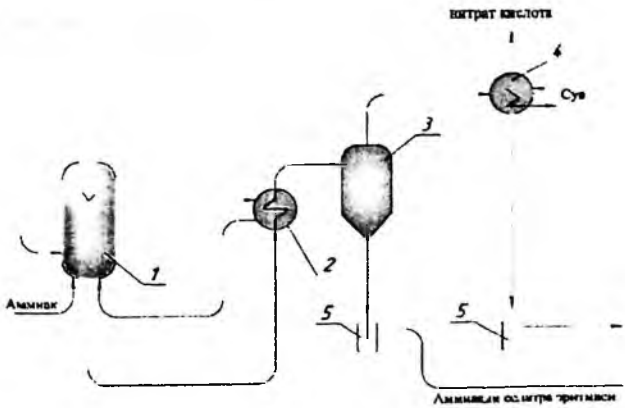
Кам энергия сарфлаш орқали аммоний нитрат олиш. Маълум бўлган барча турдаги схемалар бўйича аммиакли селитра олишда нитрат кислотасини ҳаттоки босим остида аммиак

билан нейтралланганда ҳам 95% дан юқори бўлмаган концентрацияли аммоний нитрат эритмалари ҳосил қилинади. Эритмани суюкланма ҳосил қилингунча буғлатиш учун анчагина миқдорда қўшимча иссиқлик сарфланишига тўғри келади.

(«**Энджиниринг**») фирмаси томонидан яратилган янги аммиакли селитра ишлаб чиқаришнинг «*AN-2E*» жараёнида босим остидаги нейтраллаш орқали бу камчилик бартараф этилган (1.21-расм). Нейтралланиш 180°С температурада ўтказилади, бу нейтраллагичда босимнинг 0,4 ва 0,8 МПа орасида (жараёнда ишлатиладиган нитрат кислота концентрациясига боғлиқ ҳолда) ўзгариши орқали таъминланади. Шундай қилиб, фақатгина реакция иссиқлигидан фойдаланиш ҳисобига аммоний нитрат эритмасининг концентрациясини 99,7% гача ошириш имконияти яратилади. Бу иссиқлик буғлатиш жиҳозининг иссиқлик алмаштиргичига - нейтраллагичдан олинадиган ва унга нисбатан паст температурада иссиқлик алмашиниш қурилмасидан қайтариладиган циркуляцияли суюқлик оқими орқали узатилади. Бундай циркуляция нейтраллагичдаги эритма температурасини бошқариш имкониятини яратади. Бу усулнинг афзаллиги технологик жараёнда тозаланмаган буғ ҳосил бўлиши кузатилмайди.

Аммиакли селитра ишлаб чиқариш турли жараёнларида реакция иссиқлиги буғ ҳосил қилиш учун ишлатилади. Атмосфера босимига яқин босим остида (0,12 МПа) ва 135°С температурада нейтралланишда 85% концентрацияли эритма ҳосил қилинади; 180...185°С температурада юқори босим ~0,4 МПа остида 75...77% ли, 180°С температурада 0,4...0,8МПа босим остида («AN-2E» усули бўйича) эса 65% ли эритмалар олинади. Юқорида концентрациялари келтирилган эритмалар - нейтраллагичга ~60% концентрацияли нитрат кислота берилишига мувофиқ келади.

«**AN-2E**» жараёнида нейтраллагичдаги температурани ва шу температура билан реакция температураси орасидаги фарқни ўзгартириш, шунингдек буғлатиш бўлимидаги вакуумни ўзгартириш орқали турлича белгиланган концентрацияли аммиакли селитра эритмаларини ҳосил қилиш мумкин (1.21-расм). Жараён шундай бошқарилади-ки, бунда нейтраллагичдаги босим доимо айни температурадаги эритма қайнаш босимидан юқорида ушлаб турилади. Бу ҳолда технологик буғ ҳосил бўлмайди ва одатдаги технологик схемаларда аммиакли селитра томчиларини тутиб қолиши учун ва конденсатни технологик буғдан тозалаш учун қўлланиладиган қурилмалар талаб этилмайди. Нейтралланиш жараёнида азотнинг йўқотилиши ниҳоятда оз даражада бўлади.

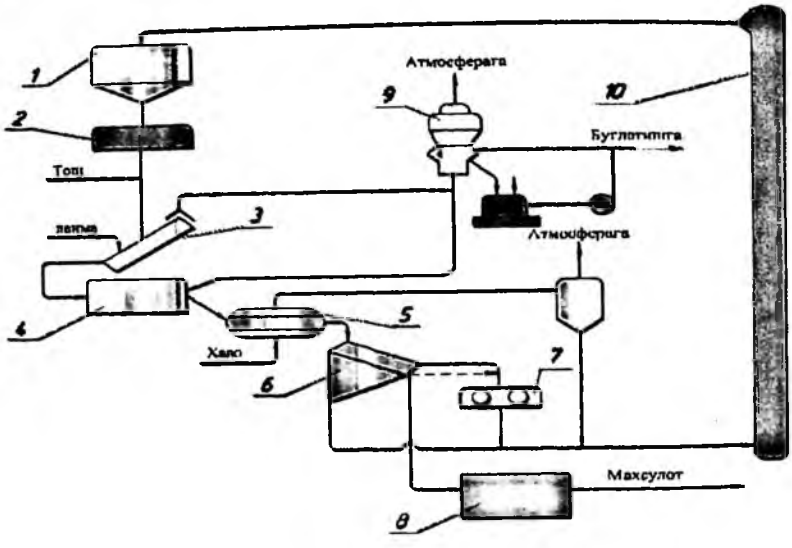


1.21-расм. Аммиакли селитра ишлаб чиқаришнинг «AN-2E» усули.

Нитрат кислота концентрацияси ўзгаргандаги нейтраллаш жараёнини тўғри бошқарилиши кислота бериш йўналишда жойлаштирилган, сезгир элемент бириктирилган махсус ҳисоблаш қурилмаси ёрдамида амалга оширилади. Ҳосил қилинган 99,5% ли эритма грануллаш минорасида статик грануляторлар ёрдамида пуркалади. Элаш ва совитиш босқичларидан ўтган маҳсулот таркибида 34,5% азот ва 0,4% намлик бўлади. Гранулаларнинг ўлчами 1...4 мм орасида бўлади. Стабилловчи қўшимчалар қўшиш назарда тутилган. Лозим топилганда 95% ли эритмани (қўшимча буғлатишсиз) грануллаш минорасига тўғридан-тўғри узатиш орқали говак селитра олинади. Говак доначали маҳсулотни махсус қурилмаларда қуритиш натижасида ундаги қолган намлик

йўқотилиши мумкин. Юқорида келтирилган грануллanган аммиакли селитра ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси кўп жиҳатдан қўлланилаётган бошқа схемаларга ўхшаб кетади.

«Норск-Гидро» фирмаси томонидан яратилган йирик гранулалар (7-11 мм ли) олиш билан тарелкали гранулятор ишлатиш орқали 99,5% ли суюқланмадан чангланмайдиган донадор аммиакли (ёки охактошли-аммиакли) селитралар олишнинг оригинал юқори температурали усули ҳам мавжуддир (1.22-расм). **«Норск-Гидро»** фирмаси қуввати 400 т/сутка бўлган тарелкали донадорлаш қурилмасига эгадир. Энг йирик қурилмани 600 т/сутка бўлган технологияЊниГрецияда «ННВЕ» фирмаси яратган. **«Сошраше Фрянс»** француз фирмаси ўзининг корхоналаридан биридаги эски грануллаш миноралари ўрнига қуввати 800 т/сутка бўлган **«Норск-Гидро»** фирмасининг схемасини танлаган.



1.22-расм. «Норск-Гидро» фирмаси усули бўйича грануллanган аммиакли ва охактош-аммиакли селитра ишлаб чиқариш технологик схемаси.
1-бункер; 2-таъминлагич; 3-тарелкали гранулятор; 4-барабан; 5-совутқич; 6-элак; 7- тегирмон; 8- барабан; 9-скруббер; 10-элеватор.

«Нукло» қўшимчали грануллanган аммиакли селитра олиш АҚШ). Бу усулнинг асосий хусусияти жуда майда фракцияли (0,04 мм) бентонит тупроқларидан иборат кукунсимон махсус «Нукло» қўшимчаси ишлатиш ҳисобланади. Қўшимча 99,85% ли аммиакли селитрага уни донадорлаш минорасига киритишдан олдин қўшилади. Айрим ҳолларда қўшимчани буғлатиш жиҳозига киритишдан олдин 95% ли эритмага қўшилади ва уни 0,1…0,2% намликкача буғлатилади.

КАРБАМИД (мочевина)

А.И.Базаров томонидан 1968 йилда аммиакнинг карбонат ангидрид билан ўзаро таъсирида содир бўладиган қайтар жараён кашф этилган:

$$2NH_3 + CO_2 \Leftrightarrow NH_2COONH_4 \Leftrightarrow NH_2CONH_2 + H_2O \qquad (1.18)$$

Натижада аммоний карбамат ва унинг парчаланиши натижасида карбамид мочевина деб аталадиган модда ҳосил бўлади. Ҳозирги пайтда бу жараёндан бутун дунё амалиётида фойдаланилади.

Карбамиднинг хоссалари

Карбамид - карбонат кислотанинг диамид тузи бўлиб, мочевина деб ҳам аталади. У рангсиз, хидсиз кристалл модда бўлиб, 25°С даги зичлиги 1330 кг/м³ га тенг, 132,7°С да суюкланади. Техник маҳсулот эса оқ ёки сарғиш рангли игнасимон ромбик призматик шаклдаги кристаллардан иборатдир. Суюкланиш температурасигача атмосфера босимида қиздирилганда аммиак гази ажралиб чиқиши билан парчаланади. Бунда аввал аммоний цианат ҳосил бўлади, сўнг цианат кислота ва аммиакка парчаланади:

$$(NH_2)_2CO \rightarrow NH_4OCN \rightarrow HOCN + NH_3 \qquad (1.19)$$

Оддий цианат кислотаси карбамид билан таъсирлашиб биурет ҳосил қилади:

$$HOCN + (NH_2)CO \rightarrow NH_2CONHCONH_2 \qquad (1.20)$$

Аммиак иштирокида биурет ҳосил бўлиши секинлашади, лекин карбамиднинг ўзаро таъсиридан ҳам биуретланиш реакцияси содир бўлиши давом этаверади:

$$2(NH_2)_2CO \Leftrightarrow NH_2CONHCONH_2 + NH_3 \qquad (1.21)$$

Аммоний нитрат қўшилганда эса карбамид турғунлашади.

Карбамид тузлар билан ҳам комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Масалан, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4(NH_2)_2CO$ ва $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 4(NH_2)_2CO$ ларнинг ҳар бир компоненти минерал ўғит ҳисобланади.

Карбамид сувли эритмаларда 80°С температурагача турғун, температура кўтарилганда эса у аммоний изоцианат (цианат - N) га ва ундан аммоний карбонатга айланади:

$$(NH_2)_2CO \Leftrightarrow NH_4NCO; \qquad NH_4NCO + 2H_2O \Leftrightarrow (NH_4)_2CO_3 \qquad (1.22)$$

У эса аммоний гидрокарбонатга, сўнгра аммиак ва карбонат ангидридга парчаланади:

$$(NH_4)_2CO \Leftrightarrow NH_4HCO_3 + NH_3; \qquad NH_4HCO_3 \Leftrightarrow CO_2 + NH_3 + H_2O \qquad (1.23)$$

Карбамид таркибида 46,6% *N* бўлиб, балластсиз азотли ўғит ҳисобланади. Карбамиднинг аммиакли селитрага нисбатан бир неча афзаллик томонлари: азот миқдорининг кўплигида, кам гигроскопиклигида (гигроскопиклик нуқтаси 20°С да 80% га тенг), портлаш хавфи йўклигида ва кам ёпишқоқлигида намоён бўлади. Бундан ташқари унинг тупроқда ювилиши секин кечади.

Тупроқда карбамид намлик таъсирида аммоний карбонатга айланади ва нордон (кислотали) тупроқни нейтраллайди. Сўнгра микроорганизмлар таъсирида аммоний ионн нитратлашади ва тупроқни нордонлаштиради.

Карбамид таркибидаги ўсимликка токсик таъсир этадиган модда биурет ҳисобланади. Айниқса унинг сувли эритмасини ўсимликка сепилганда унинг таркибида 0,25% дан ортиқ миқдордаги биурет бўлса, ўсимлик барглари «куяди». Тупроққа тўғридан-тўғри берилганда эса у зарарсиздир.

Карбамид протеин қўшимчаси сифатида углеводлари кўп ва оқсил миқдори кам бўлган чорва емларига ҳам қўшилади. У озуқа емда 25...30% гача оқсил ўрнини босади.

Саноатда сунъий смола, пластмассалар, клей, лак, фармацевтик препаратлар, гербицидлар тайёрлаш ва чорвачиликда озуқаларга қўшиш учун белгиланган стандарт бўйича А маркали юқори ва биринчи категорияли гранула ва кристалл шаклидаги карбамид ишлаб чиқарилади. Маҳсулот сифатидаги карбамид таркибида белгиланган категорияга мос ҳолда: 46,3 ва 46,2% *N*, 0,6 ва 0,9% дан кам миқдорда биурет, 0,2 ва 0,3% сув бўлади. Чорвачилик озуқалари тайёрлашда ишлатиладиган карбамид таркибида эса 3% гача биурет бўлиши белгиланган талаб даражасига жавоб бера олади.

Ўғит сифатида ишлатиладиган карбамид эса Б маркада ишлаб чиқарилади. Унинг таркибида 46,0% *N*; 0,9% атрофида биурет ва 0,25% гача намлик бўлади. Ўғитнинг донадорлиги эса: 1... 4 мм

ли доначалар 94% дан кам эмас, 1 мм ли доначалар 5% дан ортиқ эмас. Уни 6 ойгача қопсиз сақланганда ҳам ёпишиб қолмайди.

1.22. Аммиак ва карбонат ангидриддан карбамид синтезининг физик-кимёвий асослари

Карбамид 150...220°С температурада ва 7...100 МПа босимда аммиакка карбонат ангидридни таъсир эттириб олинади. Бунда аввал аммоний карбамат ҳосил бўлади:

$$2NH_{3(г)} + CO_{2(г)} \Leftrightarrow NH_2COONH_{4(с)} + 125{,}6\ кЖ \qquad (1.24)$$

сўнгра сув ажралиб чиқиб, карбамидга айланади:

$$NH_2COONH_{4(с)} \Leftrightarrow (NH_2)_2CO_{(с)} + H_2O_{(с)} - 15{,}5\ кЖ \qquad (1.25)$$

Жараён иккита фаза чегарасида содир бўлади: газ ҳолатидаги (NH_3, CO_2, H_2O) ва суюқ (суюқланма ва эриган моддалар) аммиак, аммоний карбамат, карбамид, аммоний карбонат тузлари) ва сув.

Карбамид асосан суюқ фазада, яъни суюқланган аммоний карбаматдан ҳосил бўлади. Чунки каттиқ аммоний карбамат қиздирилганда парчаланиши қийиндир. Аммоний карбаматни ҳосил бўлиши эса босим ошишига боғлиқ бўлади. Атмосфера босимида ва юқори бўлмаган температурада аммоний карбамат ҳосил бўлиши жуда секин кечади. Босим 10 МПа ва температура 150°С да эса жуда тез содир бўлади. Бунда аммоний карбаматнинг карбамидга синтези ҳам тезлашади.Ортиқча аммиакни циклга қайтариш ёки бошқа мақсадларда, яъни аммоний нитрат ишлаб чиқаришга юбориш режалаштирилади (бунда 1 т карбамид ишлаб чиқаришдаги ортиқча аммиакдан 5...8 т аммоний нитрат олиш мумкин).

1.23. Карбамид ишлаб чиқариш усуллари

Карбамид синтези натижасида сув, карбамид, аммоний карбамат ва аммоний карбонатлари суюқланмаси ва ортиқча аммиак ҳосил бўлади. Аммоний карбамати ва карбонатларини термик парчалаш ҳамда аммиак ва карбонат ангидридни ажратиш учун суюқланмани дистилляция қилинади. Олинган карбамиднинг сувли эритмаси каттиқ маҳсулотга айлантирилади.

Аммиак ва карбонат ангидриднинг карбамидга ўтиши мувофиқ равишда 50% ва 70% дан ошмайди. Шунинг учун карбамид ишлаб чиқариш фақат синтез шароитлар (температура, босим, NH_3:CO_2 нисбати) билан фарқланмай, балки суюқланма дистилляцияси газлари бўлмиш аммиак ва карбонат ангидридни тутиб қолиш ва ишлатиш усуллари билан ҳам фарқланади.

Юқори қувватли аммиакли селитра ишлаб чиқариш билан уйғунлашган кичик карбамид ишлаб чиқариш корхоналарида дистилляция газлари карбамид синтези жараёнига қайтарилмаган ҳолда очиқ схемада ишлайди. Бундай ҳолда дистилляция жараёни бир босқичда ўтказилади ва газлар аралашмасидаги аммиакнинг барча қисми нитрат кислотаси билан абсорбцияланади.

Ҳозирги замон юқори қувватли такомиллашган карбамид ишлаб чиқариш корхоналари ёпиқ (тўташган) схемада ишлайди ва бунда барча дистилляция маҳсулотлари карбамид синтезига қайтарилади. Бундай схемаларни такомиллаш агрегатлар қувватини ошириш ва жараён энергияси захирасидан унумли фойдаланиш йўлидан бормоқда.

Дистилляция газларини рециркуляцияси (циклга қайтариш) турли усуллар билан амалга оширилади:

1) газ рецикли - дистилляция маҳсулотлари газ ҳолида қайтарилади;

2) қисман ёки тўла суюқ ҳолдаги рецикл - циклга суюқ аммиак ёки аммоний карбонат тузларининг эритмалари (суспензиялари) қайтарилади.

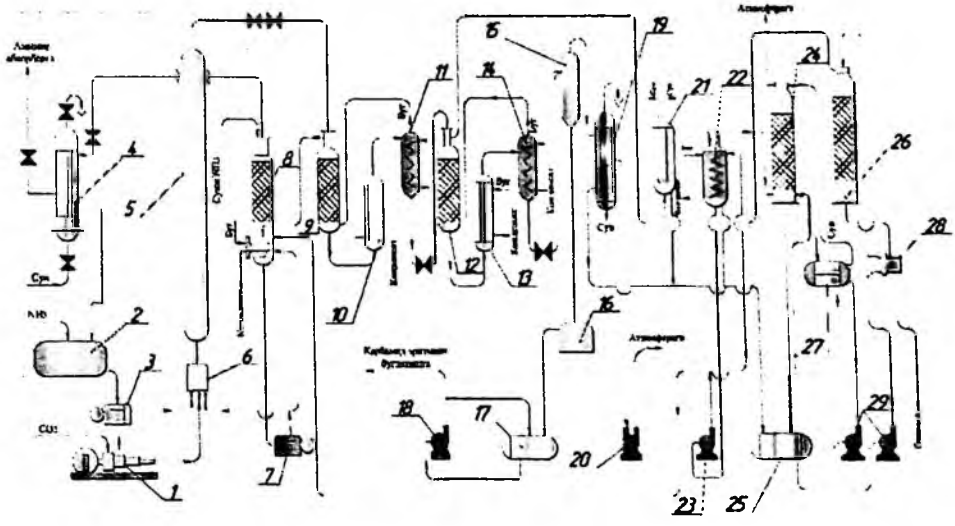
Аммиак ва карбонат ангидридни тўғридан-тўғри циклга қайтариш анча мушкулдир. Чунки каттиқ ҳолатдаги аммоний карбамат ҳосил бўлишини олдини олиш мақсадида аралашма юқори температурада (реактордаги ишчи босимига) сиқилиши керак. Бунинг натижасида компрессорлар кучли коррозияга учрайди. Шунинг учун газларни селектив абсорбентлар билан ажратиб олинади.

Абсорберда газларни карбамид нитрат эритмаси билан ювиш натижасида аммиакни тутиб қолинади. Газлар аралашмаси таркибида қолган CO_2 циклга қайтарилади. Абсорбатни десорберда регенерация қилинганда аммиак ажралиб чиқади ва циклга қайтарилади. Абсорбент сифатида моноэтаноламин $NH_2CH_2CH_2OH$ ишлатилганда эса, дистилляция гази таркибидаги CO_2 тутиб қолинади, аммиакни эса суюқлантирилиб циклга қайтарилади. Абсорбердан чиқаётган абсорбатни қиздириш натижасида CO_2 ажратиб олинади ва циклга қайтарилади. Регенерат эса яна абсорберга қайтарилади.

Суюқлик рециклли жараёнлар амалда кўпроқ тарқалгандир. Бунда дистилляция газлари сувга юттирилиб, ҳосил бўлган аммоний карбонат тузларининг концентрланган эритмаси карбамид синтезига қайтарилади. Энг такомиллашган усулда эритма дистилляцияси, яъни аммоний карбаматнинг парчаланиши ва аммиакни ҳайдаш.

1.24. Тўла суюқлик рециклида карбамид синтези

Суюқланмани икки босқичли дистилляцияси ва суюқлик рециклли карбамид синтези технологик схемасининг вариантларидан бирини кўриб чиқамиз (1.23 - расм).



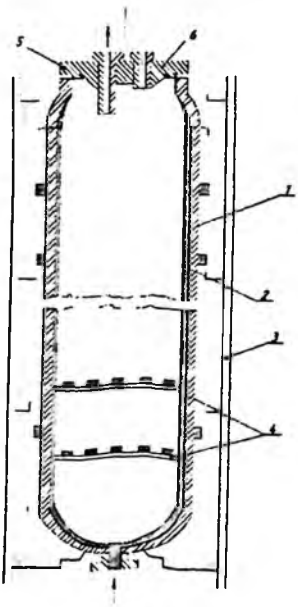
1.23- расм. Суюқлик рециклида карбамид ишлаб чиқариш технологик схемаси.

1 - CO_2 компрессори; 2 - суюқ аммиак танкери; 3 - плунжерли насос; 4 - 1-босқич конденсатори; 5 - синтез колоннаси; 6 – аралаштиргич; 7 – плунжерли насос; 8 - ювувчи колонна; 9 - ректификацион колонна (1– босқичи) 10 - иситкич; 11 - 1-босқич сепаратори; 12 - ректификацион колонна (2 - босқич). 13- 2-босқич иситкичи; 14- 2- босқич сепаратори; 15 - вакуум-буғлаткич; 16 - карбамид эритмаси идиши; 17 - мой ажраттич; 18 - марказдан қочма насос; 19 - конденсатор; 20 - вакуум-насос; 21 - 2-босқич конденсатори; 22 - резервуар; 23 - марказдан қочма насос; 24 - абсорбер; 25 - аммоний карбонат тузлари эритмаси йиғгичи; 26 - десорбер; 27 - совутқич; 28 - иссиқлик алмашинши қурилмаси; 29 - марказдан қочма насос.

Механик қўшимчалар, водород сульфид, олтингугуртли органик бирикмалардан тозаланган ва қуритилган газ ҳолатидаги карбонат ангидрид CO_2 тўрт босқичли компрессор (1) ёрдамида ~20 МПа босимда ва 95-100°С да аралаштиргич 6 га юборилади (агар зарурат бўлса, босқичлардан бирида CO_2 водород қўшимчасидан тозаланади). Аралаштиргичга 20 МПа босим остида плунжерли насос 3 ёрдамида суюқ аммиак (90°С), плунжерли насос 7 ёрдамида эса аммоний карбонат тузларининг эритмаси (95°С) юборилади. Бу компонентларни аралаштириш натижасида 175°С температурада аммоний карбамат ҳосил бўла бошлайди. Сўнгра реакция аралашма (моляр нисбати $-NH_3:CO_2:H_2O$= (3,8-4,5):1:(0,5-0,8) синтез колоннаси 5 га юборилади. Синтез колоннасида 185°С температура ва 20 МПа босимда аммоний карбамат ҳосил бўлиши ва карбамидгача парчаланиши амалга оширилади.

Карбамид синтези колоннаси (1.24 - расм) сферик днишега эга бўлган цилиндрик қурилмадан иборат бўлиб, у легирланган пўлатдан тайёрланади.Эритма тўкнашадиган ички қисми Х17Н16М3Т ёки титан қоплама билан ҳимояланган бўлади. Кўп қатламли юқори босим (25...30 МПа) га чидамли қобиқ қисми углеродли пўлатдан тайёрланади. Коррозияга бардошли титандан тайёрланган ички ҳимоя қисми синтез температурасини 200°С гача етказиш имконини беради. Ички қатлам ҳолатини назорат қилиш учун колонна қобиғида тешикчалар бўлиб, у умумий коллекторга боғланади. Реакцияга киришувчи масса колоннага остидаги штуцердан киради ва юқоридаги ясси қопқокдаги штуцер томон аста силжиб боради. Эритмани тўлароқ аралаштириш учун колоннанинг қуйироқ қисмида панжарали тўсиқлар ўрнатилган. Унумдорлиги 450 минг т/йил агрегат ўлчамлари: диаметри 2...2,5 м, баландлиги 30...35 м бўлади.Колоннада ҳосил бўлган 30...31% ли карбамид, 21...22% ли аммоний карбамат, 33...34% ли ортиқча аммиак ва 16...17% сувдан иборат синтез эритмаси икки босқичли дистилляцияга юборилади. Ҳар бир дистилляция агрегатининг босқичи учта жиҳоздан иборат: ректификация колонналари, иситкичлар ва сепараторлар (1.23 - расм). Колоннадан чиқаётган карбамид эритмасининг босими 20 МПа дан 1,8...2,0 МПа гача пасаяди ва дистилляция агрегати 1-босқич ректификация колоннасининг юқорисига тушади.

Бу ерда 120...125°С температурада ундан аммиак газ фазага ўтади. Сўнгра иссиқлик алмашиниш қурилмаси 10 да аммоний карбамат эритмаси парчаланиши учун 158...162°С гача қиздирилади. Ҳосил бўлган буғ-газ аралашмаси сепаратор 11 да ажратилади. Газ фаза эса ректификацияколоннаси 9 остига қайтарилади. Суюқ фаза эса босими 0,25...0,4 МПа гача пасайтирилиб, дистилляциянинг 2-босқичига юборилади.



1.24 - расм. Карбамид синтез колоннаси.
1 - қобиқ; 2 - ҳимоя қатлами; 3 - ҳимоя қатламининг назорат коллектори; 4 - панжара; 5 - қопқоқ; 6 - термопара штуцери.

Ректификация колоннаси 9 дан чиқадиган газ фаза (75-76% NH_3, 21-22% CO_2 ва 3% атрофида H_2O) ювувчи колонна 8 остига юборилади. Бу ерда буғ ёрдамида иситилувчи иситкич ёрдамида 92...96°С температура ушлаб турилади. Бу ерга дистилляциянинг 2-босқичидан аммоний карбонат тузларининг эритмаси юборилади. Ювувчи колоннада CO_2 нинг асосий миқдори ювилади ва 38...45% . NH_3, 30...37% CO_2, 22...27% H_2O таркибли конденсат ҳосил бўлади. Бу эритма насос 7 ёрдамида сиқилади ва 20 МПа босимда аралаштиргич 6 га юборилади.

Газ ҳолатидаги аммиак 45...50°С температурада колонна 8 нинг тўлдиргичли юқори қисмида CO_2дан тамомила ажратилади. У концентрланган аммиак (93...96% билан ювиб турилади ва конденсатор 4 га юборилади. У ерда сиқилади ва танкер 2 орқали циклга қайтарилади.

Конденсацияланмаган газлар (асосан H_2, N_2, O_2) абсорбция системасида аммиак гази қолдиғидан тозаланиб, атмосфера босимигача пасайтирилади ва атмосферага чиқариб юборилади.

Дистилляциянинг 2-босқичига тушган эритма 55...61% карбамид, 4...5 % аммоний карбамат, 6...7% ортиқча аммиак ва 28...35% сувдан иборат бўлади. Бу босқичда ҳам дистилляция жараёни худди 1-босқичдаги каби амалга оширилади, яъни эритма даставвал ректификация колоннаси 12 дан ўтади. Бунда эритма аммиакнинг буғланиши ва аммоний карбаматнинг парчаланиши туфайли 110°С га қадар совийди. Сўнгра, у иситкич 13 да 140...142°С гача исийди ва сепаратор 14 га тушади. Дистилляциянинг 2-босқичида аммоний карбамат парчаланиши ҳамда аммиак ва карбонат ангидрид ҳайдалиши тугалланади. Бунда қолган 70-72% карбамид сепаратор 14 дан дросселланади ва вакуум-буғлаткич 15 га тушади. Бу ерда 40 кПа босимда ва буғлатиш натижасида температура 90°С гача пасайиб, суюқланма концентрацияси 74-76% га етади. Сўнгра эритма йиғгич 16 ва мой ажраттич 17 орқали ўтиб, тайёр маҳсулот олиш бўлинмасига юборилади.

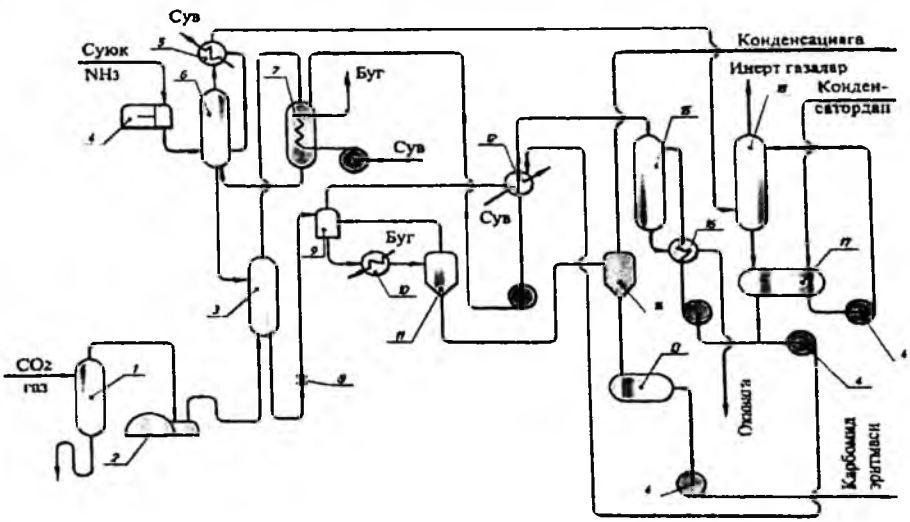
Ректификация колоннаси 12 дан чиқаётган 55...56% NH_3, 24...25% CO_2ва 20...21% H_2O таркибли газ фаза конденсатор 21 га юборилади. Конденсаторда (40°С) ҳосил бўлган аммоний карбонат тузларининг кучсиз эритмаси (33-50% NH_3, 10-16% CO_2 ва 35-55% H_2O) резервуар 22 орқали насос 23 ёрдамида ювувчи колонна 8 га юборилади. Конденсатор 21 дан чиқадиган газ фаза

ва бошқа (таркибида NH_3 ва CO_2 бўлган) газлар абсорбер 24 га юборилади. Абсорбердан эса инерт холатидаги газлар атмосферага чиқиб кетади. Абсорбер 24 да ҳосил бўлган аммоний карбонат тузларининг эритмаси иссиқлик алмаштиргич 28 да 90...95°С гача иситилади ва десорбер 26 га юборилади. Бу ерда 0,3...0,4 МПа ва 135...145°С да қиздирилган аммоний карбонат тузларининг бирикмаларини NH_3, CO_2 ва H_2O га тўла ажратилади. Газ ҳолатидаги NH_4 ва CO_2 сув буғлари билан биргаликда конденсаторнинг 2-боскичи 21 га юборилади. Қолган сув эса окавага кетади.

Келтирилган схеманинг салбий томони шундаки, унда аммоний карбаматнинг карбамидга конверсия даражаси унчалик юкори эмас (62...65%), регенерация системаси эса мураккаб, синтез иссиқлигидан самарали фойдаланиш қийинроқдир. Шунинг учун ҳозирги пайтда кенг миқёсдаги такомиллашган жараёнлар қўлланила бошланди. Уларни стриппинг жараёнлар (инглизча – ҳайдаш)деб аталади. Бу усул жараёнда таъсирлашмаган NH_3 ва CO_2 ларнинг кўп қисмини синтез босимида ҳайдаш ва конденсациялашга асосланган бўлиб, ишлаб чикариш схемасини қискартириш, синтез қисмга қайтаётган сувни камайтириш ва конденсация иссиқлигидан самарали фойдаланиш имкониятини яратади. Бу жараёнларда суюкланма дистилляцияси карама-карши окимдаги карбонат ангидрид ва аммиак билан амалга оширилади. Бу эса, суюк аралашма дистилляциясини пастрок температурада олиб боришга ва карбамиднинг гидролизланишига барҳам берилишига олиб келади.

Стриппинг-жараён Голландия фирмасининг «Стамикарбон» усулида карбамид синтези 13 МПа ва 180...190°С да реакторб да (1.25-расм) амалга оширилиб ва у 8...10 та элакли тўсиқли.

1.25-расм. Стриппинг-жараёнда карбамид синтези ва эритма



дистилляциясининг пропорционал схемаси:

1,11,14 - сепараторлар; 2 - компрессор; 3 - иситкич - дистиллятор, 4 - насос, 5,7 - юкори босимли конденсаторлар; 6 - реактор; 8 - дроссель клапани; 9 - ректификацион колонна; 10 - иситкич; 12 - юкори босимли конденсатор; 13,17 - идишлар; 15 - десорбер; 16 - иситкич; 18 - скруббер.

Унга суюк ҳолатдаги аммиак ва юкори босимли аммоний карбаматнинг сув-аммиакли эритмаси конденсаторлар 5 ва 7 дан юборилади 170°С. Таъсирлашувчи аралашма автоклавдан ўтиш вақтида (45...60 мин) мувозанатга 90...95% эришилади.

Реактордан чиқаётган суюкланма 13 МПа да буғ билан қиздирилган (2,5 МПа да) CO_2 (унга коррозияга қарши ҳаво қўшилади) билан иситкич - дистиллятор 3 да дистилланади. Дистиллятордан чиқаётган газлар конденсатор 7 га юборилади. Бу ерда синтез босимида аммоний карбонат тузлари эритмасининг асосий миқдори ва паст босимли (0,35 МПа) буғ ҳосил бўлади. Аммоний карбонат тузларининг эритмаси синтез колоннасига қайтарилади.

Конденсатор 7 га паст босимли конденсатор 12 дан насос ёрдамида бир қисм аммоний карбамат эритмаси юборилади. Синтезнинг автотермиклигини таъминлаш учун сув бериш йўли

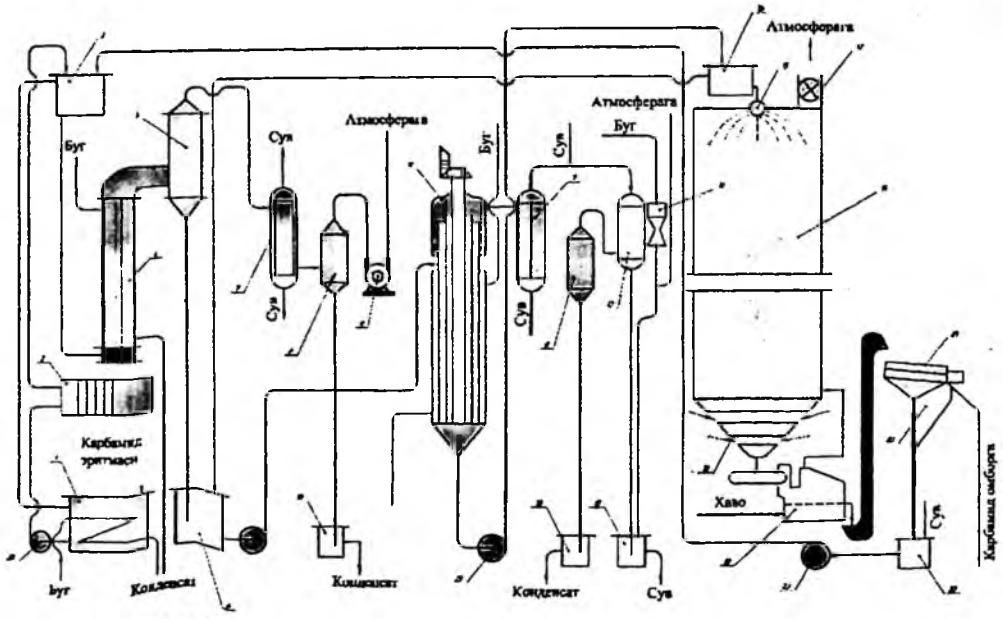
билан конденсация даражаси 80% атрофида ушлаб турилади. Эритма иситкич - дистиллятор 3 дан 0,3...0,4 МПа гача дроссельланиб (пасайтирилиб) дистилляциянинг 2-босқичига юборилади. Бу босқич ҳам худди 1-босқичдаги каби ишлайди.

1.25. Карбамид эритмасидан тайёр маҳсулот олиш

Карбамид синтези реакциясида 1 моль $(NH_2)_2CO$ га 1 моль H_2O, яъни 1 кг карбамидга 0,3 кг сув тўғри келади. Бу эритмани вакуум остида буғлатилиб, деярли сувсиз суюқланма ҳосил қилинади.

Йиғгич 1 даги 74...76% ли эритма механик қўшимчалардан тозалаш учун фильтр-пресс 2 ва бак 3 орқали икки босқичли буғлатиш жиҳозларидан ўтади (1.26 - расм). Биурет ҳосил бўлишини камайтириш мақсадида буғлатиш жараёни минимал температура ва минимал вақтда юпқа қатламли (оқимли) буғлатиш жиҳозларида амалга оширилади.

1.26 - расм. Донадорланган карбамид олиш схемаси:



1 - карбамид эритма йиғгичи; 2 - пресс-фильтр; 3,16 - баклар; 4 - биринчи босқич буғлаткичининг иситиш камераси; 5 - сепаратор; 6 - буғланган эритма йиғгичи; 7 - сиртий конденсатор; 8 - томчи ушлагич; 9 - вакуум-насос; 10 - барометрик бак; 11 - иккинчи босқич роторли буғлаткичи; 12 - барометрик конденсатор; 13 – буғ-оқимли эжектор; 14 - грануллаш минораси; 15 - гранулятор; 17 - вентилятор; 18 - лентали транспортёр; 19 - мавҳум қайнаш қатламли совуткич; 20 - элеватор; 21 - элак; 22 - чанг ва йирик гранулалар баки; 23 -марказдан қочма насос.

Суюқланма концентрацияси аввал 20-40 кПа босим ва 118...125°С температурада 92...95% гача, сўнгра эса 2,5...6,5 кПа босимда ва 135...140°С температурада 99,5...99,8% га етказилади. Биринчи босқич қиздирувчи камера 4 ва буғ сепаратори 5 дан иборат. Иккинчи босқич буғлатиш жиҳози эса, пленкали ротор турига эга. Бунда вертикал буғлатиш трубаида (буғ гилофи ичида) ротор бўлади. У радиал жойлашган пластинкалари бўлган вертикал ўқдан иборат. Унинг айланиши натижасида буғланувчи эритма юза бўйлаб юпқа қатлам ҳолида тақсимланади.

АММОНИЙ СУЛЬФАТ

Карбамид эритмаси буғлатиш жараёнининг 2-босқичидан грануллаш минораси 14 устидаги идиш 16 га юборилади. У буғ билан иситиб турилади. Эритма идишдан гранулятор 15 га тушади. Пуркалаётган томчилар карама-қарши оқимли ҳаво таъсирида гранулланади. Гранулалар 60...70 дан 40...50°С температурагача «мавҳум қайнаш қатламли» қурилмада совутилади. Гранулалар ўлчами 1...4 мм бўлган маҳсулот минора ичидаги ёки ёнма-ён жойлашган икки элакли қурилмада ажратилади ва қопларга жойланиб омборга юборилади. Ўлчами 1 мм дан кичик ва 4 мм дан катта бўлган гранулалар (ёки кукун) бак 22 да йиғилади. Уларни сувда эритилиб циклга қайтарилади.

«Стамикарбон» стриппинг жараён усулида 1 т карбамид ишлаб чиқариш учун 0,58 т NH_3 (100% ли), 0,75 т CO_2 (100% ли), 4,82 ГЖ буғ, 65 м^3 совутувчи сув ва 480 МЖ электр энергия сарф бўлади.Аммоний сульфат $(NH_4)_2SO_4$ – рангсиз, кристалл модда (зичлиги 1769 кг/м^3) бўлиб, унинг таркибида 21,21% азот бўлади. 350°С дан юқори температурада қиздирилганда аммиак ва сульфат кислоднишчеа парчаланади. 100°С да нордон туз ҳосил қилиш билан диссоцияланиш бошланади; $(NH_4)_2SO_4$ устидаги NH_3 нинг босими 205°С температурада 0,067 кПа ни, 300°С да 6,772 кПа ни ташкил этади. Аммоний сульфат сувда яхши эрийди. У кристаллогидратлар ҳосил қилмайди ва унинг эрувчанлиги температура ортиши билан сезиларли ўзгармайди. Аммоний сульфат гигроскопиклиги ва ёпишқоқлиги кам бўлган ўғит ҳисобланиб, уни ишлатишда қийинчилик туғдирмайди. Камчилиги -ўғитнинг таркибида азот миқдорининг озлиги ва физиологик кислоталилигининг юқорилигидадир. Унинг қўлланилиши натижасида тупроқда сульфат кислотасининг тўпланиши туфайли уни нейтраллаш учун даврий равишда оҳактошлаш зарурати келиб чиқади.

Саноатда аммоний сульфат ишлаб чиқариш усулининг асосини сульфат кислотасини аммиак билан нейтраллаш ташкил этади. Бу мақсадда тошкўмирни коклаш жараёнида ҳосил бўладиган газлар аралашмасидан ажратиб олинган аммиак гази ишлатилади. Кокс газини аммиак (ва шу билан бир вақтда пиридин асослари) дан тозалаш жараёни аммоний сульфат ишлаб чиқариш билан боғланган. Синтетик аммиакдан эса бошқа турдаги юқори концентрацияли азотли ўғитлар: аммиакли селитра, карбамид ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Чет элларда, кисман аммоний сульфат, гипсни аммоний карбонат эритмаси билан қайта ишлаш натижасида конверсиялаб ишлаб чиқарилади. Марказий Қизилқум фосфоритларидан ЭФК ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган фосфогипсдан $(NH_4)_2SO_4$ олиш технологияси Олмалиқ "Максам-Аммофос"да ишлаб чиқариш тажриба синовидан ўтказилди. Аммоний сульфат донадорланган ёки кристалл ҳолатда ишлаб чиқарилади ва белгиланган Давлат стандартлари талабларига жавоб бериши лозим (1.4 жадвал).

1.26. Аммоний сульфат ишлаб чиқаришнинг физик-кимёвий асослари

Сульфат кислотасини газ ҳолатидаги аммиак билан нейтраллаш реакцияси:

$$2NH_3(г) + H_2SO_4(с) = (NH_4)_2SO_4(к) + 274\ кЖ \qquad (1.26)$$

Бунда кўп иссиқлик ажралиб чиқади. Ҳосил бўлган иссиқликлар (сатуратор жараёнидаги) ва ташқаридан газлар билан кирадиган иссиқлик биргаликда системадаги сувни буғланишига сарф бўлади ва эритманинг тўйиниши ҳисобига кристалл ҳолатдаги маҳсулот ҳосил бўлади.

Аммоний сульфат товар сифатига қўйилган ДСТ талаблар.Қайноқ ҳолдаги реакцияда ўрта туз эритмасидан маҳсулотни кристаллантиришни таъминлаши муҳим аҳамиятга эга. Сульфат кислотасидаги қўшимчалар, айниқса, темир ва алюминий сульфатлари аммоний сульфатнинг кристалланишини қийинлаштиради.

1-8 жадвал

Кўрсаткичлар	Олий нав	1-нав
Азот (қурук модда ҳисобидан, кам эмас	21	21
Сув, кўп эмас: - гранулланган маҳсулотда - кристалл маҳсулотда	0,6 0,2	0,3 -
Сульфат кислота, кўп эмас:- гранулланган маҳсулотда - кристалл маҳсулотда	0,5 0,03	0,05 -
Дисперслиги, кўп эмас:- гранулланган (1-4 мм) - кристалл (+0,5 мм)	90 60	белгиланмаган

1.27. Кокс гази аммиакидан аммоний сульфат ишлаб чиқариш

Кислотани нейтраллаш пайтида коллоид ҳолатда темир ва алюминий гидроксидлари чўкади:

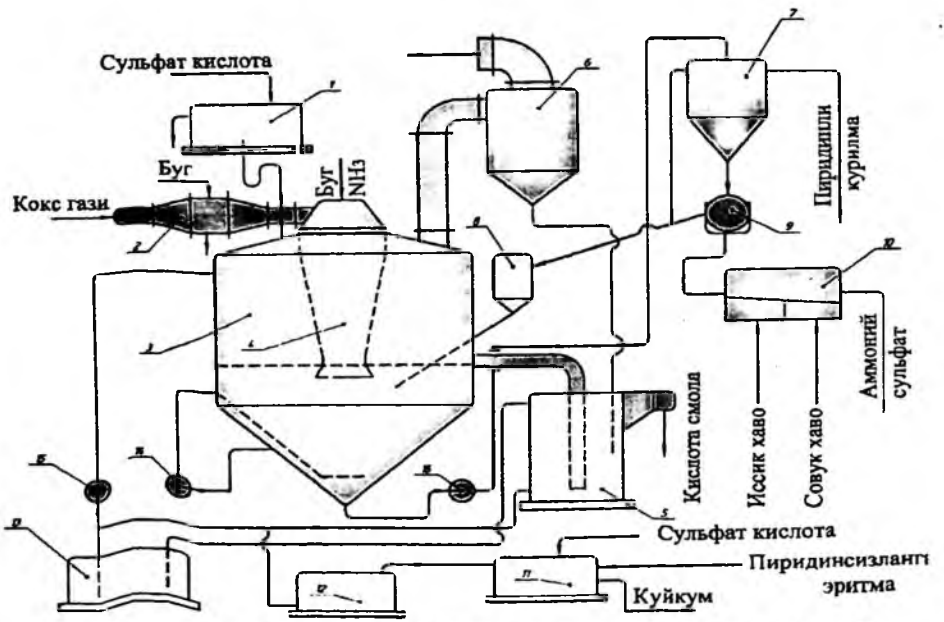
$$(Fe,Al)_2(SO_4)_3 + 6NH_3 + H_2O = 2(Fe.Al)(OH)_3 + 3(NH_4)_2SO_4 \qquad (1.27)$$

Бунда аммоний сульфат кристалларининг ўсиши қийинлашади. Шу мақсадда нейтраллаш жараёнини даврий реакторларда босқичли ўтказиш мақсадга мувофиқдир.

Кокс гази таркибида 6...14 г/м³ гача аммиак бўлади. Уни уч хил: билвосита, бевосита ва яримбевосита усуллар билан аммоний сульфатга айлантирилиши мумкин.

1.27-расмда аммоний сульфат ишлаб чиқаришнинг сатураторли усулига асосланган тасвир келтирилган.

1.27-расм. Аммоний сульфат ишлаб чиқаришнинг сатураторли усули.



1-сульфат кислота баки; 2-кокс гази трубаси; 3-сатуратор; 4-барботёр; 5-циркуляция баки; 6-кислота тутгич; 7-кристалл йиғгич; 8- эритма йиғгич; 9-центрифуга; 10-куриткич; 11-сульфат пиридиндан тозаланган эритма баки; 12-вордонлаштирилган эритма йиғгичи; 13-захирадаги эритма йиғгичи; 14,15,16-марказдан қочма насослар.

Билвосита усулда кокс гази совутилади, бунда смола конденсацияланади ва аммиак билан тўйинган смола устки суви ҳосил бўлади. Кокс гази таркибида қолган аммиак эса, аммиакли скрубберларда сувга ютгирилади. Ҳосил қилинган аммиакли сув ва смола устки сувидан дистилляция колонналарида аммиак ажратиб олинади ва уни сульфат кислотасига ютгирилади. Бу усулда катта хажмдаги жиҳозлар ва кўп миқдордаги энергия талаб этилади.

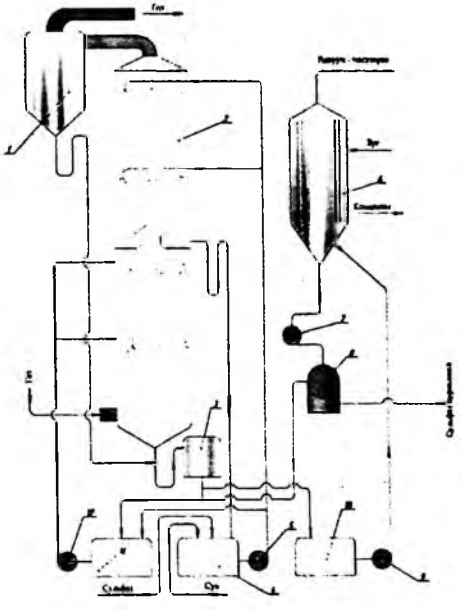
Бевосита усул бўйича аммиак газининг сульфат кислотаси эритмасида ютилиши ҳисобига аммоний сульфат ҳосил қилинади. Бунинг учун кокс гази олдиндан 68°С гача совутилади ва электр фильтрларда смоладан тозаланади.

Иқтисодий жиҳатдан мақбул ва кенг тарқалган усул бу **ярим бевосита усулдир**. Бунда кокс газидаги смолани конденсатлаш учун 25...30°С гача совутилади. Конденсат 2 қатламга ажратилади: қуйи қатламда смола ва юқори қатламда смола устки суви бўлиб, унда газ таркибидаги бир қисм аммиак эриган бўлади. Смола устки сувини дистилляция колоннасида оҳактошли сув билан

ишланади ва хосил килинган аммиак гази электр фильтрларда смоладан тоза-ланган кокс гази билан биргаликда сульфат кислотасига юттириш учун юборилади.

Кокс газидаги аммиакни юттириш барботаж туридаги сатураторларда (сатураторли усулда) ёки скрубберларда (сатураторсиз усулда) амалга оширилиши мумкин. Сатураторли усулда кокс газидаги аммиакнинг ютилиши ва аммоний сульфатнинг кристаллантирилиши биргина жихоз - сатураторда амалга оширилади (1.28-расм). Бу технологик режимни танлаш имкониятини чегаралайди, яъни бир вактда иккала жараён (юттириш ва кристаллантириш) учун бир хил оптимал шароит аммиакнинг максимал ютиши ва аммоний сульфат кристалларини ажратиб олиш учун йирик кристаллар хосил бўлишини таъминловчи параметрларни белгилашни талаб этади.Сатураторсиз усул бўйича юкоридаги жараёнлар алохида-алохида: NH_3ни юттириш скрубберда, аммоний сульфатни кристаллари кристализаторларда амалга оширилади.

1.28 - расм. Аммоний сульфат ишлаб чикаришни вакуум-буғлаткичли сатураторсиз усули.



1 - томчи ушлагич; 2-скруббер;3-смола ажратгич; 4,10,11-йиғгичлар; 8-центрифуга; 5,7,9,12-марказдан қочма насослар; 6 – буғлаткич

1 т аммоний сульфат олиш учун: 0,73...0,75 т сульфат кислотаси (100% ли), 0,26...0,27 т аммиак (30-35 минг $м^3$ кокс гази таркибида бўлади), 100...108 МЖ электр энергия, 8 $м^3$ сув ва 2,7...6 т буғ сарф бўлади.

Технологик тасвирдаги кристаллизатор ва центрифуга ўрнига гранулятордан фойдаланиш орқали 40...45% ли эритмадан грануллланган аммоний сульфат олиш имкониятлари мавжуд.

1.28. Гипсдан аммоний сульфат олиш

Сульфат кислота сарфламасдан, табиий гипс ёки экстракцион фосфат кислотаси ишлаб чикариш чикиндиси - фосфогипсдан аммоний сульфат олиш хам мумкин. Гипсни аммоний сульфатга конверсияси 50...55°С температурада 32...33% ли аммоний карбонат эритмаси билан суюклик усули деб аталадиган куйидаги реакция ёрдамида амалга оширилиши мумкин:

$$CaSO_4 + (NH_4)_2CO_3 = (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3$$

Бу реакция кальций карбонатнинг эрувчанлиги кальций сульфатнинг эрувчанлигидан камлиги хисобига амалга ошади.

760 кг$CaCO_3$ чўкмаси ажратилгандан сўнг $(NH_4)_2SO_4$ хисобига 40% ли аммоний сульфат эритмасини буғлатиш ва кристаллантириш орқали каттик махсулотга айлантирилади.

1 тонна аммоний сульфат олиш учун: 1,13 т гипс, 0,74 аммоний карбонат. 1,4 т буғ, 225 $м^3$ сув, 65 кВт/соат электр энергия, 71,5 кг шартли ёкилғи сарф бўлади.

Гипсдан аммоний сульфат олишни аммоний карбонат ўрнига аммиак ва карбонат ангидрид газларидан фойдаланиш орқали хам амалга оширилиши мумкин (газли усул):

$$CaSO_4 + 2NH_3 + CO_2 + H_2O = (NH_4)SO_4 + CaCO_3 \qquad (1.28)$$

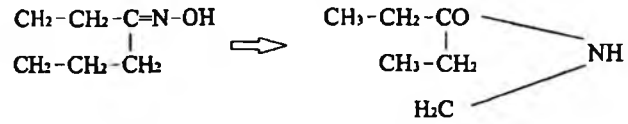
Лекин бу усулда ҳосил бўладиган $CaCO_3$ кристаллари майда, игнасимон бўлиб, уни фильтрлашда қийинчиликлар келиб чиқади. Шунинг учун конверсия жараёнини узоқ вақт ўтказиш талаб этилади. Бундан ташқари реакция иссиқлигини йўқотиш мақсадида реактор ичига совутқич ўрнатиш ва ютилмаган газни сульфат кислотаси эритмасидан ўтказиш талаб қилинади.

1.29. Капролактам чиқиндисидан аммоний сульфат олиш

Полиамид - капрон тайёрлаш учун ишлаб чиқариладиган капролактам олишдаги тугалланувчи босқич бензол ва фенолдан олинадиган оралиқ маҳсулот - циклогексанон гидрооксидаминосульфат $-(2NH_2OH)\cdot H_2SO_4$ билан оксимирлашдан иборат. Гидроксиаминосульфатнинг ортиқча миқдори аммиак таъсирида парчаланади:

$$(2NH_2OH)\cdot H_2SO_4 + 2NH_3 = 2NH_2OH + (NH_4)_2SO_4 \quad (1.29)$$

ҳосил бўлган циклогексаноксим сувли эритмадан ажратиб олиниб, концентрланган сульфат кислота (олеум) да ишлов берилади. Натижада капролактамга изомерланади:



циклогексаноксим капролактам (1.30)

Изомерланиш жараёни тугагач, сульфат кислота аммиак билан нейтралланади. Лактам мойи ва сульфатли аралашма ажратилади. Оксимирлаш ва нейтраллаш натижасида 25...43% $(NH_4)_2SO_4$ ва 1...3% NH_4NO_3 0,1...0,5% органик моддалар эритмаси олинади. Бу эритмалар, ишлаб чиқариш чиқиндиси ҳисобланади. Уни буғлатиш ва кристаллантириш орқали аммоний сульфат олинади. Тоза кристалл ҳолатидаги маҳсулот (органик моддалар қўшилмалари рангсиз) тўйинмаган ҳолда секин кристаллантириш орқали олинади. 34% ли бундай эритмадан 1 т $(NH_4)_2SO_4$ олиш учун: 2,3...2,5 МЖ буғ, 24...30 кВт/соат электр энергия ва 56 $м^3$ сув сарфланади.

СУЮҚ АЗОТЛИ ЎҒИТЛАР

Суюқ азотли ўғитлар сифатида суюлтирилган аммиак, аммиакли сув ва аммоний нитрат, аммоний карбонат ва бошқа компонентларнинг суюқ ёки аммиакли сувдаги эритмалари қўшилишдаги суюқ аммиклар (аммиакатлар) ишлатилади. Шунингдек, аммиаксиз азот тутган сувли эритмали моддалар - аммоний нитрат, карбамид ва бошқалар ҳам ишлатилади. Суюқ ўғитлар олишда уларнинг кристалланиш (музлаш) температураларининг паст бўлишини, аминлар учун эса - ундаги азотнинг концентрацияси юқори бўлганда эритма устидаги аммиак буғларининг босими кам бўлишини таъминланиши зарурдир. Суюқ азотли ўғитлар ўсимликларга худди қаттиқ ўғитлардаги каби ўзлаштирилса, уларни ишлаб чиқариш соддалиги ва арзонлиги билан қаттиқ ўғитлардан устун туради. Суюқ азотли ўғитларни ишлатиш уларни юклаш, тушириш ва тупроққа солиш ишларини тўла механизациялаш имконини беради, бу эса озуқа моддаларни кам даражада йўқотилишига олиб келади. Уларни тупроққа солишда қаттиқ ўғитларга нисбатан меҳнат 2...3 марта кам сарфланади. Шу билан биргаликда суюқ ўғитлар тупроқда бир текисда таксимланади. Учадиган аммиак тутмаган айрим суюқ ўғитлар билан ўсимликларни озиқлантириш учун уларни самолётда сепилиши ёки трактор механизмлари билан пуркалиши мумкин.

Суюқ аммиак ва аммиакли сувнинг тўғридан-тўғри суюқ азотли ўғит сифатида ишлатилиши азотли ишлаб чиқариш корхоналарини «қисқартирилган» схема бўйича - аммиакни нитрат кислота ва аммоний нитратга ёки карбамидга айлантириш цехларисиз тезкорлик билан қуриш имкониятини яратади. Бунда энергетик, транспорт ва омбор хўжалиги, ёрдамчи хизматлар ва уй-жой бўйича қурилиш ишларининг ҳажми қисқаради.

Ишлатиш харажатлари ҳам анчагина камаяди, хусусан, ўғит арзонлашади, чунки аммиакда азот бирлигининг таннархи энг арзон қаттиқ ўғит - аммиакли селитрага нисбатан таҳминан 35% га

камдир. Бундан ташқари, суюқ ўғитларда қаттиқ, ўғитлардаги ёпишқоқлик, сегрегация ва бошқалар каби ёмон хусусиятлар бўлмайди.

Афзалликлари билан бир қаторда, суюқ ўғитларни ишлаб чиқариш ва ишлатишда маълум қийинчилик ва камчиликлар мавжуддир. Суюқ ўғитлар - тузларнинг сувли эритмаларидир, уларнинг юқори концентрацияли эритмалари паст температурада тузлар тўйиниши, кристалланиши мумкин. Нисбатан паст концентрацияли эритмаларни ишлатиш эса кўп миқдордаги эритувчи - сувни ташиш лозимлигига олиб келади. Суюқ ўғитларни сақлаш учун катта ҳажмдаги резервуарлар талаб этилади, чунки улар нисбатан қисқа вақт мобайнида ишлаб чиқарилади ва ишлатилади. Суюқ ўғитларнинг ишлатилиши истеъмолчи яқинидаги худудларда таксимлаш марказларини, тупроққа ўғит солиш махсус жиҳозларини, шунингдек (темир йўл ва атомобил) цистерналар паркини ташкил этиш учун капитал маблағлар талаб этади; ўғит сифатида сувсиз аммиак ишлатилишида юқори босимга мўлжалланган махсус жиҳозлар талаб этилади. Айрим суюқ ўғитларнинг асосий камчилиги уларнинг коррозиялаш таъсирининг мавжудлигидир. Бундай хусусиятли ўғитларга кора металларга таъсири бўйича юқори коррозияловчи хоссага эга бўлган аммоний нитрат аммиакатларининг эритмалари киради. Аммоний нитрат ва кальций нитрат аммиакатлари аралашмасининг эритмаси нисбатан кам агрессивдир. Коррозия ўғитларни ишлаб чиқаришда, сақлашда, ташишда ва тупроққа солишда қийинчиликлар туғдиради, чунки қимматбаҳо материаллар ишлатилиши билан боғликдир.

Сувли аммиакатлар ва айниқса сувсиз аммиак - азот йўқотилишини олдини олиш максадида тупроққа 12...15 см чуқурликда солишни талаб этади. Аммиакатлар туридаги суюқ ўғитларни тупроқ устига солишга йўл қўйиб бўлмайди, чунки бунда аммиакнинг кўп қисми йўқотилади. Бундан ташқари, ўсимликларнинг барглари ва танаси аммиак ва аммиакатлар таъсирида қуйиши мумкин. Шунинг учун суюқ ўғитларни солишда махсус машиналар ишлатилади. Уларнинг резервуарлари юқори босимда ишлай олиши лозим ва босимни назорат қиладиган ва суюқликни таъминлайдиган қурилмалар билан жиҳозланган бўлади.

1.30. Суюқ азотли ўғитларнинг физик-кимёвий хоссалари

Суюқ аммиак таркибида 52,3% *N* бўлади ва чет элларда, айниқса АҚШ да кенг қўлланиладиган энг концентрланган азотли ўғит ҳисобланади. Атмосфера босимида аммиак -33,3°С температурада қайнайди ва -77,7°С да музлайди. Суюқ аммиак устидаги буғ босими:

Температура, °С	-30	-10	0	10	20	30	40
Босим, МПа	0,119	0,289	0,427	0,612	0,853	1,161	1,546

Суюқ аммиак герметик резервуарларда босим остида ёки изотермик идишларда сақланади ва 2 МПа гача босимга бардошли пўлат цистерналарда ташилади ёки аммиак узатиш трубалари орқали етказиб берилади. Белгиланган Давлат стандартларига биноан, суюқ аммиак уч хил маркада: А - ишлаб чиқариш эҳтиёжи учун; А - экспорт қилиш учун ва аммиак трубалари орқали етказиб бериш учун; Б -ўғитга қайта ишлаш учун ва қишлоқ хўжалигида азотли ўғит сифатида фойдаланиш учун ишлаб чиқарилади. Унинг таркибида маркасига мувофиқ равишда: 99,96, 99,6 ва 99,6% дан кам бўлмаган $NH_3$0,2...0,4% дан кўп бўлмаган сув (буғлатилишидан кейинги қолдик). 2,2 ва 8 мг/л мой, 1,1 ва 2 мг/л темир бўлиши керак.

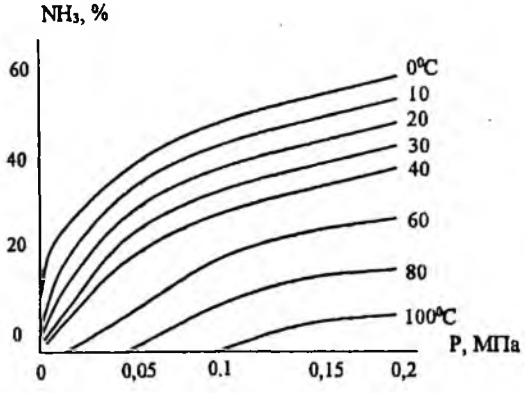
Аммиак сувда жуда яхши эрийди: 0°С температура ва NH_3 нинг парциал босими атмосфера босимига тенг бўлганда, 1 ҳажм сувда 1176 ҳажм (нормал шароитда), 20°С да эса - 702 ҳажм аммиак эрийди. Атмосфера босимида аммиакли сувдаги аммиакнинг миқдори 0°С температурада 46,7% га, 50°С да - 18,6% га тенг. Аммиакнинг сувда эрувчанлиги, унинг эритма устидаги босим ва температурага боғлиқлиги 1.29 - расмда тасвирланган.

Техник аммиакли сув Давлат стандарларига мувофиқ икки хил маркада: А - (олий ва биринчи нав) - ишлаб чиқариш максадлари ва эркин савдо учун ҳамда Б - қишлоқ хўжалиги учун ишлаб чиқарилади. А марка учун NH_3 нинг эритмадаги улуши (25% дан кам эмас) ва учмайдиган қолдик миқдори (0,07 ва 0,2% дан кўп эмас) меъёрлангандир; Б маркали махсулот учун -NH_3 миқдори 25% дан кам эмас (ёзги даврларда - 22% дан кам эмас), CO_2 8 г/л дан кўп эмас ва мис 10 мг/л дан кўп бўлмаслиги керак.

Аммиакли сув устидаги буғ босими нисбатан кам (масалан, 25% NH_3) ва 20°С даги умумий босим ~0,045 МПа бўлганлиги туфайли уни ёпиқ пўлат цистерналарда ёки 0,15... 0,2 МПа босимга мўлжалланган цистерналарда сақланади ва ташилади. 25% ли аммиакли сувнинг 20°С

температурадаги зичлиги 907 кг/м^3 га тенгдир. 25% ли эритманинг музлаш температураси -5,6°С га, 22% ли эритма учун эса - 33°С га тенг.

Атроф муҳит ҳавосида аммиакнинг белгиланган меъёрдан ортиқча бўлиши юқори нафас олиш йўллари ва кўзнинг шиллиқ пардаларини зарарлайди. Ҳидини сезиш чегараси 37 мг/м^3 га тенг. Ишлаб чиқариш хоналари атмосферасидаги йўл қўйилиши мумкин бўлган концентрацияси - 20 мг/м^3 га тенг. Таркибида 15...28% (ҳажмий) NH_3бўлган аммиакнинг ҳаво билан аралашмаси ёнғин учун ҳавфлидир. Суюқ аммиак инсон терисига сачраганда куйдиради ва тузалиши қийин яра ҳосил қилади.



1.29 - расм. Аммиакнинг сувда эрувчанлик изотермалари.

Қаттиқ амминлар (аммиакатлар) - айрим қаттиқ тузларни (ёки улар сувли эритмаларини) суюқ ёки газ ҳолатидаги аммиак билан таъсирлашишидан аммоний нитрат асосида олинган аммиакатлар таркиби $NH_4NO_3 \cdot nNH_3 \cdot mH_2O$ формулага мувофиқ келади, кальций ва аммоний нитратлари асосидаги аммиакатлар $Ca(NO_3)_2 \cdot xNH_4NO_3 \cdot nNH_3 \cdot mH_20$ таркибга эгадир. Қаттиқ аммоний нитрат -15 дан 25°С гача температурада газ ҳолатдаги аммиакни шиддатли бириктиради ва суюқ ҳолатга ўтади ва Дайверс суюқлиги деб аталадиган суюқликни ҳосил қилади. -10°С температурада унинг таркиби $NH_4NO_3 \cdot 2NH_3$ формулага жавоб беради. Температуранинг кўтарилиши билан аммиакнинг ажралиши кузатилади ва 28°С температурада қаттиқ туз $NH_4NO_3 \cdot NH_3$ ҳосил бўлади, у осонлик билан аммиакни йўқотади. Ўғит сифатида ишлатиладиган суюқ аммиакатлар –NH_4NO_3,$(NH_2)_2CO$, $Ca(NO_3)_2$, $(NH_4)_2CO_3$ нинг аммиакли сувдаги эритмалари - очиқ рангли эритмалар кўринишида бўлиб, зичлиги улар таркибига боғлиқ ҳолда 900-1250 кг/м^3 чегарасида бўлади. Аммиакатлар устидаги буг босими суюқ аммиакдагига нисбатан анчагина паст бўлади. Нитратлардан ташқари аммоний карбонатлари бўлган эритмалар карбоаммиакатлар дейилади. Аммиакатларнинг кристалланиш температураси - улар таркибидаги аммиак миқдорининг ортиши ва сув миқдорининг камайиши билан пасаяди.

Кейинги пайтларда карбамид ва аммиакли селитранинг сувли эритмалари (КАС эритмалари) кўп ишлатилмоқда. Унга коррозия ингибитори сифатида хаммаси бўлиб 0,5% NH_3 ва 0,2% P_2O_5 аммоний фосфатлари тарзида қўшилади. Улар, таркибида 28, 30, 32 ва 34% умумий азот тутган маҳсулот сифатида ишлаб чиқарилади. Масалан, КАС-28 таркибида 30,0% % $(NH_2)_2CO$ ва 40,1% NH_4NO_3(бўлиб, 15,6°С даги зичлиги 1283 кг/м^3 га тенг ва —18°С температурада кристалланиши бошланади. КАС-32 таркибида 36,4% $(NH_2)_2CO$ ва 43,3% NH_4NO_3 бўлиб, унинг зичлиги 1327 кг/м^3 га ва кристалланиш температураси —2°С га тенгдир. Ёнғин учун ҳавфсиз бўлиши учун КАС эритмаларидаги NH_4NO_3миқдори 45% дан ошмаслиги керак.

КАС эритмаларининг амминлар эритмалари ва суюқ аммиакдан афзаллиги шундаки, улар таркибида оз миқдордаги учувчан аммиак бўлганлиги учун азотнинг йўқотилиши кузатилмайди. Шу туфайли уларни юқори босимга мўлжалланмаган ва арзон углеродли пўлатлардан тайёрланган пўлат резервуар ва цистерналарда сақлаш ва ташиш, анча содда усулларда тупроққа солиш мумкин.

Нисбатан юқори кристалланиш температурасига эга бўлган суюқ ўғитлар мавсумий хисобланади (улар 1 мартдан 1 ноябргача ишлатилади).

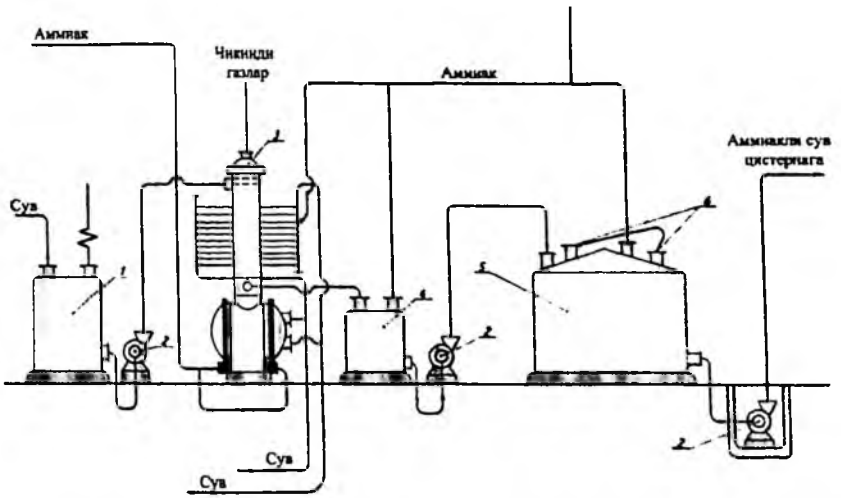
1.31. Суюқ азотли ўғитлар ишлаб чиқариш

1.30 - расмда газ ҳолатдаги аммиакдан аммиакли сув олиш схемаси тасвирланган. Газ ҳолатдаги аммиак ортиқча 0,2 МПа босимда аммиак синтези цехидан ёки суюқ аммиак сақлагичидан юборилади. Цистерналарга суюқ аммиак тўлдиришда ажраладиган газ ҳолатдаги аммиакдан ҳам фойдаланилиши мумкин. Аммиак тарелкали минорага киради. Миноранинг остки қисми трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси кўринишига эга; ундан аммиакнинг эриши натижасида ажраладиган иссикликнинг кўп қисми чиқариб юборилади. Иссиклик алмаштиргич трубалари оркали совитувчи сув юради, трубалар орасидаги бўшлиқда аммиакнинг сувли эритмаси циркуляцияланади, унинг қатламлари орасидаи газ ҳолатдаги аммиак барботажланади. Аммиакнинг тўла ютилиши миноранинг юқори қисмидаги қалпоқли тарелкаларда амалга ошади. Минорага

1.30-расм. Аммиакли сув олиш схемаси.

1,4 - йиғгич; 2 - марказдан қочма насос; 3 - колонна; 5 -омбор; 6 -ҳимоя қалпоқча.

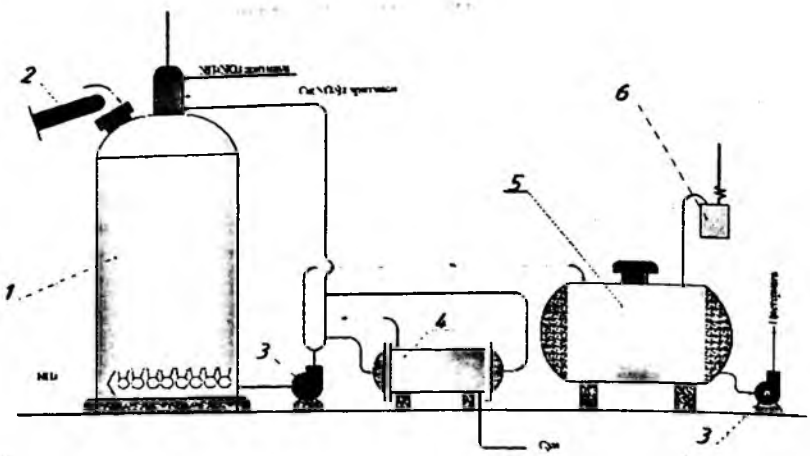
қаттиқлик тузларининг ўтириб қолишини олдини олиш мақсадида кимёвий тозаланган сув берилади. Аммиакли сув насос ёрдамида омбор 5 га юборилади.



Аммиак эритмасини сақлашда ўраб турувчи ҳаво иссиқлиги ва қуёш радиацияси таъсирида ундан маълум миқдордаги аммиак ажралиб чиқади, уни минора 3 да абсорбцияларга қайтарилади.

1 т NH_3 ни аммиакли сув тарзида ишлаб чиқариш учун 3 $м^3$ кимёвий тозаланган сув, 200 $м^3$ айланувчи сув ва 28,8 МЖ электр энергия талаб этилади.

1.31 - расмда аммиакатлар ишлаб чиқариш учун қурилма схемаси тасвирланган. Асосий жиҳозлари - суюқ ўғитлар тайёрланадиган реактор 1 ва тайёрланадиган эритма у оркали циркуляцияланадиган сувли совуткич 4 дан иборат. Сувли совуткичда ўғит компонентлари эритилишидан ҳосил бўладиган иссиклик ажратиб олинади ва эритма температураси 20-25°С даражасида ушлаб турилади. Аммоний нитрат асосидаги аммиакат тайёрлаш учун реакторга дастлаб белгиланмаган таркибдаги аммиакат олиш учун қанча сув талаб этилса, шунча сув тўлдирилади ва у оркали 10-15% ли аммиакли сув ҳосил бўлгунча аммиак гази ўтказилади. Ютилмаган аммиак скрубберда тутиб қолинади. Циркуляцияли аммиакли сувга мунтазам равишда НИФ жиҳозидан келадиган аммоний нитратнинг қайноқ 75...85% ли эритмаси қўшилади. Белгиланган таркибдаги эритма ҳосил бўлгач, уни омбор 5 га узатилади. Аммонийли ва кальцийли селитралар асосидаги аммиакатлар олиш учун реакторга аммоний нитрат билан бир вактда 75...80% ли кальций нитрат эритмаси ёки кристалл маҳсулот киритилади. Худди шундай тарзда карбамид тутган суюқ ўғитлар ҳам тайёрланади.



1.31- расм. Аммиакатлар ишлаб чиқариш схемаси:
1-реактор; 2-қаттиқ тузларни киритиш учун узатқич; 3-марказдан қочма насослар; 4 -совутқич; 5 - омбор; 6 – гидрозатвор.

Таркибида карбамид ва аммоний карбонат тутган карбоаммиакатлар (углеаммиакатлар) карбамид ишлаб чиқариш циклидан тўғридан-тўғри олинади. Эритма таркибида 19...28% $(NH_2)_2CO$, 20...25% NH_3-13, 7...12% CO_2 бўлиши керак; ундаги азотнинг умумий миқдори 29% дан кам бўлмайди. Қаттиқ фазанинг ажралиш температураси 10°С ни ташкил этади. Аммиакатлар ишлаб чиқариш учун жиҳозлар легирланган пўлатдан, алюминийдан ёки пластмассадан тайёрланиши керак. КАС эритмалари - бошланғич компонентларнинг турлари фарқланадиган турли хил усулларда олинади:

1) грануллланган карбамид ва аммоний нитратдан;
2) суюқ оралиқ маҳсулотлар (суюкланмалар) дан;

интеграл схема бўйича - карбамид суюкланмасидан ва нитрат кислотани карбамид синтезида таъсирлашмаган аммиак билан нейтралланишидан ҳосил қилинган аммоний нитрат суюкланмасидан олинади.

Биринчи усул унча катта бўлмаган масштабда қўлланилади, чунки бошлангич донадор маҳсулотлар таннархи КАС эритмасидаги азотнинг таннархини ошириб юборади.

Иккинчи усул турли вариантларда амалга оширилади; у етарлича кенг тарқалган. Масалан, карбамид цехидан олинадиган 117°С температурадаги $(NH_2)_2CO$ нинг 70% ли эритмаси ва аммиакли селитра цехидан олинадиган 130...145°С температурадаги NH_4NO_3нинг 82...91%ли эритмаси насадкали трубада узлуксиз аралаштирилади. Эритма аралаштиргичдан иссиқлик алмашиниш қурилмасига тушади, у ерда 40°С гача совутилади, сўнгра унга коррозия ингибиторлари - газ ҳолатдаги аммиак ва аммоний фосфатлари эритмаси ёки фосфат кислота қўшилади.

Учинчи усулнинг устунлиги - карбамид эритмаси ишлаб чиқариш қисман (циркуляциясиз жараёнгача) соддалаштирилган, аммо нитрат кислотани CO_2 гази иштирокида таъсирлашмаган аммиак билан нейтраллаш қийинчиликлар келтириб чиқаради ва грануллланган аммоний нитрат ишлаб чиқаришга нисбатан сода, лекин махсус қурилмали иншоатларни талаб этади.

1-боб. Азотли ўғитлар бўйича
Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Турли жинсли система нима?
2. Дисперс ва дисперсион фазалар нима?
3. Турли жинсли система қандай гурухларга бўлинади?
4. Суспензия нима?
5. Эмульсия нима?
6. Кўпик нима?
7. Чангнинг таърифини беринг.
8. Тутун газ таърифини беринг.
9. Туман таърифини беринг.
10. Турли жинсли системаларни қандай ажратиш усуллари мавжуд?
11. Қаттиқ жисмни суюқликда чўкиш механизми ва чўкиш тезлиги формуласини ёзинг.
12. Қаттиқ жисмни газда чўкиш механизми ва чўкиш тезлиги формуласини ёзинг.
13. Архимед критерийсининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
14. Марказдан кочма куч таъсирида чўктиришнинг механизми.
15. Марказдан кочма куч ва унинг формуласини ёзинг.
16. Ажратиш коэффициентининг маъноси ва нимани аниклаш имконяни беради?
17. Қия тўсикли тиндиргич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
18. Эшкак аралаштиргичли тиндиргич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
19. Эмульсияларни ажратувчи тиндиргич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
20. Чўктирувчи центрифуга конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
21. Фильтрловчи центрифуга конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.

КОМПЛЕКС МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР

Мураккаб ўғитлар. Мураккаб ўғитларга шундай комплекс (яъни бир неча озука элементи бўлган) ўғитлар киради ки, бунда барча заррачалар (кристаллар ва доначалар) деярли бир хил кимёвий таркибга эга бўлиши керак. Бундай ўғитларга: таркибида бир неча озука элементи бўлган битта туз, масалан KNO_3, $(NH_4)_2HPO_4$ ва бошкалар; таркибига иккита ($N+P$, $N+K$, $P+K$) ёки учта

(*N+P+K*) озука элементи киритувчи икки ёки ундан ортик тузлар композицияси киради. Бундай композициялар нитрат, фосфат ва сульфат кислоталарнинг аммиак, табиий фосфатлар; калий, аммоний ва бошкаларнинг тузлари билан ўзаро таъсирлашишидан олинади.

Ўғитдаги таъсир этувчи моддалар канчалик кўп бўлса, улар шунчалик аҳамиятли бўлади. Турли экинлар, тупроклар, иклим ва бошка шароитлар учун азот, фосфор ва калийнинг миқдори ва нисбати хар хил бўлган мураккаб ўғитлар талаб этилади. Улар $N:P_2O_5:K_2O$ массалари нисбати билан тавсифланади, масалан 1:1,5:0,5. Бунда таъсир этувчи моддаларнинг умумий миқдори тарзида хам ифодаланиши мумкин, масалан $N+P_2O_5+K_2O$ = 36%; айрим холларда $N:P_2O_5:K_2O$ нинг масса бўйича процент нисбати, масалан 12:18:6 ёки 12-18-6 шаклида ифодаланиши мумкин, бу сонларнинг умумий йигиндиси ўғитдаги таъсир этувчи моддаларнинг умумий миқдорини кўрсатади. Уч компонентли 1:1:1; 1:1,5:1; 1:1:0,5; 1:1:1,5; 1:0,67:0,67 ва икки компонентли 1:4;0; 1:1:0; 0:1:1; 0:1;1,5 маркали ўғитлар энг кўп ишлатилади.

Табиий фосфатларни нитрат кислота билан парчалаш асосида ўғитлар ишлаб чикариш. Табиий фосфатларни нитрат кислота билан парчаланишидан **нитрат кислотали эритма**таркибида кальций нитрат ва эркин фосфат кислота бўлган эритма хосил бўлади. Эритмани кейинги боскичларда кайта ишлаш усулларига боғлик холда, бир компонентли - азотли ёки фосфорли, хамда озука элементларининг энг кенг ораликдаги кўп компонентли мураккаб - азот-фосфорли (N-*P*) ёки азот-фосфор-калийли (*N-P-K*) ўғитлар ишлаб чикарилиши мумкин. Сульфат кислотали усулдан фаркли равишда, фосфатли хом-ашёни нитрат кислотали парчаланишида нафакат кислотанинг кимёвий энергиясидан фойдаланилади, балки азот хам ўғит таркибига тўла ўтади. Кислотани бундай комбинацияли ишлатиш иктисодий жихатдан анча қулайдир. Бу усулнинг камчилиги нитрат кислотали ажратмадан бир кисм кальцийни йўкотиш ёки уни эримайдиган тузлар хосил қилган холда ажратиб олиш хисобланади; агар кальций ажратиб олинмаса, ишлаб чикариладиган ўғит таркибидаги балласт (эримайдиган кальций бирикмалари) хисобига озука элементларининг концентрацияси пасаяди. Бундан ташкари, ажратмада кальцийнинг бўлиши хисобига ўғитдаги фосфорнинг тўла сувда эрувчан шаклда бўлиш имконини бермайди.

Шунга карамасдан, фосфатларни нитрат кислотали кайта ишлаш йирик масштабда қўлланилади. Айникса бу усул - фосфатларни сульфат кислотали парчалашда керак бўладиган олтингугуртли ресурслар етишмайдиган мамлакатларда (кўпинча Ғарбий Европада) кенг қўлланилади.

1.32. Фосфатларни нитрат кислота билан парчалаш

Фосфатларни нитрат кислотали парчалашда қуйидаги реакция содир бўлади:

$$Ca_3(PO_4)_2F + 10HNO_3 = 3H_3PO_4 + 5Ca(NO_3)_2 + HF \qquad (1.31)$$

Фосфат таркибидаги қўшимчалар — кальций ва магний карбонатлари, темир, алюминий ва нодир элементлар оксидлари нитрат ва фосфат кислоталар билан таъсирлашиб нитратлар ва фосфатлар хосил килади:

$$\begin{aligned} Ca(Mg)Co_3 + 2HNO_3 &= Ca(Mg)(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O \\ R_2O_3 + 3HNO_3 + H_3PO_4 &= R(NO_3)_3 + RPO_4 + 3H_2O \end{aligned} \qquad (1.32)$$

Фосфатлар таркибида темирнинг икки валентли бирикмалари бўлган минералларининг иштирок этиши уларнинг нитрат кислотада оксидланишига олиб келади:

$$Fe_2O_3 + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO_2 + 2H_2O \qquad (1.33)$$

Қаттиқ фазага кам эрийдиган фосфатларнинг, газ фазасига эса - азот оксидларининг ажралиши озука моддаларининг йўқотилишига олиб келади.Водород фторид фосфатлар билан йўлдош силикат минералларининг парчаланиши натижасида хосил бўладиган силикат кислота билан таъсирлашиб, одатда H_2SiF_6 тарзида эритмада колади.

Табиий фосфатларнинг, апатитдаги *CaO* ёки фосфоритдаги *CaO* ва *MgO* миқдорига мувофиқ келадиган стехиометрик миқдордаги нитрат кислота билан аралаштирилиши натижасида - эритмада тузларнинг тўпланиши ва эритма кислоталилигини камайиши ҳисобига парчаланиш мунтазам равишда секинлашиб боради. 1,5...2 соат мобайнида парчаланиш даражаси 98...99% га этади. Жараён давомийлигини камайтириш учун уни 2-5% ортиқча олинган нитрат кислотада ўтказилади. Кўпгина ҳолларда ортиқча нитрат кислота 20% гача оширилади ва кўпинча олинган бундай эритмалар азот миқдори оширилган ўғитларга айлантирилади.

Одатда, табиий фосфатларни нитрат кислотали парчалаш 45...50°С температурада ўтказилади ва бу температура оптимал ҳисобланади. Температуранинг 50°С дан оширилиши натижасида эритма ковушқоқлиги камаяди, диффузия шароити яхшиланади ва парчаланиш тезлиги ортади. Лекин жиҳозларнинг коррозияси тезлашади. Талаб этилган температура, асосан, реакциянинг иссиқлик эффекти (290 кЖ/моль) ҳисобига ушлаб турилади; керак бўлганда нитрат кислотани иссиқлик алмашиниш қурилмасида иситиш ёки совитиш мумкин.

P_2O_5 нинг эритмага ажралиш даражаси кислота концентрациясига катта боғлиқ эмас. Одатда эритмага 99% гача P_2O_5, *CaO*, *MgO* ва нодир элементлар, 95% гача фтор. 70% гача темир ўтади.

Фосфатларнинг парчаланиши аралаштиргич ўрнатилган иккитадан бештагичача бирин-кетин ўтадиган реакторларда узлуксиз усулда ўтказилади. Реакторлардан чиқадиган газлар вентиляторлар билан сўриб олинади ва скрубберда фтор бирикмаларидан тозалангандан сўнг, атмосферага чиқариб юборилади.

Парчаланиш тугаганидан сўнг эритма ва қуйқум (эримайдиган қолдиқдан иборат шлам) дан иборат суспензия ҳосил бўлади; апатитни қайта ишлашда ундаги 60...80% стронций қуйқумга ўтади ва уни ажратиб олиш мумкин. Қуйқумнинг ажратилиши қийин, чунки коллоид заррачалардан таркиб топган. Шунинг учун бундай аралашмаларни фильтрлаш максадга мувофиқ.

Фосфат таркибидаги фторнинг кўп қисми эритмага H_2SiF_6 тарзида ўтади. Шу сабабли, фосфатларни нитрат кислота билан парчалаб, фтор бирикмаларини ажратиб олиш ва уни ишлатиш (утилизацияси) маълум қийинчиликлар келтириб чиқаради. Эритмадан фторни унга натрий тузлари -$NaNO_3$ ёки Na_2CO_3 қўшиш орқали ажратиб олиш мумкин.

Стехиометрик меъёрнинг 300% миқдорида натрий ионлари киритилиши натижасида эритмадаги 80...85% фторни натрий кремнефторид тарзида чўктирилиб ажратилади. Натрий хлорид ишлатиш ўринсиздир, чунки хлорид ионлари хром-никелли пўлатдан тайёрланган қурилмалар коррозиясини кучайтиради. Na_2SiF_6 кристалл чўкмаси эритмадан тиндириш, сўнгра фильтрлаш усуллари ёрдамида ажратилади. Нитрат кислотали қайта ишлашда 1 т апатитдан 30% намликдаги 63 кг Na_2SiF_6 олинади; қуруқ моддадаги Na_2SiF_6 нингмиқдори 87% ни ташкил этади.

Апатит концентрати таркибида 0,9...1% церий гуруҳининг нодир элементлари (церий, лантан ва бошқалар) бўлади. Апатит концентратини нитрат кислотали парчалаш натижасида ҳосил қилинган эритмадан уларни ажратиб олиш - кучсиз кислотали эритмаларда (pH = 2...2,5) нодир элементлар фосфатлари эрувчанлигининг камлигига асосланган.

Нодир элементларни чўктириш учун эритмадаги барча нитрат кислотани ва фосфат кислота биринчи водород ионларининг тахминан 50% ини нейтраллаш керак. Бунда каттиқ фазага фосфатлар шаклида 70...80% (апатит концентрати таркибидаги) нодир элементлар ўтади. Улар билан биргаликда эритмадан бошқа бир нечта қўшимчалар ҳам чўкади. Шунинг учун, олинган каттиқ қолдиқда ~65% нодир элементлар фосфатлари бўлади, улардан деярли ярми церий фосфат хиссасига тўғри келади.

1.33. Нитрат кислотали эритмани қайта ишлаш усуллари

Нитрат кислотали эритмани қайта ишлаш алоҳида-алоҳида фосфатлар (дикальцийфосфат, монокальцийфосфат) ва нитратлар (кальцийли ва аммиакли селитралар) олиш ёки мураккаб ўғитлар олиш билан амалга оширилиши мумкин.

Бир компонентли ўғитлар масалан, нитрат кислотали ажратмадаги фосфат кислотани оҳактош ёки оҳактош сути билан нейтраллаш йўли билан олиниши мумкин. Бунда, дикальцийфосфат (преципитат) чўкмаси ҳосил бўлади, уни фильтрлаш орқали эритмадан ажратилади ва қўғитилади. Қолган кальций нитрат эритмаси буғлатилади ва кристалланади. Монокальцийфосфат ва кальцийнитрат алоҳида-алоҳида олиниши ҳам мумкин; кальций нитратни аммоний карбонат ёрдамида аммоний нитрат ва кальций карбонатга конверсияланиши мумкин. Ажратмадан бир компонентли ўғитлар олиш катта миқдордаги капитал ва ишлаб чиқариш харажатларини талаб

этади. Шунинг учун, нитрат кислотали ажратмадан фосфорли ва азотли ўғитларни алоҳида-алоҳида чиқариб олиш ҳозир кунда қўлланилмайди.

Нитрат кислотали ажратмадан мураккаб ўғитлар ишлаб чиқаришда, у одатда нейтралланади ва ҳосил қилинган суспензия компонентларга ажратилмаган ҳолда сувсизлантирилади. Фильтрланиш жараёнининг йўқлиги технологик жараённи соддалаштиради.

Ҳозирги пайтда қўлланилаётган усулларда эритма аммиак билан нейтралланади. Бундай йўл билан олинган мураккаб ўғит таркибида иккита озуқа элементи - азот ва фосфор бўлади, улар **нитрофослар** дейилади. Айрим ҳолларда грануллашдан аввал нейтралланган суспензияга калий тузлари (*KCl, K_2SO_4*) қўшилади ва таркибида азот, фосфор, калий тутган **нитрофоска ўғити** олинади.

Табиий фосфатлардаги *$CaO:P_2O_5$*масса нисбати 1,3...1,8 оралиқда, яъни дикальцийфосфатдаги -0,79 га қарағанда анчагина катта бўлади. Шунинг учун эритмани аммиак билан нейтраллашда ундаги фосфат кислотанинг ҳаммаси дикальцийфосфат ҳосил бўлишига кетади; эритмада *$Ca(NO_3)_2$* ҳолатида ортиқча кальций қолади. Суспензияни сувсизлантиришдан олинган маҳсулот таркибида кальций нитрат бўлади, унинг гигроскопиклиги ўғит учун керакмас. Буниг олдини олиш учун эритмадан кальцийни йўқотиш ва *$CaO:P_2O_5$* =0,79 орқали эришиш мумкин. Бу ҳолда маҳсулотдаги барча фосфор цитратли эрувчан дикальцийфосфат шаклидаги бўлади. Бир қисм фосфорни сувда эрувчан шаклда олиш ва эркин фосфат кислотасини аммиак билан нейтраллаб, аммоний фосфатга айланиши учун реакцион массадаги *$CaO:P_2O_5$*нисбатини янада камайтириш керак.

Қайта ишланадиган системаларда *$CaO:P_2O_5$*нисбатни камайтиришнинг қуйидаги:

1) кальций нитратни кристаллантириш;

2) қўшимча миқдорда (экстракцион ёки термик) фосфат кислота киритиш;

3) ортиқча кальцийни сульфат кислота ёки аммоний ёки калий сульфат билан чўктириш;

4) ортиқча кальцийни карбонат ангидрид ва аммиак билан *$CaCO_3$* шаклида чўктириш усуллари қўлланилади.

Нитрат кислотали ажратмадан кальцийни боғлаш ёки йўқотиш усулида ва *$CaO:P_2O_5$* нисбатига боғлиқ ҳолда турли таркибдаги ўғитлар олинади. Одатда, ўғитдаги озуқа компонентларини дикальцийфосфат, аммоний фосфатлари ва нитратлари, калий тузлари ҳолитида бўлади.

Ажратмадан кальций нитратни кристаллаш уни -10°С температурагача совитиш йўли билан амалга оширилади ва бунда кальций нитратнинг тетрагидрати *$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$* кристалланади. Уни ажратиб олиб ва қуритилгандан сўнг, ўғит сифатида ишлатилиши мумкин ёки аммиакли селитрага қайта ишланиши мумкин. Кальцийнинг ажралиш даражаси бошланғич нитрат кислота концентрацияси ва эритманинг охирги температураси орқали аниқланади.

Эритмани сульфат кислота билан қайта ишлаш ёки фосфатларни нитрат ва сульфат кислоталари аралашмаси билан парчалаш орқали ҳар кандай *$CaO:P_2O_5$* нисбатдаги эритмани олиш мумкин - кальцийнинг бир қисми сульфатга бирикади ва у ўғит таркибида балласт бўлиб қолади. Бунга эришиш учун концентрацияси 42...55% бўлган нитрат кислота ва 93% бўлган сульфат кислота ишлатилади. Парчаланиш маҳсулотлари газ ҳолатдаги аммиак билан қайта ишланади. Натижада суюк фазада аммиакли селитра, каттиқ фазада эса - дикальцийфосфат ва гипс бўлган суспензия олинади.

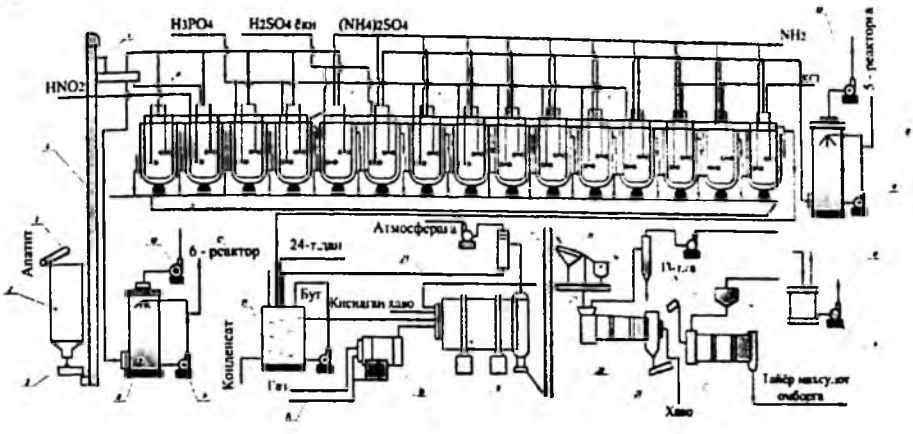
Карбонатли усул бўйича нитрат кислотали ажратма дастлаб газ ҳолатдаги аммиак билан (аммонийлаштириш), сўнгра аммиак ва карбонат ангидрид билан (аммонийлаштириш ва карбонатлаштириш) ва охирида фақат карбонат ангидрид билан қайта ишланади. Бу усулнинг камчилиги: тайёр маҳсулотдаги фосфатли компонентлар улушининг бошқаларига нисбатан камлиги [*$N:P_2O_5$* = 1:(0,7-0,8)] ҳисобланади. Таркибидаги компонентларнинг сувда (нитратда) эрувчан бўлиши дикальцийфосфатдан устунлигини кўрсатади.

Таркибида балласт - кальций сульфат ёки карбонат бўлган нитрофоскаларда озуқа моддалари (*$N+P_2O_5+K_2O$*) нинг концентрацияси 33...36% ни ташкил этади. Бир қисм кальций нитратни кристаллаш ёки жараёнга фосфат кислота киритиш билан олинадиган нитрофоскаларда озуқа моддаларининг концентрацияси 45... 50% га этади.

«Тенглаштирилган», А ва Б маркали гранулланган нитрофос таркибида, мувофиқ равишда: 22±1; 23±1 ва 24±1%N; 22±1; 17±1 ва 14±1% *P_2O_5* (шу жумладан 18,7 ва 6% дан кам бўлмаган *$P_2O_{5\text{сувда}}$*); 1,5% дан кўп эмас H_2O бўлади; маҳсулотда: 1-4 мм гранулалар улуши 94% дан кам эмас; 1 мм дан кичик заррачалар - 3% дан кўп эмас; элакда қоладиган 6 мм дан йирик заррачалар бўлмайди; гранулалар мустаҳкамлиги - 2 МПа дан кам эмас. Кенг миқёсда апатит концентратидан

1:1:1 маркали нитрофоска ишлаб чиқарилади. Унинг таркибидаги озука моддаларининг йиғиндиси33% дан кам эмас, шу жумладан, 11% N, 11% K_2O ва 10% $P_2O_{5эюк}$ (сувда эрувчи P_2O_5 улуши ўзлашадиган P_2O_5 нинг 55%- дан кам эмас), H_2O 1,5% дан кўп эмас. Гранулометрик таркиби ва гранулалар мустаҳкамлиги нитрофосники каби бўлади.

1.32 - расмда нитрофоска ишлаб чиқаришнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Фосфатли хом- ашёни парчалаш 50...80°С температурада тўртта реактор 6 ларда амалга оширилади. Биринчи реакторга фосфат ва 47...53% ли нитрат кислота берилади.



1.32-расм. Нитрофоска ишлаб чиқариш технологик схемаси.

1,23-лентали конвейер; 2-бункер; 3-шнек; 4-элеватор; 5-меъёрлагич; 6-реактор; 7-аммонизациялаш реактори; 8-скруббер; 9-марказдан қочма насос; 10,25-вентиляторлар; 11,16-йиғгичлар; 12-сув йиғгичи; 13-суспензия йиғгичи; 14-суспензия насоси; 15-БГК қуритмаси; 17-элеватор; 18-элак; 19-тегирмон; 20-совитиш барабани; 21- бункер; 22 - конденсациялаш барабани; 24--циклон.

Учинчи ва тўртинчи реакторларга умумий меъёрнинг 60% миқдорида 92...93% ли сульфат ёки фосфат кислота қўшилади. Фосфатнинг парчаланиши 1 соат давомида интенсив аралаштириш орқали боради. Суспензия тўртинчи реактордан аммонийлаштирувчи реактор 7 га тушади. Аммонийлаштирувчи реактор Г-симон шаклда бўлиб (1.33-расм), кобик 1 ва унинг ички қисми қулча билан бириктирган 2, ҳамда жиҳозни ҳудди иккита трубага ўхшаб ажратган тўсиқ 5 дан таркиб топган. Ҳар бир трубанинг диаметри 800...900 мм, баландлиги ~2,5 м бўлади. Ҳар бир трубага 3 $с^{-1}$ (~200 айл/мин) частота билан айланадиган олдинга сурувчи (пропеллер шаклдаги) аралаштиргичлар ўрнатилган. Реактор сиртида сувли ғилоф бўлади; унга бериладиган сув ёрдамида температурани бошқариб турилади. Газ ҳолатдаги аммиак реакторнинг пастки қисмидаги иккита қувурлар орқали берилади. Фосфатларни парчалаш реакторлари ҳам ҳудди шундай тузилишга эга бўлади, фақатгина улардаги аралаштиргичларнинг битта куракли ва электр юритқичларнинг кам қувватли бўлиши билан фарқ қилади; уларда реакторнинг ғилофига буғ берилади. Реакторлар хромникелли ёки хромникелмолибденли легирланган пўлатлардан тайёрланади.

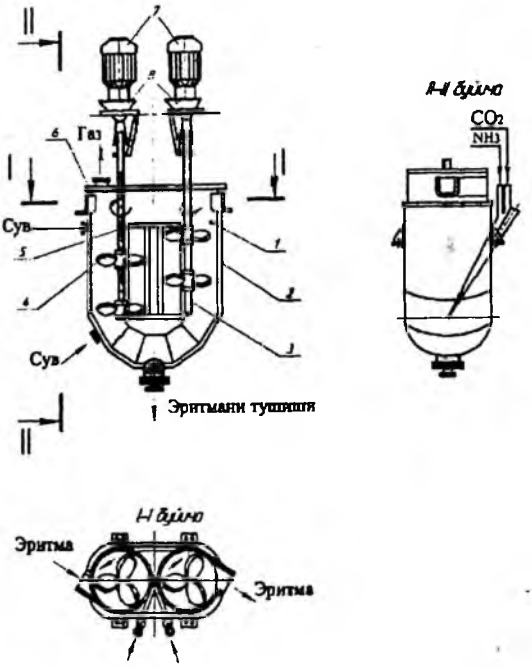
Суспензияни аммонийлаштириш учун бирин-кетин ишлайдиган 10...15 та реактор ўрнатилган (модданинг улардан ўтиш вақти 2-2,5 соат). Уларга сульфат ёки фосфат кислоталарнинг қолган (40%) қисми ва аммиак берилади. Карбонатли схема бўйича нитрофоска олишда аммонийлаштиргичларга сульфат ёки фосфат кислоталар билан биргаликда газ ҳолатдаги углерод диоксид ва **сульфат кислота-сульфатли** ишлаб чиқариш усулида — аммоний сульфат киритилади.

Киритиладиган реагентларнинг аммонийлаштиргичларда тақсимланиши *pH* қиймати бўйича белгиланган тартибга мувофиқ амалга оширилади. Температура 60...105°С оралиғида ушлаб турилади. Реакциянинг иссиқлиги ҳисобига аммонийлаштиргичдан 15...20% сув буғланади. Реактор 6 ва биринчи аммонийлаштиргичдан чиқадиган газлар (1.32-расм), атмосферага чиқарилишидан олдин фтор бирикмалари, азот оксидлари ва нитрат кислота буғларини, нейтраллагич 7 дан чиқадиган газдан эса - нитрат кислотани тутиб қолиш учун сув билан ювилади.

Охирги учта реактор-аммонийлаштиргичга учинчи озуқа элементи - калий, одатда *KCl* тарзида киритилади. Бунда қисман қуйидаги реакция содир бўлади:

$$KCl + NH_4NO_3 = KNO_3 + NH_4Cl \qquad (1.34)$$

Бу реакция бўйича конверсияланиш даражаси аралаштиришнинг давомийлик вақтига боғлиқ бўлади. Одатда, у 70...90% атрофида бўлади. *KCl* билан аралаштирилган, таркибида 15...30% сув бўлган масса грануллаш ва қуритишга юборилади. Бунда унга ретур - тайёр маҳсулотнинг майда фракцияси қўшилади. Ретур миқдори грануллаш ва қуритиш усулига боғлиқ. Ҳозирги пайтда грануллаш ва қуритиш учун БГҚ қурилмаси 15, ҳамда мавҳум қайнаш қатламли қуриткичлар қўлланилади.



1.33 - расм. Реактор-аммонийлаштиргич.
1- қобиқ, 2 - совутувчи гилоф, 3 - ўқ; 4 –аралаштиргич қуракчаси; 5-тўсиқ, 6-қопқоқ, 7-электр юритқич; 8-редуктор.

Қуритилган (70...90°С) гранулалар 3 фракцияга ажратилади. 1 мм дан кичик заррачали майда фракция БГҚ га ретур сифатида қайтарилади. 4 мм дан йирик заррачали йирик фракция майдаланади ва у ҳам ретурга кетади. Ташқи ретурнинг умумий миқдори 1 т тайёр маҳсулотга 1 т га тўғри келади. 1...4 мм доначали фракция маҳсулот ҳисобланади. Уни барабан 20 да 35...40°С гача совутилади ва барабан-кондиционер 22 га ёпишқоқлигини олдини олиш учун ёғлаштиришга юборилади, сўнгра омборга келиб тушади.

АММОНИЙ ФОСФАТЛАР

1.34. Аммоний фосфат ва аммофос технологияларининг физик-кимёвий асослари

Аммоний фосфат ишлаб чиқариш учун аммиак ва ортофосфат кислота (экстракция ёки термик) хом-ашё ҳисобланади. Фосфат кислотани аммиак билан нейтраллаш даврида катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади:

$$H_2PO_4(c) + NH_3(z) = NH_4H_2PO_4(к) + 147\ кЖ$$

$$H_3PO_4(c) + 2NH_3(z) = (NH_4)_2HPO_4(к) + 215\ кЖ \quad (1.35)$$

Аммофос ишлаб чиқаришда қўшимчалар билан ифлосланган экстракцион фосфат кислота ишлатилганлиги учун, уни аммиак билан pH=3 гача нейтраллаш жараёнида $RPO_4 \cdot 2H_2O$ типидаги темир ва алюминийнинг ўрта фосфатлари ва темир-алюминий-аммоний-фосфатлари -$NH_4(Fe,Al)(HPO_4)_2 \cdot 0{,}5H_2O$, дикальцийфосфат $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, гипс, фторидли ва фторсиликатли тузлар, магний аммоний фосфат $NH_4MgPO_4 \cdot H_2O$ ажралиб чиқади, ва суюқ фазада аммоний сульфат пайдо бўлади.

Фосфат кислотани аммонийлаштиришда, таркибида аммоний фосфатлари, эркин фосфат кислота, сув ва чўкадиган қўшимчалар бўлган кислотали суспензия ҳосил бўлади. Аммиакнинг ютилиш меъёри бўйича суспензия миқдори ва компонентларининг таркиби, ҳамда температурасининг ортиши билан унинг хоссаси -pH қиймати, қаттиқ фазалар эрувчанлиги, қовушқоқлиги (оқувчанлиги) ва бошқалар мунтазам ўзгариб туради.

1.35. Моно- ва диаммонийфосфат технологияси

Термик фосфат кислотадан олинадиган аммоний фосфатлари юқори тозаликка эга ва асосан, озиқ-овқат, фармацевтика саноатларида ва бошқа мақсадлар учун ишлатилади. Термик кислотада 77% дан ортиқ H_3PO_4 бўлмаслиги керак. Бошланғич кислотанинг кристалланиш босқичида қоладиган эритма аралаштирилади ва уни $NH_3:H_3PO_4$ моляр нисбати ~1 га тенг бўлгунча нейтралланади, ҳосил бўлган моноаммонийфосфат суспензияси қўшимча кристалланиши учун совутилади; сўнгра кристаллар фильтрланади, қуритилади, эритма эса реакторга қайтарилади (1.34-расм).

Кристалли диаммонийфосфат олиш икки босқичда ўтказилади, чунки барча аммиакни бирданига берилиши ҳисобига масса кучли даражада қизийди ва жуда қуюқ суспензия ҳосил бўлади, бу эса аммиакнинг йўқотилишига олиб келади. Термик кислота (47...48% P_2O_5) $NH_3:H_3PO_4$ 0,7 нисбаттача нейтралланади, суспензия кристалланиш циклидан қайтган эритма билан аралаштирилади ва вакуум-кристаллизаторга юборилади, у ерда етарли даражагача аммонийланади. Совутилган суспензия қуюлтирилади, центрифугада диаммонийфосфат кристаллари ажратилади ва параллел оқимли барабанли қуритгичда қуритилади.

Жараённи битта босқичда ҳам амалга ошириш мумкин. Бунда 75...85% ли термик фосфат кислота ва аммиак гази ичида кристалланиш циклидан қайтарилган эритма бўлган сатураторга мунтазам бериб турилади. Реакцион масса орқали ҳаво пуркалиши натижасида сувнинг буғланиши ҳисобига температура 60...70°С да ушлаб турилади. Сатураторда ҳосил бўладиган диаммоний фосфат кристаллари центрифугага суспензия ҳолида чиқарилади, ҳамда ажратиладиган эритма сатураторга қайтарилади. Бу жараён ва сатураторнинг схемаси худди аммоний сульфат технологияси каби бўлади.

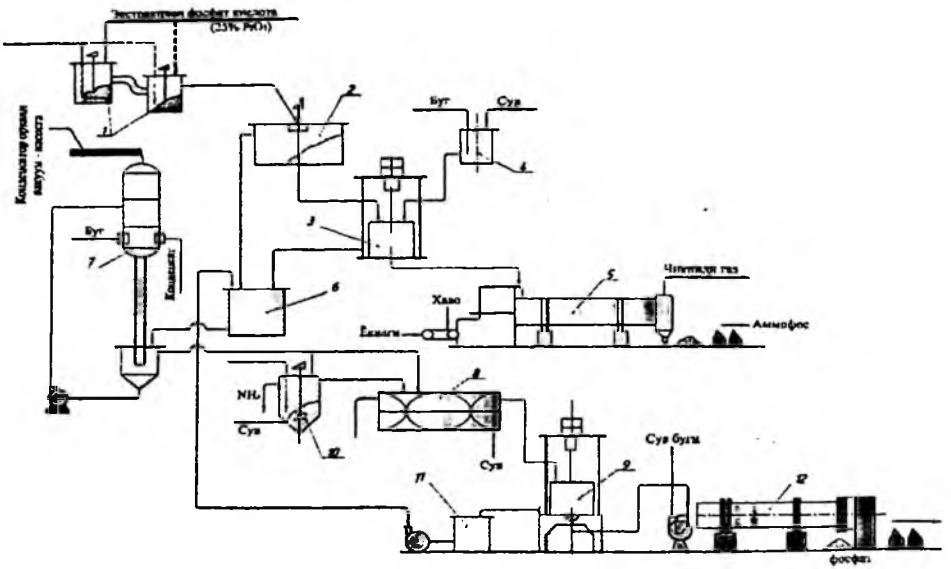
Экстракцион фосфат кислотани нейтраллашда чўкмага ажраладиган қўшимчалар тайёр маҳсулот таркибида қолади, уни ифлослантиради ва асосий компонентлар миқдорини камайтиради. Экстракция фосфат кислотадан нисбатан тоза маҳсулот олиш учун нейтраллаш жараёнини икки босқичда ўтказиш мумкин. Биринчи босқичда буғлатилмаган кислота pH = 4...4,5 гача нейтралланади, бунда қўшимчаларнинг кўп қисми чўкмага тушади, сўнгра улар асосий эритмадан ажратилади. Фильтрланган чўкма 5-6% намликкача қуритилади ва у антипирен сифатида ишлатилиши мумкин.Чўкма таркибида 5% N ва 30...35% ўзлашадиган шаклдаги P_2O_5 бўлади. Агар, экстракция фосфат кислотада магний ионлари масалан, Қоратоғ фосфоритидан олинган бўлса, унда биринчи босқич нейтралланишдан магний-аммоний-фосфат NH_4MgPO_4 чўкмага тушади, уни ажратиб олиш ва қуритиш натижасида азотнинг нитратли эрувчан шаклдаги азотли-магнийли ўғити сифатида истеъмолга чиқарилиши мумкин.

Таркибида, асосан, моноаммонийфосфат бўлган эритма вакуум остида 34...36% P_2O_5 бўлгунча буғлатилади. Тозаланган ва қисман нейтралланган эритмани буғлатиш, олдиндан фосфат

кислотани буғлатилишига нисбатан анчагина содда ва коррозияланиш кам бўлади. Чунки фосфат кислота қуюқлаштирилганда буғлаткичнинг иситиш элементларига қуйқа ўтириб колади, кучли кислотали мухитда ва юкори температурада коррозияланиш тезлашади.

1.34 - расм. Ортофосфат аммоний ишлаб чикариш учун ускуналар схемаси.
1- I-босқич сатуратори; 2 - тиндиргич; 3,9-центрифуга; 4 – иссиқ сув баки; 5 – I-босқич чўкмасини қуритиш барабани; 6 – аммоний фосфат йиғгичи; 7 – II-босқич буғлатиш системаси; 8 – моно- ва диаммоний фосфат кристаллизатори; 10 – II-босқич сатуратори; 11 – фильтрат йиғгич; 12 – моно- ва диаммоний фосфат қуритқичи.

Буғлатилган ва тозаланган эритма 18...20°С гача совутилиб, моноаммонийфосфат олинади.



Чўкмага тушган кристаллар центрифугада ажратилади ва қуритилади, эритма эса, буғлатиш циклига қайтарилади.Диаммонийфосфат олиш учун буғлатилган моноаммонийфосфат эритмаси иккинчи босқичда *pH*=8 гача қўшимча аммиак билан тўйинтирилади. Аммиак йўқотилишининг олдини олиш учун тўйинтириш 80°С дан паст температурада ўтказилади. Сўнг, диаммонийфосфат эритмаси кристаллашга юборилади, центрифугаланади ва ажратилган диаммонийфосфат қуритилади. Диаммонийфосфатдан аммиакни йўқотилишини ва моноаммонийфосфатга айланишини бартараф килиш учун уни 60°С да куритилади. Моноаммонийфосфатнинг қуритилиши эса 100...110° С гача ўтказилиши мумкин. Схемаси 1.34-расмда тасвирланган қурилмада термик фосфат кислотадан ҳам, экстракцион фосфат кислотадан ҳам моно- ёки диаммоний фосфор ишлаб чикариш мумкин.

1.36. Аммофос ишлаб чикариш

Аммофос ишлаб чикаришда қуйидаги турли кўринишдаги технологик схемалар қўлланилади.

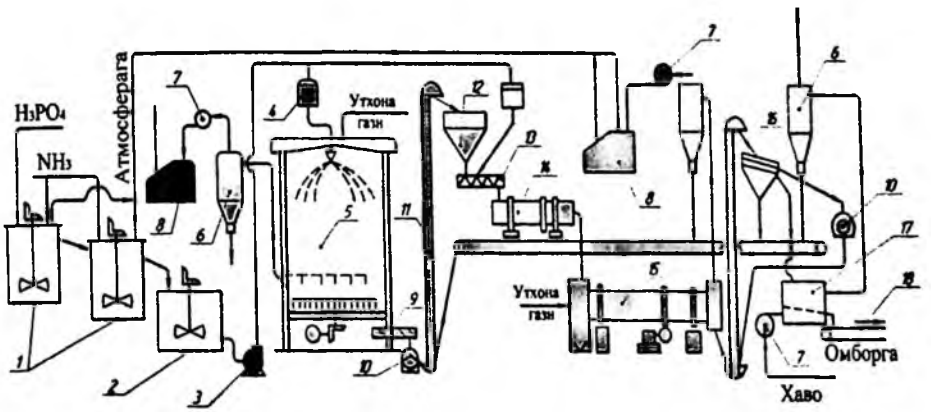
I. *Буғлатилмаган (20-30% P_2O_5)* экстракцион фосфат кислотани нейтраллаш ва (пурковчи, барабанли ёки мажмуи кайнаш катламли) қуритқичда сувсизлантиришга асосланган схемалар;

2. Буғлатилмаган (20-30% P_2O_5) фосфат кислотани нейтраллаш, сўнгра аммофос суспензиясини буғлатиш, ҳамда грануллаш ва қуритишни барабанли гранулятор-қуриткичлари (БГҚ) да амалга оширишга асосланган схемалар;

3. Буғлатиб концентрланган (48-54% P_2O_5) экстракцион фосфат кислотани нейтраллашга асосланган схемалар қўлланилади. Бу ҳолда нейтралланиш 2 босқичда: реакторларда - атмосфера босимида, барабанли аммонийлаштирувчи-гранулятор (АГ) да ёки юкори босимли бир босқичда суспензияни қуритишни минорада пуркаш ёки БГҚ да амалга ошириш оркали ўтказилади.

Пурковчи қуриткичлар ишлатилиши оркали аммофос ишлаб чикариш схемасининг бир варианти 1.35-расмда кўрсатилган. Экстракцион фосфат кислотаси (22-28% P_2O_5) 80...115°С температурада бирин-кетин жойлашган реакторлар 1 да узлуксиз суратда $NH_3:H_3PO_4$ нисбатини 1,1 дан оширмаган

Биринчи ЭФК ҳолда аммиак билан (pH=5) нейтралланади. Бунда ҳаракатчан суспензия ҳосил бўлади. 100...105°С температурали бу суспензияни бир қисми (70-80% миқдори) охирги реактордан чанглатгичли қуритгич 5 га тушади, у ерга газсимон ёки суюк ёкилғини ёндирилишидан олинган ўтхона газлари берилади. Қуриткичдан чикувчи газ температураси 100...115°С бўлади ва чангдан тозаланиши учун циклон 6 дан ўтади.



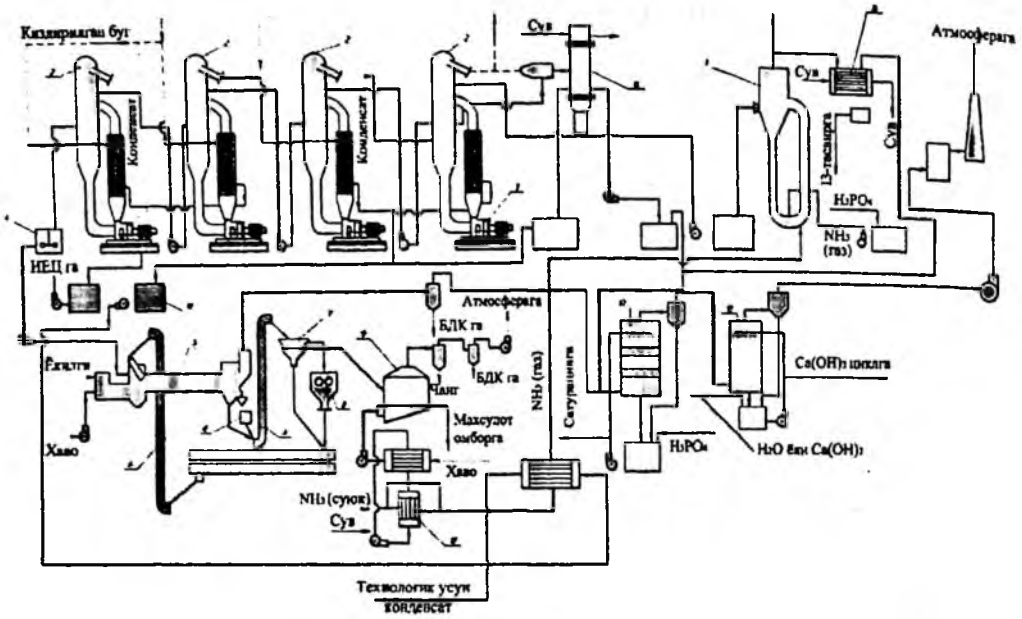
1.35-расм. Пурковчи қуритгичли аммофос ишлаб чиқариш схемаси.
1-реактор-сатураторлар; 2-суспензияни йиғгич; 3-марказдан қочма насос; 4-суспензияни меъёрлагич; 5-пурковчи қуритгич; 6-циклон; 7-вентилятор; 8- абсорберлар. 9 -шнек; 10 - майдалагич; 11- элеватор; 12 - бункер; 13 - аралаштиргич; 14-барабанли гранулятор. 15 - барабанли қуритқич; 16- элак; 17-қуритқич; 18 - транспортёр.

Қуритилган (1% намликкача) кукунсимон аммофос узлуксиз равишда икки ўкли шнекли аралаштиргич 13 га келиб тушади, у ерга шу билан бир вақтда тайёр маҳсулотнинг майда фракцияси ва суспензиянинг колган (20-30%) қисми берилади. Нам (10-12% H_2O) аммофос доначалари аралаштиргичдан доначаларни грануллювчи барабан 14 га ва қуритиш барабани 15 га юборилади. Қуритиш тутун газлари билан (350°С да) амалга оширилади.

Қуритилган гранулалар ажратилади. 3,2 мм дан йирик фракцияси майдаланади ва яна ажратишга берилади ёки фосфор кислотада эритилади ва жараёнга (аммонийлаштиришга) қайтарилади. 1 мм дан майда фракциялар грануллашга юборилади. 1-3,2 мм ли доначали фракция тайёр маҳсулот сифатида чиқарилади. Апатит ва Қоратоғ фосфорити асосидаги маҳсулот таркибида, мувофиқ равишда: 52 ва 47% $P_2O_{5умум}$, 51 ва 46% $P_2O_{5ўзл}$, 50 ва 41% $P_2O_{5сувэр}$, 12 ва 11% N, 1% H_2O, 0 ва 4% MgO, 3,5 ва 3% F бўлади.

Аммофос суспензиясини қуритишнинг анча такомиллашган усули - уни қуритишни БГҚ ёки БГҚС - барабанли грануллаш қуритқичли совутқич жиҳозларида амалга ошириш ҳисобланади. Аммофос суспензиясини оралиқ буғлатиш схемаси кенг тарқалгандир (1.36-расм). Бошланғич фосфат кислотани олдиндан натрий ёки калий сульфат, ёки сода билан қайта ишлаш ундан анчагина миқдордаги фторнинг фторсиликатлар тарзида йўқотилиши таъминлайди ва шу билан бир вақтда

ундаги кальцийдан тозаланади ва бошқа қўшимчалар (*Fe, Al*) миқдори камайтирилади. Бу аммофосдаги ўзлашувчан ва сувда эрувчан P_2O_5 нинг концентрациясини оширади, чиқинди газларидан фторнинг ажратиб олинишини осонлаштиради.

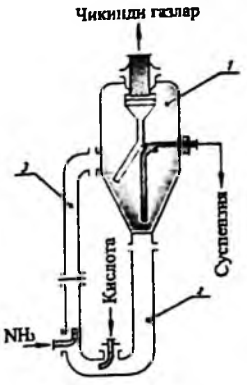


1.36-расм. Аммофос суспензиясини буғлатиш ва БГҚ да грануллланган аммофос олиш схемаси.
1 - ТАБ жихози; 2 - буғлаткич; 3 - насос; 4 - суспензия йиғгич; 5 - БГҚ; 6 - элеватор; 7 - элак; 8 - жували майдалагич; 9 - совутқич; 10 - насадкали абсорбер; 11 - ювиш минораси; 12 - суюқ аммиак буғлаткичи; 13 - оралиқ бак; 14 – иситкич.

Реакция минут ичида сепараторга етиб боради, суспензия у ердан айлантирувчи труба орқали реакцион трубага қайтарилади. Унинг бир қисми сепаратордан концентрлашга юборилади. Сепаратордан чиқадиган буғ иссиқлик алмашиниш қурилмасида бошланғич кислотани иситиш орқали конденсатланади иссиқлиги ҳисобига масса қайнайди ва юқорига ҳаракатланади, 1…2.

Фосфат кислота (22-29% P_2O_5) газ ҳолатдаги аммиак билан pH=5…5,5 гача ТАБ тезкор аммонийлаштирувчи буғлаткичда нейтралланади (1.37-расм).

Бу вертикал реакция трубаи (d= 0,6 м) остидаги Вентури соплоси (ичида газ ёки суюқлик тезлиги ошадиган ўзгарувчан кесимли канал ёки киска труба) дан аммиак ва кислота киритилади.

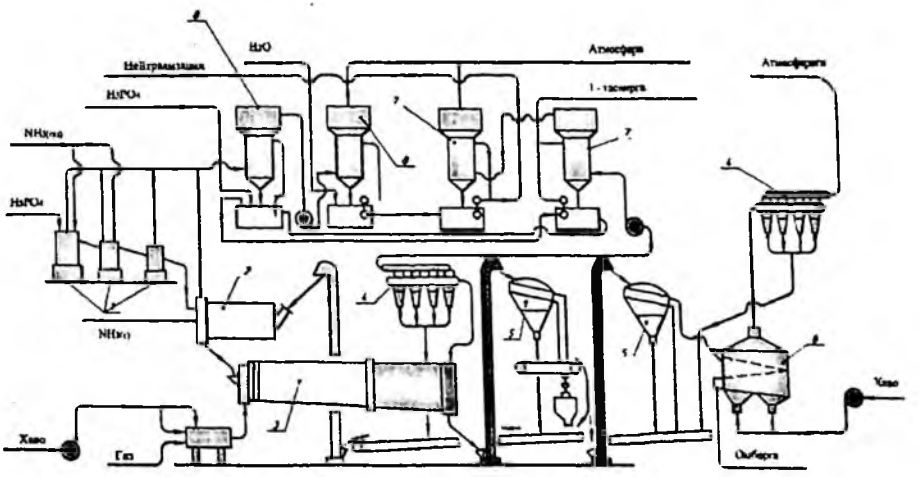


1.37-расм. Тезкор аммонизатор буғлаткич(ТАБ).

Аммофос суспензияси ($NH_3:H_3PO_4$=1,1) кўп қобикли буғлатиш қурилмасида концентрланади, у ерда ундаги сув миқдори 55...56% дан 18...25% гача камайтирилади; 1-қобик вакуум остида, 2-қобик - атмосфера босимида, 3-қобик - юкори босимда ишлайди; янги хосил килинган буғ (0,3 МПа) 3- ва 4-қобикка берилади, 1- ва 2-қобикларда эса жараёнда хосил бўладиган буғ ишлатилади. Сўнгра 112...115°С температурали суспензия БГҚ да қуритилади ва шу билан бир вақтда грануллланади. Совутилган ва элакда ажратилган махсулотнинг заррача ўлчами 1 мм дан кичик бўлган фракцияси БГҚ га ташки ретур сифатида қайтарилади. Йирик фракция майдалашга юборилади, махсулот фракцияси эса 45°С ёки 55°С гача (полиэтилен қопларга юклашда) совутилади.

Апатитдан (51% P_2O_5, 12% N) ва Коратоғ фосфоритидан (47% P_2O_5, 11% N) 1т аммофос махсулоти ишлаб чиқариш учун сарф коэффициентлари мувофик равишда, тахминан қуйидагича бўлади: экстракцион фосфат кислота (100% P_2O_5) - 0,54 ва 0,5 т; NH_3- 0,15 ва 0,14 т; табиий газ (34,8 МЖ/м³) -28 м³; электр энергия 111 кВт·соат; сув -22 м³; сиқилган ҳаво -60 м³. P_2O_5дан фойдаланиш даражаси 96% ни.NH_3 дан эса - 97% ни ташкил этади.

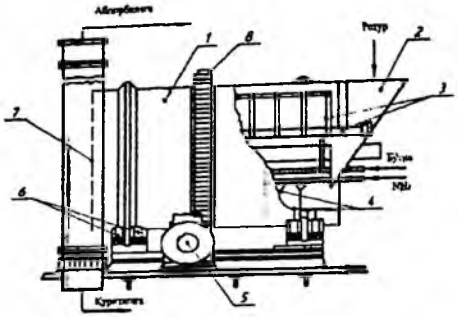
Аммонийлаштирувчи гранулятор (АГ) ишлатилган холдаги схема буйича аммофос олишда (1.38-расм) 50...54% P_2O_5гача буғлатилган экстракцион фосфат кислоднишчеа чикинди газларини абсорбциялашдаги оқавалар қўшилиб ундаги P_2O_5миқдори 47...48% гача камайтирилади, аралаштиргичли реакторларда аммиак гази билан $NH_3:H_3PO_4$ = 0,6...0,7 моляр нисбатигача нейтралланади. 120...125°С температура ва 17...18% намликдаги (аммонийлаштириш иссиклиги ҳисобига реакторларда 20-25% буғланган) кислотали (pH=3) суспензия АГ га берилади (1.39-расм).



1.38 - расм. АГ билан грануллланган аммофос олиш схемаси:
1-нейтраллагич; 2-аммонийлаштирувчи-гранулятор; 3-қуритқич, 4-циклон; 5-элаклар; 6-совутқич; 7,8 - абсорберлар.

АГ да 85...95°С температурада масса $NH_3:H_3PO_4$ = 1-1,05 моляр нисбатигача қўшимча нейтралланади ва махсулот грануллланади; унда жараёнга берилган 50% сув буғланади. АГ дан чикадиган нам (2,5-3,5% H_2O) гранулалар барабанли қуритқичда (250-350°С температурадаги)тутун газлари билан температураси 75...90°С бўлганга қуритилади. Сўнг, у эланади ва махсулот фракцияси совутқичда 75...90°С дан 45...55°С температурагача совутилади. Қуритиш барабанидан

(105-115°С да) чиқадиган, ҳамда нейтраллагич ва аммонийлаштирувчи гранулятордан сўриб олинадиган газлар чанг, аммиак ва фтордан тозаланади; ҳосил бўладиган оқавалар реактор-нейтраллагичларга юборилади.



1.39 - расм. Аммонийлаштирувчи-гранулятор (АГ): 1-кобиқ; 2-сочилувчи компонентларни узатиш тузилмаси; 3-ички деворларни тозалаш учун пичоқ; 4-бўтқа тақсимлагич; 5-аммиак қувури; 6-тишли ва кескич ғилдираклар; 7-бандаж; 8-тишли ғилдирак; 9-тишсиз халқа.

Маҳсулот таркибида фтор миқдорининг кам (1% дан ошмас)лиги келтириб ўтилган жараённинг афзалликларидан бири ҳисобланади; қуввати кислота ишлатилганда эса у 3,5...4% ни ташкил қилади. Бу схема бўйича 1 т аммофос (53% P_2O_5,12% N) га: буғлатилган кислота шаклида 0,588 т P_2O_5;0,151 т NH_3; 9 м^3 табиий газ (34,8 МЖ/м^3); 67 кВт·соат электр энергияси сарфланади.Апатит концентратидан олинадиган маҳсулот таркибида таҳминан: 55...56,5% $P_2O_{5умум.}$; 54...55% $P_2O_{5рид.}$; 53...54% $P_2O_{5сувэ.}$; 12...12,5%N; 0,5...1%H_2O бўлади. Келтирилган схемаларни мукаммаллаштириш бўйича турли таклифлар берилган. Масалан, кислотани нейтраллашни босим остида амалга оширишни кўрсатиб ўтилади. Бунда реакция иссиқлигидан тўла фойдаланишга эришиш мумкин. Концентрланган (50-54% P_2O_5) экстракцион фосфор кислота pH = 4...4,5 гача нейтралланиши 0,3...0,35 МПа босимда трубали реактордан жуда қисқа вақтда ўтиши (~0,1 с) ҳисобига амалга оширилади. Нейтраллаш жараёни иссиқлиги ҳисобига 180-200°С гача қиздирилган суспензия минорадаги пуркагичда пуркалади, у ерда атмосфера босими ушлаб турилади; шу билан бир вақтда массанинг совитилиши натижасида ўз-ўзидан буғланиш ҳисобига қизиган эритмадан сув тезда йўқотилади; қуқунсимон аммофос ҳосил бўлади. Уни грануллаш мумкин ёки нитроаммофос ва бошқа мураккаб ўғитлар олиш учун ишлатилиши мумкин.

1.37. Гранулланган диаммофос

Ўғит сифатида ишлатиладиган гранулланган диаммофос апатит концентрати Қоратоғ, Болтиқ бўйи ва Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида ишлаб чиқарилган экстракцион фосфат кислотадан олинади. Маҳсулот таркибида мувофиқ равишда: 48; 41; 48% $P_2O_{5умм.}$, 43-45,5; 32; 41% $P_2O_{5сув.}$ ва 18; 13,5; 13% N бўлади.

Уни ишлаб чиқариш схемаси кристалл ҳолатида маҳсулот олиш учун юқорида баён этилгандек, аммонийлашнинг иккинчи босқичи сатураторда эмас, балки аммонийлаштирувчи гранулятор (АГ) да амалга оширилади. Бошланғич кислота (32-38% P_2O_5) сатураторларда аммиак билан $NH_3:H_3PO_4$ = 1,3:1,4 моляр нисбатигача нейтралланган бўлса, АГ да 1,7-1.8 гача амалга оширилади. Суспензия АГ га 70...75°С температурада, ретур эса 50°С температурада берилади ва ретурнинг такрорийлиги 3...4 маротабани ташкил қилади. Материалнинг АГ дан ўтиш даври 6...8 минутни ташкил этади. Гранулаларни қуритишда унинг температурасини 72...75°С дан (тўғри йўналишда бериладиган ўтхона газларининг температурасини 200°С дан) оширмаслик керак. Тайёр маҳсулот 25...27°С гача совутилади.

1.38. Аммофосфат

Аммофосфат - Қоратоғ ёки Марказий Қизилқум фосфоритларини, улардан олинадиган ортиқча миқдордаги экстракцион фосфат кислота билан парчалаш, ҳосил қилинган кислотали фосфат суспензиясини аммонийлаш, уни буғлатиш, грануллаш ва қуритиш натижасида ишлаб

чиқариладиган ўғитдир. Бунда фосфоритларни парчалаш учун қўшалоқ суперфосфатда бериладиган меъёрдаги экстракцион фосфат кислота берилса, фосфоритнинг парчаланиш даражаси унчалик катта бўлмайди. Аммо, 150...200% ортиқча олинган кислотада фосфоритнинг карбонатли қисми тўла, фосфатли қисми эса қисман парчаланади ва фосфат доначаларининг асосий массаси очилади, парчаланмаган қисмининг таркиби ўзгаради ва парчаланиш жараёнида, аммонийлаштирилган суспензияни буғлатишда, грануллашда ва қуритишда ўсимликларга ўзлашадиган шаклга ўтади.

Белгиланган техник шартга мувофиқ, маҳсулот таркибида:38-39% $P_2O_{5\,умм}$;20-21% $P_2O_{5\,сув}$; 4-5% N ва 2% дан кам сув бўлади. 1 т P_2O_5, ҳисобида аммофосфат ишлаб чиқаришдаги фосфат кислота сарфи аммофосдагига қараганда кам бўлади, чунки аммофосфатдаги бир қисм P_2O_5тўғридан-тўғри фосфорит унидан ўтади.

Агрокимёвий синов маълумотлари натижалари асосида аммофосфат ўғити самарадорлик жиҳатидан аммофос ва қўшалоқ суперфосфатдан қолишмаслиги аниқланган. Ундан турли иқлим-тупроқ шароитида барча турдаги қишлоқ хўжалик экинлари учун фойдаланилади.

Қизилқум фосфоритининг бойитилмаган кукунини, паст сифатли фосфоритлари ва фосфорит майда дисперс фракция термоконцентратларни экстракцион фосфат кислота ёрдамида қайта ишлаб, аммофосфат ўғитни олиш илмий ишларда кўрсатилган.

Мураккаб фосфорли ўғит олиш жараёндаги температура 60...65°С ни ташкил қилади. Фосфорит билан экстракцион фосфат кислота 1:0,05; 1:0,10; 1:0,15; 1:0,20; 1:0.25; ва 1:0,30 нисбатларда олинади. Фосфоритнинг парчаланиш жараёнининг давомийлиги 45 дақиқагача боради. Олинган маҳсулот таркибида: N- 7,98%, $P_2O_{5умум}$ -47,95%, P_2O_5 нинг трилон –Б эритмасида ўзлаштирувчан 46,12%, лимон кислотада эса 47,07%, сувда эрувчан P_2O_5қисми 37,50% улушда бўлган аммофосфат ўғитни олиш мумкинлиги исботланган.

МИКРОЎҒИТЛАР

1.39. Микроэлементлар

Д.И.Менделеев даврий системасидаги элементларнинг 80% и микроэлементлар ҳисобланиб, улар ер қобиғи, ўсимлик ва ҳайвонлар организмида (қуруқ модда ҳисобида) 0.01% дан ошмайди.

Айрим оғир металлар (симоб, қўрғошин) ўсимлик ва тирик организмлар учун зарарли бўлиб, қолган элементлар уларнинг ривожланишига ижобий таъсир этади. Асосий озуқа моддаси микроэлемент бўлган минерал аралашмалар микроўғитлар дейилади.

Организмларнинг етарли ривожланиши учун тирик организмлар микроэлементларни озуқадан, ўсимликлар эса тупроқдан ўзлаштиради. Тупроққа микроорганизмлар тупроқ ҳосил қилувчи тог жинслари, табиий сувлар ва космик чанглар орқали тушади. Бундан ташқари сунъий усулда микроўғитлар берилади.

Тадқиқотчи Е.В.Бобко, М.А.Белоусов, О.Ф.Туева, М.Я.Школьник, У.Е.Брэнчли ва К.Уорингтонлар ўсимликлар учун аҳамиятли бўлган микроэлементларнинг хоссаларини (1927-1934 йилларда) ўрганишган. Уларнинг мулоҳазалари 1-9 жадвалда келтирилган.

Брэнчли ва Уорингтонлар ўсимликларга микроэлементлар ўзига хос таъсир этишини аниқлашган. Улар (1927 йил) текширган 52 та элемент ўсимликларга таъсирида **бор**нинг ўрнини боса олмаслигини аниқлашган.

Г.И.Бертран (1905 йил), Х.Агюлон (1910 йил), А.А.Хализев (1934 йил) ва бошқалар организмларда содир бўладиган биокимёвий жараёнларда **микроэлементлар каталитаторлик** вазифасини бажаради деб эътироф этишган.

М.Я.Школьник (1939 йил) ва Е.В.Бобколар (1935 йил) эса микроэлементлар организмлардаги биокимёвий жараёнларда фақатгина каталитик таъсир этибгина қолмай, балки улар плазманинг физик-кимёвий хоссаларига, сирт таранглигига, диффузияга, осмосга, коллоидларнинг кўпайишига, адсорбцияга ва масса алмашиниш жараёнларида оксидланиш-қайтарилиш потенциаллар айирмасини ҳосил қилишда ҳам таъсири борлигини таъкидлаб ўтишган. М.Я.Школьник: «Ҳаётий жараёнларга кучли таъсир этиш хоссалари билан микроэлементлар ферментларни эслатади. Бундай хоссалари билан микроэлементларни мураккаб органик катализаторлар - ферментлар таркибига киради деб фараз қилишимизга асос яратади» - деб ёзган. Микроэлементлар тирик организмларда турлича таъсир механизмига эгадир.

1-9 жадвал

Микроэлементларнинг ўсимликларга таъсири

Зарур	Заҳарли	Тушунарсиз	Аҳамияти йўқ, номаълум
Бор	Мишьяк	Литий	Кумуш, калай,
Кобальт	Хром	Стронций	Олтин, сурьма,
Мис	Никель	Рубидий	Бериллий, титан,
Марганец	Қўрғошин	Радий	Висмут, ванадий,
Молибден	Барий	Йод	Кадмий, вольфрам,
Рух	Селен	Натрий	Цезий, бром,
-	Хлор	-	Симоб ва бошқалар

Сўнгги йилларда биокимёвий жараёнлардаги металлорганик комплекс бирикмаларнинг аҳамияти аниқлана бошланди. Микроэлементларнинг физиологик аҳамиятини ва ўсимликлар билан ўзлаштиришини ўрганиш, уларнинг комплекс бирикмалар ҳосил қилиш қобилиятини ҳисобга олишни тақозо этади. Уларнинг айримлари, масалан ***Fe, Cu, Co, Mn, Zn*** атомлари (**1-валент поғоначалари**) тўйинмаган элементлар ҳисобланади. Бу эса уларнинг ўзгарувчан валентли бўлишини ва комплекс бирикмалар ҳосил қилишда иштирок эта олишини таъминлайди. Улар жуда кўп гурдаги органик бирикмалар билан турли хилдаги комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Органик комплекслар билан уйғунликдаги микроэлементларнинг физиологик фаоллиги уларнинг ион ҳолидагига нисбатан минг ва миллион маротабалаб кучайиб кетади.

Е.П.Троицкий (1952 йил) микроэлементларнинг ўсимликлардаги бирикмаларининг асосий шакли ички комплекслар: аланин, гемохромоген, хлорофилл ва бошқалар ҳосил қилиши деб ҳисоблайди. У микроэлементларни катализаторлар деб тушуниш улар моҳиятини аниқ ва тўлақо оча олмаслигини, ички комплекс бирикмалар эса реакцияларни тезлатибгина қолмай, балки улар реакция занжирини маълум йўналишда кечишига «дирижёрлар» ҳисобланишини тушунтиради.

Тупроқда темир ва бошқа микроэлементларнинг етишмаслиги туфайли содир бўладиган хлоразага қарши хелат ва комплексон деб аталадиган ички комплекс бирикмалар қўлланилишининг кашф этилиши натижасида металлорганик комплексларга катта эътибор берила бошланди.

Ҳаётий муҳим аҳамиятга эга бўлган ўн тўртта микроэлемент аниқланган. Уларга бор, марганец, мис, рух, кобальт, молибден ва бошқалар киради. Микроэлементлар организмдаги ферментлар, витаминлар, гормонлар, пигментлар ва бошқалар билан биргаликда организмларнинг ҳаётий жараёнларига таъсир кўрсатади. Улар биокимёвий ўзгаришларда қатнашиб, ўсимлик организмида фермент системалар орқали содир бўладиган физиологик функцияларга таъсир этади. Микроэлементлар биокимёвий жараёнлардаги катализаторлик функциясини бажарувчи ферментларни фаоллаштиради. Масалан, улар организмлардаги масса алмашиниш жараёнларига таъсир кўрсатади, фотосинтез жараёнида нурдан фойдаланишни кучайтиради, оқсил синтезини тезлаштиради. Айрим микроэлементлар ўсимликларнинг у ёки бу фойдали хоссаларини фаоллаштиради, яъни қурғоқчилик ва совуққа чидамлилик, уруғлар униб чиқиши ва ривожланишини тезлатиш, касалликларга бардошлилигини ошириш каби хоссаларини оширади. Уларнинг етишмаслиги эса, масса алмашиниш жараёнларининг бузилишига, ўсимлик ва тирик организмларнинг касалланишига олиб келади. Аммо, микроэлементларнинг ортиқча миқдори ҳам физиологик жараёнларда салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Шунинг учун микроэлементлардан фойдаланишда уларнинг тупроқдаги миқдори ва ўсимликларда унга талаби аниқланиши лозим.

Микроэлементлар тупроққа асосий ўғит таркибида уруғни экишдан олдин ёки ўсимликларга сочиш орқали ёки уруғларни улар билан дастлабки аралаштириш орқали берилади. Микроэлементларнинг макроўғитлар таркибида ишлатишнинг афзаллиги шундаки, унинг меъёри ошиб кетган ҳолда ҳам ўсимликка токсикологик таъсир ҳавфи кам бўлади.

1.40. Борли ўғитлар

Борли ўғитлар энг кенг тарқалган микроўғит ҳисобланади. Борат кислотаси H_3BO_3 ва унинг тузлари борли концентрланган ўғит ҳисобланиб, унинг таркибида 99,6-97% H_3BO_3 бўлади.

Уруғларга пуркашда уни техник тальк билан аралаштирилиб, таркибидаги H_3BO_3 14-16% гача етказилади. Кўпчилик ҳолларда эса, уни оддий ва қўшалоқ суперфосфатлар, ҳамда нитроаммофоскаларга қўшиб ишлатилади. Бу максадларда асосан бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ дан

фойдаланилади. Маҳсулот сифатида ишлатиладиган бураниинг юкори навида 99,5% ва 1-навида эса 94% асосий модда бўлади. Бундан ташқари 1- ва 2-навдаги кальций борат (45±0,75% CaO ва 40% дан кам бўлмаган B_2O_3) ҳам борли ўғит сифатида ишлатилади. Мустақил равишдаги микроўғит сифатида эса, саноат чиқиндилари ва табиий боратлар ишлатилади.

Борли ўғитлар олишда тузли кўллар суви, нефть казишдаги окавалар, маъданларни бойитишдаги борли чиқинди ва бошқалар ишлатилади.

Борат кислотасини ишлаб чикаришда табиий боратларга сульфат кислотали ишлов берилади. Бунда чиқинди сифатида 21...23% $MgSO_4$ ва 1,8...2,5% H_3BO_3 бўлган эритма хосил бўлади. Уни сочма қуритгичда буғлатиш оркали қуритилади. Натижада махсулот таркибида 13% H_3BO_3 ва 13% MgO бўлган бормагнийли ўғит олинади. Шундай усул билан бу эритмага борат кислотаси қўшиб қуритиш оркали борли концентрат (H_3BO_3 20% дан кам эмас) олинади. Бу ўғитлар таркибидаги магний ҳам ўсимликлар томонидан яхши ўзлаштирила оладиган ҳолатда бўлади.

1.41. Мис, рух, марганец, молибден ва кобальтли ўғитлар

Мисли ўғитлар фақатгина хосилдорликни ошириш учунгина эмас, балки ўсимлик ва тирик организмларни касалликлардан сақлаш учун ҳам хизмат килади (инсон организмида мисга бўлган талаб суткасига 2 мг ни ташкил этади).Кўпинча мисли ўғит сифатида мис метали ишлаб чикарувчи корхоналарнинг колчедан куюндиси ишлатилади. Унинг таркибида 0,3...0,6% Cu, шунингдек Zn, Co ва Mo микроэлементлари ҳам бўлади. Бундан ташқари мисли ўғит сифатида мисли шлаклар ва майдаланган мис маъданлари ҳам ишлатилади.Концентрланган мисли ўғит сифатида мис кўпороси $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ дан (23,4...24,0% Cu тутган) фойдаланилади. Уни асосий ўғит билан биргаликда уруғларга экишдан олдинги ишлов беришда ва унда фунгицидлик хоссаси бўлганлиги учун унинг эритмасини ўсимликларга сочишда қўлланилади. Уруғларга чанглатиш учун уни тальк билан (5,6...6,4% Cu) аралаштирилади.

Шунингдек, саноат чиқиндиларидан фойдаланилган ҳолда мис калийли (90±1% KCl, 1±0,2% Cu), мисли аммофос (0,3...0,5% Cu) лар ҳам ишлаб чикарилади. Рухли ўғитлар сифатида кўпинча рух сульфат $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ишлатилади. қишлоқ хўжалигида 21,8...22,5% Zn тутган. тальк билан аралаштирилганда эса 8,1...9,9% Zn тутган, шунингдек рухли полимер ўғитлар ПМУ-7 (2 н 25% дан кам эмас) ва рухли белила бўёғи ишлаб чикариш корхонасининг чиқиндиси ишлатилади. Бундай чиқиндиларда Cu, Mn ва бошка микроэлементлар ҳам бўлади. Рух тузларини аммофосга (~1,4% Zn) ва карбамидга (1,5...1,7% Zn) ҳам қўшиш йўли билан ўғитлар ишлаб чикарилади.

Марганецли ўғитлар сифатида марганец маъданларини бойитишдаги қуйқумлар ишлатилади. Бу қуйқумлар қуритилгач, унинг таркибидаги MnO миқдори 14% гача этади. Сувда эрувчи ўғит сифатида карбонатли марганец маъданини ёки MnO ни сульфат кислотали ишлашдан хосил бўладиган $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ ҳам ишлатилади. У оддий суперфосфатга ҳам (1,5±0,5% Mn) қўшилади.

Молибденли ўғитлар сифатида асосан сувда эрувчан аммоний парамолибдат $3(NH_4)_2O \cdot 7MoO_3 \cdot 4H_2O$ ёки аммоний молибдат $5(NH_4)_2O \cdot 12MoO_3 \cdot 7H_2O$, ҳамда аммоний-натрий молибдат ишлатилади. Уларни феррокотишмадан электр лампочка ва бошка корхоналар чиқиндиларидан олинади. Нитрофоскага (0,2±0,05% Mo), қўшалоқ суперфосфатга (0,2±0,02% Mo) ва оддий суперфосфатга ҳам (0,13±0,03% Mo) қўшилади. Кобальтли ўғитлар сульфатли ва хлоридли ҳолида ишлатилади. У қўшалоқ суперфосфат, нитрофоска ва аммофосга (~0,1% Co ҳисобида) қўшилади. Фосфорит унида ҳам 0,001...0,02% атрофида кобальт бўлади. Унинг асосий қисми ўғит таркибига ўтади.

Комплекс микроўғитлар сифатида борат кислотаси, мис, рух, кобальт ва марганец сульфатлари, аммоний молибдат ва калий йодид аралашмалари ишлатилади. Комплекс микроўғитларда 5,5% B, 2,8% Cu, 5,5% Zn, 1±0,1% Mo ва Co, 11% Mn бўлади. Улар 0,18 г ва 0,36 г ли таблеткалар ҳолида ишлаб чикарилади. Борат кислотаси, мис, рух ва марганец сульфатлари, молибден (III)-оксид ва талькни майдалаб аралаштириш натижасида микроэлементли кукун хосил қилинади. Бундай кукуннинг таркибида 2,4-2,8% B, 5-6% Cu, 8-10% Zn, 9,5-11% Mo, 6,5-8,0% Mn бўлади. Ўн хилдан ортиқ турдаги бундай микроўғитлар ишлаб чикарилади.

Ўсимликлардаги хлороза касаллигига қарши (темир етишмаслигидан шу касаллик келиб чиқади) антихлорозин -Fe-ДТПА дан фойдаланилади. Уни темир комплексонати (темир диэтилентриаминопентаацетат) деб ҳам аталади. Рух, мис, марганец ва бошка металларнинг комплексонатлари ҳам микроўғитлар сифатида ишлатилиши мумкин. Улар сувда яхши эрийди,

тупроқдаги микроорганизмлар таъсирида парчаланиб кетмайди, ҳамда тупроқ таркибидаги ўсимликка ўзлашмаётган микро- ва макроэлемент бирикмаларини ўзлашадиган ҳолатга келтиради.

1-10 жадвал

Микроэлементларни макроэлементларга қўшиш дозаси

Микроэлемент	Қўшиш улуши, масс, %	Белгиси
Кобальт	0,1	Co
Молибден	0,2	Mo
Марганец	1,5	Vn
Рух	1.4-1.7	Zn
Мис	0,3-0,5	Cu

1-боб. Азотли ва комплекс минерал ўғитлар бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Азотли ўғитлар. Аммиакли селитра технологияси.
2. Аммоний сульфат олиш технологияси.
3. Гипс, капролактам чиқиндиларидан аммоний сульфат олиш.
4. Суюқ азотли ўғитлар.
5. Нитрат кислота билан фосфоритларни парчалаш.
6. Аммоний фосфатлар ишлаб чиқариш.
7. Аммофос технологияси.
8. Микроўғитлар технологияси.
9. Борли ўғитлар.
10. Мис, рух, марганец, молибден ва кобальтли ўғитлар.

2– боб

КАЛИЙЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ

2.1. Калийли ўғитларнинг турлари ва таркиби

Ишлаб чиқарилаётган минерал ўғитларнинг ассортименти ўғитларнинг барча турларини ўз ичига олади: азотли, фосфорли, калийли, микроўғитлар, комплекс ўғитлар ва бошқалар.

Ўғитлар сифатининг муҳим кўрсаткичи бўлиб, ундаги ўсимлик учун фойдали таъсир этувчи моддаларнинг миқдори ҳисобланади. Асосий таъсир этувчи моддалар бўлиб, азот, фосфор ва калий бирикмалари ҳисобаланади. Уларнинг ўғитларидаги миқдори элементар азот, фосфор (V)-оксиди-фосфор ангидрид (P_2O_5) ва калий оксиди (K_2O) га ҳисоблаганда ўлчанади. Жаҳон матбуотида ўғитларнинг таъсир этувчи моддаларини ҳисоблашда (уларнинг миқдорини янада аниқ аниқлаш учун) оксидлардан элементларга: фосфор (V)-оксиди P_2O_5 дан-P га, калий оксиди – K_2O дан K га ўтиш (қайта ҳисоблаш коэффициентлари иловада келтирилган) масаласи қўйилмоқда.

Ўғитнинг ҳар бир турига стандарт – ГОСТ ёки техник шартлар – ТШ билан битта ёки бир неча таъсир этувчи моддаларнинг минимал миқдори кўзда тутилган.

Стандарт билан намлик ва ўсимлик учун зарарли аралашмаларнинг миқдори, шунингдек физик-кимёвий ва механик хоссалари, кўрсаткичлари кийматлари чегараланади.

Намнинг керагидан ортиғи ўғитнинг ёпишиб қолиши ва қумок-қумок бўлиб қолишига олиб келади; нам ўғитларнинг озуқавий моддалар миқдорини пасайтирадиган балласт ҳисобланади.

Калийли ўғитлар. Асосан сувда эрувчан калийли ўғитлар ишлаб чиқарилади. Уларга калий хлорид, калий сульфат, аралаш тузлар ва бошқалар киради (1.3-расм).

2-1жадвал

Калийли ўғитлар ассортименти

Ўғит	Таркиби , % кам эмас			ДСТ ёки ТШ
	KCl	K_2O	Намлик,кўп эмас	
Хлорид калий, донадор (прессланган) ёки табиий йирик кристалл 1 -нав 2 -нав	 95±1 91±1	 60±0,6 57,5±0,6	 1 1	ДСТ 4568-74
Йирик кристалл калий хлориди.	85	53,7±0,6	1	ТШ 6-12-84-75
40%-калий тузи аралашмаси	63,3	40,0	2	ТШ 6-12-16-71
Хлорқалий – электролит ишлатилган кристалл марка А марка Б	 72,0 50,0	 45,5 31,6	 4 4	ТШ 48-10-40-76
Қишлоқ хўжалиги учун калий сульфат	-	46±1	2	ТШ 6-12-14-74
Техник калий сульфат	-	48	2	ТШ 48-5-30-72
Ўғитсимон нордон калий сульфат 1 -нав 2 – нав	 - -	 50,0 46,0	 0,3 0,3	ТШ 6-12-45-73
Кукун ҳолидаги калий магнезия (9±1% MgO)	-	29±1	5	ТШ 6-12-77-74
Гранулланганкалий магнийли концентрат (9±1% MgO)	-	18,5±1	7	ТШ 46-12-44-73
Табиий каинит	-	10±0.5	5	ТШ 6-12-23-70

Комплекс ўғитлар. Ассортимент: мураккаб ўғитлар – икки ва уч озуқавий элементлардан иборат (аммофос, диаммофос, нитрофос, нитроаммофос, нитрофоска); аралаш, мураккаб – аралаш ўғитлар, суюқ комплекс ўғитларни ўз ичига олади.

Калийли ва комплекс ўғитлар тавсифи 1.3 ва 1.4-расмларда келтирилган.

2.2. Табиий калийли тузлар

Калий маъданлари – хлоридлар, сульфатлар ва силикатлардан иборат фойдали (калийни ўз ичига олган) минераллардан ва маъданга аралашиб қолган кераксиз жинс минераллари аралашмаларидан ҳосил бўлган тузли тоғ жинсларини ўз ичига олади.

Номи	Туз таркиби калий минераллари	K_2O, % миқдори	Зичлиги, кг/м³
Сильвинит	$NaCl \cdot KCl$	22-25	-
Сильвин	KCl	63	2000
Карналлит	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	17	1600
Каинит	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	19	2100
Шенит	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	23	2100
Лангбейнит	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	23	2800
Полигалит	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$	16	2700
Алунит	$(K,Na)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$	23	2700
Нефелинли концентрат	$(K,Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	6 - 7	2600
Леонит	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4 \cdot 4H_2O$	17,4	2250
Калунит	$K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$	28,66	2600
Калиборит	$K_2O \cdot 4MgO \cdot 11B_2O_3 \cdot 18H_2O$	6,97	2100
Глазерит	$3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$	49,37	2700
Лейцит	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$	21,56	2500
Глауконит	$(K,Na)_2O \cdot (Mg,Ca,Fe)O \cdot (Fe,Al)_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$	12,27	2200-2800

Калий маъдани таркибига лой-карбонат жинслари, минераллар, қўшимчалар: галит – ***NaCl***, гипс – ***$CaSO_4 \cdot 2H_2O$***, кизерит – ***$MgSO_4 \cdot H_2O$*** лар киради.

Ернинг устки қаттиқ катламида калий миқдори 1,5%га яқин. Калий кўп жинслардан таркиб топган алюмосиликатлар, дала шпатлари, гранитлар, шенитлар, қаттиқ қазиб олинадиган туз катламлари ва туз эритмалари таркибига киради.

Калий маъданлари – уларда у ёки бу минераллар миқдорининг кўплиги бўйича аниқланади.

Калий маъданларининг қимматли аралашмалари – бром, йод, рубидий, мис, рух ва бошқалар.

Калийнинг муҳим тузларидан – хлорид, сульфат ва улардан ҳосил бўладиган минераллар ҳисобланади.

Калийнинг хлориди ва бошқа галогенидлари (***NaCl*** турдаги) сувли эритмаларидан кристалланади. 0°С дан юқорида (***$KF \cdot 2H_2O$***дан ташқари) сувсиз тузлар кристалланади. Эвтектик температура ***$KCl \cdot H_2O$*** + муз = −9,8°С га тенг, -5,3°Сда эрийдиган ***$KCl \cdot H_2O$*** кристаллогидрат мавжуддир.

KCl кристалларининг зичлиги тахминан 2,0 г/см³, эриш иссиқлиги 26,86 кЖ/моль; сублимация иссиқлиги (***KCl*** кр.-***KCl*** г.) 223,75 кЖ/моль. Калий галогенидларининг эриш ва қайнаш температураси ***I-F*** қатор бўйича ошиб боради.

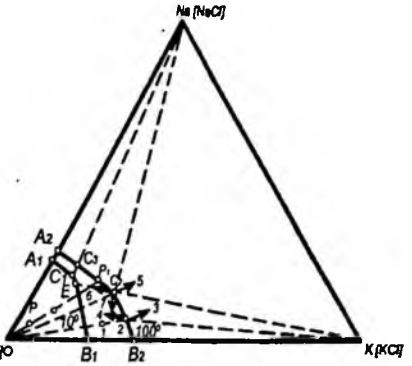
№	Бирикма	$T_{эриш}$, °С	$T_{қай.}$, °С
1.	KI	682	1330
2.	KBr	728	1376
3.	KCl	768	1417
4.	KF	856	1505

Калий полигалогенидлар ***$KI_3 \cdot 3H_2O$***, ***$KICl_4$*** ва бошқаларни ҳосил қилади.

Калий галогенидларининг тўйинган сувли эритмалари қуйидаги эриган моддалар миқдорини (огир. %) ташкил қилади.

№	Бирикма	0°С	25°С	100°С
1.	KI	56,20	59,80	67,35
2.	KBr	34,92	40,70	51,20
3.	KCl	21,90	26,45	35,90
4.	KF	30,70	48,90	59,80

KCl-$NaCl$-H_2O тизимида эрувчанлик диаграммаси 2.1-расмдакелтирилган.



2.1- расм. KCl-NaCl-H_2O системасининг 10 ва 100°С даги эрувчанлиги

100°Сда тўйинган эритмалар устидаги сув буғи босими ***KCl*** учун – 567,8 мм.симоб устуни, ***K_2SO_4*** учун – 723,8 мм. симоб устуни.

Калий тузлари, асосан, минерал ўғитлар сифатида қўлланилади. Калий саноати маҳсулотининг асосий турларидан бири калий хлорид ҳисобланади. унинг 95% минерал ўғитлар сифатида ишлатилади. қолган 5% ўювчи калий ва калийнинг бошқа бирикмаларига қайта ишланади.

Калийли ўғитсимон тузларининг умумий миқдоридан 8-10%, сифати хлор ионини таъсири остида ёмонлашадиган хлорофоб экинлари (табак, цитрусли ва бошқалар) экилган тупроқни ўғитлаш учун, калий сульфатива калий ва магний сульфатининг иккиланма тузлари (***$K_2SO_4 MgSO_4$***), калиймагнезия турида ишлаб чиқилади.

Техник мақсадлар учун ишлаб чиқариладиган калий хлорид– окартирувчи препарат сифатида ва портловчи моддалар ишлаб чиқаришда қўлланиладиган – ўювчи калий, хлорат, калий перхлоратни, фармацевтика ва фотография саноатида қўлланиладиган – бромид ва калий йодидни, махсус ойна (шиша) ва сир олиш учун қўлланиладиган – калий карбонатни, ёғочга шимдириш, газламаларни окартириш ва бошқа мақсадлар учун – калий силикати (***$K_2Si_2O_5$***)ни маъданлардан олтинни ажратиб олиш учун реагент – калий цианидни, ҳавони регенерациялаш учун – калий пероксид (***KO_2***) ва бошқа пероксид бирикмаларини ва бошқа калий бирикмаларини олиш учун қўлланилади. ***KCl***кристаллари инфрақизил нурлар учун жуда юкори шаффофликка эга бўлади, шунинг учун улар айрим оптик асбобларда ишлатилади.

2.2.1. Калий хлорид

Калий хлорид – куб шаклидаги панжарали рангсиз кристаллардан иборат бўлиб, эриш температураси - 771°С, қайнаш температураси 1500°С га яқин, зичлиги 1,989 г/см³; иссиқлик сиғими 51,3 Ж/(моль·К); $H^0_{хос.б.}$=436,49 кЖ/моль; $H^0_{эр}$=26,32 кЖ/моль; S^0_{298}=82,57 Ж/(моль·К). Сувда эрувчанлиги (г 100 г H_2O га) 28,1 (0°С), 34,3 (20°С), 40,3 (40°С), 56,2 (100°С).

Эвтектиканинг эриш температураси (24,6 г ***KCl*** нинг 100 г ***H_2O*** даги) – 10,7°С, тўйинган сувли эритманинг қайнаш температураси (58,4 г ***KCl*** нинг 100 г ***H_2O*** даги) – 108,59°С;

Зичлиги:

С, %	10	20	24
$d^{25°C}$	1,0633	1,1328	1,1

Калий хлорид – асосий калийли ўғитдир. ***K_2O*** нинг концентрацияси тоза калий хлоридда 63,1%. Калий хлоридўз ичига – 53,7±0,6дан 60±0,6% гача ***K_2O*** олган ўғитдир.

Жадвал маълумотларига қўшимча қилибқўйида калий хлориднинг донадорлик таркибига (%да) техник шартлар келтирилган.

Заррачалар ўлчами	Прессланган		Йирик доналари
	1 – нав	2 - нав	
-4+1 мм. кам эмас	60	50	55
-1 мм, кўп эмас	30	30	45

Калий хлориднинг физик-кимёвий хоссалари:

1 моль оғирлиги, кг/моль- 74,56
Зичлиги, кг/м³- 1990
25°Сдаги солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/кг-691,3
Эриш иссиқлиги, кЖ/моль- 26,8
Сублимация температураси, °С-223,6
эриш - 768,0

кайнаш - 1417,0

Калий хлорид куб шаклида, кўпинча ўтмас бурчакли кристаллар шаклида кристалланади. Кристаллар тоза холда рангсиз ва сув кўринишида тиниқ, аралашмаларда – кизил-сарик, очик-кизил ёки пушти рангли бўлади. Кристаллар қаттиклиги (Мосс шкаласи бўйича) 2га тенг.

*KCl*нинг сувда эрувчанлиги (тўйинган эритма концентрацияси С)нинг температурага боғликлиги қуйида келтирилган.

t, °C	C, % (моль)	t, °C	C, % (моль)	t, °C	C, % (моль)
-5	20,95	40	28,70	100	35,90
0	21,90	50	30,10	125	38,20
10	23,80	60	31,40	150	40,50
20	25,60	70	32,60	200	44,90
25	26,45	80	33,80	250	49,50
30	27,20	90	34,90	300	54,00

20°С да *KCl* нинг сувли эритмалари зичлигининг концентрация (С) га боғликлиги қуйида келтирилган:

C, % (огир.)	2	10	20	24
ρ, кг/м³	1011	1063	1323	1623

KCl сувли эритмаларининг кайнаш температурасининг концентрацияга боғликлиги:

C, % (огир.)	9,1	20	33,3
t, °C	101,1	103,3	107,7

18°С да *KCl* сувли эритмаларини хосил килишда энтальпиянинг (*ΔH*, кЖ/мольда) ўзгариши қуйида (концентрация -*KCl* нинг 1 молига сувнинг моль сонида ифодаланади).

ΔH	18,43	18,57	18,61	18,64	18,67	18,67	18,62
n	∞	6400	3200	1600	800	400	200
H	18,38	17,90	17,10	16,75	16,23	15,84	-
n	100	50	25	20	15	12	-

KCl сувли эритмаларининг солиштирма иссиклик сигимини c_p, (Ж/кг·Кларда) концентрация n (1 моли *KCl* га сувнинг моль сони билан ифодаланган) боғликлиги

C_p	3,46	3,78	3,97	4,06
n	25	50	100	200

KCl сувли эритмаларининг иссиклик ўтказувчанлик доимийсининг (λ) концентрация (С) га боғликлиги қуйида келтирилган:

C, % (огир.)	9,1	20	33,3
λ, Вт/м·К	2,586	2,550	2,405

KCl сувли эритмаларининг динамик ковушоклигини температурага боғликлиги:

KCl сувли эритмаларининг динамик ковушоклиги (МПа·с)

Концентрация, огир. %	Температура, °С								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
5	1,7	1,27	0,99	0,80	0,66	0,56	0,48	0,42	0,58
10	1,63	1,25	0,99	0,81	0,67	0,67	0,49	0,44	0,40
15	1,58	1,24	1,00	0,83	0,69	0,59	0,52	0,46	0,42
20	-	1,25	1,02	0,85	0,72	0,62	0,54	0,49	0,44
25	-	-	-	-	-	-	-	0,52	0,47

KCl тўйинган эритмаси устидаги сув буғи босимини температурага боғликлиги қуйидагича:

t, °C	24,5	32,3	41,8	55,4	95,5	100
P, кПа	2,67	4,00	6,67	26,66	66,65	75,7

2.2.2. Нордон калий сульфат (K_2SO_4)

K_2SO_4 – техник маҳсулот, таркибидаги K_2Oнинг миқдори 45-52%

K_2SO_4 – кристаллари рангсиз ромбик сингонияда;

Зичлиги 2,66 г/см³, 584°Сдан юқорида гексагональ модификацияси турғун;

ΔH ўтиши 8,0 кЖ/моль, эриш температураси – 1074°С, қайнаш температураси – 2000°С.

Иссиқлик сиғими c_p°=131,4 Ж/(моль·К);

$\Delta H_{эр}$=36,3 кЖ/моль; $\Delta H_{хос.б}$=1437,7 кЖ/моль; S°_{298}=175,56 Ж/(моль·К).

Сувда эрувчанлиги (100 г.да г.):7,35 (0°С), 11,1 (20°С). 14,8 (40°С). 24,2 (100°С).

Эвтектиканинг эриш температураси (7,1 г. K_2SO_4 100 г. H_2O да) – 1,51°С;

Тўйинган эритманинг қайнаш температураси (24,3 гK_2SO_4 100 г H_2Oда)- 101,4°С

Зичлиги:

С, %	5	8	10
$d^{10°C}$	1,0393	1,0658	1,0817

K_2SO_4 иккиламчи тузларни ҳосил қилади (аччиқтош): $3K_2SO_4{\cdot}Na_2SO_4$ – глазерит; $K_2SO_4{\cdot}MgSO_4{\cdot}6H_2O$ – шенит; $K_2SO_4{\cdot}2MgSO_4$ – лангбейнит; $K_2SO_4{\cdot}MgSO_4{\cdot}2CaSO_4{\cdot}2H_2O$ – полигалит; $K_2SO_4{\cdot}MgSO_4{\cdot}4H_2O$ – леонит; $K_2SO_4{\cdot}CaSO_4{\cdot}H_2O$ – сингенит; K_2SO_4 – арканит.

Турли температураларда K_2SO_4 нинг сувда эрувчанлиги (100г. эритмада K_2SO_4 г.)

t, °С	0	10	20	30	40	50	60	80	100
эрувчанлиги	6,87	8,47	10,0	11,5	13,0	14,2	15,4	17,6	19,4

K_2SO_4 нинг қайнаш температуралари

t, °Сэрувчанлиги	100	102	103	105	110
K_2SO_4 эритма концентрацияси (100 г эритмада K_2SO_4 г)	14.5	30	31.6*	-	-

* тўйинган эритма

760 мм.симоб устуни босимида K_2SO_4 сувли эритмасининг максимал температураси тўйинган ҳолатдаэритма концентрация С=31,6 г K_2SO_4 100 г сувда 102,1°С ни ташкил этади.

20°Сда сувли эритмаларнинг зичлиги(г/см³):

С, % (оғир.)	2	10	20	30
$d^{20°C}$	1,015	1,082	-	-

2.3. МДХдаги калийли маъдан конлари

Яқин чет элларда калий тузларининг 22та кони ҳисобга олинган, қидириб топилган захиралар ўтган асрнинг 70 йилларида 24 млрд. т. ташкил этди ва фақат 2,5 млрд. тоннаси саноат захираларига тўғри келади. Энг йирик калий конлари: Верхнекамск ва Верхнеўтхонаорск (Урал); Старобин, Копаткевичи ва Петриков (Белоруссия); Прикарпатье (Украина); Гаурдак ва Карлюк (Туркманистон); Жилян (Қозоғистон); Тюбегатан (Ўзбекистон);

Верхнекамск кони Пермь областида жойлашган. Туз қатламининг қалинлиги 1000 м. Кон чуқур жойлашмаган (90…220 м) сильвинит ва карналлитнинг қалин қатламларидан иборат.

Калий тузларининг зонаси иккита кучли қатламларни ҳосил қилади: пастки – сильвинитли ва юқори–сильвинит-карналлитли. Пастки зонада тош тузи қатлам-қатлами билан ажралган сильвинитнинг олтита қатлами бор. Сильвинитли горизонтал қатламнингқалинлиги 7-8 дан 30…40 м гача; калий миқдори – 55%. Миқдори (%): KCl-17,2-39,6; $MgCl_2$-0,2-0,3; эримайдиган қолдиқ (э.қ.)-1,0…1,4.

Юқори сильвинит-карналлитли горизонтал қатлами ола-була сильвинитли карналлит жинс билан тахланган тўққиз қатламни ташкил этади. Горизонт қалинлиги 20дан 115 м.гача, қатлам қалинлиги 0,5 дан 25 м гача ва кўпрок. Сильвинит миқдори (%): KCl-20,9…38,7; $MgCl_2$-0,2…1,2; эримайдиган қолдиқ – 0,9…6,3. Карналлит миқдори (%): KCl-13,4…20,6; $MgCl_2$-14,6…19,0; эримайдиган қолдиқ – 1,4…4,5.

Карналлит қалинлиги саноат аҳамиятига эга. Калий тузларининг Верхнекамск кони базасида Уралкалий ишлаб чиқариш бирлашмаси ишлайди.

Старобин кони – Белоруссиянинг калий қазиб олинадиган бассейни (ҳавзаси)Припять чўнқирида Солигорск ва Старобин шаҳарлари ҳудудида жойлашган. Старобин калий тузлари кони

Верхнекамск конлари каби фақат хлоридлар – сильвинит ва карналлит билан маълумдир. Старобин конининг калий тузлари таркиби ва тузилиши билан Верхнекамск кони тузларидан жиддий фарқ қилади. Лой аралашмаларининг ортиқча миқдори ва коннинг жуда мураккаб тузилиши, уларни қайта ишлашга катта таъсир қилади.Старобин кони тўртта сильвинит горизонтларига эга. Горизонтлар тош тузи, карналлит ва лой қатламлари билан алмашиниб туради.

Биринчи калий горизонтининг қалинлиги 3... 8 м, жойлашиш чуқурлиги 360... 726 м, ***KCl*** нинг ўртача миқдори горизонт бўйича 19%. Биринчи горизонт балансдаги захирага тааллукли бўлиб, маъдандаги эримайдиган қолдиғи 12... 26% ташкил қилади.

Иккинчи калий горизонти 400дан 1000м.гача чуқурликда жойлашган ва сильвинит, тош тузи ва галопелитларнинг тез-тез алмашиб туриши билан характерланади. ***KCl*** ўртача миқдори – 27... 28%; эримайдиган қолдиғи – 5... 6% якин, $MgCl_2$ фоизининг ўндан бир улушидан ошмайди.

Учинчи калий горизонти етарлича катта қалинлиги билан иккинчидан фарқ қилади. Қалинлиги – 7,5 м, жойлашиш чуқурлиги 350 м.дан 1200 м.гача ва ундан ортиқроқ, ***KCl*** ўртача миқдори 22... 23%, эримайдиган қолдиғи – 5... 12%.

Тўртинчи калий горизонтининг қалинлиги 5дан 35... 40 м. гачани ташкил қилади, жойлашиш чуқурлиги 525дан 1500м гача ўзгаради, горизонтда иккита маҳсулот қатлами кузатилади, бирининг қалинлиги 3... 4,2 м; KCl миқдори – 16... 24,5%, $MgCl_2$ – 1,5%, эримайдиган қолдиғи – 3... 10,8%.

Иккинчиси унча катта бўлмаган қалинликка (0,8 м.гача) ***KCl***миқдори 24 дан 44% гача. Калий тузларини қазиб олиш 260. 420... 430 м. ва 700... 800 м. чуқурликда олиб борилади. Бу тузлар маъданида «Белорускалий» ишлаб чиқариш бирлашмаси ишлайди.

Петриков кони 1966 йилда очилган ва Петриков шаҳар (Гомель вилояти) худудида Припять чўкирининг марказий қисмида жойлашган. Коннинг туз қатлами кесими таркибида калий бўлган 20га якин горизонтларни ташкил қилади. Калий қатламининг қалинлиги 1300 м.га этади. Маҳсулот зонаси кўп марта алмашиб турадиган галит, сильвин ва тузсиз жинслар (доломит, ангидрит, лой, мергель, алевролит), қатламларидан иборат. Калийли қатлам уч қисмга бўлинади: юқори, ўрта ва пастки. Юкори қисмнинг қалинлиги 25... 160 м, туз билан тўйинганлиги 52... 81%, калийли горизонт мавжуд эмас. Пастки қисмининг қалинлиги 350... 600 м, туз билан тўйинганлиги – 36... 64%, бита калийли гороизонтга эга. Ўрта қисмнинг қалинлиги – 420... 520 м, туз билан тўйинганлиги 96%га этади, саккизта калийли горизонтга эга.

Саноатни қизиқтирадиган қисм, бу тўртинчи горизонтдир. Унинг қалинлиги 1,3дан 22 метргача, жойлишиш чуқурлиги 510 дан 1400 м.гача, қалинлиги 1,9 м. дан катта бўлмаган горизонтал участкаларда ***KCl***мавжуд. 7,25 м. қалинликдаги участкаларда ***KCl*** миқдори 16,5%гача камаяди. $MgCl_2$ миқдори эса 17,8% ташкил қилади.

Пастки қатлам – тўртта ***KCl*** қатламларидан ташкил топган маҳсулот зонасининг қалинлиги 2,6дан 5,3 м гача.Таркибида ўртача миқдорда (%): ***KCl*** – 17,9... 24,9да ўзгаради; ***NaCl*** – 69... 76; $MgCl_2$ – 0,1... 3,8; эримайдиган қолдиғи – 0,2... 1,2.

Нежинск кони. Старобиндан шарқда жойлашган, тўртта калийли горизонтга эга, уларнинг иккинчиси ва учинчиси саноат аҳамиятига эга.

Иккинчи калийли горизант 520... 1000 м. чуқурликда жойлашган. Горизонтнинг қалинлиги 0,75дан 2,6 м.гача ўзгариб туради. Қатламда ***KCl*** миқдори – 27,3%, э.қ. – 4,4%. Қатлам галит қатлами билан ажралган иккита сильвинит қатламларидан ташкил топган. Учинчи горизонт 520... 1100 м. чуқурлика жойлашган, шимолга томон 1200 м ва ундан ортиқроқ кўпаяди. Горизонтнинг қалинлиги 2... 3дан 5... 7 м.гача ўзгаради. Қатламдаги ***KCl*** ўртача миқдори 27% ва э.қ. – 6,5%.

Прикарпатье (Карпат олди) конлари Львов ва Ивано-Франков вилоятлари чегараларида Карпат бўйлаб эни 20... 25 м қатлам кўринишида жойлашган. Улардан энг йириклари: Стебников, Калуш, Толин, Пийло, Домбровский, Нинев, Тростянец. Улар асосан лангбейнит-каинитли ва каинитли жинслар билан жамланган. Калий тузлари қатламда (конлари) шунингдек сильвинит, кизерит, полигалит ва бошқа минераллар куринишидадир. Хлорид-сульфат туридаги калий тузларининг борлиги бу конни, хлорсиз калий ўғитларини ишлаб чиқариш учун ягона хом ашё базаси эканлигини курсатади.

Карлюк ва Гаурдак конлари Туркманистонда жойлашган. ***KCl*** миқдори 21... 35%. Карлюлк конининг калий тузлари сильвинит ва карналлитдан, Гаурдакэса сильвинитдан иборатдир. Тузли қатлам қалинлиги 800... 900 м газтади.

Жилян кони Актюбинск шаҳри якинида жойлашган. Кон иккита калийли горизантга эга. Пастки горизонт 25... 37 м. умумий қалинликдаги 3та полигалит пачкаларидан ташкил топган, юкориси эса қалинлиги 10... 20 м. бўлган иккита сильвинит пачкалариданиборатдир. Полигалитда K_2O 10... 11%, сильвинитда 19... 21% K_2O (30... 33% ***KCl***) ташкил этади. Қатлам чуқурлиги 400 м

дан 750 м гача. қатламларнинг тузилиши мураккаб ва уларнинг қалинлиги бир хил эмас; бир хил жойларда ёрилишлар, қатламнинг парчаланишлари ва бошқа бузилишлар мавжуд.

2.4. Калийли маъданларининг дунё бўйича учраши

Узоқ чет давлатлар орасида калий тузларини ишлаб чиқариш ва захираси бўйича биринчи ўринни Канадаэгаллайди. Канададаги энг йирик калий тузлари кони Саскачев бўлиб, сильвинит ва карналлит минералларидан иборат. Калий тузлари қатламининг чуқурлиги 750дан 2500 м.гача, сильвинит қатламлари қалинлиги 1,5 дан 5,2 метргача, маъдандаги эримайдиган қолдиқ миқдори 1…8%.

АҚШдаги калий тузлари ресурслари Нью-Мехико, Калифорния ва Юта штатларида жойлашган. Карлсбад атрофидаги калий тузлари қатламлари асосий саноат аҳамиятига эга. Калий тузлари сильвинит, лангбейнит ва полигалитдан иборат.

Сильвинит қатламларини қазиб олиш 300…460 м. чуқурликда олиб борилади, қатлам қалинлиги 1,2…4,2 м. Шунингдек лангбейнит қатламлари ҳам қазиб олинади.

Калий тузлари (*KCl, K_2SO_4*) олиш учун хом ашё бўлиб, катта туз кўли (Огден шаҳри)нинг тузли суви хизмат қилади. Қуёш остида буғлатиш усули билан каинит ва шенит олинади ва улар K_2SO_4га қайта ишланади. Калий хлорид – ҳавзаларидаги тузли сувни буғлатгандан кейин олинган туз аралашмаларидан флотация йўли билан ажратиб олинади.

Калий тузлари манбаи бўлиб, Калифорния штатидаги Серлс кўли ҳисобланади. Серлс кўли тузларининг қатламлари галит, глазерит ($nK_2SO_4 \cdot mNa_2SO_4$) ва бор минералларидан иборат. Серлс кўлининг шўр сувини комплекс қайта ишлаш йўли билан *KCl* ва K_2SO_4 олинади.

Германия (Олмония) калий тузларининг катта захиралари Жанубий ва Шимолий Ганновер районлари, Пастки ва Юқори Рейн ҳавзалари, шунингдек Вера-Вульф ва Жанубий Гарц округлари чегараларида тўпланган. Ганновер ва Рейн конларининг тузли қатламлари 350…1100 м. чуқурликда жойлашган сильвинит ва карналлитдан иборат; ишчи горизонт қалинлиги 1,5…30 м. Вера-Вульф ва Жанубий Гарцнинг калийли маъданлари таркибида карналлит билан биргаликдаги хартзальт учрайди.

Калий маъданларининг асосий конлари **Франциянинг Эльзасида** жойлашган. Калий тузлари 400…1000 м. чуқурликда жойлашган, қатламларнинг қалинлиги 2…6 м, маъдандаги K_2O миқдори 16…21%.

Испанияда калий тузлари қатламлари Барселона провинциясида жойлашган (Каталон ва Навар конлари) сильвинит ва карналлитданташкил топган. Карналлит қатламининг қалинлиги 15 м.га яқин, K_2O миқдори – 12…16%. Карналлит остида махсулдор сильвинит қатлами жойлашган, қалинлиги 0,9дан 7,2 м.гача, K_2O миқдори 17% яқин. Каталон конларидаги калий горизонтининг жойлашиш чуқурлиги 275…1500 м. ни ташкил этади, Наварда эса 100…400 м.ни ташкил қилади.

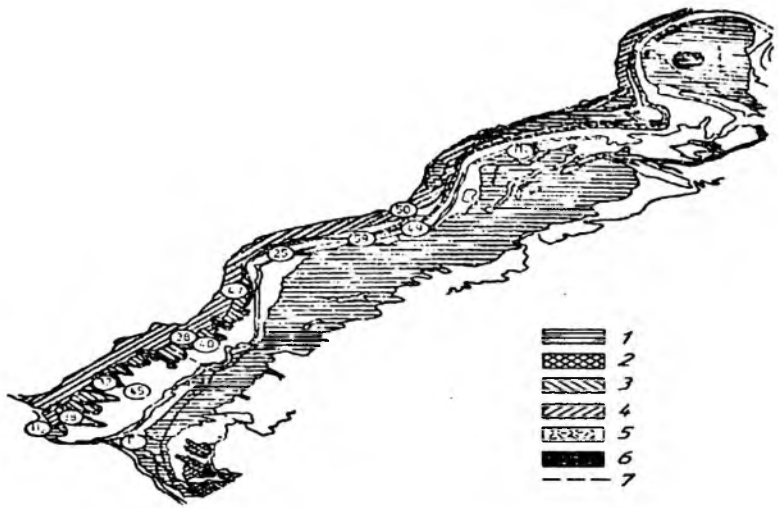
Италияънинг калий тузларини сифатли қатламлари K_2O миқдори 12% яқин каинитдан иборат. Улар Сицилия оролида 300…540 м чуқурлигида жойлашган.

Англияънинг Йоркшир калий конларида сильвинит қатламлари горизонталь ҳолда 975…1200 м. чуқурлика жойлашган. Ишчи қатлам қалинлиги 23 м.гача.

Исроилда калий тузлари манбаи Ўлик (Мертвое море) денгиз рапаси ҳисобланади. Ҳавзаларда карналлит чўктирилади, сўнгра сильвинитга қайта ишланади, бунда флотация ва иссиқ эритиш усули қўлланилади. Калий тузлари захиралари, шунингдек **Польша, Конго, Марокко** ва бошқа мамлакатларда мавжуддир.

ТЮБЕГАТАН КАЛИЙЛИ ТУЗЛАРИ

1951-йилда Н.П.Петровнинг кўрсатмаси бўйича Тюбегатан антиклиналида қудуқ бурғуланди. Учта горизонтдаги калий тузлари билан тош тузи қалинлиги очилди. Юқори ва ўртаси носаноат пасткиси 6 м. қалинликда таркибида 30% яқин *KCl* бириктирган (18% K_2O) бўлаб саноат аҳамиятига эга (2.2-расм).



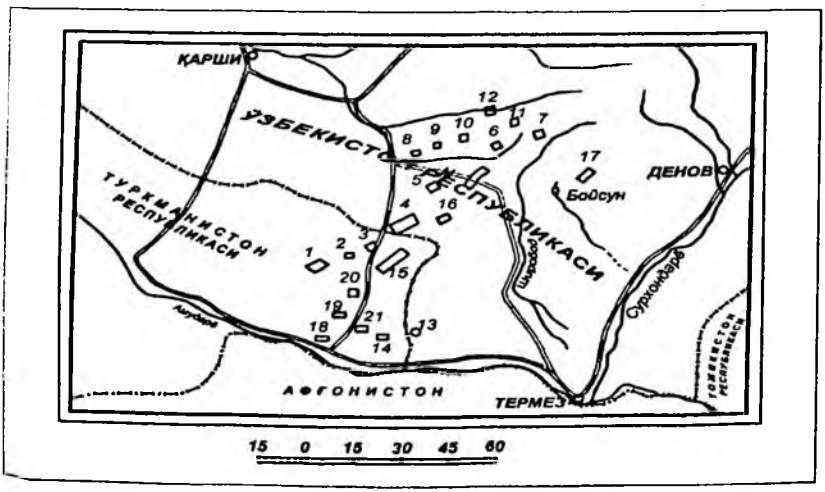
2.2-расм. Тюбегатан антиклиналининг схемаси.

1-замонавий қатламлар, 2-қадимги аллювиаль-пролювиал қатламлар (юқорида конгломератлар), 3-қизил лойлар, гипс қатламлари билан (юқори қисми) Алламурат, 4-доломитланган Оҳактош (ўрта қисми Алламурад), 5-қизил лойлар ораси гипс қатламлари билан (пастки қисми) Алламурад, 6-гипслар ва ангидридлар, 7-таҳминий бўлиниш чизиги.

1959-йилда Тюбегатан конида кидирув ишлари бошлаб юборилди. Деярли ўрта Осиёда маълум бўлган барча калий тузлари конлари Карлюк ва Чаршагин районларида жойлашган. 1965-йилгача Ўзбекистон ҳудудида туз конларининг икки гурухи очилди.

1.Гугуртгоғ (Гаурдак) – Тюбегатан – Тюбегатан, Ақбаш, Чеуркала, Черак.

2.Кайпантау–Байбахурхон,Кантау, Гаухон, Қизилмозор, Байбичекан, Сурхон (2.3-расм), Кучитанг-Бойсун, Ҳамкан, Шурабсой.



2.3-расм. Жанубий-гарбий Ҳисор тоғ тизмалари бўйича калийли туз конларининг жойланиши (Н.П.Петров тузган).

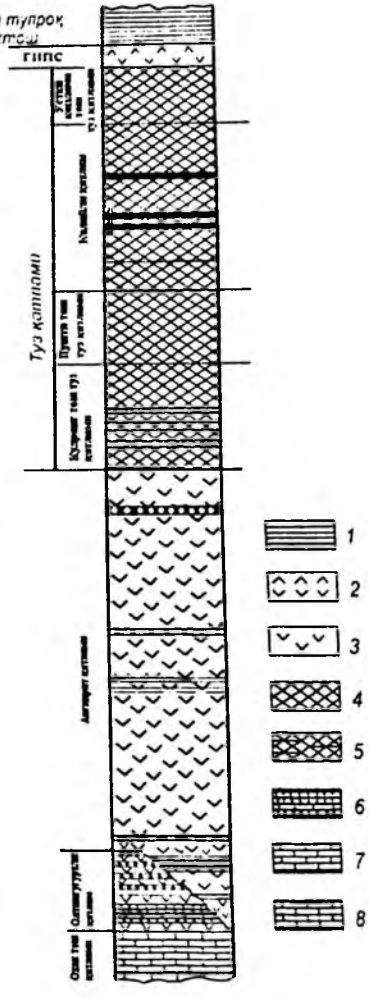
1 –Гаурдак, 2 – Қизилмозор. 3 – Лалмикор. 4 – Тюбегатан, 5 – Оқбаш, 6 – Чеуркала, 7 – Чекчар, 8 – Байбасурхон, 9 – Кантау, 10 – Гаухон, 11 – Қизилмазар. 12 – Байбичекан , 13 – Хўжаикон. 14 – Ҳикизбулоқ, 15 – Кугитанг, 16 – Ҳамкан, 17 – Сурхан, 18 – Каптаур ва Аллямурод, 19 – Қарабиль, 20 – Алчабулоқ, 21 – Кизил хуроз.

Н.П.Петровнинг маълумотлари бўйича Гугуртоғнинг галоген формацияси учта асосий баландликка бўлинади: пастки-ангидритли, ўрта-тузли, юкори-гипс-ангидритли (2.4- расм).

Пастки баландлик Оҳактош қатлами ва олтингугурт унини бириктирган гипс-ангидрит қатлами алмашиб туради. Олтингугуртли Оҳактошларнинг қалинлиги мармар туридаги ангидридлар билан алмашади. 30...35 м қалинликдаги ангидрит баландлигининг юкори қисмида 3...5 м гача қалинликда кулранг тош тузининг линзаси пайдо бўлган. Қалинлиги 300...350 м ли тузли II-баландлик Петров томонидан бир неча қалинликка бўлинади. Калий тузлари намоён бўладиган тош тузининг пастки пачкаси пушти туз қалинлигида жойлашади. Сильвинитда ***KCl***



2.3-расм. Тюбегатан калийли маъданлари ва уни қазиб олиш жараёнлари.



2.4-расм. Гаурдаки худудидаги юкори юра галоген формациясининг кесими.
1-гил тупроқ; 2-гипс; 3-ангидрит; 4-тош тузи; 5-калийли тузлар намоён бўладиган тош туз; 6- калийли тузлар қатлами; 7- охак тош; 8-олтингугуртли охактош.

миқдори 2...4 дан 8% гача ўзгаради. Юқорида, қатлам қалинлиги 1,5 дан 8 м гача ва ***KCl*** миқдори 25...30% га бўлган сильвинит ва карналлит-сильвинитнинг иккита қатламидан иборат. 24 м га якин

қалинликда асосан пушти ва тўқ пушти калийли тош тузи жойлашган. Тош тузи қатламининг устида 30 дан 100 м.гача бой ва сийрак сильвинит ва тош тузи алмашиниб турадиган, 1,5...4 м қалинликдаги калий тузларининг III қатлами жойлашган; баъзи жойларда карналлит ҳосил бўлади. *KCl* нинг қатламдаги миқдори 14...34%.

Шундай қилиб, Гаурдак худудидаги юқори юра галоген формациясининг қалинлиги 700-800м.гача этади, туз баландлиги улушига 300...350 м тўғри келади. Ўша тектоник ўқда, Гаурдак брахиантиклиналь (шимолий-шарқий томонга чўзилган) каби, 35...40 кмда Тюбегатан кони жойлашган.Н.П.Петровнинг маълумотларига кўра, Тюбегатан галоген формацияси усти очиқ кони кулранг ангидрит билан бошланади, юқорида тош тузи (290...295 м) жойлашган. Горизонтнинг юқори қисми (110...120 м.) учта қатламли калий тузлари билан уйғунлашган пушти тош тузидир. *KCl* миқдори 20% гача бўлган сильвинитнинг пастки қатлами (1,5...2 м) асосида жойлашган. Бу қатлам II Гаурдак калийтузлари қатламига мос келади. Кейинчалик сильвинит ва карналлитнинг сийрак аралашмалари бўлган оралиқ тош тузи (33...63 м) келади. Бу қатламнинг усти қатламида *KCl* миқдори 17...20% бўлган сильвин (1...3 м) қатлами жойлашади. Гаурдак ва Тюбегатан конлари орасидаги бир катор худудларда галоген жинсларнинг юзага чиқиши кузатилади: Ляйлимкан, Акбаш, Бешбулоқ, Байбичекан ва бошқаларда. Калий қатлами уларда йўқ бўлиб, бу ер ости эрозиясининг натижасидир. Гаурдак ва Тюбегатандан шарқий ва жанубий-шарқий 14 та худудда галоген жинсларини юзага чиққанлиги маълум: Қирккиз, Саёт, Қоракиз, Қора-оғоч, Баймашкалак, Бозортепа, Ауджейкан, Хўкизбулоқ, Октов, Хўжаикон ва бошқалар. Калий тузлари тош тузларининг маълум очиқ конлари билан боғланган.Илмий асосланган маълумотларга кўра Республиканинг калийли ўғитларга бўлган талаби 282 минг тоннани ташкил этади.

Шу муносабат билан Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2007 йил 17 декабрда ПП-748 – сонли "Деҳконобод калийли ўғитлар заводи қурилишини тезлаштириш ҳақида тадбирлар" қарорлари чиқарилган ва 2010 йил ишга туширилди.Деҳконобод калийли ўғитлар заводи (ДКЎЗ) кайта ишлаш комплексининг калий хлорид бўйича унумдорлиги йилига 200 минг тоннани ташкил қилиб, Қашқадарё вилоятида, Деҳконобод шаҳридан 3км масофада, шаҳар темир йўл станциясига яқин жойлашган. Калийли тузлар Деҳконобод калийли ўғитлар заводидан 43км масофадаги Тюбегатан конидан автотранспортларда ташиб келтирилади.

Ўзбекистон ҳудудида Тюбегатан конининг калийли тузлар заҳираси: категория (A+B+C) - 215278 минг тонна (35.95% KCl), категория C_2-60923 минг тонна (35.39% KCl). Маъдан ишлаб чиқаришнинг лойиҳавий қуввати йилига 700 минг тоннани ташкил қилади (31.93% KCl). Хом маъданлар автотранспорт билан Деҳконобод калийли ўғитлар заводига олиб келинади. Қайта ишлаш комплексида маъдан **флотация усулида** -калий хлорид ва натрий хлоридларнинг турлича гидрофобланишига асосланиб, реагентнинг таъсирида, бир биридан ажратилади. Бу ишлаб чиқаришнинг янгилиги шундан иборатки, яратилган технология бўйича биринчи маротаба Ўзбекистон Республикасида жойлашган Тюбегатан кони сильвинити асосида минерал ўғит сифатида калий хлорид ишлаб чиқарилмоқда.Тюбегатан калий конида иш майдони Гаурдак олтингугурт кобинатидан 35 км. шимолий-шарқда ва Қашқадарё вилоятининг Деҳконобод туман марказидан 50 км жанубий-шарқда Китоб бекатидан 150 км масофада жанубий-шарқда жойлашган.

Тюбегатан тузилмаси учта бурмадан ташкил топган: Курсантош, Қорачагат ва айнан ассиметрик тузилишли Тюбегатандан. Коннинг шимолий-ғарбий қисмида юзага Оҳактошлар чиқади, уларда гипс-ангидрит қатламлари ётади. Юқорида калий тузларининг уч қатламини ўз ичига олган галоген қатлам (300...350 м) ётади.

Тузли қатламнинг қалинлиги жанубий-ғарб йўналишида ўсади. Ушбу очиқ коннинг бутун қиркими бўйича тош тузи қатламининг процент нисбати галоген қатламнинг туз билан **тўйинганлик коэффициентидир** ва у 29 дан 99,5% гача (ўртача 90%) ўзгаради.

2.5. Тюбегатан калийли маъданининг кимёвий тавсифи

Тюбегатан галоген қатламининг тузилиши, коннинг марказий қисмида жойлашган таянч қудуғи мисолида кўриб чиқилади. Галоген қатлам 452,55 м, уларнинг 4,55% (20,6 м) калий горизонтини ташкил қилади. Намуналарни кимёвий таҳлили шуни кўрсатдики – асосий туз ҳосил қилувчи минераллар – галит (*NaCl*) ва сильвин (*KCl*) лардир; карналлит жуда оз учрайди. Ҳамма жойда турли миқдорларда ангидрит ва лой кузатилади. Лой миқдори кенг меъёрларда – юзли улушлардан 20%гача ва ундан ортиқ ҳолда алмашади. $MgCl_2$ ва $CaCl_2$ умуман ҳамма ерда унча кўп бўлмаган миқдорларда иштирок этади.

Тюбегатан қатламига учта калий горизонти кириб келади:

I калийли горизонти 117,7 м. чуқурликда жойлашган. Қалинлиги 1 мга яқин, таркибида 36,9% *KCl* бор. Сильвин йирик хира кристаллар шаклида тиниқ оч пушти галит кристаллари таркибига кирган. *Br/Cl* –коэффициентнинг кичиклиги ва галитнинг йирик кристалл тузилиши, тузни қайта кристаллизацияланиш жараёнига учраганлигини кўрсатади (бром-хлор коэффициенти $KBr=Br\cdot10^3/Cl$).Сувда эрийдиган B_2O_3 миқдори унча кўп эмас (0,002%), шунингдек *Fe, Mn* (0,001%), *Ti* (0,003%) иштирок қилади. Петрографик усулда галит, сильвин, ангидрит, карбонат аниқланган. Юқорирокда 97,05 м. чуқурликкача лой аралашмали оч пушти ва пушти галит кузатилади. Эримайдиган қолдиқ гипс, карбонатлардан иборат; асосий компонент-силикатлар.

II- калийли горизонтини қалинлиги 7,9 м (189,6... 181,7 м) катламни ўз ичига олади. Орасида гўшт-кизил сильвин ва карналлит кристалларини ўз ичига олган пушпшва тўк пушти галит билан тахланган.*KCl*нинг ўртача миқдори – 7,86%. Бу горизонтда калий тузлари билан бойиган иккита катлам мавжуд. Биринчисида, 189,6 м. чуқурликда тўк сариқ рангдаги карналлит қатлами жойлашган. Кимёвий тахлиллар асосидаги минералогик хисоби 80% карналлитдан иборатлигини кўрсатди. Эҳтимол, кристаллизацияънинг бошланиши, нафақат карналлитни, балки сильвинни хам чўкиши, тўйинган сувлар келиши билан тўхтаб колган. Бу даврда сильвин билан бойиган рападан галит хам чўкаётган эди, бу 184,0 дан 181,7 мгача оралиқда кузатилган. Бу оралиқ II- калий горизонтининг иккинчи қатламини кўрсатади. II- калий горизонтидаги *KCl* нинг ўртача миқдори – 7,86%. Кейинчалик 117,7 м.гача 63,3 м. масофада оралиқ галит келади. *KCl* нинг миқдори унча катта эмас 0,07дан 0,59% *Br* – 0,001дан 0,009%гача, *Br/Cl* – коэффициенти қиймати галитдаги бромнинг меъёрий миқдорига мос келади.Сувда эрийдиган B_2O_3 миқдори 0,009% дан ошмайди. Сувда эримайдиган қолдиқ асосан силикат ва карбонатларданиборат.

III–калийли горизонти 236,7...225,0 м чуқурликда қайд этилган. Бу ерда калий тузлари билан тўйинган 3 та катлам қайд этилган. Биринчи қатлам таркибида 8,4 дан 24,8 % гача гўшт-кизил сильвин аралашмали оч пушти йирик кристалли галитдан иборат бўлиб 236,7...233,6 мчуқурликда жойлашган. У иккинчи қатламдан, йирик кристалли тиниқ галитдан иборат 1 м га яқин қалинликаги (233,69...232,50 м) оралиқ тош тузи билан ажратилган. Иккинчи қатлам (232,1...225,3 м) оралиқда жойлашган бўлиб *KCl* миқдори 13,8 дан 73,25% гача ўртача 40,67% *KCl* бирикгирган. Иккинчи катлам ичида *KCl* миқдори 60,2 дан 73,2% гача ўзгарадиган қалинлиги 2,7 м.ли қатламни ажратиб олиш мумкин. У сильвин аралашмали йирик кристалли галит билан тахланган. Уни юқорида ётган учинчи қатламдан *KCl* миқдори 1% дан кам бўлган, 20 см атрофидаги қалинликдаги оралиқ лойли галит қатлами ажратиб туради. Бу лой қатлами иккинчи калий қатламини ювилиб кетишидан сақлайди.

Учинчи қатлам 225,6 чуқурликдан бошланади ва 225,0 м.гача этади. Унинг қалинлиги 0,6 м. *KCl* нинг ўртача миқдори 21,65%. У сильвин аралашмали йирик кристалли пушти галитдир.

III- калийли горизонти бўйича компонентларнинг ўртача миқдори: *NaCl* – 73,1%, *KCl* – 22,9%, $MgCl_2$– 0,49%, сувда эрийдиган B_2O_3 – 0,0006 дан 0,108% гача (ўртача 0,0028%).

Mn миқдори 0,001 дан 0,006% гача, Ti – 0,001 дан 0,1% гача, V – 0,001%, Cu – 0,001%, Ni – 0,001%, Zn – 0,003%. Sr – 0,01% 225,6 дан 190,9 м.гача 34,7 м масофада лой, сильвиннинг сийрак аралашмалари ва у ёки бу жойларда ангидрид қатламлари билан (223,8...222,3 м) оч пушти, тиниқ галит келади. Бу интервалда бош жинс хосил қилувчи минерал 70...90% миқдорли галитдир.

Тюбегатаннинг галоген қатламини қуйидаги зоналарга бўлиш мумкин: тўшама ангидрид; тўшама тош тузи; калий горизонти (I, II, III) ва оралиқ тош тузи; ёйма тош тузи; ёйма ангидрит; ёйма лойлар, аргиллитлар ва хоказолар.

2.6. Тюбегатан маъдан конининг галогенли горизонтал қатламининг кимёвий тавсифи

2.6.1. Тўшама ангидрид

Кальций сульфат – табиий шароит ва кристаллизация шартларига кам талабчан бўлиб, галоген конларининг шаклланишининг турли босқичларида, эвтоник босқичга кадар хосил бўлади. У ер қобиғида эримасдан ва ишқор билан ювилмасдан осон сақланади, бу галоген қатламларида гипс ва ангидридларини кенг тарқалишига шароит яратади.

Гипс билан тахланган сульфат жинслари юзага чиққан холларда, чуқурлашгани сари гипслар ангидритлар билан алмашинади. Барча галоген формациялар учун умумий қоидалар: 150 мдан юқори қатламда ангидридлар учрамайди, бу ерда асосан гипслар тарқалган: 150дан 450 м гача – ангидридлар ва гипслар, 450 м дан пастда фақат ангидридлар жойлашади.

Ангидридлар асосий оғирликда – бирламчи минералдир. У таркибида магний хлорид бўлган эритмалар билан ўзаро таъсирлашганда эриб кетиши мумкин.

$$CaSO_4 + MgCl_2 = CaCl_2 + MgSO_4 \qquad (2.1)$$

Тескари реакцияда иккиламчи гипс хосил бўлади.

Тузланган ангидридлар 500...600 м чуқурликгача кузатилади. Ўрта ва пастки туз қатламларининг пачкаларида тез-тез ангидрит кузатилади. Гипс айрим аралашмалар ва кристаллар шаклида учрайди.

Ангидридли жинслар тузлангандир. Галит уларда жуда юпқа, кристалл ҳолда тарқалган. Айрим ангидрид намуналарида галит толали рангсиз тарам-тарам йўлларни хосил килади. Ангидрит тош тузига аста-секин ўтади: ангидрит қатламининг юқори қаватида тош тузи – ангидрид аралашмаси пайдо бўлади.Галоген қатлами кесими коплама ангидрид билан тугайди, у намнинг узоқ таъсири натижасида баъзи жойларда гипсга ўтади.

Тюбегатан галоген қатламининг турли зоналаридан олинган ангидрид жинслари сувли эритмаларининг кимёвий таркиби таҳминан бир хил (2-2 жадвал).Ангидриднинг барча намуналарида ***Cu, Ba, Zn, Pb, Ti, V*** ва етарлича катта миқдорда ***Sr, Mg, Si, Fe*** аниқланган.

2.6.2. Тош тузи

Тюбегатан туз қатлами жойлашишида асосий ролни конларда учрайдиган тош тузи эгаллайди.Тош тузи – шаффоф, пушти ранг, кўк ранг, камдан-кам сут каби оппок. Тузилиши бўйича йирик, ўрта ва майда тузлар мавжуд бўлиб, кўпинча турли ўлчамли доналари учрайди. Галит доналар катталиги ўрганилган намуналарда миллиметр улушидан 2...3 см гача ўзгариб туради.

Тюбегатанда кристалланиш жараёнлари кенг ривожланган, бу эса йиллик қатламлар деб ифодаланадиган туз жинсларининг қатлами мавжуд эмаслигини изоҳлайди. Айрим интервалларда куз-киш мавсумида, яъни паст температураларда (<10^{0}C) пайдо бўладиган гидрогалитнинг кристалланиши натижасида пайдо бўлган сувдек шаффоф ёки оқ-пушти ранг галитнинг йирик кристалл доналари учрайди. Температура кўтарилиши билан у сувни йўқотиб, галитга айланади.

2-2 жадвал

Тюбегатан гипс-ангидрид қатлами намуналарининг сувли эритмасининг кимёвий таркиби

Намуна	Қудуқ тартиби	Чуқурлик, м	Туз таркиби, %								Эримайд. қисм	Эримайдиганлиси ва туз Σ
			$CaSO_4$	$CaCl_2$	$MgCl_2$	KCl	NaCl	$MgSO_4$	Na_2SO_4	H_2O		
	Ёпувчи ангидрид											
1. Тўқ-кулранг ангидрид	38	82,6	7,90	-	-	-	0.134	0,26	-	0.06	91,41	99,70
	Туз ичидаги ангидрид											
2. Галит кристаллари билан оч-кулранг ангидрид	38	222,8	16,70	-	-	0,06	23.90	-	0,14	0.05	59,28	100,19
53. Майда кристалли оч-кулранг ангидрид	38	223.4	17.62	-	-	0.06	24.53	-	0.16	0.08	57,63	100.01
30. Галитли кўк-кулранг ангидрид	38	403,8	8.09	-	-	0,127	8.634	-	-	0,05	82,23	100,39
6. Галитли оч-кулранг ангидрид	40	465,5	5.75	0,08	0,37	0,03	24.45	-	-	0.17	69,67	100,36
	Тўшама ангидрид											
131. Галит кристаллари билан ок ангидрид	25-бис	555,6	7,63	0,47	0,37	-	-	Жуда оз	3,15	0,03	88,71	100,34
132. Қорамтир известнякли ок ангидрид	25-бис	558,0	7,40	-	-	0.100	0,158	Жуда оз	0,15	0.04	92,31	100,12
59. Тўк кулранг ва кул ранг доғли ангидрид	38	640,0	5,72	0,01	0,01	-	-	0,03	0.17	0.03	93,98	99,92

галит турлари характерлидир: шаффоф ва рангсиз галит; кул ранг галит; шаффоф пушти рангли галит; шаффоф қизил галит; кўк галит; Темир оксидлари, лой тупроқ заррачалари қўшилган галит.

Оқ шаффоф галитга хар кандай ангидрит – лой-тупрокли материаллар қўшилмаган ёки унда жуда оз миқдорда мавжуд. Энг кўп пушти ранг галит тарқалган, у айрим пайтларда саргиш рангга айланади. Оч пушти ранг ва пушти рангининг сабаби аниқ эмас. Кўк галит кристаллари камдан-кам

учрайди. Галитнинг ҳаво рангда бўлишини минералда натрий металининг коллоидларга бўлиниб кетган (атомлар) заррачаларнинг оз миқдорининг мавжудлиги келтириб чиқарган. Кўк ранг ҳар доим мустаҳкам кристалл ҳолатга интиладиган коллоидал моддага карашди. Вақт ўтган сари кўк ранг йўколади, бунга кристалл панжаранинг тикланиши сабаб бўлади. Тош тузининг кўк рангини пайдо бўлишига кристалл панжаранинг бутунлигини бузаётган ва янги бўялган марказлар пайдо бўлишини тезлатаётган босим ёрдам беради.

Тюбегатан туз қатламининг пастки горизонти – тоза, оз миқдордаги аралашмадир. Тош тузи асосан ангидрид ва кул рангли лой қўшилгани сабабли рангсиз, шаффоф ёки кўк ранглидир. Галитнинг қопланиш зонаси 16 дан 30 м гача.

Турли зона кесимларидан олинган ҳар хил тош тузининг кимёвий таҳлили: галит ***NaCl***миқдори 97,9% дан 100% гача, оз миқдори – ***$CaCl_2$, $CaSO_4$*** ва ***KCl*** лардир (2-3 жадвал).

2-3 жадвал

Тюбегатан конидаги турли кўринишдаги галитларнинг кимёвий таркиби

Намуна*	Намуналар тартиби	Эриймайдиган қисми	Ca	Na	K	SO_4	Cl	Br	B_2O_3	$CaSO_4$	$CaCl_2$	KCl	NaCl	Эриймайдиган қисми ва тузлар йиғиндиси.
Кўк галит	388/4	-	0.03	39,00	0.481	-	60.63	0.0033	0.0008	-	0.090	0.91	99.13	100.14
Қуюк пушти галит	4/49	0,02	0,44	38,52	0,08	0,90	59,58	0,0014	0,0013	1,27	0,19	0.15	97,91	99,52
Оқ галят	22/49	-	0.14	39.04	0.40	Жуда оз	60.83	0.001	0.001	-	0.39	0.77	99.23	100.4
Оч пушты галит	62/49	-	-	39,44	Жуда оз	Жуда оз	60,83	0,0015	0,0012	-	-	-	100,2	100,27
Рангсиз битумли галит	88/49	0,49	0.20	39,17	0,02	0.41	60,47	0,0008	0,0012	0.06	0,67	0.03	99.59	100.76

* Турлича минералогик намуналар Ўзбошгеология литология лабораториясидан олинган.

Mg ва $MgCl_2$ – маъдан таркибида чиқмаган.

2.7. Калий тузларининг мавжуд бўлиш ҳудудлари

Конда учта калий горизонти аниқланган: юқори, ўрта ва пастки. Пастки ўз навбатида учта қатламга бўлинади (1, 2, 3). Саноат аҳамиятига эга бўлган калий тузлари қатламининг кимёвий таркиби 2-4 жадвалда кўрсатилган. У барча кон майдонида тарқалган. ***KCl*** нинг текширилган майдондаги ўртача миқдори 33,05% (15 дан 60% гача), айрим участкаларда – ***KCl***- 92%, ***$MgCl_2$***- 0,08 дан 2,61% гачани ташкил этади. Тюбегатанда бу қатлам бўйича нам калий тузларининг захираси ***KCl*** нинг ўртача миқдори 28% бўлганда, 113 млн.тоннани ташкил этади.

2-4 жадвал

Саноат аҳамиятига эга бўлган Тюбегатан калийли туз қатламларининг кимёвий таркиби.

Намуна		Олинган чуқурлик, м	Кимёвий таркиби, оғир.%						H_2O титр.	$CaSO_4$
			K	Na	Mg	Ca	Cl	SO_4		
64	Қизил сильвин ва гил тупроқли пушти галит	225,80	11,97	26,45	0,17	0,42	52,21	0,85	0,76	1,20
65		226,60	3,42	36,56	0,03	0,08	59,61	0,12	0,15	0,18
66	Пушти сильвинит	227,70	38,41	10,68	0,006	0,03	51,37	0,03	0,01	0,04
67	Қизил сильвинит	228,70	31,57	14,59	0,03	0,36	51,39	0,65	0,07	0,92
68		229,40	35,37	11,28	0,02	0,023	50,49	0,37	0,06	0,52
69	Қизил сильвинли шаффоф галит	232,10	7,22	33,38	0,01	0,07	58,08	0,03	0,05	0,19

Намуна		$CaCl_2$	$MgCl_2$	KCl	NaCl	Эримайдиган қисм	Тузлар йиғиндиси	B_2O_3	K_K
64	Қизил сильвин ва гил тупроқли пушти галит	0,18	0,66	22,83	67,17	7,98	100,20	0,0026	129,790
65		0,08	0,12	6,52	92,92	0,64	100,50	0	34,240
66	Пушти сильвинит	0,06	0,01	73,25	27,15	0,05	100,59	0,0077	382,037
67	Қизил сильвинит	0,25	0,12	60,21	37,09	1,38	99,98	0	320,180
68		0,20	0,09	67,45	30,01	1,90	100,17	0,001	359,920
69	Қизил сильвинли шаффоф галит	0,04	0,05	13,79	84,83	0,58	99,50	0,0022	72,98

Пастки калий горизонтининг қуввати – 20...25 м. Сильвинит қатламларнинг тош тузлари билан алмашиниши анча кескин. Калий тузлари сильвинит ва оз даражада – карналлитдан иборат бўлади. Сильвинит йирик мономинерал тўпламларни хосил қилмайди. Сильвинларнинг кимёвий таркиби 2-5 жадвалда келтирилган. Тюбегатан сильвинларининг барча тури кимёвий таркиби бўйича бир-бирига ўхшаш. *KCl* нинг миқдори 84,62 дан 99,24% гача ўзгариб туради. Сильвинда галит билан таққослаганда $CaCl_2$ (1.12 %) миқдори кўпроқ, шунингдек ***Mg, Al, Si, Fe, Mn, Cu*** камдан-кам кристалларда – ***Pb*** изи топилган.

Тюбегатан конида карналлитнинг қуйидаги турлари кузатилади:

1. галит билан аралашмада мустақил қатламлар кўринишида тўқ сариқ карналлит;
2. пушти ранг тузда нотўғри шаклдаги кам миқдорда қўшилган сарғиш турлари:
3. 2-5 мм жилка ва тўқ-пушти ранг лой-тупроксимон туз кўринишидаги оқ карналлит.

Уларнинг кимёвий таркиби 2.6 жадвалда кўрсатилган. Биринчи тури – бирламчи, қолган иккитаси – иккиламчи. $KCl : MgCl_2$ нисбати – 0,782 дан 0.521 гача тенг. Карналлитда ***Ca, Cu, Cl, Si, Mn, Ti, Ba, Fe*** лар мавжуд. Карналлитда изоморф аралашмаси кўринишида рубидий, йод, бром, таллий излари ҳамда дугласит ($2KCl \cdot FeCl_2H_2O$) рангсиз кристаллари учрайди.

Тюбегатан карналлит қатламларида кимёвий йўл билан бишофит ва **ангидрид** топилган.

Тажриба қудуқларининг (скважина) калий горизонтлари тош тузини қудратли қатламлари билан бир-биридан ажратилган. 189,6.. 190,25 мм ораликда пайдо бўлади, унинг максимал миқдори 189 м чуқурликда. Қаттиқ фаза *NaCl+* карналлит политермани бош ораликлари учун нисбатлар П.Н. Чирвинский томонидан ҳисоблаб чиқилган ва 2.7 жадвалда келтирилган. *NaCl+, KCl+* карналлит системасининг 10...20°С ораликдаги асосий қаттиқ фазасида *KCl* (61%) : *NaCl* (39%) нисбат 1,56 га тенг.

2-5 жадвал

Тюбегатан* конидаги турли кўринишдаги сильвинитларни кимёвий таркиби, оғирл. %

Намуна	Намуна рақами	Э.қ	H_2O тятр.	H_2O крист.	Ca	Na	K	Cl	Br	B_2O_3	$CaCl_2$	KCl	NaCl	Э.қ. ва тузлар йиғиндиси
Қизил сильвин	197/35	0,43	-	-	0,10	3.02	49,24	48.59	0,016	0,0024	0,28	91,99	7,67	100,38
Сут...ок сильвин	197а/35	-	-	-	0,02	0.64	52,02	48.23	0,0065	0,0014	0,04	99,24	1.64	100,92
Оқ сильвин	244/38	0,01	-	-	0,02	1,37	50,72	48,24	0,02	0,0058	0,05	96,71	3,58	100,36
Қизил сильвин	418/4	0,31	-	-	0,01	5,54	44,38	49,85	0,011	0,0037	1,12	84,62	14,09	100,11
Оқ сильвин	167/35	0,20	-	-	0,02	0.98	51,44	48,23	0,018	0,0037	0,05	98,09	2,56	100,90

* -Mg, SO_4, $CaSO_4$, $MgCl_2$ – лар намуналарда чиқмаган.

2-6 жадвал

Тюбегатан** конидаги карналлитни кимёвий таркиби, огир.%.

Намуна	Намуна рақами	Э.к.	H_2O тигр.	H_2O крист.	Ca	Mg	Na	K	Cl	Br	B_2O_3	$CaCl_2$	$MgCl_2$	KCl	NaCl	Э.к. ва тузлар йиғиндиси
Сариқ карналл.	212/38	0,12	2,10	35,62	-	8,2	2,05	12,8	38,7	0,0034	0,005	-	32,06	24,51	5,20	99,62
Карналл.	173/35	0,31	2,58	33,98	0,1	7,89	2,3	13,3	38,7	0,0052	0,015	0,54	30,92	25,38	5,83	99,28
Оранж	16/49	0,04	0,99	37,68	9	8,64	0,05	13,9	37,9	0,0025	0,009	-	33,85	26,55	0,13	99,69

**-SO_4, $CaSO_4$ – лар намуналарда чиқмаган.

2-7 жадвал

$NaCl – KCl – MgCl_2 – H_1O^*$ системанинг эрувчанлиги

t,°	Огир.%			Тўйинган эритмад. мавтузларйиғиндиси миқдори,%	Тузлар йиғиндисидан, %			Қаттиқ фаза
	NaCl	KCl	$MgCl_2$		NaCl	KCl	$MgCl_2$	
10	21,37	9,02	0,00	30,39	70,32	29,68	0,0	NaCl + KCl
	1.92	2.67	25,34	29,93	6,41	8.92	84,67	NaCl + KCl + карналлит
	1.09	0,57	22,66	31,32	5,48	1,82	94.70	NaCl + карналлит
20	20,48	10,85	0,00	31,33	65,37	34,63	0,0	NaCl + KCl
	1.88	3,23	25,44	30,55	6,15	1.57	83,28	NaCl + KCl + карналлит
	1.42	1,29	27,30	31,01	4,58	4.16	91,26	NaCl + карналлит
25	20,42	11,14	0,00	31,56	64,70	35,30	0,0	NaCl + KCl
	2,36	3,29	25,54	31,19	7,56	10,56	81,89	NaCl + KCl + карналлит
	1.50	0,91	27,54	30,95	4,65	6.17	88,98	NaCl + карналлит
40	19,75	13,24	0,00	32,99	59,13	40,13	0,0	NaCl + KCl
	1.88	4,06	26,42	32,36	5,81	12.54	81,65	NaCl + KCl + карналлит
	0.43	0,20	35,84	36,47	1.18	0,55	98.27	NaCl + карналлит
50	19,09	14,78	0,00	33,87	56,36	43,64	0,0	NaCl + KCl
	1.85	4.44	26,92	33,21	5,57	13,37	81,06	NaCl + KCl + карналлит
	(0,36)	(0,21)	(36,91)	(37,48)	(0,96)	0,56	(98,48)	NaCl + карналлит + бишофит

Бу нисбатнинг ортиши калийнинг лойтупроқ материал билан адсорбцияланишини изохлайди.

2-8 жадвалда калий горизонтларидаги тажриба қудуқларидаги *KCl* ва *NaCl* нинг нисбати келтирилган. Калий горизонтларини шаклланишида сильвинит ва пушти ранг тош тузи қатламларининг даврий алмашинишида ифодаланадиган маълум бир маромлик кузатилади.

2-8 жадвал

Тюбегатан конидаги калийли горизонтлардаги KCl ва NaCl нисбатлари.

Намуна	Намуна олинган чуқурлик, м	KCl	NaCl	$MgCl_2$	KCl/NaCl	Қаттиқ фаза
25 – қудуқ						
306	189,60	21,78	9,02	28,25	2,41	Галит+сильвин+карналлит
59	225,00	17,41	81,53	0,82	0,21	Галит+сильвин+бишофит (ёки рападаги $MgCl_2$)
60	225,20	7,55	90,33	0,92	0,08	
61	225,50	54,73	38,77	2,57	1,41	
64	225,80	22,83	67,17	0,66	0,34	
67	228,70	60,21	37,09	0,12	1,62	Галит+сильвин+карналлит
50– қудуқ						
7	466,33	48,30	48,01	0,611	1,00	Галит+сильвин+бишофит (ёки рападаги $MgCl_2$)
10	475,05	12,19	34,88	0,74	0,3	
11	477,82	9,20	85,34	0,87	1,08	
38– қудуқ						
8	306,20	8,543	56,608	8,025	0,151	Галит+сильвин+бишофит (ёки рападаги $MgCl_2$)
22	370,66	15,123	16,913	0,601	0,894	
36	415,80	59,329	37,566	0,137	1,579	Галит+сильвин+карналлит

2.8. Сувда эримайдиган қолдиқ ва тупроқли қўшимчалар

Барча галоген қатламларда туз ҳосил бўлишига таъсир этадиган туз лой-тупроғи мавжуд. Қатламдаги лой туз кўлларининг гидрокимёвий режимини аниқловчи метаморфизация, доломитизация ва бошқа жараёнлар бўлиб ўтганлигини белгилайди. 1930 йилда С.А. Шукаров туз кўлларининг коллоид-кимёвий назариясини яратди. Ушбу назарияга биноан тузли ҳавзага киритилган тоғ жинсларининг нурашидан ҳосил бўлган алюмосиликат заррачалари алмашинув адсорбция хусусиятини намоён этади. Ютилган кальций натрий, калий, магний ионлари ёки аксинча, уни ўраб олган эритма ўртасидаги мувозанат ҳолатига қараб сиқиб чиқарилади.

Концентрацияни камайтириш ёки кўпайтириш натижасида мувозанатнинг бузилиши жараённи у ёки бу томонга йўналтиради.

$$\begin{aligned} &Ca = \text{алюмосиликат} + MgSO_4 <> Mg = \text{алюмосиликат} + CaSO_4 \\ &Ca = \text{алюмосиликат} + MgCl_2 <> Mg = \text{алюмосиликат} + CaCl_2 \\ &Na = \text{алюмосиликат} + KCl <> K = \text{алюмосиликат} + NaCl \end{aligned} \quad (2.2)$$

Гипс иштирокида рапа суюлтирилганда жараён ўнгдан чапга йўналади, бу эса метаморфизация коэффициентини кўпайишига олиб келади; қуюлганда, аксинча, магний, натрий ва калий кальцийни сиқиб чиқаради. Катион алмашинуви натижасида кальций ва натрийси кам бўлган ва магний ва калий билан тўйинган алюмосиликатлар ҳосил бўлади. Катион алмашинуви билан бир қаторда ҳавзага рапа билан келиб тушаётган карбонат кальций ва бикарбонат коллоид заррачалари ва рапа орасидаги метаморфизация жараёни катта аҳамиятга эга.

Ушбу реакцияларни схема бўйича қуйидагича кўрсатиш мумкин.

$$2Ca(HCO_3)_2 + MgSO_4 = CaMg(HCO_3)_2 + CaSO_4 + 2H_2O + 2CO_2 \quad (2.3)$$

$$2CaCO_3 + MgSO_4 = CaCO_3 \cdot MgCO_3 + MgSO_4 \quad (2.4)$$

$$CaCO_3 + MgSO_4 = MgSO_3 + CaSO_4 \quad (2.5)$$

$$2Ca(HCO_3)_2 + MgCl_2 = CaMg(CO_3)_2 + CaCl_2 + 2H_2O + 2CO_2 \quad (2.6)$$

$$2CaCO_3 + MgCl_2 = CaCO_3 \cdot MgCO_3 + CaCl_2 \quad (2.7)$$

$$CaCO_3 + MgCl_2 = MgCO_3 + CaCl \quad (2.8)$$

Ушбу қайтар реакцияларнинг мувозанати эритмадаги тегишли тузлар концентрацияси ва температурасига боғлиқ. Улар доимий эритма алмашинувида охиригача боришлари мумкин.

Сульфатли денгиз сувларининг метаморфизациясида бош жараён қуйидагича:

$$\begin{aligned} &MgSO_4 + Ca(HCO_3)_2 = Mg(HCO_3)_2 + \downarrow + CaSO_4 \downarrow \\ &xMg(OH)_2 \cdot yMgCO_3 \cdot 7H_2OCaSo_4 \cdot 2H_2O \end{aligned} \quad (2.9)$$

Mg^+ ва SO_4^{2-} эритмадан олиб кетилади. Агар эритмага лойсимон модда таъсир этса, Na^+ ва $SO4^{2-}$ қуйидаги схема бўйича бир пайтда йўқолиши мумкин:

$$\begin{aligned} &Na_2SO_4 + Ca(ПК)_{ТВ} = CaSO_4 \downarrow + Na_2(ПК)_{ТВ} \\ &CaSO_4 \cdot 2H_2O \end{aligned} \quad (2.10)$$

Метаморфизиция жараёни жуда секин ўтади ва унинг тузли ҳавзадаги сув таркибини ўзгаришидаги аҳамияти умумий минерализация қанчалик тез ошишига боғлиқ бўлади.

Карбонатларнинг магний сульфат билан ўзаро таъсири реакцияси доломитлашган оҳактош, доломит ва магнезитларни ҳосил бўлишига олиб келади. Карбонатнинг магний хлорид билан ўзаро таъсири натижасида ҳам доломит ёки магнезит ва кальций хлорид пайдо бўлади.

Парчаланмайдиган силикатлар жинсларнинг асосий оғирлигини ташкил этади. «Силикатли қолдиқ» таркиби барча горизонт жинслари учун доимийдир ўз таркибида 50...60% SiO_2, 11...15% Al_2O_3 ва 5...10% K_2O ни тутган силикатлар Na_2O ва CaO нинг йўқлиги ёки кўп бўлмаган миқдорида MgO нинг доимий мавжудлиги билан характерли.

Лой тупроқ қўшимчаларининг ашёвий таркиби – тузли лойнинг асосий материали – алюмосиликат ва карбонатлардир. Барча лойтупроқ қатламлар мумкин қадар карбонатлаштирилган бўлиб карбонатлар таркибида ҳар доим $MgCO_3$ мавжуддир.

Эримайдиган қолдиқларнинг карбонат қисми доломитизациясининг юқори даражаси, тузларда кальций хлориднинг мавжудлиги, силикатли қолдиқларда MgO нинг CaO дан ва K_2O нинг Na_2O дан ортиқлиги – барча бу далиллар метаморфизация жараёнларининг жадал ўтиши шароитларида тузли қатлам шаклланиши тўғрисидаги тахмин билан мувофиқ келади.

2.9. Тюбегатан галоген қатламидаги акцессор элементлар

Чўкинди жинслар таркибида жуда оз миқдордаги таркоқ ҳолатда бўлган элементлар акцессор ёки кичик элементлар маълумдир.Калийли туз қатламларида асосий туз минераллари йиғилиши билан ҳосил бўлишида тузларда аралашма ҳосил қилувчи (*F, B, Br, Sr, Rb, Cs, Zr* ва бошқалар) акцессор элементлари бирикмалари ҳам йиғилади. Чўкиш жараёнида тузлар микроэлементлар билан терриген материаллар (синиш) кириши ҳисобига тўйиниши мумкин. *Fe, Mn, P, V, Cr, Co, Cu, Pb, Zn* ва бошқалар асосан суспензия таркибида ва қисман эритма кўринишида жойдан-жойга ўтади. Қаттиқ фазага биринчи навбатда қийин эрийдиган ва биологик фаол бирикмалар *Fe, Mn, Al, P, $CaCO_3$, SiO_2* ва бир қатор кичик элементлар бирикмалари: *V, Cr, Ca, Cu, Fe* ва бошқалар кетади. Енгил эрийдиган минерал тузлар ва B, Si, Br нинг бирикмалари эритмада қолади ва йиғилади.

B, Sr, Br нинг фациал (чўкинди жинсларининг ажралиш шароитлари – кўл,қўлтиқ,денгиз) жойланиши *Fe, Mn, P, Cr, Ni, Cu, V* жойланишидан фарқ қилади.

Биринчи гурух *Sr, B, Br* галофиль, бошқасини кластофиль деб аталади.

Тюбегатан конининг минералогик таркиби бир хил жинс ҳосил қилувчи асосий минераллари – ангидрид, сильвин ва карналлит.Акцесссор компонентлари карбонатлар, бром, бор, темир, *Mn, Zn, Pb, Li, Rb* ва бошқалар кичик элементлардир.

Терриген қуйқалар (лой, алевролит) оз миқдорда.Тузлаги эримайдиган моддалар миқдорининг ошиши бор, бром, микроэлементларнинг миқдорини ошиши билан боғлиқ.

Галоген қатламларининг қуввати Тюбегатанда 700...800 м га етишига унинг шаклланишида катта оғирликдаги денгиз сувлари иштирок этганлигини кўрсатади.Галоген қатламларини ҳосил қилувчи қуйқалар тўпланиш тезлиги кальций сульфат учун 0,2...2 мм/йил, ош тузи 60...80 мм/йил, Тюбегатан конининг ангидрит жинслари зонаси 200 минг йилда, туз қатлами – 10...20 минг йилда шаклланган дейиш мумкин.Юра геологик даврида Ўзбекистоннинг барча жанубий-ғарби, Туркманистоннинг жанубий-шарқи, Тожикистоннинг жануби барча ҳудуди юқори юра вақтида дунё океанидан ажралиб чиққан ва туз ҳосил қиладиган улкан ҳавзага айланган.Ҳавза тубида Оҳактош чўкиндилари ҳосил бўла бошлаган геологик изланишлар маълумотлари бўйича қуввати 600 м бўлган Оҳактошлар қатламлари ҳосил бўлган. Оҳактош ўтириши Оҳактош, битум ва олтингугурт қатламлари билан ангидрит қатламига алмашган. Ангидрит қатламларининг қуввати 350...400 м ташкил этади.Тюбегатан конининг қирқимларидан кўриниб турибдики, ҳавзанинг умумий эволюцияси тузли ҳавзаларнинг асосий қонуниятига бўйсўнган. Рапада аста-секин олдин натрий хлорид, сўнгра калий хлорид ва ниҳоят магний хлорид йиғилиб борган. Бир вақтнинг ўзида ҳавзанинг бир қисмларида тош тузи, бошқаларида – сильвинит, карналлит тушиши боскичигача бориб, қатламлар ҳосил бўла бошлаган.

Тузли ҳавзанинг қандай қисмида жадал эгилиш ва қайси вақтда у амалга ошганига боғлиқ ҳолда калий тузлари қатламининг жойи ва галитнинг қуввати аниқланади. Ҳавзанинг шарқ қисмида чўкиш калий тузлари кристалланишигача борган, кейинчалик концентрланган шўр сувлар ғарбга сиқиб чиқарилган, у ерда Гаурдак, Тюбегатан, Оқбош ва бошқаларда калий конлари ҳосил бўлган. Кимёвий таркиби ва тузилиши яқин бўлган жинсларнинг мавжудлиги, битта горизонтга тегишлилиги жанубий Ўзбекистон, жанубий Тожикистон ва жанубий-шарқий Туркманистоннинг конлари синхрон ва уларнинг шаклланиши бир хил шароитларда ўтган.

2-боб. Калийли минерал ўғитлар бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Калийли ўғитлар.
2. Калийли ўғитларни халк хўжалигидаги ахамияти.
3. Калийли тузлар хом ашёси.
4. Карналлит - $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$нинг хусусиятлари, таркиби.
5. Калий сульфат ишлаб чиқариш учун хом ашёлар.
6. Таркибида калий тутганминераллар.
7. Калийли туз конларининг таркалиш худудлари.
8. Тюбегатан, Верхнекамск конидаги калий-магнийли тузлар таркиби ва тавсифи.
9. Карпатье конидаги калий тузлари сульфат таркиби.
10. Табиатдаги калий сульфатли конлар.
11. Калий хлоридли конлар.
12. Айрим турдаги саноат корхоналарининг чикиндилари - калийли тузларнинг қўшимча манбаи сифатида. Мисоллар келтиринг.
13. Сильвинит ва карналлит маъданлари.

3– боб

◉

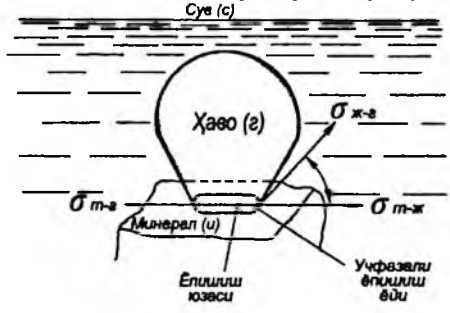
КАЛИЙ МАЪДАНЛАРИНИ ФЛОТАЦИЯ УСУЛИДА БОЙИТИШ

Флотация-бу маъданларни бойитишда энг кўп қўлланилаётган усуллардан биридир. Бу усул турли саноатларда кенг қўлланилади: тоғ-кон, биохимия ва озиқ-овқат саноатларида. Шу кунларда флотация эритмалардан ионларни ва молекулаларни ажратиш учун қўлланилмоқда.

Флотация жараёни бойитилаётган маъданнинг таркибидан айрим минералларни сув ёки тўйинган тузлар эритмаси билан намланишга асосланган. Намланиш бурчаги θ минерал юзасининг гидрофоб ёки гидрофиллигини кўрсатади ва қуйидаги формула бўйича аниқланади.

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{к-г} - \sigma_{к-с}}{\sigma_{с-г}} \qquad (3.1)$$

бу ерда : $\sigma_{к-г}$, $\sigma_{к-с}$, $\sigma_{с-г}$ каттиқ-газ, каттиқ-суюқ, суюқ-газ фазаларнинг сирт таранглик кучи.



3.1-расм. Намланишни уч фазали ўлчамдаги таъсир кучлари.

Назарий томондан намланиш бурчаги 0° дан агарда минералнинг юзаси сув билан намланганида (тўлиқ гидрофил), 180°гача агарда минералнинг юзаси сув билан намланмаганида (гидрофоблик чегараси) ўзгаради.

Флотация жараёнида бойитилаётган маъдан суспензиясига ҳаво ёки газ пуфланса, минералнинг намланмаган заррачалари пуфакчаларга ёпишиб қуйқанинг юзасига чиқади ва унинг юзасидан минералланган кўпик ажратиб олинади. Минералнинг ҳўл бўлган заррачалари чўкмага тушади. Шундай йўл билан бойитилаётган маъдан таркибий минералларга ажратилади. Бу усул бўйича минерал флотацияланиб бойитилади. Флотация жараёни айрим минералларни ҳавонинг ёки газнинг пуфакчаларига танлаб ёпишишига асосланган. Бу жараён термодинамиканинг 2-чи қонунига асосланган ҳолда ўз-ўзидан кетади, бу қонунга асосан бундай жараёнлар системани энергияси камайиши билан ўтади. Энергияни камайиши ΔF қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\Delta F = \sigma_{т-г} \cdot (1 - \cos\vartheta) \qquad (3.2)$$

бу ерда $\sigma_{т-г}$-суюқ-газ фазаларининг бирлик ажралиш юзасининг сирт эркин энергияси.

Бу коэффициент системани қаттиқ моддасининг бирлик сирт юзасидан суюқликни сиқиб чиқариши учун бажарган максимал ишини ифодалаб флотацияланишни кўрсатади. Агарда, $\theta > 0$ бўлса, $\Delta F > 0$ бўлади ва заррачалар газ ёки ҳаво пуфакчаларига ёпишиши мумкин. (3.1) тенгламага асосан ҳўлланиш бурчаги ошиши билан эркин энергиянинг камайиш миқдори ошади. Минералнинг гидрофоблик хусусияти ошиши билан унинг ҳавонинг пуфакчаларига ёпишқоқлик хусусияти ошади.

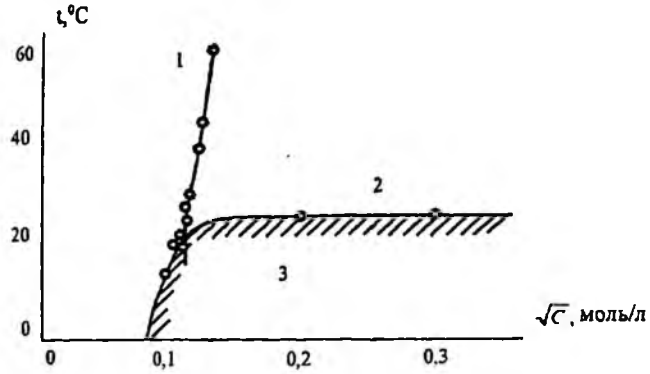
Айрим минералларгина табиий гидрофоблик хусусиятига эгадир: олтингугурт, графит, бор кислотаси, тальк, молибденит (намланиш бурчаги 70…90°). Бу минераллар табиий флотацияланиш хусусиятига эгадир. Лекин минералларнинг кўпи сув билан яхши ҳўлланган учун бойитиш жараёнида флотореагентлар қўлланиши шарт, буларнинг таъсирида у ёки бу минералнинг

камаяди ёки бутунлай сўнади. Шунингдек, суспензия таркибида магний хлориднинг миқдори 100 г/л дан ортиқ бўлса ҳам сильвиннинг ўтиш даражаси кескин камаяди.

$$R-CH-R \qquad R-CH-R$$
$$H-N-(CH_2)_n-NH_2 \quad R-CH-R \qquad H-N-(CH_2)_n-NH_2$$
$$H-N-(CH_2)n-NH_2 \qquad (3.7)$$

типидаги диаминлар эса, аксинча [R-(C_{16}-C_{22}) углерод атомли тўйинмаган алкил группалар] таркибида магний бўлган эритмалардан сильвинни яхши йиғувчиси ҳисобланади.

Агарда, маъданнинг таркибида кизерит, карналлит ва полигалит ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$) бўлса флотацияни юкори даражада ўтказиш учун йиғувчи сифатида молекуласи таркибида 16...18 та углерод атомли амин тузлари қўлланилади. Флотация жараёнида бирламчи аминлар хлорид кислотаси ёки сирка кислотаси тузлари сифатида қўлланилади. Булар фабрикада ёғ аминлари эритмасига кислоталарнинг бирини солиш йўли билан тайёрланади. Амалиётда ишлатилаётган терувчилар табиати ва молекуланинг гидрофил кисми таркибига кораб ионоген (сувда ионга бўлинадиган), нонионоген ва амфотер моддаларга бўлинади.



3.2-расм. Аминларни агрегат холатини температура ва концентрацияга боғлиқлиги.
1-берилган эритма, 2-коллоид мицеллалар эритмаси, 3- кристалл ҳолатдаги амин.

Агарда углеводородли радикал анионнинг таркибида бўлса, бу ионоген анионактив модда, катионнинг таркибида бўлса - катион актив модда дейилади. Амфотер сирт-фаол-моддалар (СФМ) нордон эритмада катионактив,ишкорий мухитда эса анионактив хоссани намоён қилади.

Анион фаол йиғувчи моддалар карбоксил гуруҳли реагентлар, алкильсулфатлар, сульфонатлар, ксантогенатлар, дитиофосфатлар, меркаптанлар, катион актив моддаларга: бирламчи аминлар – (R-NH_2) тузлари;иккиламчи аминлар (R –NH) тузлари;

R

ёки учламчи аминлар (R – N – R) тузлари шунингдек тўртламчи асосли амин тузлари киради.

R

Нонионоген моддаларга аполяр реагентлар тегишли. Бу моддалар сувда ёмон эрувчан моддалар бўлиб ва ионларга диссоцияланмайди. Бу моддалар – суюк углеводородлардир. Булар нефтдан олинадиган суюк углеводородлар бўлиб кам кимёвий ва сирт фаоллигига эгадирлар.

Катионактив ва нонионоген йиғувчилар. Калийли тузларни флотациялашда катионактив ва нонионоген йиғувчилар кенг қўлланилади.

Таркибида C_{10}-C_{18} атом бўлган алифатик аминлар тўйинган туз эритмаларда кристалл ҳолатда бўлиши мумкин. Булар коллоид (мицелл) ёки эриган молекулалар ҳам бўлиши мумкин (3.2- расм).

Эритманинг pH-га кораб эритмада аминлар гидролизга учрайдилар.

$$RNH_3^+ = RNH_2 + H^+ \qquad (3.8)$$

Агарда, pH=8,5 - бўлса, амин RNH_3^+ ҳолатда бўлади, агарда pH>8,5 - бўлса унинг концентрацияси камайиб эритмада фақат молекулалар бўлиши мумкин. Буларнинг KCl билан адсорбцияланиш даражаси ионга нисбатан камдир.

Аминлар қуйидаги реакция бўйича кислоталар билан туз ҳосил этади.

$$RNH_2 + HCl = RNH_2HCl(RNH_3Cl) \quad (3.9)$$

Сильвинни флотациялаш учун аминларнинг хлорид ёки ацетат тузлари кўп қўлланилади. Булар сув билан реакцияга киришиб чин эритмалар ҳосил қиладилар.

$$RNH_3Cl = RNH_3^+ + Cl^- \quad (3.10)$$

Тузнинг концентрацияси мицелла ҳосил қилиш критик концентрациясидан юкори бўлса таркибида нейтрал мицелла ёки ион бўлган коллоид эритма хосил бўлади. Тўйинган тузлар эритмаларида амин тузларнинг эрувчанлиги нольгача пасаяди (3-1 жадвал).

3-1 жадвал

22,5°С да KCl ва NaCl билан тўйинган эритмаларида аминларнинг хлорид тузларини эрувчанлиги (мг/л).

$C_nH_{2n+1}NH_2HCl$-да углевод атомларининг сони	Эритмалар		
	KCl	NaCl	KCl+NaCl
C_8	-	-	470,1
C_{10}	82,10	13,10	8,4
C_{12}	3,90	0,12	0,11
C_{14}	0,14	кам миқдорда	эримайди

Бу ҳолат СФМ (ПАВ) нинг диссоциацияси ва СФМ эритмасига ноорганик тузларини қўшимча берилиши билан мицелла ҳосил бўлиш (МҲБ)нинг критик концентрациясини кескин камайишига асосланган.

20°С да C_{16} амин эритмаларининг МҲБ га KCl нинг таъсири қуйидагича.

KCl концентрацияси, моль/л	0,60	0,27	1,07	2,16	3,00
МКК, моль/л	$6,6\cdot10^{-4}$	$4,9\cdot10^{-5}$	$3,8\cdot10^{-5}$	$3,0\cdot10^{-5}$	$7\cdot10^{-6}$

Аминларнинг туйинган тузлар эритмасида эрувчанлиги кам бўлишига қарамасдан уларнинг KCl юзасида адсорбцияси юкори.

Флотацияланган тузлар қуйқаларида мувозанат ҳолатда ионлар, молекулалар, нейтрал ва ион ҳолатда амин мицеллари ҳар хил таркибда ва дисперс ҳолатда бўлиши мумкин. Қуйқадаги лойли қўшимчалар KCl билан аминларни адсорбциясини мураккаблаштиради. Маъданнинг таркибида 0,3% лой қўшимча бўлганда KCl билан аминлар адсорбцияси 3 маротаба камаяди, лой қўшимчалар 1% бўлганда эса, флотация жараёни тўхтайди, реагент-модификатор тузлари бўлмайди.

Флотация жараёнида аминнинг таъсир қилиш самарадорлигига амин эритмасининг температураси таъсир этади. Унинг температураси коагуляцияланиш температурасидан (C_{16} учун 55...60°С) юкори бўлиши шарт. Иситилганда аминнинг дисперслиги ошади ва йиғувчининг адсорбцион хусусияти яхшиланади. Аминнинг концентрацияси унинг эрувчанлиги, қуйқанинг таркиби, температура, поляр ва аполяр қўшимча моддалар минералнинг юзасида аминнинг адсорбцияланишига таъсир этади.

Аминнинг концентрацияси камайиши билан адсорбцияланган аминнинг миқдори ошади, чунки паст концентрацияда унинг катта қисми молекуляр ҳолатга ўтади ёки майда дисперсли мицелл ҳолатда бўлиши мумкин.

Лекин лой шлам кўп бўлганида ва ишлабчиқариш корхонаси жойлашган жойда сув кам бўлганда паст концентрацияли амин эритмаларинитайёрлаш ва ишлатиш имконияти бўлмайди.Бундай ҳолларда 0,5... 1% ли амин эртмаларини ишлатиш ва мицелларнидиспергация ва стабилизация қилиш учун поляр моддалар(спиртлар)қўллаш самаралидир.

жадвал

Амин концентрациясининсильвиннинг юзасида адсорбцияланишига таъсири

Аминнинг концентрацияси,%	Аминнинг* адсорбцияланиши, γ, г	Ювилган аминнинг десорбцияланиши		Тузнинг юзасида аминнинг колиши, γ/г
		γ,г	%	
1,1	75,3	44,3	58,8	31,0
0,50	68,2	33,1	48,5	35,1
0,25	65,0	22,8	34,0	44,2
0,10	69,3	19,6	28,2	49,7
0,05	67,8	19,1	28,1	48,7

* - $1\gamma=10^{-6}$ г

KCl-юзасидааминнингадсорбциясиунингзанжирузуилигиортишибиланошадива-C_{16}-C_{18} радикалли аминлар учун қуйқанингтемператураси 30…35°Сбўлгандамаксималдаражагаэтади. *NaCl*юзасидар*H*>7,5 бўлгандаадсорбциямаксималдаражагаэтади.

Саноатдакалийлиминералларнингюзасидааминнингадсорбциясиқуйидагисабабларгакўрамур аккаблашади; шламнинг – таъсири,тузлиэритмаларидааминларнингмицеллхосил қилиши ва йиғувчиларнианионактивреагентларбиланўзарореакциягакириши.

Йиғувчиниадсорбцияланишиучуноптималшароитяратиш (эритманингтемператураси, концентрацияси, аполярваполярқўшимчаларнинқўллаш)*KCl*-нинг турли ўлчамли заррачаларининғюзасидамустаҳкамадсорбционюпқақатламхосилқилишигаолибкелади. Аминнингадсорбцияланишдаражасиваунингтезлигийириккристалларда (+1 мм) *KCl* – нингмайдакристаллариганисбатан (-0,125+0,05 мм) 3…5 марта кам. Аполярқўшимчаларйиғувчининг мустаҳкам адсорбцион қатлам ҳосилқилишдаражасини ватезлигин 3-6 маротаба оширади.

МДХ даги калий фабрикаларида **октадециламин, дистилланган аминлар ва феттаминлар SP** (Германия) қўлланилади.

Шламлар учун йиғувчи реагентлар. Калий маъданларни йиғувчиларни қўллаб флотациялаш усули билан шламсизлантириш биринчи маротаба таркибида 2,8…3% лой қўшимчали минераллар бўлган Верхнекамск сильвинитини бойитишда қўлланилди.

Маъданларни дастлабки шламдан флотация усулида тозалаш жараёни асосий ва қўшимча боскич сифатида бойитиш фабрикаларида кенг қўлланила бошлади. Олдиндан полиакриламид (ПАА) билан флокуляцияланган лой шламни флотациялаш учун ФР-2 реагентининг керосин ёки оксиэтилинланган ёғ кислоталар (ОЁК) аралашмаси ишлатилади.

ФР-2 реагенти – бу асидолнинг оксидланган уайт-спиртидаги (ФР-1) эритмаси. ФР-1 реагент карбон ва оксикарбон кислоталардан, оксидланмаган дастлабки углеводородлардан, эфир кислоталардан ва бошқа оксидланган моддалар аралашмасидан иборат. ФР-2 қимматбаҳо ва ноёб реагентдир.

Аполяр реагентлар. Калий саноатида йирик заррачалик сильвинит маъданини флотациялаш учун аминга қўшимча модда сифатида аполяр реагентлар қўшилади. Аполяр реагентларни қўллаш 3 мм ли заррачаларни максимал гидрофобизацияланишига олиб келади. Бу натижага фақат амин иштирокида эришиб бўлмайди. Аполяр реагентлар ионоген йиғувчиларга нисбатан қуйидаги афзалликга эга;арзон ва камёбэмаслиги, йирик вамайда заррачаларни флотациялаш хусусияти,юкори гидрофоблаш хусусияти (молекуласида гидратланадиган солидофил группаси йўклиги).

Эримайдиган минералларни флотациялаш жараёнида йирик заррачаларни аполяр реагентлар асосида флотацияланиш даражасини ошишини сабаби – учфазали намланиш периметри бўйлаб аполяр йиғувчининг юпка қатлами ҳосил бўлишида пуфакчаларга минерал заррачаларни мустаҳкам ёпишиши ва уларнинг юзасини гидрофоблигини ошишидир. Охирги хосса минерал-пуфакча системанинг эластиклигини оширади,буэса флотация машинасининг турбулент зонасида катта аҳамиятга эга.

Натижада минерал – пуфакча системанинг қовушоклиги ошади. Бу эса, флотацион машиналар суюклигининг юзасида катта аҳамиятга эга. Флотация жараёни; аполяр реагентларнинг самарадорлиги, уларнинг физик-кимёвий хусусиятига ва минералларнинг кристал-кимёвий таркибига боғлиқ. Ундаги анион фаол йиғувчиларнинг таркиби, реагентларнинг ўзаро реакцияга киришиши, уларнинг тайёрланиши ва қуйқага бериш усули ҳам таъсир этади.

Аполяр реагентларнинг қовушоқлиги ва уларнинг таркиби бу минералларнинг юзасини гидрофоблаш жараёнида- асосий омиллардан биридир.Шунингдек. реагентларнинг кимёвий таркиби ҳам катта аҳамият касб этиши ҳақида фикрлар бор. Реагентлар режимини танлашда, эрувчан минералларни катион актив ва аполяр реагентлар аралашмаси билан гидрофоблаш қонуни катта аҳамиятга эга. Йирик заррачали калийли маъданларни флотациялаш учун катионактив ва аполяр ёки кам поляр органик реагентлар аралашмаси қўлланилади. Аралашманинг таъсир этиш механизми шундаки, *KCl* га селектив адсорбцияланган аминлар сильвинитни дастлабки гидрофобизацияланишини таъминлайди.

Аполяр реагентлар аминнинг юпқа қатлами билан таъсирлашиб, юзанинг гидрофоблик даражасини оширади. Минералнинг юзасида ва эритмада бундай ўзаро-таъсирда қатор органик моддаларни амин мицеллалари коллоид эритма ҳосил қилиши - яъни туз якинлигини инобатга олиш шарт. Бу омил мицеллаларнинг дисперслигини ва мўътадиллигини оширади, аминнинг чўкишини камайтиради (3-3 жадвал).

Максимал туз якинликда (бензол, толуол) асимметрик мицеллаларни мураккаб шакли ўзгармайди: уларнинг чўкиши камаяди, катионларга парчаланиш тезлиги минимал ва *KCl* нинг гидрофобизациясини камайтиради. Тўйинган углеводородларни гидрофоблаш таъсирини белгилашда *KCl* юзасидаги аминнинг юпқа қатламига углеводород молекуласи адсорбциясининг аҳамияти катта. Таркибида углеводород ва нефть маҳсулотлари бўлган аралашмадан аминнинг адсорбцияси *KCl* да (йириклиги -1,6+1 ва 0,25 +0,125 мм) 3-4 жадвалда келтирилган.

3-3 жадвал

Тўйинган туз эритмасида углеводлар аралашмасидан C_{18} аминини чўктириш ва адсорбцияланишини солиштириш ва углеводородларнинг амин мицеллаларга туз якинлиги

Аралашма таркиби (амин+углеводород)	Икки марта ювгандан кейин адсорбция, %	Аминни чўктиргандан кейин эритмада колган, %	Углеводород тузига якинлиги. мг/мл 1% ли амин эритмаси
Амин (қўшимчасиз)	20.3	13.6	-
Амин тўйинган углеводород аралашмалари билан			
Гептан (C_7)	14.0	15.2	$1.83 \cdot 10^{-2}$
Декан (C_{10})	37.8	17.2	$1.35 \cdot 10^{-2}$
Тетрадекан (C_{14})	67.1	13.3	$0.47 \cdot 10^{-2}$
Амин ароматик углеводородлар аралашмаси билан			
Бензол (C_6)	8.1	57.1	$2.64 \cdot 10^{-2}$
Толуол (C_7)	19.0	58.1	$2.75 \cdot 10^{-2}$
Тимол (C_{10})	22.4	40.6	$0.90 \cdot 10^{-2}$

3-4 жадвал

Углеводород иштирокида (октадециламиннинг сарфланиши 130 г/т маъданга) аминни хар хил йириклигидаги KCl заррачаларига адсорбцияси (моль/м^2·10^5)

Йириклиги, мм	Қўшилган углеводород	Сарфланиши, г/т						
		0	100	400	800	1200	400	
							% берилгандан	Мустаҳкам ёпишган, %
-0.25 +0,125	Қўшимчасиз	1,33	-	-	-	-	87.2	39,0
	Бензол	1,34	1.34	1,32	1.33	1.32	-	-
	Ксилол	1,33	1,32	1,30	1,32	1,30	85,5	37,2
	Декан	1,34	1,36	1,37	1,37	1.37	90.1	43,6
-1,6 +1	Циклогексан	1,38	1,31	1,33	1,34	1.34	87.4	46,6
	Қўшимчасиз	2,86	-	-	-	-	46.9	10,3
	Бензол	2,76	2,62	2,79	3,06	3,39	45,6	8,5
	Ксилол	2,84	3,34	4,14	4,24	4,40	68,0	14,8
	Декан	2,85	3,29	4,94	4,46	4,30	65,1	37,8
	Циклогексан	2,86	2,83	2,54	2.34	2,32	41.7	10,4
	Тетрадекан	2,86	4,02	4,97	4,30	4,96	81,5	64,4

Кўриниб турибдики, аминни майда дисперс заррачалар билан адсорбцияланишига углеводородлар таъсир этмайди. Йирик заррачалар юзасида углеводород билан аминни адсорбцияланиши 1,1... 1,8 маротаба ошади, мустаҳкам ёпишган миқдори эса 2... 6,5 марта ошади.

3-5 жадвал

Аполяр реагентларни аминларнинг йиғувчилик хусусиятига таъсири

Аполяр реагент	Зичлик, г/см^3	Қовушоқлик γ^{50}, сСт	Нур синдириши, $n^{20}d$	Икки марта юзгандаги адсорбция, %	Флотацияда KCl нинг ажралиши, %
Бензин Б-70	0,765	0,7	1,416	19,3	68,3
Керосин	0,787	3,3	1,440	50,5	86,0
Мой (ИС-20)	0,874	17,3	1,486	57,1	92,0
Мазут ФС-5	0,902	18,7	-	62,2	94,3
Компрессор мойи (М)	0,907	25,0	1,499	52,2	93,6
Машина мойи (СУ)	0,882	48,2	1,488	58,3	93,3
Гидрофобизатор ГФК-1	0,993	45-50	1,532	63,2	94,3

Аполяр реагентлар учун асосий хом-ашё нефть ва нефть махсулотлари комплекс физик-кимёвий хусусиятларига эга. Бу хусусиятлар нефтнинг турига, ишлаб чиқариш усулига ва таркибида C_{16}-C_{18} бўлган нефть дистиллятларни тозаланишига боғлиқ.

Қайнаш температураси юқори бўлган тўйинган ва алкил ароматик углеводородлар яхши флотациялаш хусусиятига эга.

Калий сановатида аполяр реагент сифатида қовушоқ мазутни қўллаш уларнинг камчилигини кўрсатади: танламаслиги (неселективность), кўп сарфланиши, қуритиш ва грануллаш жараёнларидаги салбий таъсири. Ҳозирги кунда улар қўлланилмайди.

Аполяр реагент сифатида қўлланиладиган моддалар қуйидаги хусусиятга эга бўлиши шарт: юқори танлаш таъсири, углеводородлар ва аминларнинг коллоид эритмалари туз яқинлигиқулай даражада бўлиши, температурани ўзгариши ва шламнинг борлиги таъсир этмаслиги. Аполяр реагентларнинг таркибида юқори температурада қайнайдиган парафин моддалари, алкил ароматик углеводородлар, максимал гидрофобизация эффектини таминлайдиган ПАВ лар бўлиши шарт.

Лой шламларни модификациялаш реагентлари. Калийли тузларни танлаб ажратишга майда дисперс лой шламлар салбий таъсир этади. Шламнинг салбий таъсирини йўқотиш ёки нейтраллаш – калийли маъданларни флотация усули билан бойитиш технологиясидаги асосий боскичлардандир. Калийли ўғитлар технологиясида лой шламни салбий таъсирини реагент-модификаторлар қўллаб йўқотишнинг қуйидаги усуллари мавжуд: пептизаторлар қўллаб механик усул билан бойитиш; флокулияланган шламни маъдандан флотациялаб ажратиш; лой шламларни **депрессиялаш**, чўктириш жараёнини тезлаштириш учун лой-туз қуйқани флокуляциялаш.

Натрий фосфат тузлари гексаметафосфат, ортофосфат, пирофосфат, синтанлар, лигносульфонатлар калийли маъданни шламдан ажратиш учун энг қулай пептизатор-реагентлардир.

Таркибида 1,5...3% лой бўлган маъдандаги сильвинни галитдан флотацион ажратишни фаоллаштиришни самарали усулларидан бири - лой шламларни депрессиялашдир. Ҳар хил органик ва ноорганик моддалар лой шламларни ва бошқа минералларни депрессиялаш хусусиятига эга.

Кремний кислотаси, айрим фосфатлар, ***Fe(III)*** тузлари, $AlCl_3$- лар кисман депрессиялаш хусусиятига эга.

Юқори молекулали органик бирикмалар (сирит фаол моддалар-СФМ) лой шламини депрессиялаш учун 4 гурухга бўлинади

1) –OH, >CO гурухли ноионоген полимерлар (крахмал, оксиэтилцеллюлоза ва бошка полимерлар):

2) -COOH, $-SO_3H$, $-OSO_3H$ гурухли анионли полимерлар (карбоксиметилцеллюлоза, лигносульфонатлар ва бошка);

3) $-NH_2$; =NH гурухли катионли полимерлар;

4) катион ва анион гурухли амфотер полимерлар (гидролизланган ПАА)

Ҳар бир гурух реагентининг лой тупроқ юзаси билан реякцияга киришиш кобилияти ҳар хил.

Калийли тузларни ажратиш учун карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламид моногалактан, мочевиноформальдегидли смолалар, сульфит-спиртли барда, техник крахмал ва улар аралашмаси катта ахамиятга эга.Калий маъданларини флотациялаш учун ишлатиладиган депрессор-реагентларнинг класссификацияланиши депрессиялаш таъсири механизмига асосланган. Депрессорнинг молекуляр оғирлиги, полимерланиш даражаси ва молекуладаги функционал гурухлар табиати катта ахамиятга эга.

Бу критериялар бўйича депрессор-реагентлар қуйидаги гурухларга бўлинади:

1) юкори молекулали синтетик реагент-флокулянтлар (молекуляр оғирлиги (M>150000)-ПАА, гидролизланган полиакрилнитриллар, полиакрилатлар;

2) юкори молекулали коллоидлар(M-80000-150000)КМЦ, этансульфонатцеллюлоза, модификацияланган крахмал;

3) ўртамолекуляр оғирликдаги моддалар(M ~ 2000-80000)-мочевиноформальдегид, монокорбоксилцеллюлоза, целлюлозани гидролизмахсулотлари;

4) паст молекуляр оғирликдаги коллоид моддалар.Уларнинг молекуласи органик реагент–пептизаторлардан иборат (M-250-1500): гумин моддалар,сунил,слытан, сульфит-спиртли барда концентратлари; шунингдек ноорганик коллоидлар:кремний кислотаси, $Fe^{+}, Al^{3+}, Si^{+2(+4)}$ оксидлар гидратларини коллоид чўкмалари пирофосфат кислотанинг орто,-мета-тузлари.

Биринчи гурух реагентлари тупрок шламини депрессиялаш хусусияти уларни флокуляциялаш ва гидрофиллаш хусусиятига эгалигидир. Тупрок заррачаларининг юзасига ПАА молекулалари адсорбцияланиш механизимини электростатик кучи таъсирида ва водород богланиши хосил бўлиши хисобига юзага келади деб тушунтирилади.

ПАА флокулянтларини қўллаш жараённинг танлаш хусусиятини пасайтиради, тупрок флокуласини кўпик юзасига чикиши флокуляланган тупрок заррачаларини флотоактив хусусияти ва қисман полимерни гидрофобизациясига асосланган. Шунинг учун биринчи гурух реагентлари мустакил қўлланилмайди.

Иккинчи гурух реагентлари: карбоксиметилцеллюлозани натрийли тузлари (NaKMЦ), паст молекуляр оғирлиги бўлган целлюлоза эфирлари яхши танлаш хусусиятига эга. Шунинг учун NaKMЦ нинг лой шламлар юзасига ёпишиши поляр карбоксил гурух ва электростатик кучлар асосида юзага келади.

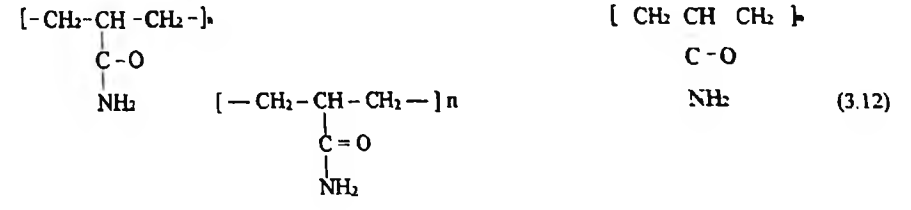
NaKMЦ эритмаси билан тупрок шламини депрессияси унинг юзасининг гидрофобланиш ва у ҳаво пуфакчаларини ёпишишига қаршилик килувчи шароит яратишдан иборат. Тупрок шламини NaKMЦ эритмаси билан ишлаш аминни адсорбциясини 2 маротаба камайтиради. Бунга сабаб: шламнинг юзаси NaKMЦ қатлами билан ёпилади ва натижада унинг юзасида аминнинг диффузия тезлиги пасаяди. NaKMЦ–оддий целлюлоза эфирлар гурухига тегишли. Бу модда (монохлор уксус) монохлорсирка кислотасига ёғоч ёки пахта целлюлозаси таъсири натижасида хосил бўлади:

$$C_6H_7O_2(OH)_3+NaOH+Cl_2CH_2COOH \rightarrow C_6H_7O_2(OH)_2OCH_2COONa+NaCl+2H_2O \quad (3.11)$$

Таркибида кўп микдорда гидроксил гурух бўлган КМЦ катта депрессиялаш таъсирига эга.

Учинчи гурух реагентлари – таркибида кам микдорда тупрок шлами бўлган (0.2…1.2%) маъданларда кенг қўлланилади. Чет элларда калийли суспензия етарлича шламсизлантирилгандан сўнг бу гурух реагентлари қўлланилади. Уларни КМЦ билан биргаликда қўлланилиши яхши натижа беради. Учинчи гурух реагентларга мисол-крахмал–полисахаридлар аралашмаси. Бунинг молекуласи глюкозид боглари билан богланган глюкопираноза қолдикларидан иборат. Крахмал занжир тузилишлари билан фарқ қиладиган икки фракциядан: амилоза- (15…25%) ва амилопектин (75…85%) лардан иборат.

Тўртинчи гурух реагентлари: хозирги кунда сульфит-спиртли бардалар, депрессорлар сифатида алохида қўлланилмайди. Сульфит–спиртли барда «Уралкалий» ИЧБ да турт маротаба шламсизлантиргандан сўнг шламсизлантириш депрессори сифатида қўлланилади. Калий саноатида реагент-флокулянт сифатида юкори молекуляр полиакриламид (ПАА) қўлланилади.



(3.12)

ПАА ни маъданни қуйқасини тиндирганда ва флотацияни бойитилганда тупрок-тузли турли шламларни флокуляциялаш учун қулланади. Айрим ҳолатда, ПАА бошқа реагентлар аралашмаси билан депрессор сифатида ҳам қўлланилади.

Акриламидли флокулянтни заррачалар юзасига таъсири лой шлам минераллари юзасидаги гидроксил группа ва флокулянт молекуласининг амидли группаларининг ўзаро таъсири асосида

водород боғлари хосил бўлишигава улар уртасидаги электростатик таъсирга боғлиқ. ПАА билан ишланган заррачаларнинг юзаси гидрофил ёки гидрофоб бўлиши мумкин.

Флокуляция назариясига асосан қаттиқ модданинг заррачалари юзасида молекулалар ёрдамида ёки полимер молекуласининг асоцияти ёрдамида «кўприк» хосил бўлишига асосланган. Флокуляция жараёни ўтиши учун қуйидаги шароитлар шарт: суюқ фазада полимер занжирлари мавжудлиги,уларнинг узунлиги ва маълум миқдорда бўлиши. Суспензиялар флокуляциясининг асосий боскичлари-заррачалар юзасига реагентнинг адсорбцияси, заррачаларнинг агрегатини хосил бўлиши.

Кўпик хосил килувчи реагентлар. Флотацион кўпик хоссалари – муҳим омил калийли маъданни қайта ишлаш технологиясидаги турли боскичларни: флотация, қуюлтириш, шламни омборга узатишда шламдан *KCl*ни ажратишни муваффакиятли амалга оширишдир.

Тузли эритмаларнинг кўпик хосил килувчи қўшмасдан ҳам кўпик хосил қилиш хусусиялари юқори. Лекин. сильвинни флотацияси кўпик хосил килувчи моддаларсиз юқори даражада ўтмайди. Кўпик хосил килувчи реагентларининг асосий вазифаси - қуйқадаги ҳаво кўпигини дисперслигини ва мустахкамлигини ошириш. Кўпик хосил килувчининг қўшимча вазифаси – туз минералларининг юзасини гидрофоблигини таъминлаш.

Кўпик хосил қилувчи реагент сифатида - қарағай мойи ва Т-66 қўлланилади.

Қарағай мойи – терпен спиртлар аралашмаси, углеводородлар ва таркибида кислород бўлган моддалар (кетон, фенол) дир.

Т-66-таркибида кислород бўлган бирикмалар аралашмаси. Уларнинг 95%-ни диоксан ва пиран қаторининг бир ва икки атомли спиртлари ташкил этади. Ишлабчиқаришда ҳозиргача бошқа кўпик хосил қилувчилар қўлланилмайди.

3.3. Полидисперс системаларни флотация қилиш усуллари

Маъданнинг минерал қисмининг умумий флотацияланиш эҳтимоли қуйидаги тенглама асосида аниқланади.

$$W = W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \qquad (3.13)$$

бу ерда W_1, W_2, W_3- қуйқадаги заррачаларни пуфакчалар билан тўқнашиш эҳтимоли, тўқнашган заррачаларни пуфакчаларгаёпишиш эҳтимоли, заррачаларни кўпикда ушланиши.

Қуйқада заррачаларни пуфакчалар билан тўқнашиши заррачаларнинг йириклигига, унинг зичлигига, пуфаклар сони ва йириклигига боғлиқ, флотацион машинанинг аралаштириш тезлигига ҳам боғлиқ.



3.3-расм. Заррачалар йириклигининг пуфакчалар билан тўқнашиш эҳтимолига ваёпишқоклигига таъсири.
1-тўқнашиш эҳтимоли. 2-йиғувчининг кам сарфида ёпишиш эҳтимоли, 3-йиғувчининг кўп сарфида ёпишиш эҳтимоли.

Флотацияланаётган заррачаларни пуфакчаларга ёпишиши заррачаларни ва пуфакни юзасидаги энергияни минимумгача камайишига асосланган.

Майда заррачаларни флотация тезлигини пасайиши уларнинг пуфакчалар билан тукнашиши эҳтимолининг пастлигига боғлиқ. Йирик заррачаларники эса - ҳаво пуфакларига ёпишиш эҳтимолини ошириш мақсадида зич адсорбцион катламни хосил қилишидир.

Шунингдек йирик заррачаларни флотация тезлигини пасайиши майда дисперс заррачалар пуфак юзасини ёпиб қуйиши, яъни депрессор сифатида таъсир этиши билан изоҳланади. Адсорбцион катламни минимал зичлигида ўрта ўлчамли заррачалар энг флотаактив бўлади (3.3-расм).

Силвинит маъданлари йирик заррачалик маъданларга тегишли (силвин ва галитни эркин кристаллари йириклиги 1...5 мм). Сильвинни флотация килинганда анионли йиғувчилар ишлатилганди заррачалир ўлчамининг чегараси 0,2 мм, аминлар қўлланилганда эса -1 мм.

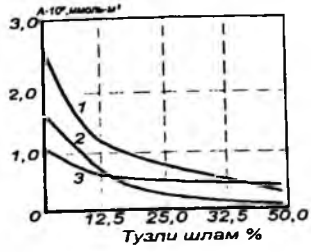
Калийли ўғитлар ишлаб чикаришдаги флотациялаш жараёнида заррачаларни ўлчамини 3...4 мм дан ошириш катта техник - иқтисодий аҳамиятга эга.

Йирик заррачалик *KCl* ишлаб чикариш схемасини техник афзалликлари қуйидагилардан иборат. Маъданни майдалаш ва гранулаш учун 30...40% га якин энергия кам сарфланади; агрегатларнинг бирлик қуввати (дастлабки маъдан бўйича юклама 300 т/соат гача) ошади; шлам кам миқдорда ҳосил бўлади, натижада ювиш учун ва омборда сақлаш учун кам энергия сарфланади, чикинди ва шламнинг миқдори камайгани учун *KCl* – нинг чикими ошади.

Йирик заррачали сильвинни флотациялаш учун қуйидаги шароитлар бўлиши шарт, минералларни юзаси максимал даражада гидрофобланиши; кўп миқдорда аминлар ёки аминлар ва аполяр реагентлар биргаликда қўлланилиши, қуйқани аралаштириш тезлигини ва унинг зичлигини пасайтириш, шламнинг салбий таъсирини реагент-модификаторлар қўллаб йўқотиш ёки нейтраллаш;кўпикни тинч кўтарилишини таъминлаш ва кўтарилиш масофасини кискартириш; кўпикни тез ажратиш, флотация жараёнини бир гурух пуфакчалар оркали ўтказиш.

Йирик заррачали флотациялашнинг зарур шарти сильвиндоналарининг асосий кисмини 3...3,5 мм гача майдалаш.

3.4. Калийли маъданлар флотациясига шламнинг таъсири



Технологик жараёнда тупроқли минераллар механик диспергациядан кейин заррачалари 30 мкм бўлган холда бўлади. Уларнинг 40% - 1 мкм дан кам бўлади.

Катионактив йиғувчи таъсир этадиган тупроқли шламининг солиштирма юзаси 350-370 м²/г. Тузли шлам сильвиндан ва йириклиги <60мкм бўлган галитдан иборат. Булар қазиб олиш жараёнида минерални майдалашда, ташишда, маъданни флотацияга тайёрлашда ёки флотацион камерада ҳосил бўлади.

3.4-расм. Тузли шлам билан турли ўлчамли KCl дан аминнинг десорбция изотермалари.
1 – *синф* (-1,6+1); 2 – (-0,5+0,25); 3 – (-0,25+0,125).

Маъданни майдалашда тузли шлам чиқими 6...12% ташкил этади, шламсизлантирилган суспензияда эса, 3...5% дан кам эмас.

Калийли тузларни флотация килиш жараёнида тупроқли шламни депрессиялаш, уларнинг юзасида катионактив йиғувчиларнинг кучли адсорбцияланишлидир. Бу эса, аминнинг поляр гурухи билан тупроқ минераллари юзасини таъсирига асосланган.

Тупроқ заррачаларни адсорбцион хусусиятига унинг кристалл панжараси, заррачалар дисперслиги, уларни эритмада бир-бирига таъсири ва таркиби таъсир этади. Аминларнинг мустаҳкам ва максимал адсорбцияси тупроқли минерал юзасида ишқорий ва нордон мухитларда кузатилади. Полидисперс қуйқада тузли ва тупроқли шламнинг миқдори маъданмассасининг 15...18% - ни ташкил этади. Калийли маъданни қайта ишлаганда шлам муаммосининг мураккаблиги бир неча омил билан характерланади.

3.4-расмда турли йирикликдаги *KCl* минералининг юзасини гидрофобланишига қўшилган тузли шламнинг таъсири кўрсатилган: йирик заррачаларга физик боғланган аминнинг асосий кисми12% атрофида тузли шлам бўлганда десорбцияланади; аминни йирик заррачалар билан ёпишиш мустаҳкамлиги минимал бўлади.

Десорбция даражаси *KCl* – нинг йириклигига пропорционал. -1,5 +1 мм заррачалар учун (3.4-расм) тузли шлам берилгандан кейин адсорбция ($A \cdot 10^2$) 10маротаба камаяди, -0,25+1,25 мм да эса 2 маротаба.-1,5+1 мм- заррачалар учун десорбциядан кейин адсорбцион катламининг зичлиги 0,5 моноқатлам -0,25+0,125 фракция учун эса, 1 моноқатламга тенг. Флотация жараёнида бундай зичликда *KCl* нинг ажралиши мувофик холда 2 ва 93,5% ни ташкил этади.

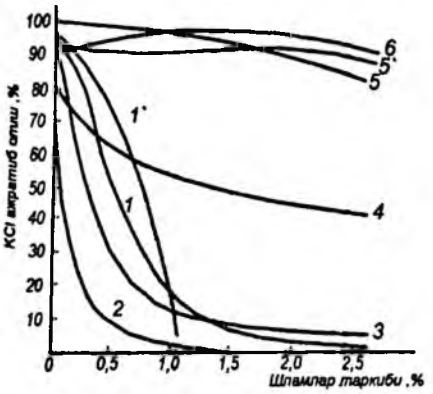
Моноқатлам - аминнинг адсорбцияланган катламининг зичлиги *n* (моноқатламда ўлчанади) қуйидаги формула бўйича аникланади.

$$n = \frac{\Gamma N S_м}{SM} \qquad (3.14)$$

бу ерда –Γ - аминнинг сильванга адсорбцияси, г/г; N-Авогадро сони ($6{,}023 \cdot 10^{23}$); $S_м$ – гидрохлорид аминнинг молекуляр майдони, см^2; S-фракциянинг юзаси,см^2/г; M- гидрохлорид аминнинг молекуляр оғирлиги.

Юқорида кўрсатилганидек. тупрокли шламнинг депрессияловчи таъсири турли йириклигидаги *KCl* нинг флотациясига бир хил эмас. Тузли минералларни депрессияси бўш адсорбцияланган аминнинг десорбциясига асосланади.

Майда дисперси тупрок шлам қўшилганда десорбция изотермаси тузли шламнинг таъсир этиш эгри чизикларига ўхшаш. Лекин, тупрокли шлам солиштирма юзаси катта бўлгани учун *KCl* заррачаларида аминнинг адсорбциясини кескин камайиши тупрокли шламнинг концентрацияси-0,4... 0.6 % бўлганда кузатилади, яъни тузли шламнинг концентрациясига нисбатан 20 маротаба кам.



3.5-расм. Тупрокли шламни турли йириклидаги KCl флотациясига таъсири.

1-(-2+1); 2-(-1+0.5); 3-(0.5+0.25); 4-(-0.125+0.125); 5-(-0.125+0.05); 6-(-0.05+0);7-(-3+0.8) синфлар.

Шламнинг флотацияга таъсирини аниклаш учун қуйидаги омилларни инобатга олиш шарт: шламли қатлам хосил бўлиши; пуфакларнинг юзасини ёпилишини; жараённи танлаш хусусиятини ўзгариши; қуйка зичлигининг ўзгариши.Тузли ва асосан тупрокли шламлардан иборат кўп дисперси суспензияни флотациялашда *KCl* заррачаларини депрессияланишини аниқловчи омил, бу шламнинг юкори солиштирма юзага эгалиги сабабли *KCl* ни юзасида аминнинг адсорбцияланишини камайиши ва уларнинг адсорбцион фаоллигидир.

3.5-расмда тупрокли шламни турли йирикликдаги заррачаларнинг флотациясига таъсири кўрсатилган.

1 – синф (-2+1);
2 – (-1+0.5);
3 – (0.5+0.25);
4 – (-0.25+0,125);
5 – (-0,125+0,05);
6 – (-0,05+0);
7– (-3+0,8).

Келтирилган маълумотдан хулоса қилиш мумкинки: тупрокли шламни турли йирикликдаги *KCl* нинг адсорбцион ва флотацион хусусиятига таъсири: қуйкадаги заррачаларнинг дисперслигига; уларнинг адсорбцион фаоллиги ва аминнинг улар юзасида ёпишиш мустахкамлигига боғлик. *KCl* ни йирик заррачаларини флотация килиш учун катта зичликдаги адсорбцион қатлам кераклиги сабабли, ўз юзасида йиғувчини бўш боғлаб туради. Шунинг учун, тупрокли шламнинг кам миқдори флотация жараёнини сўндиради. Бу эса, йирик заррачаларни гидрофобизация жараёнида аминнинг на фақат кимёвий (RNH_3+), балки физик адсорбцияси хам катта ахамиятга эгалигини кўрсатади, чунки амин биринчи навбатда шлам юзасида адсорбцияланади.

Йириклиги <0,125 мм дан кичик бўлган *KCl* нинг флотациясига тупрокли шлам умуман таъсир этмайди.

3.5. Калийли маъданларни флотация усули билан бойитиш технологик схемаси

Калийли маъданни бойитиш жараёни калий хлоридни катионли йиғувчилар кўллаб кўпикли махсулотга ўтказишга асосланган. Технологик схема қуйидаги асосий жараёнлардан иборат: сильвин доналарини очиш максадида маъданни майдалаш; маъдандан тупрокли шламни дастлабки асосий флотация; галитли чиқиндиларни ва шламни омборда сақлаш.тўйинган айланмаи эритмани тиндириш ва жараёнга қайтариш. Калийли маъданни флотация усулида бойитиш схемалари бир-биридан фарқ қилади. Бу фарклар қуйидагиларга боғлиқ: қайта ишланаётган хом-ашёнинг таркиби хар хиллигига; туз минералларининг бирикиш характерига; калийли ўғит ассортименти ва сифатига қўйилган талабларга; қўлланилаётган реагент хоссаларига: атроф мухит мухофазаси муоммалари ва бошқаларга.

Маъданнинг таркибида 3...4% дан ортиқ эримайдиган тупроксимон қўшимча бўлса, бу технологик схемани танлашга ва техник–иқтисодий кўрсаткичларга: маъдандан ***KCl*** ни ажратиш даражасига; ўғит сифатига; сувсизлантириш ва омборда сақлаш усулларига таъсир этади.

3.6-расмда тупрокли минерал миқдорини депрессорни сарфланишига ва ўғитнинг сифатига таъсири кўрсатилган.

3-6 жадвалда таркибида турли миқдорда тупрокли минерал бўлган калийли маъданни қайта ишлаш технологик кўрсаткичлари келтирилган. Тупрокли шлам миқдорининг кўпайиши технологик схемани мураккаблаштиради. Йирик ва майда заррачали маъданни флотациялаш жараёнида шламни сальбий таъсирини йўқотиш усули бир хил. Лекин, йирик заррачалик маъданнинг флотацияси тупрокли шламни тўлиқ ажратгандан кейин юкори даражада ўтади (3.5-расм). Бу эса технологик схемада самарали воситалардан фойдаланишни–тупрок шламини тузлар юзасидан диспергирлаш, уларни туйинган туз эритмаси билан ювишда ёйли элак спирали ва классификаторлар қўллашни талаб этади. Бундай боскичларни қўллаш йирик заррачли флотацияда шламни депрессияловчи модификатор – реагентларни қўллашга ўрин колдирмайди.

3-6 жадвал

Таркибида турли миқдорда эримайдиган тупрок шламлари бўлган маъданни флотациялаш технологик кўрсаткичлари (маъдан таркибида 26% KCl)

Маъданда эк миқдори, %	Зарур бўлган шламсизлантириш боскичлари сони	Депрессор флокулянтни, сарфи, г/т маъданга	30м диаметрли қуюлтиргичлар сони	Шламни омборда сақлаш усули	KCl ни шлам билан йўкотилиши,*% (ИЧТИ* сви)	KCl ни ажратиш даражаси, %
1 – 3	1 – 2	0–50/(30-80)	2 – 6	Галит чикиндисиб-и	3 – 4	92 – 88
3 – 4	2 – 3	100–200/(100-140)	7 – 10	-//-	4 – 5	88 – 85
4 – 6	3 – 4	200–250/(140-190)	10 – 14	Куйма 6-и сақлагичга	5 – 6	85 – 83
6 – 9	4 – 5	300–350/(200-250)	18 – 20	-//-	6 – 10	82 – 79
9 – 12	5	350–450/(310-360)	24 – 28	-//-	10 – 15	78 – 75

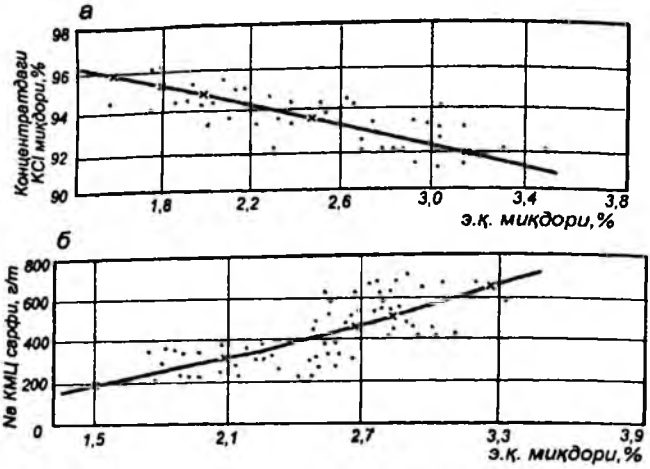
*-ишлаб чикаришдаги техник йўкотилиш

Маъданни шламдан тозалаш натижасида хосил бўлган тупрокли шламларни таркибида 12...28% ***KCl*** бор. Бу эса, керакли компонентнинг йўқотилишига олиб келади.Шунинг учун технологик схемага шламни ***KCl*** дан тўйинмаган ***KCl*** –эритмаси билан ювиб тозалаш ёки тескари оқимда ювиш боскичи киритилган.

3-7 жадвалда шламларни механик суспензияга ўтказиб шламсизлантиришдаги заррачаларнинг йириклигини флотацион фабрикаларнинг технологик кўрсаткичларига таъсири келтирилган. Жадвалда кўрсатилгандек иктисодий томондан рухсат берилган ***KCl*** нинг йўқотилиши 5...6% дан ошмаслиги керак. Бунинг учун маъдан заррачалари 0,04...0,05 мм дан йирик бўлмаслиги лозим. Бундай шароитда эримайдиган моддаларни ажралиши 58...60% ни, депрессорнинг сарфи эса 450...500 г/т ташкил этади.

Сильвиннинг флотацияси (таркибида шлам кўп бўлгани учун) тўлиқ ўтмайди.

Калийли маъданнинг флотацияси каттик ва суюк фазаларнинг таркибига, қуйманинг температураси ва зичлигига, технологик режимга, курилмаларнинг тузилишига боғлиқ.



3.6-расм. Концентрат таркибида KCl(а) ва NaKMЦ нинг сарфини (б) маъдан таркибидаги э.қ. миқдорига боғлиқлиги.

Қаттиқ фаза (маъдан). Маъданнинг минерологик таркиби технологик жараёнга ва иқтисодиёт кўрсаткичига ва калийли ўғитларнинг сифатига ҳам таъсир этади.

3-7жадвал

Калиймаъданларини гидроциклонда ва гидросепараторда йириклиги бўйича бойитишни технологик кўрсаткичлари(маъдан таркибида KCl нинг миқдори 26%.э.қ.-5%)

Заррачаларнинг йириклик синфи, мм	Шламли махсулот (қаттиқ фаза), %			KCl ажралиши,%	Шламсизланиш даражаси, %	Депрессорнинг сарфланиши,г/т	Суюқ фазани ҳисобга олган ҳолда KClнинг йўқотилиши ,%	
	чиқим	KCl	Эрмайдиган қолдиқ				ИЧТИ билан	ИЧТИ сиз
0.01	2.0	10.0	80	0.7	32	800	0.5	1.7
0.02	3.0	12.0	75	1.4	45	600	0.9	3.0
0.04	4.5	16.0	65	2.8	58	500	1.5	5.1
0.05	5.0	18.0	60	3.5	60	450	1.8	6.1
0.06	6.0	22.0	55	5.0	66	400	2.4	8.1
0.08	8.30	26.0	50	8.0	80	200	3.7	12.2
0.10	9.5	28.0	45	10.2	85	150	4.5	15.1
0.15	13.0	28.0	35	14.0	91	50	6.2	20.7

Аминни ***KCl***- юзасида адсорбцияси асосан "фаол марказ"ларда ўтади. Октаэдр шаклдаги KCl гексаэдрга нисбатан яхши флотацияланади. Флотация жараёнида минералнинг юзаси бир текис эмаслиги ва уларнинг кристаллографик характеристикаси-флотацион жараёнда асосий омилдир.

Суюқ фаза. Калийли минералларни флотацион бойитишда маъданнинг таркибидаги тузларнинг тўйинган эритмасида олиб борилади. Тўйинган эритманинг таркибимаъдан таркиби билан белгиланади ва температура, тузларнинг биргаликда эрувчанлиги, аралаштириш вакти таъсир этади.Калийли тузларни флотациялашда катионлар, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Fe^{+3} катта амалий ахамиятга эга. Кальций, магний ва темир хлоридларнинг қуйидаги миқдори 5% гача бўлганда ***KCl*** нинг юзасида аминнинг адсорбциясига депрессор сифатида сальбий таъсир этмайди. Ундан кўпроқ миқдорда эса, аминнинг адсорбциясига сальбий таъсир этади, бу эса сильвинни флотация даражасини камайтиради. Салбий таъсири бўйича иккинчи гуруҳ металл ионлари қуйидаги қаторда жойланади.

$$Mg < Ca < Cr < Ba < Zn < Cd < Hg \qquad (3.15)$$

Минералларнинг флотацияси тўйинган эритмада юкори даражада ўтади. Тўйинмаган эритмада минералнинг юзасидаги тузлар адсорбцияланган реагентлар билан эритмада эрийди.

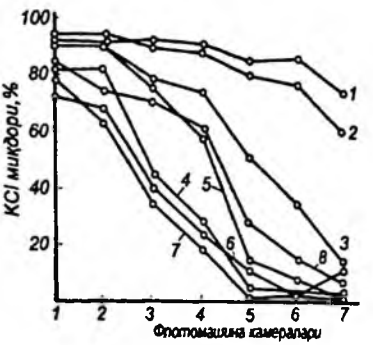
Маъданнинг гранулометрик таркиби. Флотацияланаётган минералнинг йириклиги флотациянинг тезлилига ва танлашга, маъдандан минералларни ажралиш даражасига таъсир этади.

Флотация жараёнини бошламасдан, маъданни кристал ўсимталарини ажратиш ва флотация йириклигини таъминлаш учун майдаланади. Флотация тезлиги амалиётда маълум даражадаги ажратишга кетган вақт ёки флотацион машинанинг солиштирма ишлаб чиқариш қуввати билан аникланади. Флотация жараёнида ажратиш тезлиги қуйидаги тенглама бўйича аникланади.

$$\frac{d\varepsilon}{D\cdot\tau}=K\cdot(1-\tau)^n \qquad (3.16)$$

бу ерда ε-вакт бирлигида ажратилаётган минералнинг пуфакка ўтиши; K-флотация тезлик коэффициенти.

Заррачаларнинг йириклиги ўртача бўлганда флотация жараёни яхши ўтади. Майда заррачалар флотация тезлигини пасайтириб, унинг танлаш хусусиятига сальбий таъсир этади, йиғувчини сарфини оширади (3.7-расм). Майда заррачаларни юзаси катта бўлгани учун қуйқани берилган аэрация даражасида флотациятезлиги пасаяди. Қуйқада жуда майда заррачаларнинг бўлиши, минерал таркибидан кам миқдорда амин адсорбцияланган ҳолда (*KCl* ёки *NaCl*) катъий назар,танлаб ажратиш даражасини пасайтиради.



3.7-расм. Асосий флотация йўналиши бўйлаб турли ўлчамли KCl ни таксимланиши.

1 - синф (+0,8) мм; 2 - (-0.8+0,5); 3 - (-0,5+0,25); 4 – (-0,25+0,18); 5 - (0,18+0.074);6 - (-0,074+0,044); 7 - (-0,044+0); 8 - қўшилма махсулот.

Жуда йирик заррачалар ҳам ёмон флотацияланади ва *KCl* – ни чиқинди билан йўқотилиш даражаси ошади, чунки улар флотацияда пуфак юзасида ушланмайди. Йирик заррачаларни флотация килиш учун қўшимча реагентлар қўшиб заррачаларни пуфак билан ёпишиш мустаҳкамлигини ошириш керак. 3-8 жадвалда заррачаларни йириклиги ва адсорбцион қатлам зичлигининг *KCl* нинг флотациясига таъсири кўрсатилган.

3-8 жадвал

Флотация жараёнида аминнинг адсорбцион катлами зичлигини KCl нинг ажралишига таъсири.

Заррачаларнинг йириклиги, мм	Амин катламларининг сони								
	0.5	1	2	3	4	5	8	12	18
-3+2	0.0	0.8	2.8	4.8	8.0	14.4	48.2	56.0	68.0
-2+1	2.0	6.0	14.4	24.0	34.8	52.0	93.2	94.0	95.0
-1+0.5	2.0	40.0	68.0	78.5	85.7	91.2	95.0	96.4	98.7
-0,5+0.25	47.2	60.0	84.0	97.5	98.8	99.6	99.2	99.2	-
-0,25+0.125	85.0	93.5	96.8	97.1	96.6	96.7	97.1	97.5	-
-0,125+0,05	86.0	92.0	95.2	96.0	97.2	98.0	-	-	-
-0.05	54.0	89.0	90.7	93.3	93.6	-	-	-	-

-2+0,8 ва -0,8+0,5 синфларни флотация тезлиги энг юқори. -3+2 –синфда эса, флотация даражаси кам +3мм – минимал даражада бўлиб, флотация қилинадиган *KCl* ни чиқинди билан йўқотилиш даражаси ошади. Маъданнинг гранулометрик таркиби тайёрлаш жараёнининг самарадорлигига боғлик.

Мухит температураси. Саноатда тўйинган эритманинг температураси 15…38°С оралиғида ўзгаради. Технологик омилларнинг ўзгариш оралиғи йил мавсумларига боғлиқ. Температура флотация жараёнидаги барча фазаларга таъсир этади: йиғувчининг адсорбциясига, унинг эрувчанлилига ва коллоид-кимё хусусиятига, реагентларни ўзаро ва заррачаларни юзасига таъсир этиш кинетикасига, кўпик ҳосил қилиш жараёнига, тузли қуйқанинг ва реагентлар эритмаси зичлигига. Йиғувчининг *KCl* юзасиги адсорбцияланиш жараёни 30…35°Сда энг юқори даражада бўлади.

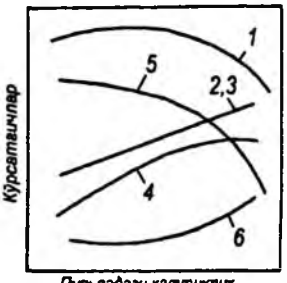
Қуйқанинг зичлиги. Калийли маъданини кондициялаш ва флотация қилиш жараёнида асосий омиллардан бири-қуйқадаги қаттиқ ва суюқ фазаларнинг нисбати. Айрим ҳолларда, бу катталик қуйқанинг зичлиги деб ҳам аталади. Кондициялаш - реагентни қуйқа билан аралаштиришб минерални юзасига текис таксимлаб мустаҳкам адсорбцион юпқа қатлам ҳосил қилишдир. Қуйқани зичлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади. Қуйқанинг зичлиги қаттиқ фазанинг миқдори P(%) ва С:Қ нисбат билан характерланади.

$$P = \frac{K}{K+C} \cdot 100\% \qquad (3.17)$$

бу ерда: *К*- қуйқанинг таркибидаги қаттиқ фазанинг оғирлиги; *С*- қуйқадаги тўйинган эритманинг оғирлиги; *К+С*- қуйқанинг оғирлиги.

Калийли тузлар ишлаб чиқариш амалиётида асосан *К:С* нисбатдан фойдаланилади. 3.8-расмда қуйқа зичлигининг флотация жараёнининг айрим омилларига таъсири кўрсатилган.

Тупроқли шлам қуйқанинг зичлигига узгача таъсир этади. Унинг миқдори ошиши билан қуйқанинг кондициялаш ва флотациялашда қуйқа шунча кўп суюлтирилган бўлади (3.9 жадвал).



Кондициялаш ва флотациялаш жараёнларнинг турли босқичларидаги қулай зичлиги қуйқани физик-кимёвий хусусияти билан технологик босқичнинг мақсад ва режимига қараб аниқланади.

3.8-расм. Қуйқа зичлигини флотацияънинг айрим омилларига таъсир этиш схемаси:
1 - қуйқанинг аэрацияси, 2 - реагентларнинг ҳажмий концентрацияси (флотация қилинаётган минералнинг бирлик массасига муайян реагентнинг бир хил сарфида); 3 - қуйқани флотацион машинада бўлиш вақти; 4 - майда заррачаларнинг флотацияланиш даражаси; 5 - йирик заррачаларнинг флотацияланиш даражаси; 6 - дона юзасини ишқаланувчанлиги.

3-9 жадвал

Флотация циклининг босқичларида қуйқанинг зичлиги.

Жараёнлар	Флотация учун С:К нисбати	
	Шлам иштирокида	Шламсизлантирилган маъданда
Майда заррачалик сильвинни кондициялаш	2.0-2.5	1.8-2.2
Асосий флотация	2.0-2.5	1.8-2.2
Тозалаш флотацияси	5-7	4-5
МПСГ-3 машиналарда шламларни флотацияси	>3,5	-
Йирик заррачали сильвинитларни кондициялаш	0.4-0.6	0.3-0.4
Йирик заррачалисильвинитларни флотацияси	4-5	3-4

Реагент режими. Калий тузларни флотацион ажратиш жараёни флотореагентлар иштирокида ўтади. Реагент режими - бу қўлланилаётган реагентлар тури, уларнинг сарфланиши, жараёнда уларни бериш тартиби, қуйқани реагент билан кондициялаш вақти, реагентларни тайёрлаш технологик хусусиятлари ва бошқалар.

Флотация циклининг принципиал схемаси. Маъданни унинг таркибидаги минералларга ажратиш жараёни бир неча кетма-кет флотация жараёнларидан иборат. Муайян бир неча хил флотация жараёнларини комбинацияси – флотация схемаси деб аталади. Калийли маъданни флотацион бойитиш жараёнининг қуйидаги босқичлари мавжуд:

Асосий флотация - флотациянинг бошланғич босқичи бўлиб калийли минерални ифлосланган концентрат ва чиқиндига ажратиш.

Тозалаш флотацияси- ифлосланган концентрат қайта флотацияланади унинг таркибидаги керакли минерал *KCl* ни миқдорини ошириш учун.

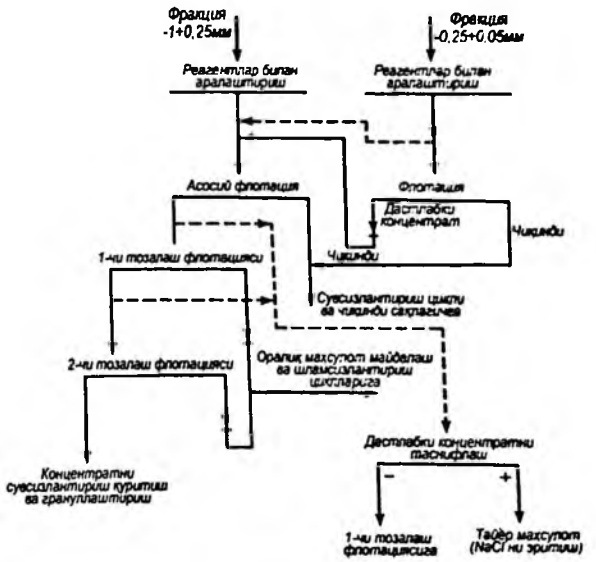
Назорат флотацияси - чиқиндининг таркибидаги керакли модданинг миқдорини камайтириш учун чиқиндини қайта флотациялаш.

Калийли маъданни флотациялаш схемасини танлашга флотация қилинаётган маъдан заррачаларининг йириклиги ва эримайдиган моддалар миқдори таъсир этади (бошқа омиллар: қайта тозалаш сони, назорат флотацияси мавжудлиги, циклллар орасидаги жараёнлар кам таъсир этади).

Майда заррачали сильвинни флотациялаш схемаси. Саноатда галит ва сильвинни ажратиш учун икки усул мавжуд 1) галит флотацияси; 2) сильвин флотацияси. Саноатда иккинчи усул кўп қўлланилади.

Флотация схемаси асосий жараёндан ва икки-уч боскичли тозалаш ва назорат жараёнидан иборат. Флотация механик флотацион машиналарда олиб борилади. Тозалаш ва назорат жараёнларда ярим махсулот ажратилади.Ярим махсулотларни тўлиқ бойитиш қисман қуюлтирилган ва майдалангандан сўнг асосий флотациялаш усули билан олиб борилади.

3.9-расмда майда заррачали сильвинни флотация қилиш технологик схемаси келтирилган.

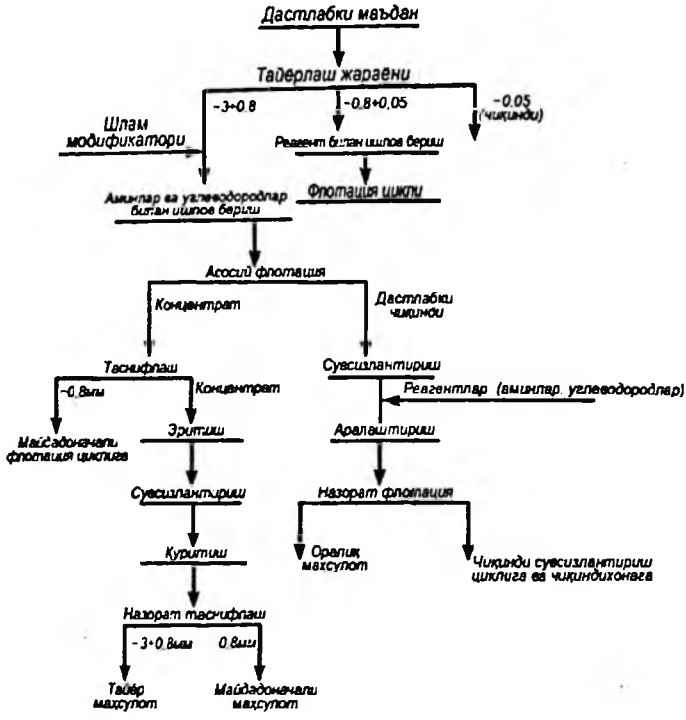


3.9-расм. Йирик ва майда фракцияларни реагентлар билан алохида кондициялаш, майда заррачали қўйқани оддий ва боскичли флотациялаш схемаси.

Схемани ўзига мос хусусиятлари қуйидагича: кондициялаш ва флотациялаш жараёнлари ажратилган; асосий флотациядан чиққан концентратни циклллар орасида классификациялаш мавжуд. Бундай схемани қўллаш: ажратиш даражасини ва концентрат таркибидаги *KCl* ни миқдорини ошириш; майда ва йирик фракцияларни реагент режимини бошқариш имконини беради; йирик заррачалик фракцияни флотацияланиш хусусиятини ошиши хисобига калийли ўғитни донадорлик хусусияти яхшиланади.

Йирик заррачали сильвинни флотациялаш схемаси. Калийли маъданни флотациялаб, йирик заррачали ўғит олиш технологик схемасининг фарки унинг кўп боскичлигидир. Галургия илмий тешириш институтида йирик заррачали сильвинни флотациялашнинг бир неча усуллари ишлаб чиқилган. Хом-ашёни тайёрлаш (майдалаш, классификациялаш, шламсизлантириш) боскичларидан кейин йирик заррачали сильвинни флотациялаш технологик схемасибўйича йирик (-3+0,8 мм) ва майда (-0,8 мм) фракцияга 45:55 (Верхнекамск маъдани) ва 30:70 (Старобинск маъдани) нисбатда тақсимланади.

Бу фракцияларни реагентлар билан ишлаш ва уларни флотациялаш схемасини танлаш катта аҳамиятга эга. Қуйидаги схемалар кўриб чиқилди: сильвинитни йирик (-3+0,8 мм) вамайда (-0,8+0 мм) фракцияларни алоҳида кондициялаш ва флотациялаш, ҳамда бирга флотациялаш (3.10-расм); йирик ва майда фракцияларни алоҳида кондициялаш ва босқичли флотациялаш.

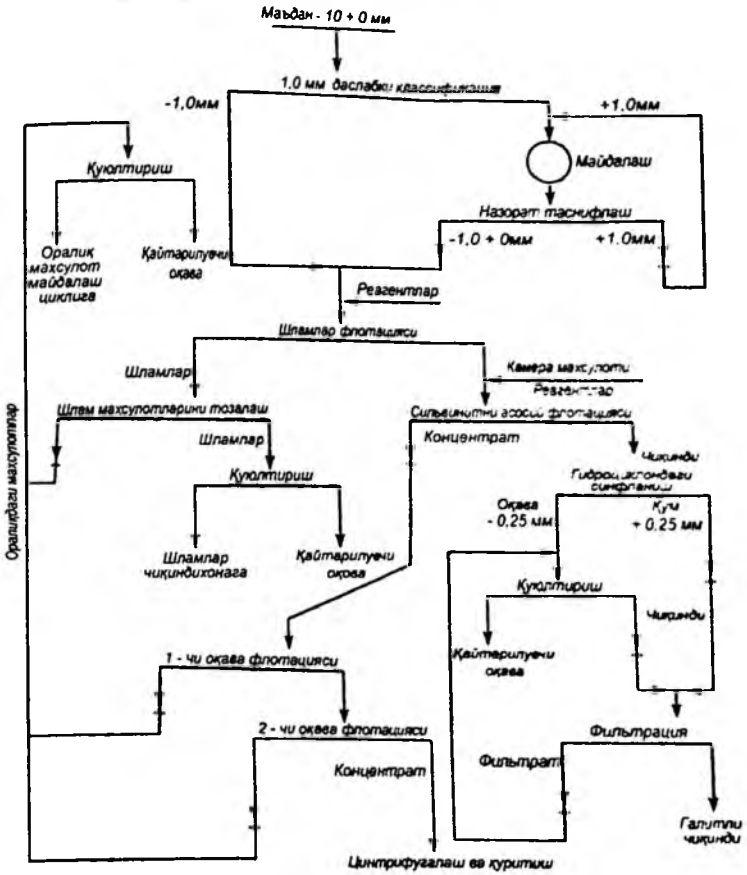


3.10-расм.Фракцияларга алоҳида ишлов бериш ва флотациялаш усули билан йирик заррачаларни флотациялаш схемаси.

Катионли реагент билан (октадециламин хлориди ($C_{18}H_{37}NH_2 \cdot HCl$) сильвинни флотациялаш технологияси галургия илмий текшириш институтида ишлаб чиқарилди. Биринчи фабрика майда заррачали концентрат олди. 3.11-расмда ІБКРБ флотация фабрикасининг схемаси келтирилган. Маъданни бўлаклаш, дастлабки классификациялаш ва 1 мм гача майдалаш 4.1 параграфда келтирилган схема бўйича амалга оширилади.

Қўшни МДҲ да қуйидаги калийли ўғитлар ишлаб чиқариш корхоналари мавжуд: I,II,III БКМБ-Березники калий маъдани бошқармаси; I,II СКМБ – Соликамск калий маъдани бошқармаси, «Уралкалий» ИЧБ; I,II,III СГКМБ - Солигорск калий маъдани бошқармаси, «Белорускалий» ИЧБ. Стебниковск калий заводи, Калуга "Хлорвинил" ИЧБ.

Дастлабки классификацияланган қуйқа шаклида элакдан ўтган маҳсулот шламдан флотациялашга мавҳум қайнаш қатламли механик флотацион ФКМ-63 машиналарга берилади. Қуйқанинг таркибида суюқ фазанинг қаттиқ фазага нисбати 1,6... 1,8 га тенг. Тупроқли шламни йиғувчи сифатида қуйқа ва флокулянт ПАА,



3.11-расм. I- БКРБ ИЧБ «Уралкалий» фабрикасининг флотация схемаси.

реагент ФР-2 ва керосин қўлланилади. Бу реагентларни сарфи мос ҳолда 30, 200 ва 125 г/т маъданни ташкил этади. Шламсизлантириш флотация вақти 10 мин .

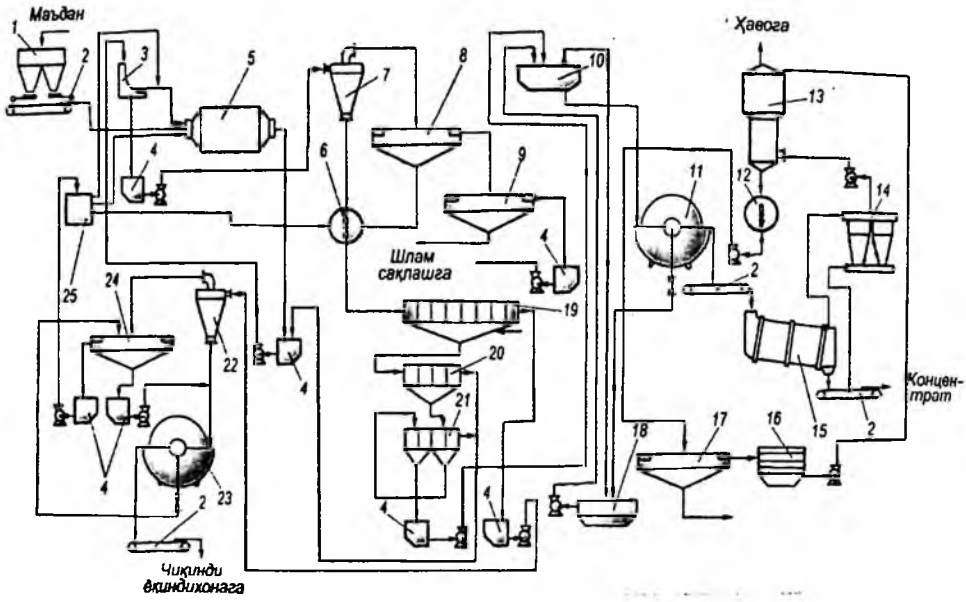
Керосин шламли қуйқа хусусиятини ўзгартиради, ПАА-йиғувчи ФР-2-ни сарфини камайтиради. Сильвин флотацияси фақат алифатик аминлар билан ва кўпик ҳосил қилувчилар билан шлам депрессорини қўлламасдан ўтказилади. Сильвин флотацияси 4…5 мин давом этади. Тозалаш-10 мин. Дастлабки концентрат тарибида суюқ фазанинг қаттиқ фазага нисбати *С:Қ*=4-6 бўлгунча суюлтирилган қуйқасини икки боскичли тозалашдан сўнг, центрифугага ва қуритишга юборилади. Концентратнинг намлиги 4…5%. Қуритиш жараёни мавҳум қайнаш қатламли қурилмада ёки қуритиш трубаларида ўтказилади. Таркибида 95% *KCl*дан кам бўлмаган концентрат ўзига нам тортмаслиги учун у амин билан қайта ишланади.

Кўпикли шламли чиқинди реагентсиз тозалашдан кейин сув билан ювилиб қуюқлаштиришга юборилади. С:К нисбати 2,5…3 бўлган қуюлтирилган мустаҳкам кўпикли шлам, шлам сақлагич омборига юборилади. Маъдандан флотациялаш усули билан эримайдиган моддаларни ажратиш даражаси 85…90% ташкил этади.

Ажратилган чиқиндининг (таркибида 1,0-1,2% *KCl*бўлган) *С:Қ* нисбати 2,5…3 бўлиб гидроциклонда 0,25 мм синф бўйича классификацияланади ва қуюлтирилгандан кейин БОУ-40 русумли вакуум–фильтрда фильтрланади. Нам чиқинди ундаги тўйинган туз эритмаси билан *KCl*ни йўқотилиш даражасини камайтириш учун сув билан ювилади. Ҳосил бўлган ўғитнинг таркибида 95% гача *KCl* бор. 8…9% намликдаги галитли чиқинди омборда сақланади ёки кондаги сильвинит маъдани қазиб олинган бўшлиққа солинади. Олинаётган ўғитга *KCl* нинг ўтиш даражаси 87…95% ни ташкил этади. Юқори миқдорда тупроксимон минералларини (4-8%)

бириктирган калийли маъданлар учун, тумроксимон минералларни карбоксиметилцеллюлоза (NaKMЦ) билан депрессиялаш мумкин эмас.

I СГКМБ флотация фабрикаси ускуналари занжир схемаси 3.12-расмда келтирилган. Маъдан стерженли тегирмон 5 да майдалагандан ва *С:Қ*= 4-5 нисбатда 0,8 мм катталикдаги ёйли элакдан ўтказилгандан сўнг шламсизлантириш учун диаметри 900 мм ли гидроциклон 7 га тушади. Гидроциклондан чиққан суспензия гидросепаратор 8 га юборилади. У ердан шламсизлантирилган кум(силвинит) ва шламли маҳсулот олинади. Шламли маҳсулот *С:Қ*= 15-20 нисбат билан 9 қуюлтиргичга тушади. Қуюлтирилган маҳсулот (*С:Қ*=1,5-1,7; *KCl* = 13-18%; э.к. – 60-75%) шлам сақлагичдан қайтариладиган тузли эритма ва сув билан ишлов берилгандан сўнг жипслашиши учун шлам сақловчи ховузга ташланади.



3.12-расм.I- СГКМБ флотация фабрика схемаси:

1 -таксимлаш бункери, 2 - конвейер; 3 -ёйли элак СД-1; 4 - йиғгичлар; 5 - стерженли тегирмон; 6 - контактли чан; 7, 22 - гидроциклонлар; 8 - гидросепаратор; 9, 17, 24 - қуюлтиргичлар; 10, 18 - концентратаралаштиргичлар; 11, 23 - барабанли фильтрлар; 12 - нейтрализатор, 13 - қўпиклиқуритма; 14 - циклонлар батареяси, 15 – барабанли қуриткич, 16 - градирня, 19 -асосий флотация машинаси; 20 -I-тозалаш флотомашинаси; 21 -II ваIII-тозалаш флотомашиналари; 25 - баклар.

Гидроциклон 7 ва гидросепаратор 8 лардан *С:Қ*=2,2-2,5 да чиққан кум (шламсизлантирилган сильвинит суспензияси) асосий флотация жараёнига (Механик флотомашина «Механобр-73» 19 га юборилади. Иккита тозалаш боскичлари (20,21) худди шундай қурилма билан жиҳозланган. Асосий флотация давомийлиги 6-7 мин, икки боскичли тозалаш жараёни 10...12 мин. Тозалаш *С:Қ*=4-5 нисбатли суюлтирилган қуйқада олиб борилади. Чиқинди назорат флотациясига юборилади, кейин эса гидроциклон 22 ва қуюлтиргич 24 да ишлов берилади. Галитли чиқинди БОУ-40 ва БЛК-40 русумли вакуум-фильтр 23 да фильтрланади ва конвейерлар системасида чиқинди туз омборида баланд қилиб сақлаш учун юборилади. Концентрат *С:Қ*= 0,9 нисбатда тозалангандан сўнг, БОУ-40 русумли IIвакуум-фильтрларда фильтрланади.Концентратнинг охирги намлиги 8... 9%. 91% *KCl* ни бириктирган концентрат барабанли қуриткич 15 да қуритилиб, ёпишқоқлигини камайтириш учун аминлар билан қайта ишланади ва истеъмолчига юборилади. Шламсизлантириш жараёни бор схема ишлатилганда маъдандан калий хлориднинг ўтиш даражаси 84,5%.

3.6. Дехқонобод калийли ўғитлар заводи флотация тизими

ДКЎЗ флотация фабрикаси ускуналари занжир тизими 3.13-расмда келтирилган.

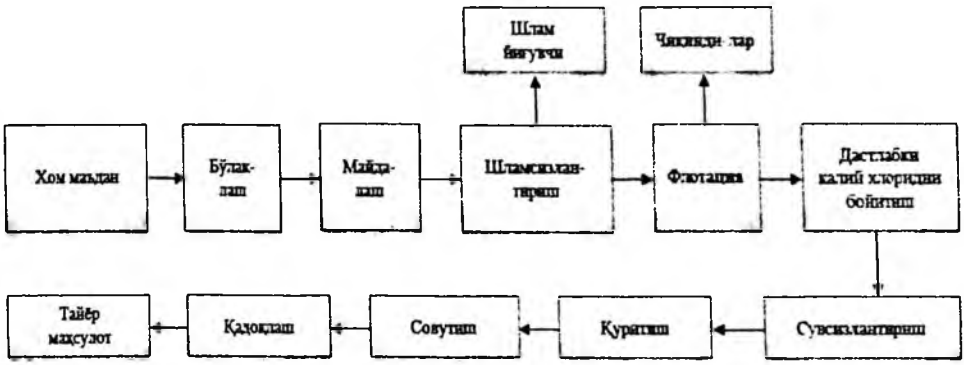
Асосий хом-ашёлар: сильвинит, флотареагент, сув, табиий газ, дизел, бензин, мой ва х.к.

Сильвинит. Тюбегатан конининг сильвинити таркиби (%)да: KCl-31,93, - NaCl-64.46; $MgCl_2$-0.35; $CaSO_4$- 1.26; э. қ- 2-3.

Бойитиш реагентлари. Ушбу қайта ишлаш комплексида қуйидагича бойитиш реагентлари қўлланилади: депрессор (SL-1), йиғувчи (амин C_{16}ва C_{18}), кўпиклаштирувчи (глиголли эфир ёки оксаль), аполяр (каталитик газойиль), флокулянт (полиакриламид гель), чанг босувчи (индустриал мой И-40), водород хлорид кислота (30%).

Ишлаб чиқариш усули. Хом маъданлар хусусиятларига кўра лойиҳада йирик донали флотацион технология қўлланади. Флотация жараёнига киритган хом маъданларнинг фракцияси 1мм ташкил этади. Хом маъданлар флотация жараёнига бўлаклаш, майдалаш классификация ва шламсизлантиришлардан кейин келиб тушади. Флотация жараёни учун асосий флотация ва учта қайта тозаланишлар қўлланилади. Асосий флотациядаги олинадиган кўпик типидаги маҳсулот биринчи қайта тозалашга берилади, панжаранинг устидаги маҳсулот ва III қайта тозалашнинг кўпик маҳсулоти аралаштирилади ва дастлабки калий хлорид олинади. Дастлабки калий хлорид сув билан қайта ишлангандан кейин унинг таркибидаги натрий хлоридлар эритмага ўтиши ҳисобига нам концентратга, қуритилгандан кейин у тайёр маҳсулотга айланади.

Асосий технологик жараён:



3.13-расм.ДКЎЗ флотация фабрикаси ускуналари занжир тизими.

Завод жойлашишининг қисқа баёни. Қайта ишлаш комплекс Дехқонобод темир йўл станцияси ва шаҳарга яқин бўлиб, калий тузлар Тюбегатан конидан 43км масофада жойлашган.

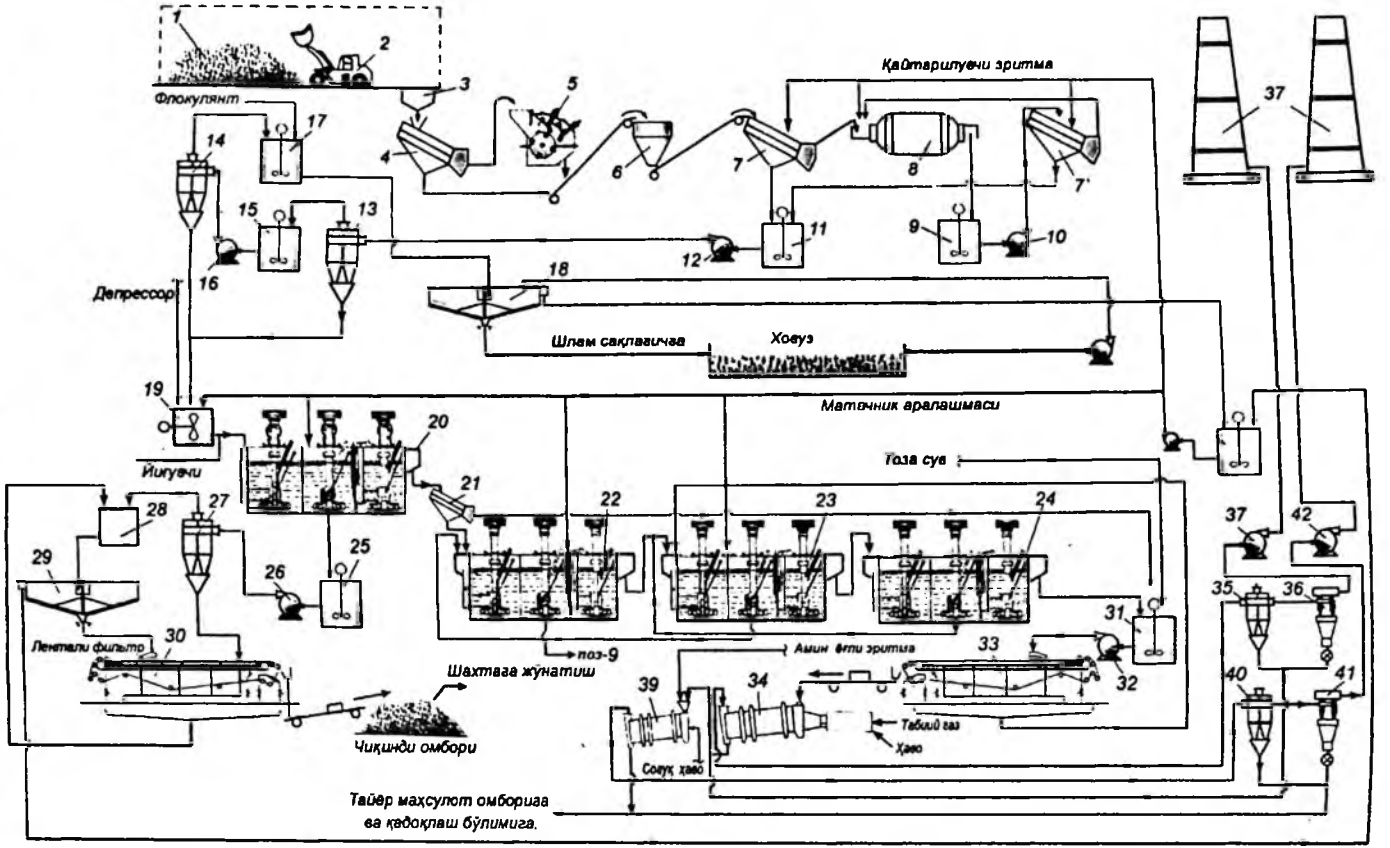
Коммунал ва ёрдамчи объектлар. Сув манбаи Пачкамар омбори. Сув сарфи 669,97 $м^3$/кунига(к), шу жумладан 77,54 $м^3$/к технологияга берилади, 592,43 $м^3$/к бошланғич сув тозалаш бўлимига юборилади.440,31 $м^3$/к миқдоридаги сув ичимлик суви сифатида. 100,1$м^3$/к минералланган сув технологиясида ишлатилади.

Электрэнергия. Қайта ишлаш комплексининг ҳисоб электр юкламаси 3265кВт ташкил қилади, шу жумладан 2880 кВт ишлаб чиқариш қурилмаларига, 385кВт ёрдамчи қурилмаларига берилади. Электр билан таъминлаш ПС 110/35/6кВ ҳисобига амалга оширилади.

Табиий газ. Қайта ишлаш комплексида табиий газ ёқилғи сифатида қўлланилади. Газнинг максимал сарфи 1105 $м^3$/кун .Табиий газнинг йиллик сарфи 4,8х106$м^3$ ташкил қилади.

Хом-ашё омбори. Хом маъданлар Тюбегатан конидан машиналар ёрдамида омборга олиб келинади. Сақланиш муддати 7 кун , ҳажми 15591 тонна.

Маҳсулот омборя. Заводда калий хлорид маҳсулоти копларга қадоқланади (50кг/коп) ва тайёр маҳсулот омборида сақланади. Тайёр маҳсулот омбори темир йўлга яқин жойлашган.



3.13 - Расм. **ДКЎЗ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНИНИНГ ҚИСҚАРТИРИЛГАН ПРИНЦИПИАЛ СХЕМАСИ.**

1 – хомашё омбори, 2 - бульдозер, 3 – бункер, 4 – тебранувчи галвир, 5 – болғали бўлаклагич, 6 – бункер, 7 – дастлабки тебранувчи элак, 7` – назорат тебранувчи элак, 8 – стерженли тегирмон, 9,11,15,25,31 – бак, 10,12,16,26,32 – насос, 13,14 – I ва II – шламсизлантириш циклонлари, 17 – дегазатор аралаштиргич, 18 – тиндиргич, 19 - контакт чани, 20,22,23,24 – Асосий (20) ва тозаловчи (22,23,24) флотация машиналари, 21 – тебранувчи элак, 27 – галитли чиқинди гидроциклони, 28 – двгозация баки, 29 – Галитли чиқинди қуюлтиргичи, 30 – галитли чиқинди лентали фильтри, 33 – концентрат лентали фильтри, 34 – барабанли қуритгич, 35,40 – циклонли чанг тутгич, 36,41 – қўлли чанг тутгич, 37,42 – тутун тортгич, 38 – (мури) тутун трубаси, 39 – барабанли совутгич.

Омборда 7732,6 т маҳсулот сақлаш мумкин 12,76 кун мобайнида. Маҳсулот депрессияси вақтида, унинг усти брезент билан ёпилиши тавсия қилинади. Масофага кўра, маҳсулотни автомобил ёки темир йўл билан жўнатиш мумкин. Хомашё ва маҳсулотни темир йўл билан жўнатишни амалга ошириш учун махсус темир йўл қурилган.

Автоматик бошқаришнинг даражаси. Ушбу қайта ишлаш комплексини юқори самарали ва ҳавфсиз эксплуатация қилиш учун DCS бошқариш системаси ўрнатилган. Унинг вазифасига марказлаштирилган ўлчамлар автоматик бошқарилиши ва ишлаб чиқариш назорати киради Мухим жиҳозлар учун сигнализация блокировкалар ва ҳимоялар ўрнатилган. Бундан ташқари марказлашган бошқариш ва электр қурилмаларнинг марказлашган назоратлари ҳам мавжуд.

Автоматизацияънинг ушбу даражаси цехда ҳаракат қилмасдан жиҳозларни ишга солиш, тўхтатиш, технологик жараённинг назоратини бошқаришни амалга ошириш учун имконият яратади.

Технологик тизим баёни (3.13-расм). Тюбегатан конидаги 55мм дан кичик фракцияли маъдан қайта ишлаш комплексига автомобиларда олиб келинади. Қайта ишлаш комплексига маъданни доимий етказиб бериб туриш учун хом-ашё омбори ва бункер кўзда тутилган. Автомобилларда олиб келинган маъдан бункерга юкланади.

Маъданларни ташиш учун автомобиллар бўлмаганда омборхонадан бункерга (3) маъданларни бульдозер ёки юкловчи машиналар (2) билан ташилади. Бункер маъдан билан тўлиб қолганда маъдан омборхонасида йиғилади. Маъдан бўлаклаш бўлимига берилади ва бункер днишчесидаги таъминловчи узатгич ва лентали конвейер (№1) билан бўлаклаш ва ғалвирлаш бўлимига берилади. Тебранувчи ғалвирга (4) дастлабки синфлаш учун берилади. Ғалвир устидаги маҳсулот болғачали бўлаклагичга (5) тушади. Бу ерда очиқ циклда 10 мм ли фракцияларгача бўлакланади. Кейин ғалвирдан тушган маҳсулот билан бирга лентали конвейер №2 билан бўлакланган маъдан бункерига 6 тушади. Бўлаклаш ва ғалвирлаш линиясининг иккита бўлиши кўзда тутилган, 1-чиси ишчи, 2-чиси заҳирада. Маъдан (7) дастлабки (дастлабки ғалвирдаги P=35-40%) синфлашдан сўнг стерженли тегирмон (P=52-56%) (8)да майдаланади. Стерженли тегирмоннинг айланма юкланиши - 150%. *С:Қ*= 0,8-1 нисбатда 1мм катталикдаги назорат ғалвирдан ўтказилгандан сўнг шламсизлантириш учун диаметри 350мм ва 150 мм бўлган гидроциклонлар(13 ва 14)га тушади.

Биринчи гидроциклонга берилган суспензияда қаттиқ фаза *Р*=20-25%, иккинчисида эса *Р*=7-8% бўлади. Гидроциклондан чиққан суспензия 17 дегазатор аралаштиргичда 0,1% ли 10 г/т флокулянт билан аралаштирилиб гидросепаратор (тиндиргич) 18 қуюлтиргичга тушади. Қуюлтирилган маҳсулот (*Р*=37,33%) (*С:Қ*=1,5-1,7; *KCl* = 13-18%: э.қ. – 60-75%) шлам сақлагичдан қайтариладиган тузли эритма ва сув билан ишлов берилгандан сўнг жипслашиши учун шлам сақловчи ҳовузга ташланади. Гидроциклонлар 13 ва 14лардан *С:Қ*=0,8 ва 1,5да чиққан қум (шламсизлантирилган сильвинит суспензияси) асосий флотация жараёни ФМ63-М1 (20) га юборишдан олдин 19 контакт чанига берилади. Контакт чанида *Р*=50% бўлиб, депрессор билан (150 г/т) 1-2 минут ишлов берилади. Ҳосил бўлган қуйқа 20 нинг чўнднишчесига берилади.

Асосий флотация машинаси чўнднишчесига(20) йиғувчи, кўпик ҳосил қилувчи ва аполяр реагентлар эмульсияси ҳам берилади (1% йиғувчи, бунга нисбатан 30% кўпик ҳосил қилувчи ва 30% аполяр модда). Учта тозалаш босқичлари (21,22,23) худди шундай қурилма билан жиҳозланган. Асосий флотация давомийлиги 6-7 мин, уч босқичли тозалаш жараёни 10-12 мин. Биринчи тозалашда *Р*=15%, иккинчисида *Р*=18%, учинчисида *Р*=20%. Тозалаш *С:Қ*=4-5 нисбатли суюлтирилган қуйқада олиб борилади. Чиқинди назорат флотациясига юборилади, кейин эса гидроциклон 27 ва қуюлтиргич 29 да ишлов берилади.

Галитли чиқинди лентали вакуум-фильтр 30да (*Р*=47-49%) фильтрланади ва конвейерлар системасида (7% намликда) чиқинди туз омборида баланд қилиб сақлаш учун юборилади. Концентрат *С:Қ*= 0,9-1,22 нисбатда тозалангандан сўнг, лентали вакуум-фильтрлар (33) да фильтрланади. Концентратнинг охирги намлиги 6-8%. 91% *KCl* ни бириктирган концентрат барабанли қуритқич 34 да қуритилиб, ёпишқоқлигини камайтириш учун аминлар ва чанг кўтарилишининг олдини олиш учун органик моддалар билан қайта ишланиб, 34 да совитилади ва истеъмолчига юборилади. Маъдандан калий хлориднинг ўтиш даражаси 86,5%.

3.7. Калийли маъданларни флотациялаш жараёнида ишлатиладиган асосий жиҳозлар

Сильвинит маъданларини бойитиб, калий ишлаб чиқариш учун ўзига хос бўлган стандарт ва ностандарт жиҳозлар ишлатилади. Флотация жараёни ўтказилаётган машиналарга – **флотация машинаси** деб аталади. Флотация жараёнини ўтказиш учун машиналар қуйидаги шароитларни таъминлаши шарт: қуйқани аралаштириш, заррачаларни муаллақ тўтиш, дисперсланган ҳавони бериш, қуйқанинг юзасида кўпик ҳосил қилиш ва минераллашган кўпикни ажратиш. Қуйқани реагент билан аралаштириш флотация олдидан аралаштиргичда олиб борилади. Флотацион фабрикалар реагентларни тайёрлаш ва уларни узатиш учун қўшимча жиҳозлар билан таъминланган.

Майда ва йирик заррачали қуйқани кондициялаш жиҳозлари. Кондициялашнинг вазифаси-флотация жараёни самарали кетиши учун қуйқа хоссасини ўзгартиришдир.

Бойитиш фабрикаларда майда заррачалик қуйқалар учун контакт қозонлари-аралаштиргичлар қўлланилади. Калийли маъданни флотациялаш жараёнида қуйқани реагент билан кондициялаш вақти оптимал бўлиши шарт, контакт вақтини ошиши минералларни ўта майдаланишга олиб келади. Айниқса, тупроксимон минералларни ва минераллар юзасидаги реагентларнинг десорбциясига вақт кучли таъсир этади. Тузли қуйқани кондициялаш жараёни флокулянт ва депрессорлар ёрдамида алоҳида ўтказилади. Йиғувчи реагент тўғридан-тўғри флотацион камерага берилади.

Тузли қуйқани депрессор билан кондициялаш вақти, қуйқани физик-кимёвий хусусиятларига (йириклиги, зичлиги, шламни борлиги, минерал таркиби) реагент режимига боғлиқ бўлиб 1...2 мин давом этади. Майда заррачалик туз-тупрокли қуйқани полиакриламид билан кондициялаш 0,5...1,5 мин давом этади. Кондициялаш учун жиҳоз минерал заррачаларни реагент билан контакт вақти τ (мин.), бўйича танланади.

$$\tau = \frac{V}{Q} \qquad (3.18)$$

бу ерда V- ҳажм , м³; Q- пульпа миқдори, м³/мин.

Йирик заррачалик қуйқани аэрин билан ва қовушқоқ аполяр реагентлар билан кондициялаш зич қуйқада олиб борилади. «Беларускалий» ва «Уралкалий» ИЧБ корхоналарида йирик заррачали фракцияни флотацияга тайёрлаш учун икки ўқли аралаштиргичлар қўлланилади. Йирик заррачали фракцияни реагент билан кондициялаш вақти 20-27°С –да 4...5 мин, 27-33°С да 6...9 мин.

Асосий муаммолардан бири реагентларни қуйқага флотацион фаол шаклда (эритма ёки эмульсия шаклида) киритиш йўлларини топишдир.

III СГКМБ да йирик заррачали сильвинни флотациялашда жараёнга аминларни ва нополяр реагент (нефт маҳсулоти ГФК-1) енгил эмульсияланадиган эмульсия шаклида киритиш яхши натижа беради.

Калийли маъданни қайта ишлаш учун флотацион машиналар. Калий фабрикаларида йирик заррачали сильвинни флотациялаш учун кўпикли сепаратор машиналари қўлланилади, флокулаланган тупрокли шламни флотациялаш учун-МПСГ-3 маркали чуқур кўпикли сепаратор қўлланилади.

Майда заррачали сильвинитни флотациялаш машинаси. «Белорускалий» ва «Уралкалий» ИЧБ бойитиш фабрикаларида майда заррачали сильвинни (-0,8+0 мм флотациялаш учун «Механобр-7» (М-7) ваФМР-63 маркали флотацион машиналар қўлланилади.

Механик машиналарни флотация камераларини сони қуйидаги формула бўйича аниқланади.

$$n = \frac{V \cdot \tau}{1440 \cdot 0{,}75 \cdot V_к} = \frac{Q \cdot (\rho_c + R \cdot \rho_к) \cdot \tau}{1440 \cdot \rho_к \cdot \rho_c \cdot 0{,}75 \cdot V_к} \qquad (3.19)$$

бу ерда V-флотацияланган суспензияни 1 суткадаги ҳажми, м³ /суткада; τ- флотациялаш вақти, мин; 0,75-камеранинг ишчи ҳажми; Q- машинанинг қуввати, т/суткада; $\rho_к$, ρ_c- қаттиқ ва суюқ фазанинг зичлиги, т/ м³; R-қуйқада суюқ фазанинг қаттиқ фазага нисбати (С:К): $V_к$- камеранинг геометрик ҳажми, м³.

3–10 жадвалда флотацион механик машиналарнинг параметрлари келтирилган.

Майда заррачали қуйқани флотациялаш вақтига фракциянинг флотация тезлиги (калийли маъдан учун +0,8 ва -0,04 мм) ва керакли минерални максимал даражада ўтиш вақти таъсир этади.

Сильвинит маъданлари учун флотация вақти 5...9 мин. асосий боскичда ва 10...12 мин тозалаш жараёнида. Шламни флотациялаш вақтига тупрокли минералнинг миқдори, уларни дисперслиги, минералогик таркиби ва реагент режими таъсир этади.

3-10 жадвал

«Белорускалий» ва «Уралкалий» корхоналаридаги флотация машиналарининг кўрсаткичлари

Кўрсаткич	Машина тури			
	Механобр-7(кс)	ФМР-63(кс)	ФКМ-63	ФМР-25(кс)
Камера ўлчами, мм	2200x2200	2200x2200	2200x2200	1750x1600
Камера чукурлиги, мм	1200x1300	1200	1200	1000
Камера ҳажми, $м^3$	7.00	6.3	6.3	3.26
Импеллер диаметри, мм	750	750	750	600
Импеллер тезлиги, айл/мин	270-190	270(240)	240	320
Қувват, маъдан бўйича, т/с	150-160	160-170	140	80
Электр юритк. қувват, кВт	30; 20*	30	30	10

*Асосий флотацияда-30 кВт, тозалашда-20 кВт.

Мавҳум қайнаш қатламли флотацион машинанинг конструкцияси 3.12-расмда келтирилган.

Камеранинг пастки ва тепа қисмлари панжара орқали ажратилган. Пастки қисми ҳавони тортиш ва диспергирлаш учун мўлжалланган. Юқори қисмида мавҳум қайнаш қатламида ҳаво пуфакларини минерализациялаш жараёни ўтади ва улар пуфаклар юзасига ёпишади.

Мавҳум қайнаш қатламли машина аэратор, статор ва радиал импеллардан иборат. Импеллар қуйқани шпицкастен, тирқиш ва тарнов орқали пастки қисмига циркуляциялайди ва бир вақтда атмосферадан ҳаво тортади. Пастки қисмдан қуйқа ва ҳаво аралашмаси тепа қисмига панжара орқали берилади. Панжаранинг киркими 15...20% умумий ҳажмга нисбатан. Панжара қуйқани турбулентлигини сўндиради ва камера бўйича уни тақсимлайди. Натижада кўтарилган қуйқа оқимлари аэрация ва диспергация бўлимидан минерал заррачаларни муаллақ ҳолатида ушлаб туради. Натижада мавҳум қайнаш қатлами ҳосил бўлади. Шпицкастен зонасида қуйқадан механик заррачалар чўкмага тушади ва панжара орқали мавҳум қайнаш қатламига тушади. Кўпик маҳсулоти (сильвин заррачалари кўпикка ёпишган) ажратилади, камерада қолган маъдан заррачалари кетмакет камерадан ўтиб чиқинди сифатида қайта ишлашга берилади.

Пневмомеханик флотацион машинада импеллер шундай частотада айланадики, ҳаво майда дисперсланади минерал заррачалари муаллақ ҳолатда туради ва ҳаво машинага газ пуфлагич ёки вентилятор орқали $P=(1\text{-}3)\cdot10^4$ Па босим остида берилади. Бу эса, импеллер айланишига боғлиқ бўлмаган ҳолда ҳавони флотация қисмида текис тақсимлаш имконини беради. Машиналарнинг техник характеристикаси 3-10 жадвалда келтирилган.

Механик флотация машиналарининг камчилиги: етарлича бошқариладиган аэрациянинг йўқлиги; электр энергия сарфининг катталиги; кўпикни ажратиб олишни ишончли бошқаришнинг йўқлиги; бошқариш ва таъмирлашнинг қийинлиги.

Йирик заррачали калийли маъданни флотациялаш машинаси. Йирик заррачали калийли маъданни флотация усулида бойитиш учун КС флотация машинаси ва ФПС-16 кўпикли сепарация машинаси қўлланилади 3.14-расмда кўрсатилган.

ФПС-16 маркали машиналар асосий ва назорат флотацияларда йирик заррачали сильвинни бойитиш учун "Уралкалий» ИЧБда қўлланилади. Кўпикли сепарация реагент билан ишланган қуйқани кўпикка тепадан беришга асосланган. Гидрофобланган минераллар кўпикка ушланади, гидрофил заррачалар оғирлик кучи ва пастдан келган ҳаво пуфакчалари таъсирида ёки қуйқа билан келаётган суюқлик билан чўкмага тушади.

Тупроқли шламни флотациялаш учун кўпикли сепаратор машинаси. «Уралкалий» ва «Белорускалий» ИЧБ корхоналарида тупроқли шламни флотациялаш учун кўпикли сепаратор МПСГ-3 қўлланилади. Сепаратор учта камерадан иборат бўлиб, камералар каскад шаклида жойлашган.

Ҳар бир камерада қувурли резина аэратори жойлашган. Қуйқани аэрацияси буғ-ҳаво аралашмаси билан амалга оширилади. Бу аралашма резинали трубаларга босим остида берилади.

Калийли маъданни бўлаклаш жиҳозлари. Калийли маъдан бойитилганда хом-ашёни дастлабки тайёрлаш уни кейинги босқичларда ишлатиш учун керакли йирикликкача майдалашдир. Калийли маъданни флотация усулида бойитишга тайёрлаш учун: маъдан ўрта вамайда йирикликкача бўлакларга бўлинади, майдаланади, тупроқ диспергацияланади,

шламсизлантирилади. Галургия усулида ишлаш учун эса хом-ашё фақат ўрта вамайда заррачаларга майдаланади.

Маъданни флотация усули билан қайта ишланганда, керакли минералнинг юзасини максимал очган ҳолда катталиги 0,1 мм гача бўлган майда туз ва тупроқли шлам минимал миқдорда бўлиши шарт.

KCl ни галургия усули билан ишлаб чиқарганда майдалаш маҳсулоти таркибида 5 мм дан йирик заррачаларнинг миқдори минимал бўлиши шарт. Лекин, маъданни ўта майдалаш ҳам зарар, чунки суспензия таркибида тупроқли ва тузли шламни миқдори ошади.

Майдалаш элаш билан биргаликда-майдалаш **босқичи ҳисобланади**, бир неча босқич йиғиндиси-**майдалаш схемаси дейилади**. Майдалаш босқичлар сонига маъданнинг бошланғич ва керакли бўлган йириклиги таъсир этади. Калийли маъданни портлаш усули билан ишлаб чиқишда бўлакларнинг йириклиги 300...400 мм ни ташкил этади, комбайн усулида эса-100...150 мм.

Флотацион бойитишдан олдин стерженли тегирмонга узатиладиган бўлакланган маъданнинг йириклиги 10...15 мм бўлади. Эритишдан олдин маъдан бўлаклари 5...7 мм гача майдаланади. Дастлабки хом–ашёдаги маъдан бўлаклари ва майдаланган маҳсулот заррачалар ўлчамига қараб *i* майдалаш даражаси 20...80 оралиқда тебранади.

Конда катта бўлакли калий маъданларини (*i* =1,5...2) майда бўлаклашни таъминловчи тегирмон ва кистиргичли конвейер, битта горизонтал тишли майдалагичлар қўлланилади.

Бу майдалагичлар йирик бўлакларни 5 мм гача майдалайди. Ўта майда ва ўрта майдалаш учун роторли ва болғали бўлаклагичлар қўлланилади. Ушбу бўлаклагич конструкцияси §9.4 да келтирилган.

3.8. Калийли маъданларини флотация усулида бойитишнинг чет элдаги корхоналари

Одатда,АҚШ нинг калийли корхоналари комбинацияланган схемадан фойдаланади. Асосий усул - бу флотацион усулдир. Галургия усули комбинацияланган схемани тўлдириб туради вау *KCl* ажратиб олишни оширади ва сифатини оширишга олиб келади (сильвинит маъданларининг таркиби §2.1 да келтирилган).

Калий заводлари умумий схемага эга: маъданни бўлаклаш ва майдалаш;1,7...3 мм катталиккача ёпик циклда нам усулда майдалаш; маъданни механик шламсизлантириш ва қолдиқ лойсимон шламларни реагентлар билан депрессиялаш: сильвинни флотациялаш; сувсизлантириш; қуритиш ва концентратни грануллаш;майда фракция ва шламларни галургик усулда қайта ишлаш,ҳамда флотация чиқиндиларидан *KCl* ни ишқорлаб ажратиб олиш.

Заводдан чиқаётган тайёр маҳсулот 85% ни ташкил этади ва у 1...3 мм ли заррачалардан иборат бўлиб таркибида 95% *KCl* бўлади. Кичик заррачали *KCl* қолдиқлари 1,5...6%, йирик заррачалар эса 4...4,2% ни ташкил этади.

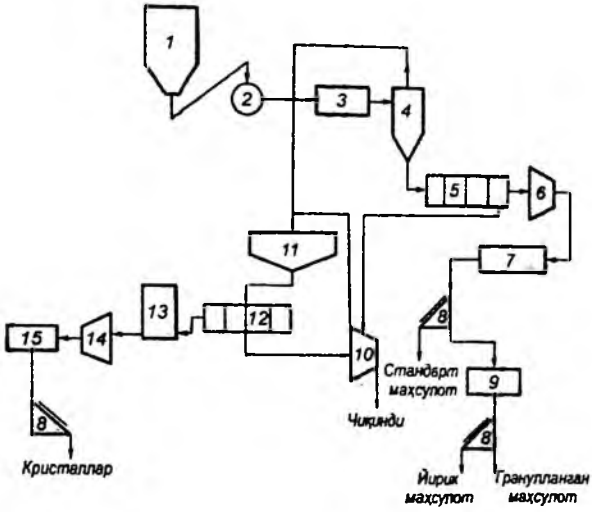
Реагентлар сифатида C_{16}–C_{18} аминлар ишлатилади, қарағай мойи, крахмал, полисахарид - моногалактан ва бошқалар хизмат қилади.

Канада. Канада заводлари 4 хил маҳсулот ишлаб чиқаради: стандарт *KCl* нинг йириклилиги -1.2...+0,2 мм ли; катта донадор, заррача ўлчамлари-2,4...+0,6 мм ли; грануллланган -3,3...+0,8мм ли; таркибида 60% K_2O мавжуд кристалл шаклидаги *KCl*.

Технологик жараёнларнинг кетма-кетлиги. Кам миқдорда шлам ва карналлит сақлаган маъдан +10 мм ли катталикда бўлаклашга берилади. 10 мм дан катта маъдан фракциясини қайтадан бўлаклашга юборилади. 10 мм дан кичик фракцияни элакдан тушган маҳсулотни нам классификациялашга узатилади. Элакдан ўтган маҳсулот шламниэзишга берилади ва ёйли элакда иккита фракцияга ажратилади: йирик фракция - реагент билан қайта ишловга берилади ва майда фракция 2 босқичли шламсизлантиришдан кейин реагент билан кондиционерлаш жараёнига узатилади. Йирик ва майда фракцияларни флотациялаш биргаликда олиб борилади. Сувсизлантиришдан кейинги чиқиндилар ташлаб юборилади. Концентрат классификацияланади, яъни йирик фракциялар тайёр маҳсулот сифатида ажратиб олинади, майда фракция флотацияга юборилади. Тозалаш чиқиндилари гидроциклонларда классификацияланади ва оқавалари флотацияланади. Кўпикли маҳсулот галургик қайта ишлаш циклига берилади, чиқиндиси ташлашдан олдин куюлтирилади ва сувсизлантирилади. Концентрат центрифугадан кейин сувсизлантирилади. барабанли куриткичда қуритилади ва 3 та синфга ажратилади: йирик, стандарт

вамайда. Майда фракция пресслашга узатилади. Майда дисперс флотоконцентрат ва циклон чанги галургик усулда қайта ишлашга, эриш ва вакуум-кристаллашга жўнатилади. Ўғитларнинг 80% ини йирик заррачали ва гранулланган маҳсулот сифатида ишлаб чиқарилади.

Англия корхонасидаги комбинацияланган технологик схема 3.14-расмда келтирилган. Галургик қайта ишлашга гидросепараторлар қуми (сильвинит) берилади. Улар олдиндан шламли флотация йўли билан лойли минераллардан ажратилади. Технологик схема учун ҳамма маҳсулотлар (шлам, концентрат ва бошқалар) ни сувсизлантириш ва бойитиш мақсадида центрифугадан фойдаланиш характерлидир. 3-11 жадвалда чет эл калий маъданларини флотацион бойитиш технологик схемаларининг асосий характеристикаси берилган. АҚШ, Канада ва бошқа давлатлардаги флотацион фабрикалар технологик схемаларини таҳлил қилиш бу схемаларнинг ўзига хослигини аниқлаш имконини беради:



3.14-расм. "Кливленд поташ" корхонаси технологик схемаси (Англия):

1 – маъдан омбори ; 2 – бўлаклагич; 3 – стерженли тегирмон;
4– шламсизлантириш; 5-KCl флотацияси; 6-концентрат центрифугаси;
7 – қуритқич; 8 – гребраткич; 9 – пресс; 10 – шлам ва чиқиндилар центрифугаси;
11–шламни қуюлтириш; 12 -шламни флотациялаш; 13-кристаллизатор;
14-кристалларни центрифугалаш.

– Канада ва АҚШ да жували ва болғали бўлаклагичларни ишлатиб маъданни 3 мм гача қурук бўлаклаб, оптимал гранулометрик таркибдаги маҳсулот олинади;

– 0,1 мм ўлчамдаги шлам маҳсулотларни ажратиб, маъданни эзиш ва шламсизлантириш, э.к.ни юқори даражада ажратиш (85…90% гача);

– АҚШ ва Канададаги барча фабрикаларида йирик заррачали сильвинитни флотациялашда товар маҳсулот чиқиш даражаси юқори (50% гача);

– фракция чангларини селектив галургик қайта ишлаш маҳсулот чиқишини 3…4% га оширади;

–йирик фракциядан галитни ишқорлаб ювиб олинган концентрат ва ярим маҳсулотларни классификациялаш;

–флотацион циклдан чиқувчи майда дисперс*KCl* ни эритиб ростланувчи вакуум-кристаллашни қўллаб қайта ишлаш;

–кўпгина заводлардаги чиқинди ва шламлардан *KCl* ни ажратиб олиш жараёнларининг мавжудлиги;

– фақат майда дисперс концентратларни пресслаш,бу заводдаги ҳамма маҳсулотнинг 15…30% ни гранулланган ҳолда ишлаб чиқаришга олиб келади;

– калий ўғитларининг кенг ассортименти.

4 – боб

◉

КАЛИЙЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИДА ТАЙЁРГАРЛИК ВА ЁРДАМЧИ ЖАРАЁНЛАР

Таркибида калий бўлган хом ашёни калий тузига қайта ишлаш турли технологик схема бўйича амалга оширилади. Ушбу схемалар қуйидаги усулларга асосланган:

1. Қайта ишлов берилаётган маъданни эриши ва уни таркибидаги тузларни алохида-алохида кристаллаб ажратиш **кимёвий ёки галургик усул** деб номланади.
2. Калий маъданини флотацион бойитиш усули ғоят оддий бўлиб калий хлорид ва натрий хлоридларнинг турлича гидрофобланишига асосланган. Шунинг учун маъданни қайта ишлаш юқори температурада эмас, нормал температурада амалга оширилади.

Сильвинитларни галургик усул билан қайта ишлаш СКМБ (Соликамск калий маъдани бошқармаси) ва БКМБ (Березники калий маъдани бошқармаси) да олиб борилмоқда. Бошқа колган корхоналар, «Уралкалий» ва «Беларускалий» ИЧБда флотацион усули билан қайта ишлайди. Маъданни флотацион усули билан бойитиш хорижнинг кўпгина калий корхоналари (АҚШ, Канада, Германия ва бошқалар) да ҳам жорий килинган.

Калий маъданини бойитиш жараёни кетма-кет босқичларда олиб борилади, яъни **тайёргарлик, асосий ва ёрдамчи босқичлардир.**

Тайёргарлик босқичи: бўлиш, майдалаш, элаш ва фракцияларга ажратиш. Ушбу жараёнлар натижасида минералларни очишга эришилади, яъни фойдали минералларнинг бўш (фойдасиз) жинслар билан табиий жипслашишини бузилиши ёки айрим фойдали минералларнинг бошқалар билан ўзаро жипслашишларини бузилиши содир бўлади ва турли минералогик таркибий заррачаларининг механик аралашмаси ҳосил бўлиши юз беради.

Қайта ишлашнинг галургик усулида тайёргарлик босқичларидан бири маъданни қулай майдалигини,уни иссиқ шелокда эрувчанлик тезлигини ва эриш даражасини ошириш учун зарур бўлган ўлчамдаги катталигини таъминлаши керак.

Тайёргарлик босқичининг вазифаси – калий хом-ашёсини унга ишлов бериш жараёни учун зарур бўлган ўлчамдаги катталиккача етказишдир.

Асосий босқичга маъдан заррачалари ёки суспензиясини ажратиш босқичи киради, бунда фойдали минераллар концентратга, фойдасизи эса – чиқиндиларга ажратилади.

Ёрдамчи босқичларга қайта ишлаш маҳсулотларини намлигини унга қўйилган талаб даражасига етказиш учун: қуюклаштириш, фильтрлаш ва қуритиш йўли билан сувсизлантириш жараёнлари киради. Тайёр маҳсулотни донадорлаш усули билан йириклаштирилади.

Калий маъданларини флотацион бойитишга тайёрлаш қуйидаги босқичларни ўз ичига олади: ўрта ва майда бўлиш, майдалаш, ишқалаб тозалаш (лойларни диспергацияси) ва шламсизлантириш. Калий маъданларини галургик қайта ишлашга тайёргарлик фақат ўрта ва майда бўлакларга бўлишдан иборат.

Калийли маъданлар технологиясидаги тайёргарлик босқичларининг вазифаларидан бири – минимал шлам ҳосил қилган ҳолда маъданни тўлиқ очиш. Маъданни очиш даражаси бир томондан жинснинг табиий тузилиш – текстура хусусияти ва минералогик таркиби ва бошқа томондан майдалаш схемаси ва режими билан аниқланади.

Ўсимта кристалларни уланиш юзаси бўйича бузиш дағал майдалашда яхшироқ очилишини таъминлайди. Калий маъданларини майдалашда маълум принципга риоя қилиш керак – «ҳеч нарсани ортиқча майдаламаслик», яъни майдалаш операциясидан очилган материални олдиндан элаб олиш йўли билан жараёндан чиқариш. Маъданни жуда майдалаш анчагина юпқа тузли ва лой заррачалар миқдорини ҳосил бўлишига олиб келади, бу эса флотацион жараённинг селективлигини, минерал ўғитлар фойдали минералларни чиқариб олиш даражасини ва маҳсулот сифатини пасайтиради. Шунинг учун чиқиндиларни чиқариб ташлаш калий маъданларини қайта ишлашни замонавий технологияларида катта аҳамиятга эга.

Флотацион усулда қайта ишлашда материалга бўлган талаб фойдали минералларни максимал очган ҳолда юпқа қатламли (<0,1 мм) туз заррачаларнинг ва лой-тупроқ шламларнинг минимал миқдорида бўлишидир.

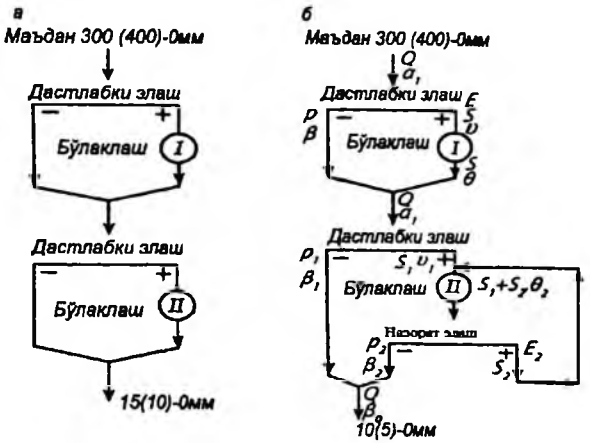
Калийни галургик усулида олишда майдаланган махсулот 5 мм дан йирикрок доналарнинг минимал миқдорига эга бўлиши керак, чунки йирик маъдандан сильвинни юкори миқдорда ажратиб олиниши тўлиқ бўлмайди, бу эса унинг галит чикиндилари билан йўколишига олиб келади. Маъданни жуда майдалаб бўлмайди, чунки унда эритмада лой ва тузли чикиндилар кўпайиб кетади.

4.1. Калий маъданларини бўлаклаш

Бўлаклаш калий маъданини галургик усулда эритишга ва кейинчалик яна майдалаб флотацион усулда калий ўғитларини ишлаб чикариш максадида кўлланилади. Бўлаклаш схемасига дастлабки ва назоратли ғалвирлаш жараёнлари киритилади. Ғалвирлаш (тўр ёрдамида фракцияларга ажратиш) – сочилувчан материалларни (тўр) ғалвир оркали ўтказиб, катталиги бўйича фракцияларга ажратиш жараёнидир. Ғалвирлангандан сўнг, колган материал – **панжара усти махсулоти** деб номланади. Ғалвир тешикларидан тушган махсулот – **панжара ости махсулоти** деб аталади.

Бўлаклаш ва элаш жараёнлари бўлаклаш боскичини ташкил этади: бир нечта боскичлар **йиғиндиси – бўлаклаш схемасидир.**

Бўлаклаш боскичининг сони дастлабки материалнинг бошланғич ва охирги йириклигига қараб аникланади. Бурғулаш-портлатиш усулида калий маъданларини олишда, унинг бўлаклари – 300...400 мм га, комбайнда эса – 100...150 мм га этади. Тегирмонга келиб тушаётган маъдан бўлакларининг йириклиги 10...15 мм. Флотацияга келаётган маъданнинг катталиги 0...1,5 мм, галургик усулида эритишдан олдинги маъдан 5-7 мм ли заррачаларга майдаланади.



4.1- расм. Калий маъданини бўлаклаш схемаси:
а) очик цикл билан икки боскичли; б) иккинчи боскичда берк цикл билан икки боскичли

Майдалаш даражаси *i*берилган дастлабки маъдандаги ва майдаланган махсулотда максимал бўлаклар катталиклари асосида қуйидаги оралиқда ўзгаради:

$$i_{min} = \frac{D_{min}}{d_{max}} = \frac{300}{15} = 20 \qquad i_{max} = \frac{D_{max}}{d_{min}} = \frac{400}{5} = 80 \qquad (4.1)$$

бу ерда D ва d – дастлабки маъдан ва майдаланган махсулотдаги бўлаклар катталиги, мм.

Майдалашнинг умумий даражаси алохида боскичларда майдалаш даражалари кўпайтмасига тенг. Калий маъданини майдалаш учун конда факат йирик бўлакларни (i =1,5...2) майдалайдиган тиш-жували майдалагичлар кўлланилади. Ўрта ва майда майдалаш учун (5 мм гача) ротор майдалагичлар кўлланилади: акс эттирувчи (ротор нобиль) ва майдалаш даражаси i = 10...40 га эга бўлган болғали майдалаш кўлланилади. 4...5 мм гачамайдалаш учун i = 4...10 даражага эгажували майдалагич кўлланилади. Бундай майдалагичлар ишлаб чикариш самарадорлиги катта бўлмаган корхоналарда кўлланилади. Шундай килиб, икки боскичли схема (4.1-расм) да биринчи боскич

4 – боб

КАЛИЙЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИДА ТАЙЁРГАРЛИК ВА ЁРДАМЧИ ЖАРАЁНЛАР

Таркибида калий бўлган хом ашёни калий тузига қайта ишлаш турли технологик схема бўйича амалга оширилади. Ушбу схемалар қуйидаги усулларга асосланган:

1. Қайта ишлов берилаётган маъданни эриши ва уни таркибидаги тузларни алоҳида-алоҳида кристаллаб ажратиш **кимёвий ёки галургик усул** деб номланади.
2. Калий маъданини флотацион бойитиш усули ғоят оддий бўлиб калий хлорид ва натрий хлоридларнинг турлича гидрофобланишига асосланган. Шунинг учун маъданни қайта ишлаш юқори температурада эмас, нормал температурада амалга оширилади.

Сильвинитларни галургик усул билан қайта ишлаш СКМБ (Соликамск калий маъдани бошқармаси) ва БКМБ (Березники калий маъдани бошқармаси) да олиб борилмоқда. Бошқа қолган корхоналар, «Уралкалий» ва «Беларускалий» ИЧБда флотацион усули билан қайта ишлайди. Маъданни флотацион усули билан бойитиш хорижнинг кўпгина калий корхоналари (АҚШ, Канада, Германия ва бошқалар) да ҳам жорий қилинган.

Калий маъданини бойитиш жараёни кетма-кет боскичларда олиб борилади, яъни **тайёргарлик, асосий ва ёрдамчи боскичлардир.**

Тайёргарлик боскичи: бўлиш, майдалаш, элаш ва фракцияларга ажратиш. Ушбу жараёнлар натижасида минералларни очишга эришилади, яъни фойдали минералларнинг бўш (фойдасиз) жинслар билан табиий жипслашишини бузилиши ёки айрим фойдали минералларнинг бошқалар билан ўзаро жипслашишларини бузилиши содир бўлади ва турли минералогик таркибий заррачаларининг механик аралашмаси ҳосил бўлиши юз беради.

Қайта ишлашнинг галургик усулида тайёргарлик боскичларидан бири маъданни қулай майдалигини,уни иссиқ шелокда эрувчанлик тезлигини ва эриш даражасини ошириш учун зарур бўлган ўлчамдаги катталигини таъминлаши керак.

Тайёргарлик боскичининг вазифаси – калий хом-ашёсини унга ишлов бериш жараёни учун зарур бўлган ўлчамдаги катталикқача етказишдир.

Асосий боскичга маъдан заррачалари ёки суспензиясини ажратиш боскичи киради. бунда фойдали минераллар концентратга, фойдасизи эса – чиқиндиларга ажратилади.

Ёрдамчи боскичларга қайта ишлаш махсулотларини намлигини унга қўйилган талаб даражасига етказиш учун: қуюклаштириш, фильтрлаш ва қуритиш йўли билан сувсизлантириш жараёнлари киради. Тайёр махсулотни донадорлаш усули билан йириклаштирилади.

Калий маъданларини флотацион бойитишга тайёрлаш қуйидаги боскичларни ўз ичига олади: ўрта ва майда бўлиш, майдалаш, ишқалаб тозалаш (лойларни диспергацияси) ва шламсизлантириш. Калий маъданларини галургик қайта ишлашга тайёргарлик фақат ўрта ва майда бўлакларга бўлишдан иборат.

Калийли маъданлар технологиясидаги тайёргарлик боскичларининг вазифаларидан бири – минимал шлам ҳосил қилган ҳолда маъданни тўлиқ очиш. Маъданни очиш даражаси бир томондан жинснинг табиий тузилиш – текстура хусусияти ва минералогик таркиби ва бошқа томондан майдалаш схемаси ва режими билан аниқланади.

Ўсимта кристалларни уланиш юзаси бўйича бузиш дағал майдалашда яхшироқ очилишини таъминлайди. Калий маъданларини майдалашда маълум принципга риоя қилиш керак – «ҳеч нарсани ортиқча майдаламаслик», яъни майдалаш операциясидан очилган материални олдиндан элаб олиш йўли билан жараёндан чиқариш. Маъданни жуда майдалаш анчагина юпқа тузли ва лой заррачалар миқдорини ҳосил бўлишига олиб келади, бу эса флотацион жараённинг селективлигини, минерал ўғитлар фойдали минералларни чиқариб олиш даражасини ва маҳсулот сифатини пасайтиради. Шунинг учун чиқиндиларни чиқариб ташлаш калий маъданларини қайта ишлашни замонавий технологияларида катта аҳамиятга эга.

Флотацион усулда қайта ишлашда материалга бўлган талаб фойдали минералларни максимал очган ҳолда юпқа қатламли (<0,1 мм) туз заррачаларнинг ва лой-тупроқ шламларнинг минимал миқдорида бўлишидир.

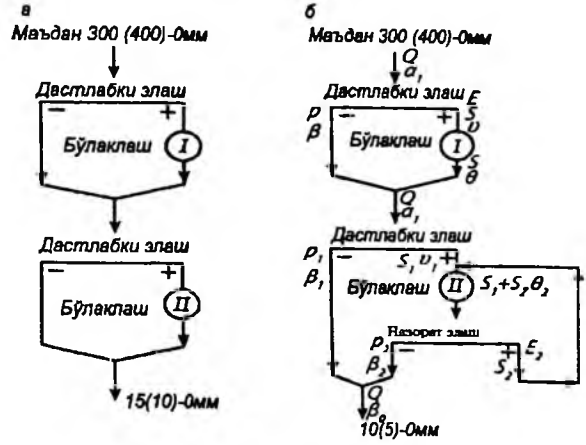
Калийни галургик усулида олишда майдаланган махсулот 5 мм дан йириқроқ доналарнинг минимал миқдорига эга бўлиши керак, чунки йирик маъдандан сильвинни юқори миқдорда ажратиб олиниши тўлиқ бўлмайди, бу эса унинг галит чиқиндилари билан йўқолишига олиб келади. Маъданни жуда майдалаб бўлмайди, чунки унда эритмада лой ва тузли чиқиндилар кўпайиб кетади.

4.1. Калий маъданларини бўлаклаш

Бўлаклаш калий маъданини галургик усулда эритишга ва кейинчалик яна майдалаб флотацион усулда калий ўғитларини ишлаб чиқариш мақсадида қўлланилади. Бўлаклаш схемасига дастлабки ва назоратли ғалвирлаш жараёнлари киритилади. Ғалвирлаш (тўр ёрдамида фракцияларга ажратиш) – сочилувчан материалларни (тўр) ғалвир оркали ўтказиб, катталиги бўйича фракцияларга ажратиш жараёнидир. Ғалвирлангандан сўнг, колган материал – **панжара усти махсулоти** деб номланади. Ғалвир тешикларидан тушган махсулот – **панжара ости махсулоти** деб аталади.

Бўлаклаш ва элаш жараёнлари бўлакдаш босқичини ташкил этади: бир нечта босқичлар йиғиндиси – **бўлаклаш схемасидир.**

Бўлаклаш босқичининг сони дастлабки материалнинг бошланғич ва охирги йириклигига қараб аниқланади. Бурғулаш-портлатиш усулида калий маъданларини олишда, унинг бўлаклари – 300...400 мм га, комбайнда эса – 100...150 мм га этади. Тегирмонга келиб тушаётган маъдан бўлакларининг йириклиги 10...15 мм. Флотацияга келаётган маъданнинг катталиги 0...1,5 мм, галургик усулида эритишдан олдинги маъдан 5-7 мм ли заррачаларга майдаланади.



4.1- расм. Калий маъданини бўлаклаш схемаси:
а) очиқ цикл билан икки босқичли; б) иккинчи босқичда берк цикл билан икки босқичли

Майдалаш даражаси *i*берилган дастлабки маъдандаги ва майдаланган махсулотда максимал бўлаклар катталиклари асосида қуйидаги ораликда ўзгаради:

$$i_{min} = \frac{D_{min}}{d_{max}} = \frac{300}{15} = 20 \qquad i_{max} = \frac{D_{max}}{d_{min}} = \frac{400}{5} = 80 \qquad (4.1)$$

бу ерда D ва d – дастлабки маъдан ва майдаланган махсулотдаги бўлаклар катталиги, мм.

Майдалашнинг умумий даражаси алохида босқичларда майдалаш даражалари кўпайтмасига тенг. Калий маъданини майдалаш учун конда фақат йирик бўлакларни (i=1,5...2) майдалайдиган тиш-жували майдалагичлар қўлланилади. Ўрта ва майда майдалаш учун (5 мм гача) ротор майдалагичлар қўлланилади: акс эттирувчи (ротор нобиль) ва майдалаш даражаси i = 10...40 га эга бўлган болғали майдалаш қўлланилади. 4...5 мм гачамайдалаш учун i = 4...10 даражага эгажували майдалагич қўлланилади. Бундай майдалагичлар ишлаб чиқариш самарадорлиги катта бўлмаган корхоналарда қўлланилади. Шундай қилиб, икки босқичли схема (4.1-расм) да биринчи босқич

майдалаш конда амалга оширилади. Бунда майдалашнинг умумий даражаси $i = 15...80$ таъминланади. Бу калий маъданини бирламчи тайёрлаш учун етарли.

Майдаланган маъданда йирик бўлакларнинг минимал миқдорини олиш учун иккинчи босқичда берк цикл билан икки босқичли майдалаш схемаси қўлланилади (4.1-расм).

Комбайн усули билан калий маъданини олишда ва болғали майдалагичларни қўллаганда охирги (якунловчи) майдалашнинг йириклиги – 10 (05) 0 мм очиқ ёки ёпиқ циклли бир босқичда таъминланиши мумкин. Қазиб олинган маъдан олдиндан элаш жараёнидан ўтади.

Майдалаш схемасини ҳисоблаш учун қуйидаги маълумотлар керак: хом-ашё бўйича корхонанинг самарадорлиги ва унинг гранулометрик таркиби; майдаланган махсулотнинг йириклиги; майдаланган махсулотларнинг босқичлар бўйича гранулометрик таркиби; ҳар бир майдалаш босқичидаги элашнинг самарадорлиги.

Ўхшаш маъданлардан фойдаланилганда хом-ашё ва махсулот гранулометрик таркиби бойитиш корхоналари ишининг ҳақиқий маълумотлари бўйича олинади.

Иккинчи босқичи ёпиқ циклдан иборат икки босқичли майдалаш схемасини ҳисоблаш усули қуйида кўрсатилган. Майдалаш схемасини ҳисоблашдан мақсад – элак, майдалагич, конвейер, таъминловчи ва бошқа асосий ва ёрдамчи асбоб-ускуналарни танлаш учун дастлабки маълумотларни олишдир.

Схемани технологик ҳисоблашда ҳар бир махсулотни вақт бирлигидаги оғирлиги ёки чиқиши аниқланади, чунки технологик жараён узлуксиз ва майдалаш махсулотлари йириклиги тавсифий миқдори ўзгармас бўлиши керак.

Элашнинг ҳисобланган йириклиқдаги синфи бўйича самарадорлиги Е панжара ости махсулотига майда синфни ўтиш даражасидан $\varepsilon_{(-)}$ ва йирик синфни ўтиш даражаси $\varepsilon_{(+)}$ ўртасидаги фаркка тенг.

$$E = \varepsilon_{(-)} - \varepsilon_{(+)} \tag{4.2}$$

Майда фракция бўйича панжара остига ўтиш даражасини ҳисоби унинг панжара ости махсулоти таркибидаги вақт бирлигидаги оғирлигининг дастлабки махсулот таркибидаги вақт бирлигидаги оғирлиги нисбатига тенг:

$$\varepsilon_{(-)} = \frac{P \cdot \beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100\% \tag{4.3}$$

бу ерда P – элакнинг панжара ости махсулоти бўйича ишлаб чиқариш унумдорлиги, т/с; β– панжара ости махсулотидаги ҳисобланган майда синф миқдори, %; Q – элакнинг дастлабки махсулот бўйича унумдорлиги, т/с; α – ўша синфнинг дастлабки махсулотдаги миқдори, %.

Ҳисобланган йирик фракциянинг панжара ости махсулотга ўтиш даражаси:

$$\varepsilon_{(+)} = \frac{P \cdot (100 - \beta)}{Q \cdot (100 - \alpha)} \cdot 100\% \tag{4.4}$$

Ғалвирлашнинг самарадорлиги E(%):

$$E = \varepsilon_{(-)} - \varepsilon_{(+)} = \frac{P \cdot (\beta - \alpha)}{Q \cdot \alpha (100 - \alpha)} \cdot 10000 \tag{4.5}$$

бу ерда $(P/Q) \cdot 100$ нисбат панжара ости махсулотининг чиқишини ифодалайди:

$$E = \gamma \cdot \frac{\beta - \alpha}{\alpha \cdot (100 - \alpha)} \cdot 10^2 \tag{4.6}$$

бу ерда γ – панжара ости махсулотининг чиқиши, %.

Тебранма элаклар учун элаш самарадорлиги 65 дан 85% гача ўзгариб туради.

Панжара ости махсулотини чиқиши моддий баланс тенглама бўйича аниқланади:

$$\gamma = \frac{\alpha - \upsilon}{\beta - \upsilon} \cdot 100\% \qquad (4.7)$$

Формула (4.7) элаш маҳсулотларини чиқимини, бунда дастлабки маъдан α, панжара усти ва панжара ости β маҳсулотини элак таҳлил натижаларига асосан аниқлаш имконини беради.

Маъданни майдалашнинг икки босқичли схемасининг тахминий ҳисоби (4.1-расмга қаранг).

Дастлабки маълумотлар: маъдан бўйича битта линияънинг ишлаб чиқариш унумдорлиги Q (т/с); дастлабки маъданнинг йириклиги 300-0 мм, унда 10 мм, α, %; ҳисобланаётган катталикдаги майда синфининг биринчи босқич панжара ости маҳсулоти таркибидаги миқдори, β, %; биринчи босқичдаги элакнинг самарадорлиги E, %; биринчи босқичда майдаланган маҳсулотлари ҳисобланаётган майда синфининг миқдори θ, %; иккинчи босқичдаги дастлабки элакнинг самарадорлиги E_1, %; иккинчи босқичдаги назорат элагининг самарадорлиги E_2, %; иккинчи босқичдаги панжара ости маҳсулотидаги ҳисобланаётган майда синфи миқдори, $\beta_0 = \beta_1 = \beta_2$, %; иккинчи босқичда майдаланган маҳсулотдаги ҳисобланаётган майда синфининг миқдори, θ_2,%.

Майдалашнинг биринчи босқичи. (3.4) тенгламадан панжара ости маҳсулоти P (т/с) бўйича элакнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги аниқланади

$$P = E \cdot Q \cdot \frac{\alpha \cdot (100 - \alpha)}{\beta - \alpha} \cdot 10^{-4} \qquad (4.8)$$

Унда панжара усти маҳсулоти S (т/с) бўйича элакнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги

$$S = Q - P \qquad (4.9)$$

Панжара усти маҳсулотидаги майда синфнинг (%) миқдори қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\upsilon = \frac{Q \cdot \alpha - P \cdot \beta}{S} \qquad (4.10)$$

Иккинчи босқичда ҳосил бўлган майда фракциянинг умумий миқдори (%) қуйидагича топилади.

$$\alpha_1 = \frac{P \cdot \beta + S \cdot \Theta}{Q} \qquad (4.11)$$

Бу маҳсулотнинг тахминий донадорлик таркиби (Старобин кони мисолида):

Ўлчам, мм	+5	+25	+1,0	+5	+3	+0,8	+0,5	+0,25	-0,25
Чиқим, %	13,3	8,4	23,8	10,0	8,7	7,0	11,3	8,8	12,8

Майдалашнинг иккинчи босқичи:

Иккинчи босқич таъминотда 10,0 мм дан кичик синф миқдори умумий оғирликнинг катта миқдори(α_1 = 65,5%) ни ташкил этади. Майдалаш схемасига дастлабки элаш жараёнини киритиш мақсадга мувофиқ бўлади. P_1, S_1, υ_1 ҳисоби айнан биринчи босқичда ўтказилади.

Майдалашнинг берк цикли майда синф моддий баланси тенгламалари ва назоратли элаш операцияси самарадорлиги бўйича ҳисобланади. Майда синф баланси:

$$(S_1 + S_2) \cdot \theta_2 = P_2 \cdot \beta_2 + S_2 \cdot \upsilon_2 \qquad (4.12)$$

ёки $P_2 = S_1$ ни ҳисобга олиб,

$$(S_1 + S_2) \cdot \theta_2 = S_1 \cdot \beta_2 + S_2 \cdot \upsilon_2 \qquad (4.13)$$

Назоратли элаш босқичининг самарадорлиги

$$E_2 = \frac{S_1}{S_1 + S_2} \cdot \frac{\beta_2 \theta_2}{\theta_2 \cdot (100 \cdot \theta_2)} \cdot 10^4 \qquad (4.14)$$

Бунда айланма кучланиш S_2 (т/с) қуйидагига тенг:

$$S_2 = S_1 \cdot \left[\frac{(\beta_2 \cdot \theta_2) \cdot 10^4}{E \cdot \theta_2 \cdot (100 - \theta_2)} - 1 \right] \qquad (4.15)$$

Шундай қилиб, иккинчи босқич майдалагичига $(S_1 + S_2)$ т/с маъдан келади. Майдалангандан сўнг хом-ашё назорат элагидан утказилади. Назорат элагининг панжара усти махсулотидаги майда синф миқдори υ_2 (3.5) тенглама бўйича топилади. Агар назорат элаги панжара усти махсулотидаги майда синф миқдори υ_2 маълум бўлса, айланма кучланишни S_2 (т/с) қуйидаги формула бўйича хисобланади:

$$S_2 = S_1 \cdot \frac{\beta_2 - \theta_2}{\theta_2 - \upsilon_2} \qquad (4.16)$$

Технологик мўлжалланиши бўйича барча минерал хом-ашёларни бузиш учун қўлланиладиган машиналар икки асосий гуруҳларга бўлинади: майдалагич ва тегирмонлар.

Бўлакларга бўлиш деб барча махсулоти 5 мм дан каттароқ, **майдалаш** деб эса 5 мм дан кичикроқ махсулот хосил қиладиган жараёнларга айтилади.

Калий маъданларини бўлаклаш учун ротор бўлаклагичлар, иккинчи босқичда эса болғали майдалагичлар кенг қўлланилади.

Болғали майдалагичларда маъдан ичидан қопламали қобиқ билан химояланган ишчи бўшлиқда майдаланилади. Майдалагичнинг горизонтал валида ошиқ-мошиқ каби болғалар маҳкамланган бир қатор дисклар жойлаштирилган. Ўқ айланганда болғалар марказдан қочма кучлар таъсири остида 25...55 м/с. айланма тезлик билан айланиб, радиал йўналишни олади. Материал маъдан бўлакларига урилаётган болғалар билан майдаланади ва бронплиднишчеа уни улоқтиради, у ерда иккиламчи майдаланиш юз беради. Майдаланган махсулот тешиклар орқали ғилдиракли панжарага тўкилади.

Роторли бўлаклагичларнинг Q (т/с) ишлаб чиқариш унумдорлиги қуйидаги формула бўйича хисобланади:

$$Q = \frac{K_p \cdot N}{3{,}65[\lg(100/R_1) - \lg(100/R_0)]} \qquad (4.17)$$

бу ерда K_p – майдалаш кобилияти коэффициенти (1,0...1,7); N – электр юритгичнинг қуввати, кВт; ротор узунлиги, м; R_0, R_1 – дастлабки маъдан ва майдаланган махсулотларни мос равишда 5 мм ли элакдан ўтказгандаги қолдиқ, %.

Электр юритгичнинг ҳисобланган қуввати N(кВт)

$$N = 0{,}15 \cdot D^2 \cdot L \cdot n \qquad (4.18)$$

бу ерда D – ротор диаметри, м; L – ротор узунлиги, м; n – роторнинг айланиш частотаси, айл./мин.

4.2. Флотацион бойитишдан аввал калий маъданларини майдалаш ва классификациялаш

Флотация усулида бойитиш амалиётида фақат стерженли барабан тегирмонлар қўлланилади, уларда майдаловчи жисмлар сифатида 90...120 мм диаметрли цилиндр стерженлар ишлатилади. Стерженли тегирмон, ҳажмини 35...40% стержен билан тўлдирилган барабан бўлиб, копқоқлар билан ёпилган, марказида ярим цапфалар мавжуд. Бундай тегирмоннинг стержен билан массаси – 50...70 т. МДҲ давлатларидаги флотация калий фабрикасида 3200 мм диаметрли, 4500 мм узунликдаги стерженли тегирмонлар ўрнатилган, келажакда ундан ҳам катта тегирмонлар ўрнатилиши белгиланган.

Майдалаш схемаси ва режими. Стерженли тегирмонлар очиқ ва берк цикларда ишлайди. Очиқ циклда майдаланган материал тегирмондан ўтади ва маҳсулот тўпланади. Очиқ циклда йирик маҳсулот 5(3) – 0 мм оралиғида олинади. Майдарок майдалаш учун берк схема қўлланилади: стерженли тегирмонда майдаланган материал назорат элагига келади, у ерда эланади. Панжара ости маҳсулоти тайёр ҳисобланади, панжара устидаги маҳсулот яна майдалаш учун тегирмонга қайтарилади. Калий маъданларининг бундай схема бўйича майдаланиши, уларнинг тегирмон орқали кўп марталаб ўтиши орқали амалга ошади. Бунда жуда майдаланиб кетиш ва шлам ҳосил бўлиш минимал даражада, чунки майдаланган материал тўхтовсиз чиқариб турилади.Назорат элаги сифатида ёйсимон элаклар ва гидроциклонлар қўлланилади.

Аниқланган панжара усти маҳсулоти миқдори **айланиш юкланиши** деб аталади. Айланиш юкланиши S/Q нисбий катталиги фоизларда ифодаланади. Калий маъданларини майдалаш схемаси дастлабки фракциялаш ва назоратли фракциялаш билан берк циклда майдалаш операциясини ўз ичига олган икки босқичли майдалашдан иборатдир (4.1-расм). Майдалашнинг берк циклида панжара ости маҳсулоти бўйича ишлаб чиқариш унумдорлиги тегирмонга келаётган бирламчи материал бўйича ишлаб чиқариш унумдорлигига тенг. Амалиёт шуни кўрсатадики, майдалашнинг доимий йириклигида тегирмоннинг ишлаб чиқариш унумдорлиги қабул қилинган айланма юкланиш катталигига боғлиқ бўлиб, унинг маълум қийматига дастлабки таъминот ёки тайёр синф бўйича максимал ишлаб чиқариш мос келади.

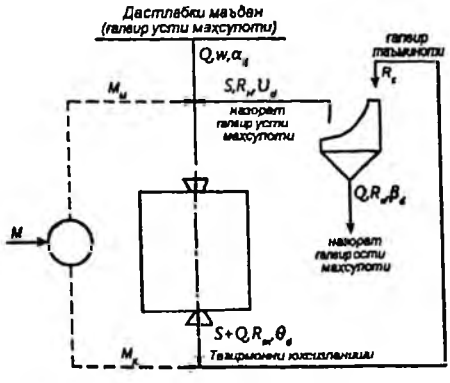
Тегирмоннинг асосий миқдорий технологик омили – бу дастлабки таъминот ёки ҳисобланган сарфи $q_д$ (т/м^3·с) бўйича солиштирма ишлаб чиқариш унумдорлигидир.

$$q = \frac{Q}{V} \quad (4.19) \qquad \text{ёки} \qquad q_д = \frac{Q}{V} \cdot \frac{\beta_д - \alpha_д}{100} = q \cdot \frac{\beta_д - \alpha_д}{100} \quad (4.20)$$

бу ерда V – тегирмон ҳажми, м^3; $\beta_д$, $\alpha_д$ – тайёр ва дастлабки маҳсулотдаги майда фракция миқдори (<d), %.

Калий маъданларини майдалаш амалиётида тайёр маҳсулотнинг йириклиги йирик донали флотация учун 3…0 мм ва майда донали флотация учун 0,8…0 мм қабул қилинган.

Берк циклли майдалашнинг технологик ҳисоби. Ҳўл майдалашда маъдан билан бирга тегирмонга маъдан таркибига киритувчи тўйинган тузлар эритмасидан иборат бўлган (шелок) эритма берилади. Флотацион бойитиш жараёни тузли суспензияда содир бўлади. Суспензиядаги қаттиқ ва суюқ фаза миқдорини маҳсулот намлиги ω (%), қаттиқ фазанинг суюқ (эритма) фаза миқдорига нисбати ($К$:$С$), суспензиянинг суюлтирилиши даражаси ($С$:$К$), суспензиянинг ҳажмий оғирлик улуши (т/м^3) билан ифодалаш мумкин.



4.2-расм. Майдалаш циклида маҳсулотларни тақсимлаш схемаси.

Калий тузларини қайта ишлаш технологиясида фильтрлашдан сўнг дастлабки маъдан ва бойитиш маҳсулотлари намлик билан характерланади, бошқа маҳсулотлар эса – суюлтирилиш даражаси билан ($С$:$К$ нисбат билан) характерланади.

Майдалашнинг қулай режими берк циклда оптимал айланма юкланишда тегирмон ва классификаторга берилаётган суспензиянинг муайян суюлтирилишида эришиш мумкин.

Калий маъданларда намлик миқдори 1,0% дан ошмайди, шунинг учун муҳандис ҳисоб-китобларида у одатда, ҳисобга олинмайди. Суюқ фазанинг буғланиши ҳам қайта ишлашда ҳисобга олинмайди.

Майдалаш циклига берилаётган маҳсулотларни керакли суюлтириш даражасини олиш учун эритма сарфини ҳисоблаймиз.

Бунинг учун майдалаш цикли бўйича суспензиянинг умумий баланси тузилади (4.2-расм)

$$M = M_к + M_м + \frac{Q}{\delta} = \frac{Q}{\delta} + \frac{Q \cdot R_п}{\rho} \quad (4.21)$$

бу ерда M – майдалаш циклидаги эритманинг умумий сарфи, м^3/с; $M_к$ – классификаторга узатилаётган эритманинг сарфи, м^3/с; $M_м$– тегирмонга берилаётган эритманинг сарфи,м^3/с; $R_п$– панжара ости маҳсулотининг суюлтириш даражаси; ρ – эритманинг солиштирма оғирлиги, т/м^3.

Эритманинг умумий сарфи:

$$M = \frac{Q \cdot R_{n.o}}{\rho} \tag{4.22}$$

Тегирмонга келиб тушаётган эритма айланма юкланишни ҳисобга олган ҳолда тегирмон бўйича суспензия баланси тенгламасидан аниқланади S (т/с);

$$M_{ц} + \frac{Q}{\delta} + \frac{S}{\delta} + \frac{S \cdot R_{n.y.}}{\rho} = \frac{S+Q}{\delta} + \frac{(S+Q) \cdot R_{ц}}{\rho} \tag{4.23}$$

бу ерда $R_{n.y}$ – панжара усти маҳсулотини суюлтириш даражаси; $R_{ц}$– тегирмонни юксизлантиришни суюлтириш даражаси;

$$S = \frac{C}{100} \cdot Q \tag{4.25}$$

бу ерда C – дастлабки маъданга нисбатан айланма юкланиш, %.

$$M_{ц} = \frac{Q}{\rho} \cdot \left[\left(1 + \frac{C}{100} \right) \cdot R_{ц} - \frac{C}{100} \cdot R_{n.y.} \right] \tag{4.26}$$

Элакка берилаётган $M_{э}$ ($м^3$/сутка) эритманинг сарфи элак бўйича суспензия баланси тенгламасидан аниқланади:

$$M_{э} + \frac{S+Q}{\delta} + \frac{(S+Q) \cdot R_{ц}}{\rho} = \frac{S}{\delta} + \frac{S \cdot R_{n.y.}}{\rho} + \frac{Q}{\delta} + \frac{Q \cdot R_{n.o.}}{\rho} \tag{4.27}$$

$$M_{э} = \frac{Q}{\rho} \cdot \left[\frac{C}{100} \cdot R_{n.y.} + R_{n.o.} - \left(1 + \frac{C}{100} \right) \cdot R_{ц} \right] \tag{4.28}$$

Майдалаш циклида айланма юкланишни барча маҳсулотлар суюлтирилишини маълум даражасида назоратли элаш операциясидаги суспензия баланси бўйича ҳисоблаш мумкин, шу жумладан элак $R_{э}$таъминотини қўшиб:

$$\frac{S+Q}{\delta} + \frac{(S+Q) \cdot R_{э}}{\rho} = \frac{S}{\delta} + \frac{S \cdot R_{n.y.}}{\rho} + \frac{Q}{\delta} + \frac{Q \cdot R_{n.o.}}{\rho} \tag{4.29}$$

S/Q аниқлангандан сўнг айланма юкланиш ушбу формуладан аниқланади:

$$C = \frac{S}{Q} \cdot 100 = \frac{R_{n.o.} - R_{э}}{R_{ц} - R_{n.y.}} \cdot 100 \tag{4.30}$$

Айланма юкланишнинг аниқроқ қийматитини майдалаш схемасини ҳисоблашда кўрсатилган йириклидаги ҳисобланган фракция баланси тенгламасидан (3.3) олиш мумкин.

Панжара ости маҳсулотининг чиқиши:

$$\gamma_{n.o.} = \frac{\theta_d - \upsilon_d}{\beta_d - \upsilon_d} \cdot 100\% \tag{4.31}$$

Агар унинг миқдорини (маҳсулот) тегирмон юксизланишида θ_d орқали, классификатор панжара ости маҳсулотини β_d орқали ва панжара устидагини -υ_dорқали белгиласак, айланма юкланиш, панжара ости маҳсулот чиқиминиг дастлабки маҳсулотга (ушбу ҳолда γ_n) нисбатига тенг. Унда

$$C = \frac{\gamma_{п.у.}}{\gamma_{п.о.}} \cdot 100 = \frac{100 - \gamma_{п.о}}{\gamma_{п.о}} \cdot 100 = \frac{\beta_д - \theta_д}{\theta_д - \upsilon_д} \cdot 100\% \qquad (4.32)$$

Майдалаш жараёнини бошқариш учта кириш омилларини (параметрларини) ўзгартириш йўли билан амалга оширилади: маъдан бўйича тегирмоннинг унумдорлиги Q, $M_ш$ тегирмон ва $M_ш$ элакка эритма сарфи. Бунда махсулотларнинг керакли суюлтирилиш даражаси ва оптимал айланма юкланиш таъминланиши керак.

Калий маъданини стерженли тегирмонда 0,8...0 мм гача майдалашда суспензиянинг суюлтирилиши даражаси $R_м$ тахминан 0,7...0,8 ушлаб турилади ва 3...0 мм гача майдалаганда эса $R_м$ = 0,9...1,0. Ёйли элак билан берк циклда стерженли тегирмон билан ёйли элак ишлаганда элак таъминоти суюлтирилиш даражаси (классификаторнинг) $R_к$ = 1,0... 2,0, панжара усти махсулоти $R_{м.т.}$ = 0,4... 0,8. Ёйсимон элак конструкцияси, унинг ишлаш принципи §9.5 да батафсил келтирилган.

4.3. Лой-карбонатли қуйқаларни шламсизлантириш, қуюқлаштириш ва ювиш

Майдаланган маъданларда юпқа дисперсли лой-карбонат шламлар мавжуддир. Бундай шламларни флотацияга йўналтириш флотация жараёнини селективлигини пасайишига олиб келади ва лой-туз суспензияларни сувсизлантиришда сезиларли қийинчиликларга олиб келади .

Бундай қийинчиликлар; сильвин минераллари юзасида шламли парда хосил қилиш, аминларга катта солиштирма юзаликка эга бўлган лой заррачаларининг юкори адсорбцион фаоллиги ва ҳаво пуфакчаларининг блокировка қилинганлиги хисобига юзага келади. Калий маъданида эримайдиган қолдикнинг миқдори 2-3% дан ортиқ бўлганда, флотацион бойитиш схемалари тахминий лой шламларини ажратиш жараёнини ўз ичига олиши керак. Лой минераллари кайта ишлаш технологик схемасига, флотацион доналар (>0.25 мм) йириклигига, депрессор сарфига, майдалаш даражасига, калий концентратлари сифати ва бойитиш махсулотларини сувсизлантириш усулларига таъсир қилади. Йирик донали флотацияда (3...0,8 мм) маъданни астойдил шламсизлантириш ўтказилади.

Лой–карбонат шламларининг флотация жараёнига зарарли таъсирини бартараф қилишнинг бир нечта усуллари маълум: флотация жараёнида карбоксиметилцеллюлоза ва бошқа реагент депрессорлар билан шламларни депрессиялаш; сильвинни флотация қилиш олдидан шламларни флотация қилиб ажратиш; гидравлик шламсизлантириш; гидравлик ва флотацион шламсизлантиришларни комбинацияси, шу жумладан, лой-карбонат минералларни селектив флокуляциялаш; гравитацион ва электромагнит усуллари билан дастлабки бойитиш.

Гидравлик шламсизлантириш майдаланган маъданни лой-карбонат ва тузли минераллар турлича йириклиги хисобига чўкиш тезлиги бўйича таснифланиш принципига асосланган. Заррачалар чўкиш тезлигини гидравлик йириклик деб номланади. Маъданни стерженли тегирмонда ҳўл майдалаш лой-карбонат **минераллари майда синфларга** ўтади 0,07(0,05) ...0 мм.

Таъсир қилиш принципи бўйича барча таснифлаш қурилмалари **гравитацион ажратиш** классификатори ва **марказдан қочма куч** майдонида ажратиш классификаторига бўлинади. Улар йирик (қумли) фракцияни юксизлантириш усуллари билан фарқ қилади. Материалларни гравитацион ажратиш ва қумларни механик юксизлантириш классификаторлари механик (рейка, скребка, спирал, гидросепараторлар ва б.), ўз-ўзидан оқиши билан юксизлантиришни – гидравлик деб аталади. Калий саноатида фақат механик классификаторлар қўлланилади: спирал ва **сидирувчи**, гидросепараторлар. Марказдан қочма классификатор-центрифуга, ўз-ўзидан оқадиган турига – гидроциклонлар киради.

Калий саноатида центрифугалар махсулотларни сувсизлантириш учун, гидроциклонлар эса таснифлаш ва маъданни шламсизлантириш учун кенг фойдаланилади.

Майда заррачаларни ажратиш учун (<70...50 мкм) қуюқлаштиргичлар қўлланилади, унда гидравлик йириклик бўйича заррачаларни ажратиш заррачалар оғирлиги таъсири остида содир бўлади.

Спиралли классификаторлар йирик донали фракцияларни (3...0,8 мм) шламсизлантириш ва ювиш учун қўлланилади. Улар қия ярим цилиндр тоғорадан иборат бўлиб, унда бир ёки иккита айланувчи вал жойлаштирилган. Валга спираллар ўрнатилган. Қурилмага танлаб олинган классификатор талаб қилинган тўкиш(слив) ва қум бўйича ишлаб чиқариш унумдорлигини таъминлаши керак. Берилган ўлчамли спирал классификаторнинг тўкишини оғирлик бўйича

унумдорлиги тўкилган суспензиядаги каттиқ заррачаларнинг йириклиги, зичлиги ва суюқлилик даражасига боғлиқ. Шлам миқдори ўртача бўлган маъданлар учун тўкиш (слив) бўйича унумдорлиги Q_c (т/сутка) ушбу формуладан ҳисобланиши мумкин:

$$Q_c = m \cdot K_\delta \cdot K_\beta \cdot \left(94D^2 + 16D\right) \tag{4.33}$$

бунда m – спирал сони; K_δ –маъданнинг солиштирма оғирлигининг тузатмаси, у 0,65 га тенг; K_β – ажратилган йириклика тузатма (K_β = 2 ажратилган йириклиги – 0,074 мм бўлганда); D – спирал диаметри, м.

Қум бўйича унумдорлиги $Q_қ$ (т/сутка)

$$Q_қ = 135 \cdot m \cdot n \cdot D \cdot \left(\frac{\delta}{2{,}7}\right) \tag{4.34}$$

бунда n – спиралнинг айланиш сони, айл./мин.; δ–маъданнинг ҳажмий оғирлиги, т/м^3.

Катта оқимли флотация фабрикаларда лой-туз суспензияларнинг майда дисперс шламларини (<0,1) ажратиб олишда стандарт катталикдаги (≤18,0 м) гидросепараторларни қўллаш имконияти йўқ. Бундай жараёнларда тасма узатмали 30 м диаметрли цилиндрик радиал қуюқлаштиргичлардан фойдаланилади. Бундай жиҳозлар лой шламларни қуюқлаштиришда ҳам қўлланилади. Суспензиянинг каттиқ ва суюқ фазага ажралиши оғирлик ва чўкиш зонаси каршилик кучи таъсирида юзага келади. Чўкаётган заррачаларнинг тўхташи уларнинг пастки қатламда қуюқлашишга олиб келади, суюқлик эса шламсизлантириш қатламларига сиқиб чиқарилади. Қатламларнинг зичланиши қуюқлашиш давомийлигига боғлиқ бўлиб қуюқлашиш майдонига эса боғлиқ эмас. Қуюқлаштиргичдаги ажралиш тезлигини қатламлар заррачалари катталигини ошириш ҳисобига кўпайтириш мумкин, масалан, коагулянтлар ёрдамида. Бунинг учун, тиндириш жараёнида полиакриламид берилади. Шламсизлантириш жараёнида ажралиш тезлигини суюқлаштириш даражасини ёки ўтириш майдонини кўпайтириш ҳисобига ҳам ошириш мумкин, лекин бунда катта қурилмалар қўллаш керак. Майда дисперсли суспензиялардан лой шламларини ажратиш учун кўтарилаётган оқим тезлиги шлам тезлигидан бир қанча ошиши керак, лекин ўтираётган туз заррачалари тезлигидан кичик бўлиши керак.

Қуюқлаштиргичнинг технологик ҳисоби унинг чўкиш юзасини, қурилма диаметрини, яъни маълум чўкиш тезлигига ва қуюлтирилган маҳсулот ***суюлтирилиш даражасига*** яқин бўлган гранулометрик таркибини, суспензиянинг чўкувчанлигини лаборатория ёки саноат тажриба натижаси бўйича ҳисоблашдан иборат. Калийни бойитиш фабрикаларидаги шламсизлантириш амалий ишларида, кўтарилиш оқими тезлиги 1,5...2,0 м/с бўлиши аниқланган. Бунда чўкаётган лой шламининг йириклиги 0,07(0,05)...0 мм ни ташкил этади.

Шламсизлантириш жараёни **э.қ. ни слив (тўкиш)** суспензиясига ўтиш даражаси $\varepsilon_{э.қ.}$ шламсизлантириш самарадорлиги $E_{э.қ.}$ даражаси бўйича баҳоланади. Э.қ. суспензияга ўтиш даражаси тўкишга кетаётган суспензия таркибидаги э.қ.нинг оғирлигини, дастлабки киритилган хом-ашё таркибидаги э.қ. оғирлик миқдори нисбатига тенг:

$$\varepsilon_{ж} = \frac{\gamma_c \cdot \beta_{ж}}{\alpha_{э.қ}} \tag{4.35}$$

бу ерда γ_c – чиқарилаётган суспензия оғирлиги, %; $\beta_{э.қ}$ ва $\alpha_{э.қ}$ – чиқарилаётган ва дастлабки маҳсулотдаги э.қ. миқдори, %;

$$\gamma_c = \frac{\alpha_{э.қ} - \upsilon_{э.қ}}{\beta_{э.қ} - \upsilon_{э.қ}} \cdot 100\% \tag{4.36}$$

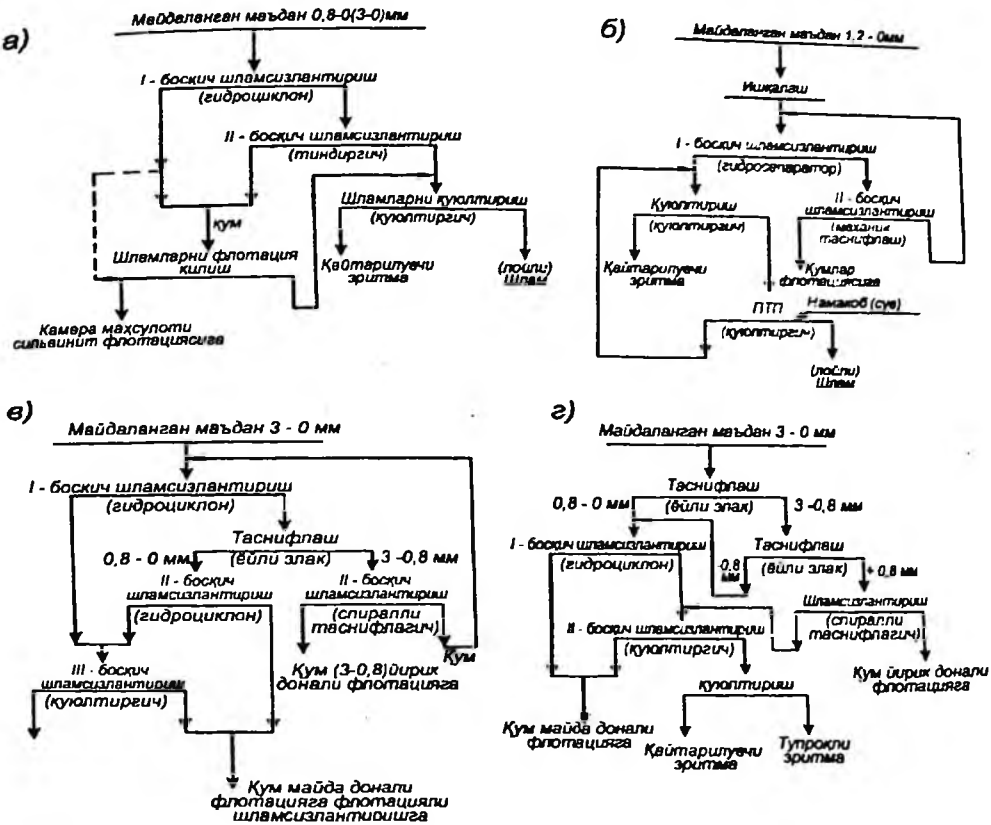
бу ерда $\upsilon_{ж}$ – қумдаги э.қ. миқдори, %.

Шламсизлантириш самарадорлиги чиқарилаётган суспензияга э.қ.нинг ўтиш даражаси ва унинг таркибига тузларни ўтиш даражалари ўртасидаги фарқга тенг:

$$E_{э.қ} = \varepsilon_{э.қ} - \varepsilon_{туз} \qquad \text{ёки} \qquad E_{э.қ} = \frac{\varepsilon_{э.қ} - \gamma_c}{100 - \alpha_{э.қ}} \cdot 100\% \tag{4.37}$$

ўтиш ва самарадорлик 0 дан 100% гача ўзгаради.

Шламсизлантириш схемаси, режими ва кўрсаткичлари. Гидравлик шламсизлантириш схемаси (4.3-расм) одатда бир нечта турли жараёнлардан иборат бўлиб турли конструкцияли таснифловчи қурилмаларда амалга оширилади. МДҲ мамлакатларидаги бойитиши фабрикаларида 0,8...0 мм йириклидаги калий маъданларини шламсизлантиришнинг биринчи боскичида 500 мм диаметрли гидроциклонларда олиб борилади.



4.3-расм. Шламсизлантириш схемаси:

а – Старобинск конининг флотацион–гидравлик маъдани; б – "Теодор" (Франция) фабрикаси гидравлик маъдани; в – Верхнекамск конининг гидравлик йирик маъдани; г – Старобинск конининг гидравлик маъдани

Маъданни 3...0 мм гача майдалашда шламсизлантиришнинг дастлабки боскичида 750 мм диаметрли гидроциклонлар ўрнатилган. 500 мм диаметрли гидроциклонларда, 130 мм диаметрли суспензияни тўкиш штуцерлари ва 60 мм диаметрли туйнукли кум чикариш насадкалари ўрнатилган. Шламсизлантириш режими: суспензиянинг таъминотдаги суюқлаштириш даражаси 4...5 ва суспензиянинг гидроциклонга киришидаги босими 1,0...2,0 кгс/см^2. 500 мм диаметрли гидроциклонлардаги шламсизлантиришнинг биринчи боскичи технологик кўрсаткичлари: қумларни суюлтириш даражаси – 0,6...0,8; чиқаётган суспензиянинг(тўкишнинг) суюлтириш даражаси – 15...20; каттик заррачаларни суспензия билан (тўкишга) чиқиши – 20...30%; суспензиядаги каттик заррачалар йириклиги – 0,25(0,15)–0 мм; э.қ.нинг суспензияга ўтиш даражаси– 60 70%; шламсизлантириш самарадорлиги – 45...55%.

Диаметри 750 мм бўлган гидроциклонда суспензияни чиқариш штуцери-150 мм, диаметри 100 мм бўлган қум чиқариш насадкалари бўлиб киришдаги суспензия босими 1...1,5 кгс/см^2 бўлганда гидроциклон ишлайди. Суспензияга э.к.нинг 30-40% ўтганда, шламсизлантириш самарадорлиги – 20...30% ни ташкил этади. Биринчи босқич таъминотида 3,3...3,8% э.к. бўлганда қумдаги э.к. миқдори 1,9...2,4% га тенг.

Айрим чет эл фабрикаларида ("Теодор" Франция) 0,05 мм йириклikдаги э.к.ни тутиб қолиш (суспензияга утказиш) шламсизлантиришнинг биринчи босқичида гидросепараторларда амалга оширилади. Қум эса, флотацияга берилишдан олдин қия ўрнатилган сидирувчи конвейерларда ювилади. Лой шламларни диспергирлаш жараёни хўл майдалашдан ўтмаган дастлабки таснифланишнинг пастки оқими маҳсулотлари учун қўлланилади.

МДҲ фабрикаларида биринчи босқич гидроциклонидан чиққан суспензияларни шламсизлантиришнинг иккинчи босқичи диаметри 18 м бўлган гидросепаратор ва 30 м диаметрли қуюқлаштиргичларда амалга оширилади. Гидросепараторда кичик донали флотациядан (0,8...0 мм) олдинги шламсизлантириш қуйидагича: таъминотда суспензиянинг суюлтириш даражаси–15...20; кўтарилиш оқими тезлиги–1,5...2,0 м/с. Шламсизлантиришнинг иккинчи босқичи технологик кўрсаткичлари: чиқаётган суспензиянинг суюлтириш даражаси – 80...100; чиқаётган суспензиядаги қаттиқ заррачаларнинг йириклиги – 0,1(0,05) 0 мм; қумларнинг суюлтириш даражаси – 1,0...1,2; суспензиянинг қум билан чиқиши – 15...20%; э.к.ни суспензияга ўтиши – 75...80%; шламсизлантиришнинг самарадорлиги – 70...75%.

Йирик донали материалнинг икки босқичли гидравлик шламсизлантиришда (3...0 мм) иккинчи босқич режими диаметри 750 мм бўлган гидроциклондаги биринчи босқичга қараганда ўзгаради. Шламсизлантириш самарадорлиги – 65...70%. Йирик донали материалларни 3...0,8 мм гидравлик шламсизлантириш спиралсимон (таснифлагичлар) классификаторда битта босқичда амалга оширилади. Технологик кўрсаткичлар: қаттиқ заррачаларнинг чиқиши – 15...30%; э.к.нисуспензияга ўтиши – 20...25%; шламсизлантириш самарадорлиги – 10...15%.

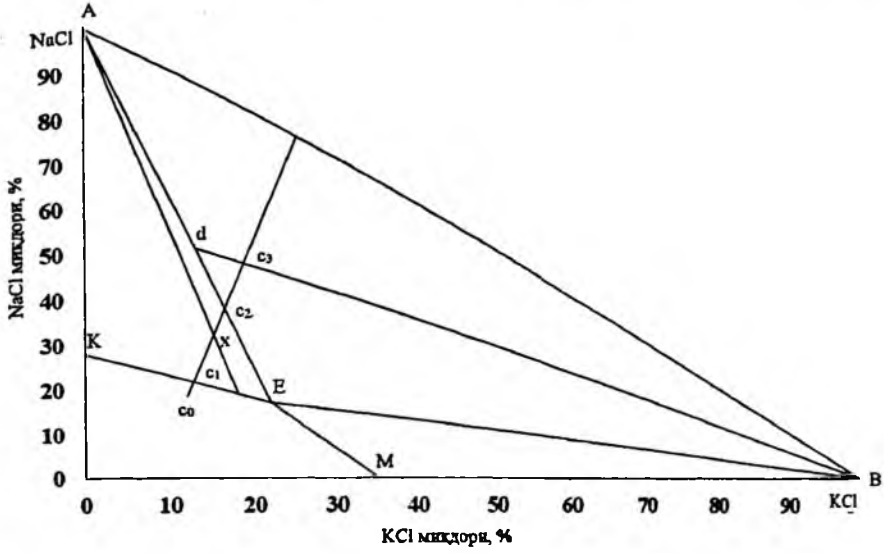
Лой-карбонатли шламларни қуюқлаштириш, калий маъданларини гидравлик шламсизлантиришда олинган гидросепараторлардан чиқадиган суспензиялар юқори даражада суюлтирилганлиги учун, суюқ фазадаги фойдали компонентни, (калий хлорид) йўқотилишларни камайтириш мақсадида ўтказилади. Тиндирилган эритма йуқолган суюқ фазани қоплаш ва сув сарфини камайтириш мақсадида технологик жараёнга қайтарилади.

Суюлтириш даражаси 2...3 бўлган қуюқлаштирилган шлам сақлагичга ёки бир нечта босқичда оқимга қарши ювилади. Шлам сақлагичдан келаётган тиндирилган тузли эритма ва оқимга карши ювишдан келаётган тиндирилган эритма йўқотилишларни тўлдириш учун суюқ фаза билан технологик жараёнга қайтади. Тиндирилган намокоб тўлиқ тўйинганда вакуум-кристаллизаторга йўналтирилади. Ювилган шлам сувсизлантирилади ва шлам сақлагичларга узатилади. Шламларни қуюқлаштириш ва оқимга қарши ювиш қуюқлаштиргичларда амалга оширилади. Чўкиш жараёнини тезлатиш учун лой-туз суспензияларга коагулянт билан ишлов берилади. Коагулянт сарфи ~180...200 г/т маъданга.

Лой-туз шламлари тузли минералларни эритиб олиш ва унинг тўйинган эритмасини олиш мақсадида ювилади. Бунда фойдали компонент калий ишлаб чиқаришнинг чиқиндиси бўлган қуюқлаштирилган шламдаги калий миқдори камайтирилади. Оқимга қарши ювиш (4.8б-расм) лой-туз суспензиясини қуюқлаштириш кетма-кет жараенини ўз ичига олади. Гидросепаратордан чиққан суспензия тиндирилади, сўнг қуюқ шлам кейинги босқичга юборилади.

Тиниқ эритма эса, бундан олдинги жараёнларга юборилади, Қуюқ шлам эса, кейинги босқичга ундан кейинги босқичда ҳосил бўладиган тиниқ эритма билан ювиш учун юборилади. Охирги босқич ювишнинг қуюқлаштиргичига тузли сув ва сув берилади. Шламларни ювишнинг биринчи босқичида қуюқлаштиргичдан чиққан тиндирилган айланма эритма технологик жараённинг турли босқичларига йўналтирилади.

Агар эриш 100°С да изотермик ҳолатда олиб борилса C_1нуқтада *NaCl* нинг тўйиниш чизиғида ётади ва шу билан *NaCl* ни маъдандан эриши тугайди. Х нуқтада система суюқ фаза ва эримаган *NaCl* дан иборат. Суюқ фазанинг таркибини каннада A_xкуриб (*NaCl* нинг кристалланиш нури) ва уни КЕ чизиғини кесгунча давом эттириб *y* нуқтани аниқлаймиз. Шундайқилиб суюқ фазага маъданни яна қўшиб борилса маъдандан *KCl* эрийди.



4.4-расм. Сильвинитни бойитишнинг график тасвири.

NaCl эримаган ҳолда қолади. Суюқ фазанинг фигуратив нуқтаси C_1 УЕ эгри чизиғи бўйлаб сурилади. Бунда эриш давомида суюқ фазада *NaCl* миқдорининг камайиши фақатгина оғирлик қисм концентрацияси катталиги бўйича эмас (C_1 УЕ эгри чизиғи ҳамма жойда манфий қияликда бўлгани учун) балки ҳисобда сув миқдорининг ўзгармай қолиши бунда *KCl, NaCl* ни кристаллга айлантиради (4.5-расм). C_1 В нур C_1 эритманинг *KCl* билан аралашиш C_1 $У_1$ $У_2$участкаси *NaCl* ни кристалланиш ички соҳасига киради. Шунга биноан C_1 эритмага *KCl* нинг қўшилиши *NaCl* нинг кристалланишига олиб келади. Кристалланаётган NaCl ни эритмадан ажратиб олишда галит доначалари ўсмайди, балки тузли юпқа дисперсли фаза ҳосил бўлади. Шундай қилиб сильвинит маъданидан *KCl* ни эритиш тузли дисперс фаза ҳосил бўлиши билан олиб борилади ва унинг миқдори маъданнинг эриш нури C_0 C_1 участкада канчалик кичик бўлса шунчалик кўп бўлади. Сильвинит маъданини эритишда тузли шлам ҳосил бўлиши мақсадга мувофиқ эмас ва тузларни эриш кинетикаси билан аниқланади.

Сувсиз тузнинг фигуратив нуқтаси чексизликда бўлади. Бу ҳолатда сувсиз туз ёки нам кристаллар иштирокидаги жараёнларни кузатишда ноқулайликлар туғдиради. Лекин, бошланғич ҳолатларда бундай диаграммаларнинг афзалликлари бор.

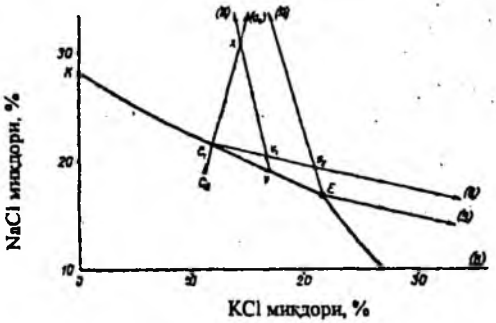
Юқоридагиларни 4.6-расм ёрдамида тушунтирамиз. *NaCl* тўйиниш чизиғи (координатанинг вертикал ўқини кесиб ўтади.) Манфий қияликка боради ва шунинг учун *KCl* иштирокида *NaCl* кристалланади деб хулоса қилинади.

Бошқа томондан *KCl* нинг тўйиниш чизиғи (координатанинг горизонтал чизиғини кесади) вертикал эмас ва манфий қияликка эга.

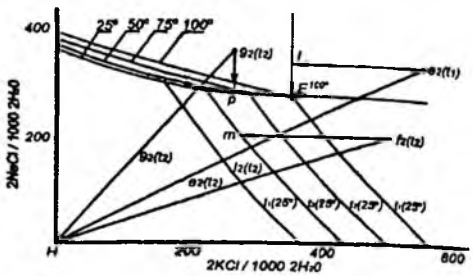
Демак, *KCl* ҳам *NaCl* иштирокида эрувчанлиги камаяди ва кристалланади. Шу билан бирга, *KCl* иштирокида *NaCl* концентрациясининг пасайиши *NaCl* иштирокида *KCl* концентрациясининг пасайишига қараганда анча кескин. *NaCl* ни *KCl* нинг таъсирида кристлланиши *KCl* нинг *NaCl* таъсирида кристалланишидан анчагина кучлироқ. Бу диаграмма ёрдамида (4.6-расм) буғланиш жараёнини кузатиш мумкин.

Шундай қилиб, бошланғич эритма f_1температураси t_2, бўлса (масалан, 75°С) буғлатишдан сўнг таркиби f_2, температураси t_3,f_1,ва f_2нуқталарнинг изотерма t_3га нисбатан жойлашишига

қараганда кўринадики, f_1-тўйинмаган эритма, f_2-KCl кристалларининг суспензияси, чунки f_1 нуқтаси изотерма t_3дан чапроқда жойлашган. f_2суспензиясида (эритмадаги) суюқ фаза таркибини аниқлаш учун горизонтал тўғри чизиқ – KCl нинг кристалланиш нурини чизамиз ва унинг изотерма билан кесишган m нуқтасини топамиз.



4.5-расм. Тузли шлам ҳосил қилиб NaCl чўкиши.



4.6-расм. KCl-NaCl-H_2O система диаграммасида асосий компонентлар KCl ва NaCl ҳолати.

1 кг сув m эритмада ҳисобида f_1 эритмасини буғлатиш натижасида чиқадиган f_2 ва m нуқталар абсциссалари ўртасидаги фарки KCl кристалларининг оғирлигини беради.

Бундан сўнг, KCl кристалларининг умумий оғирлиги $(m \cdot f_2)\cdot\{m^*\}$га тенг, бунда $(m \cdot f_2) - KCl$ нинг кристалланиш нури узунлиги, $\{m^*\}$- m комплекс таркибидаги сувнинг оғирлиги.

Буғланиб кетган сув миқдори ричаг қоидасига биноан топилади: бунда комплекснинг шартли оғирлиги учун сув системасининг **барицентрик** компонентини олсак:

$$|H^*| : |f_1^*| = (f_1 \cdot f_2) : (H \cdot f_2) \qquad (4.38)$$

бу ерда $|H^*|$, $|f_1^*|$ - $|H|$ -буғ таркибидаги ва (f_1) буғлатилаётган эритмадаги сув оғирлиги; $(f_1 f_2)$, $(H f_2)$ – буғланиш нурининг узунлиги.

f_1f_2 ва Hf_2 бўлакларининг узунлиги нисбатини олдингидек, абсцисса ўқидаги нуқталар проекциясининг фарки билан алмаштириш мумкин. Кристалланаётган $NaCl$ -массасининг t_2 температурада q_1эритмаси изотермик буғланаётгандга, кристалланаётган $NaCl$ миқдори q_1нуқтаси билан намоён қилинаётган ҳолати q_2P бўлак узунлиги билан, $|P^*|$ сув оғирлиги P комплексининг охирги таркиби билан аниқланади ва $(q_2P)\cdot|P^*|$ кўпайтмасига тенг. t_1–температурада e_2 ҳолатигача e_1эритмасини буғлатганда KCl ва $NaCl$ тузларнинг биргаликда кристалланиши содир бўлади, чунки e_2 нуқтаси тўғри бурчак ичида E учи билан жойлашган, вертикал ва горизотал чизиқлардан ташкил топган. Ҳамда тузларнинг биргаликдаги кристалланиш соҳасини ташкил этади. $e_2\cdot l\cdot E$ – кристалланиш йўли. e_2l- бўлаги кристалланиб бўлган KCl миқдорини кўрсатади. lE - e_2, l ёки E комплексларидаги 1 кг сувда кристалланиб бўлган $NaCl$ миқдорини кўрсатади.

Келтирилган қийматлар $NaCl$ ва KCl ўқлардаги координатлари фарқига тенг. Биринчиси белгиловчи диффузия ҳодисаси бўлиб, эриётган хом-ашёнинг сирт қисмидаги кристаллар суюқ фаза ҳажмига ўтади, иккинчиси муайян шароитда асосида гидратланиш кимёвий реакциясида эриётган хом-ашёнинг сирт кисмидаги жараёнларнинг кинетик нуқтаи назаридан фарқи шундаки, диффузия суюкликнинг оқим тезлигига ва гидродинамик шароитига боғлиқдир. Ҳаракат эса, сезилмас таъсир қилади.Кимёвий таъсир учун жараённи кинетикасига гидродинамика таъсир этмайди. Унга кўпроқ температура таъсир кўрсатади. Тузларнинг диффузион кинетик тенгламаси жараёндаги масса алмашинишни кўрсатиб беради.

$$\frac{dG}{d\tau} = k \cdot S\left(C_н - C\right) \qquad (4.38а)$$

бу ерда G - кристалл массаси, г; τ - эриш вакти,мин; K-кинетик коэффициент,см/мин. C ва $C_н$- эритма ҳажмидаги тузларнинг концентрацияси ва кристалл сирт қисмида эриётган хом-ашёнинг (одатда уни берилган температурадагитўйинган эритма концентрациясига тенг) концентрацияси.

Кинетик жараёнда тузларнинг кинетик коэффициент қийматларини хисоблашда ёпишган ва ёпишмаган (муаллақ) тузлар кристалларини эриш кинетикаси бир-биридан фарқланади. Демак, ёпишган *KCl* кристалларининг сувда эриш тезлиги учун қуйидаги боғланиш таклиф этилган.

$$K = 0{,}0075 \cdot V^{0,6} \tag{4.39}$$

бу ерда *V*-суюкликнинг чизиқли оқиш тезлиги, см/мин.

Муаллақ кристалларни сувда эриш тезлиги, қайсики суюқ оқим билан бирга аралашадиган тузларнинг эриш тезлиги суюқлик оқим тезлигига боғлиқ бўлмайди ва барча диффузион эрувчан тузлар учун қуйидаги боғланишдан топилади.

$$K = (900 \pm) \cdot \left(- \frac{D^2}{\mu} \right)^{0,33} \tag{4.40}$$

Эриш жараёнининг тезлиги,калий ва бошқа тузларнинг кристалланиши. Жараён тезлигини билган ҳолда, ишлаб чиқариш жараёнида материалнинг келиш вақти τ ни ҳисоблаш мумкин, шунга қараб қурилманинг ҳажми *V* топилади. *τ* ва *V* орасидаги алоқани қуйидаги формуладан топилади.

$$V = W \cdot \tau \cdot \varphi^{-1} \tag{4.41}$$

бу ерда *W*-қурилмадаги оқим тезлиги; *φ*-қурилманн тўлдириш коэффициенти (*φ<1*).

Табиий тузларни сувда эриш кинетикасига қараб 2 гуруҳга бўлинади. диффузия қонунинга асосланиб эрийдиганлари (*KCl, NaCl*) ва кимёвий диффузион кинетика (лангбейнит, кизерит).

$$K = (900 \pm 150) \cdot \left(\frac{D^2}{\mu} \right)^{0,33}$$

бу ерда *D* - тузларнинг сувга диффузияланиш коэффициенти, $см^2/с$; *μ*- тузларнинг сувдаги эритмасининг қовушоқлиги, сПз.

K нинг кинетик коэффициенти тенгламаси температурага боғлиқ:

$$K = const \frac{T^{0,66}}{\mu_{эр}} \tag{4.42}$$

Кинетик коэффициент миқдори кристалларнинг тузилиш хусусиятларига ва уларнинг таркибидаги аралашмаларга боғлиқ. *K* нинг миқдори табиий қўнғир–қизил сильвинда кимёвий тоза *KCl* кристалларидагига қараганда 2 маротабага кам. К миқдорига эритма таркибидаги аралашмалар таъсир этади. *KCl* ни *NaCl* иштирокида эритаётганда *K* миқдори камаяди. *KCl* иштирокида эса, *NaCl* нинг эриш тезлиги камаяди. Галит ва сильвинлар учун *K* миқдори Na_2SO_4, $MgCl_2$, ва $CaCl_2$ лар иштирокида сезиларли камаяди.

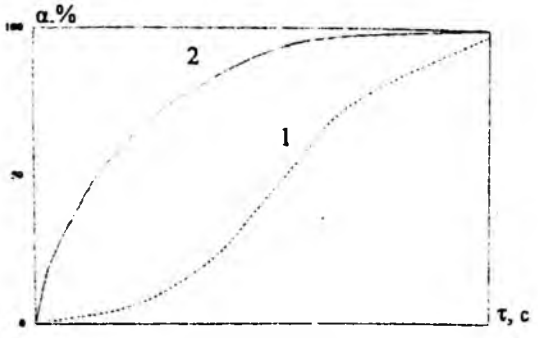
Бегона моддалар эриш жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучини камайиши ҳисобига эриш тезлигини камайтиради, натижада кинетик коэффициент ҳам камаяди.

KCl-NaCl-H_2O системасида кристалланиш кинетикаси бўйича пойдеворал тадқиқотлар ўтказилмаган. Бу жараённинг мураккаблигини айтиб ўтиш керакки кристаллизация жараёни 2 кўринишда ўтади, мавжуд кристалларда кристалл ҳажмининг ортиши (кристалларнинг диффузион ўсиши) ва янги кристалларнинг ҳосил бўлиши (кристалл марказлари ҳосил бўлиши).

Жумладан А.Н.Колмогоров тенгламаси назарий жиҳатдан исботланди.

$$\alpha = 1 - e^{-k\tau^n} \tag{4.42а}$$

бу ерда α-кристалланиш даражаси; *K* ва *n*- константалар; τ-вақт. α ни τ га бўлган ўзаро боғлиқлиги *S*-шаклидаги эгри чизиқ ҳосил қилади.



4.7-расм. Кристалланиш даражаси α нинг τ га боғлиқлиги.

Шу билан бирга n тартибли гомоген реакция кинетик тенгламасига ўхшаш Фитернинг қуйидаги тенгламаси мавжуд:

$$\frac{dG}{d\tau} = k \cdot S(C - C_*)^n \qquad (4.43)$$

бу ерда C_1-модданинг эрувчанлиги C-C_* ўта тўйиниш киймати, бу ерда C-эритмадаги эриган модда концентрацияси, турли гидродинамик омилларда; n – константа (1 дан 3 гача) кристалланиш жараёнининг кинетик тартибини билдиради.

α нинг τ га боғлиқлиги (4.7-расмдаги 2-эгри чизик) интеграллаш йўли билан олинган (4.42) боғлиқлик (4.41) тенгламадан фарқли ўлароқ, букилган жойи йўқ. Ҳар иккала боғлиқлик тажрибаларда учраб туради.

Бошланғич кристалларнинг узлуксиз пайдо бўлиши ва уларнинг ўсиб бориши туфайли кристалланишнинг барча маҳсулоти ҳар доим полидисперс ҳолатда бўлади. Эритмада бегона моддаларнинг иштироки (масалан, *KCl* нинг кристалланишида *NaCl* нинг иштироки) аралашиш жараёнларини секинлаштиради,майда дисперс кристалларнинг пайдо бўлишига олиб келади ва айниқса *KCl* нинг эвтоник эритмалардан кристалланишини секинлаштиради.

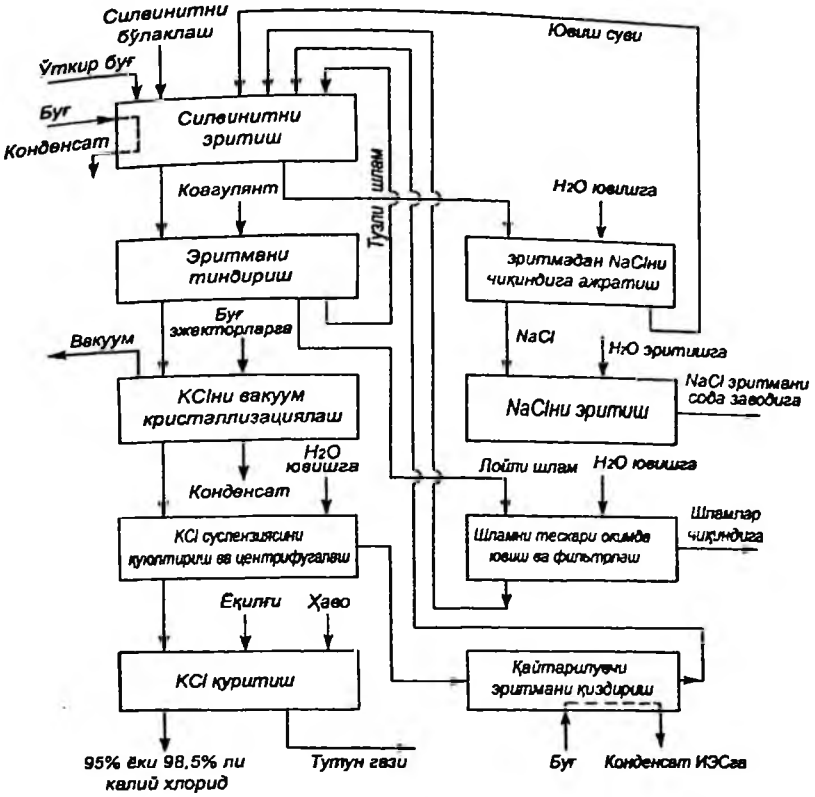
Ёппасига кристалланишда кристаллар ўлчамини катталаштиришда кристаллизаторлардан кристал суспензиясини айланишини (циркуляция) ташкил этиб ҳамда йирик дисперсли фракцияларни ташқаридан киритиш орқали амалга оширилади.

Кристалларнинг ўртача ўлчамини катталаштиришга эритмани аста- секин совитиш йўли билан ҳам эришса бўлади. Калий хлор ишлаб чикариш технологик режимини танлаш учун *KCl-NaCl-H_2O* системалари физик кимёвий характеристикасидан фойдаланилади.

KCl ни галургия усулида ишлаб чикаришни энг муҳим операцияларидан бири эритиш – маъданни иситилган (ишқорда) қайтар эритувчида эритиш, лой-тузли суспензияни ёркинлаштириш (тиниклаштириш), олдинги босқичларда олинган туйинган эритмани вакуум – кристализациялаш, тўйинган эритмадан *KCl* кристалларини ажратиш ва уни қуритиш. 4.8-расмда *KCl* ишлаб чиқаришнинг схемаси кўрсатилган.

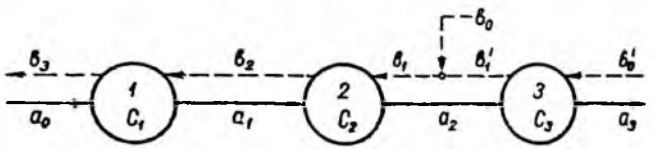
Маъдандан силвинитни эритиб олиш бир нечта (одатда 3 та) шнекли эритувчиларда амалга оширилади. Эриттичларни шакли ва уларни сони аҳамиятга эга эмас. Шунинг учун бошқа эриттичга (мисол учун колоннали ёки қайновчи катламли эритувчиларга) ўтилганда уларни сони ўзгариши мумкин.

Маъдан ва эритувчи эритманинг бир-бирига нисбатан ҳаракати муҳим аҳамиятга эга, яъни жиҳозлардан ўтиш кетма-кетлиги ва қурилма ичидаги оқимларнинг йўналиши. Биринчиси ташқи, иккинчиси эса ички тўғри ёки тескари оқимда деб аталади. Ташқи қарама-қарши оқимда(4.9-расм) маъдан (в) эриткичдан 1-2-3 тартибда, эритувчи (б) 3-2-1 қарама-қарши тартибда ўтади. Ташқи қарама-қарши оқим ички оқимга қараганда, жараённи ташкил қилишда қўшимча мураккабликлар ҳосил қилмасдан. катта ҳаракатлантирувчи кучга эга. Шунинг учун маъданлардан *KCl* эритишда ташқи қарама-қарши оқимли усул ишлатилади. Ташқи қарама-қарши оқимлар схемаси, биринчи эритувчида турли йўналишли оқимларнинг бир-бирига таъсир муносабатлари 4.10-расмда кўрсатилган. Эритувчида эрувчининг концентрациясини ўзгариши тўғри ёки қарама-қарши оқимини танлаш билан боғлиқлиги 4.11-расмда кўрсатилган.



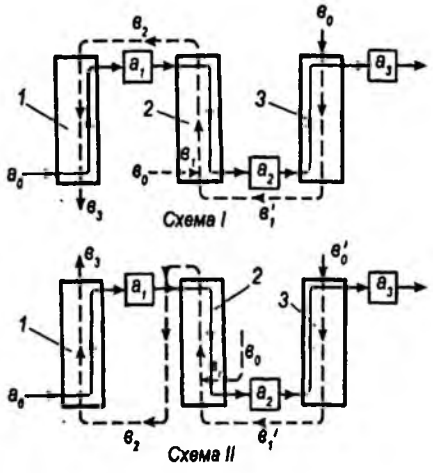
4.8-расм. Галургия усулида сильвинитни қайта ишлаш принципиал схемаси.

Намокобдаги қарама-қарши (эритувчи ичидаги) оқимда *KCl* концентрацияси аралашмада кўпайиши сезилмайди, (1 схема. 4.10-расмга қаранг), лекин *NaCl* концентрацияси тез ўсади. Сўнгра (2-схема) *KCl* концентрацияси секин ошиб, *NaCl* концентрациясига тенглашади. Концентрланган эритма таркиби иккала холатда ҳам эвтектик таркибга яқинлашади. 1-схемада тузли шлам миқдори (~1,5 баробар) кўп бўлади, маъданни эритиш вақтини эса икки марта тежайди.

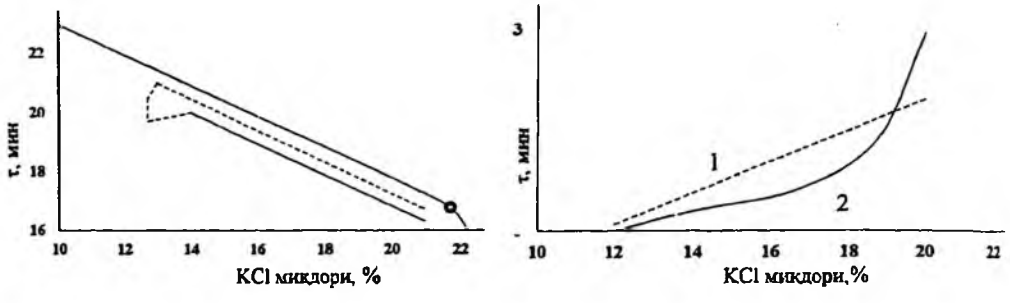


4.9-расм. Уч хил эритувчида сильвинитни методик ажратишнинг оқимлар схемаси.

Амалда намокоб эритилиши (тузни ажратиш) биринчи эритувчида тўғри, колганлари эса тескари оқимда олиб борилади. Қаттиқ фазанинг шнекли эритувчида бўлишининг умумий вақти ўртача 20 минутдир.



4.10-расм. Учта эритувчида сильвинитни иккита вариантдаги эритиш схемаси.



4.11-расм. А.Б.Здановекский маълумоти бўйича сильвинитни 100° да қарши оқим (1) ва тўғри оқим (2) усули билан эритиш жараёнинг характеристикаси.

Эриш температураси кенг оралиқда кўриб чиқилади. Аммо, ўртача қилиб 105°С 1-эриткичда,110°С -2-эриткичда ва 65...75°С 3- эриткичда қабул қилиш мумкин. Туйинган эритма тиндирилгандан кейин 95°С температурада бўлади. *KCl* кристалланиши вакуум-кристализатор қурилмасида амалга оширилади (ВКҚ). Кристаллизация таркиби эвтоник таркибга яқин бўлган эритмадан бўлади. Шунинг учун кристаллар сильвинит ва галит билан ифлосланиши мумкин, ундан ташқари *KCl* ни жуда майда заррачалари хосил бўлиши мумкин. Кристаллашни паст интенсивликда секин аралаштирадиган кўп босқичли қурилмада, майда фракцияларни циркуляция қилиш ёки майда фракцияларни чиқариб уларни конденсатда эритиш билан ўтказилади. Кристалланиш охирги температураси конденсатордаги совутилган сувни температураси билан аниқланади ва қиш фаслида 17 ёзда -27°С ташкил қилади. Буғни совитиш учун айланма эритма ишлатилади, уни карама қарши йўналишда юборилади. Бу концентрланган эритманинг 50% иссиқлиги утилизация қилинади.

4.4. Калий хлорни эритиш ва кристаллаш усулида олиш(галургик усул)

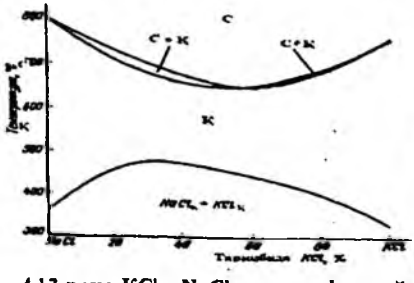
Галургия-кимёвий технологияъни бўлими бўлиб табиий туз хом ашёларни таркиби ва хоссаларини ўрганиш ва саноат усулида (кашф килишни) уларни минерал тузлардан ишлаб чикаришни ўрганади. Галургия саноатининг асосий хом-ашёси калийли ва магнийли тузлар, минералланган сувлар, табиий намокоблар, денгиз сувларини бугланишдан хосил бўлган тузли кўллар намокоби ва ер ости намокобларидир. **Галургияни максади**, муоммоси табиий туз захираларни саралаш, уларни минерал хоссаларини ва тузилишини ўрганиш: физик-кимёвий хоссаларини текшириш, тузларни ва уларнинг эритмаларини саноат усулида ишлаб чикариш.

Турли махсулотлар K_2SO_4, *KCl*, $MgCl_2$, Na_2SO_4, *NaCl*, Na_2CO_3, бром бирикмалари, йод, бор ва бошкаларни олишдаги масалаларни ечиш учун галургия физик-кимёвий тахлилларни кўллайди. Сув туз диаграммасини кўлаш билан концентрациялаш жараёни ўрганилади. Худди шу диаграммани галургия усулида тузлар ишлаб чикаришда хам кўлланилади. Галургия учун хом-ашёни комплекс ишлатиш ўринлидир. Намокоблардан уларни хлоритлари, сульфатлари олинади. *Na*, *Mg*, калий хлоридлар ишлаб чикаришни галургия усули, кимёвий ёки гидротермик усули 100 йилдан бери маълум.Уларни сильвинит ва карналит маъданларинкайта ишлашга кўллаш мумкин. Бирок карналит маъдани хозирги вактда магний ишлаб чикаришда хом-ашё бўлиб хисобланади ва унинг таркибига кирувчи **KCl** ни ўгит сифатида чикарилади ва уни электролит деб номланади. Шунинг учун, *KCl* ишлаб чикариш учун галургия усулида факатгина сильвинит маъдани хисобланади.

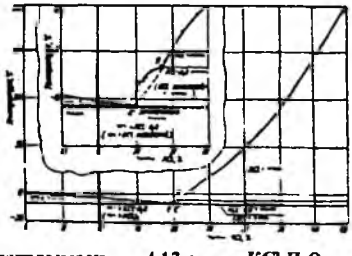
Сильвинитни галургия усулида кайта ишлашда *KCl* ни маъдандан айланма эритма билан 100°С температурада эритиб, уни совўтиб кристалл холда олинади. Комбинацияланган схема бўйича *KCl* ишлаб чикариш жараёнида галургик усулнинг алохида боскичи флотация жараёни билан биргаликда ўтказилиши мумкин. Флотацион усулнинг галургия боскичи хом-ашёни майда фракцияларидан ёки паст сифатли флатацион концентратлардан хосилбўладиган лой –тупроқли эритмаларни шламсизлантириш ва кристаллаш йўли билан юкори сифатли *KCl* ни олишдир.

4.5. Калий хлорни галургик усулда олишнинг физик-кимёвий асослари

Тузларни сувли эритмаларида **эритиш ва кристаллаш жараёнлари** галургия технологиясини асосини ташкил килиб фазовий физик–кимёвий ўзгаришлар ва кимёвий реакциялар натижасида хосил бўлаётган ёки парчаланаётган кристал гидратлар ва тузларни алмашиниб парчаланишлари билан содир бўлади.Буларни назарий жихатдан KCl – NaCl – H_2O системасида ва унинг таркибий кисимлари *KCl–NaCl*, *KCl-H_2O* ва *NaCl-H_2O* ни фазовий узгаришларида уларни табиатини, термодинамикасини ва кинетикасини хисобга олган холда кўриб чикиш керак. 4.12-расмда KCl – *NaCl* системасини фазавий диаграммаси келтирилган. *KCl–H_2O* системасида (Я.А.Фиолков ва В.Б.Черногоренко) инконгруент эриш -6,6°С нуктасига эга бўлган янги бирикма *KCl*H_2O* моногидрат аниклашган.*KCl-H_2O* системасини эвтектикаси -10,6°С таркибидаги *KCl* 19,7% . *KCl-H_2O* система фазавий диаграммаси 4.13-расмда келтирилган.



4.12-расм. KCl – NaCl система фазавий диаграммаси.



4.13–расм. KCl-H_2O система фазавий диаграммаси.

Қаттиқ моддалар эрувчанлигининг температурага богликлигини И.Ф.Шредер тенгламаси билан ифодалаш мумкин

$$\left(\frac{d\ln C}{dT}\right)_p = \frac{Q_p}{RT^2} \qquad (4.44)$$

бу ерда *C*- модданинг эрувчанлиги; *T*- абсолют температура, К; *R*- универсал газ доимийси; Q_p- тузнинг сувда эриш иссиклиги (агар жараён эндотермик бўлса $Q_p>0$).

Амалиётда 0... 150°С ораликда қуйидаги тенгламаларни қўллаш мақсадга мувофик:

$$C = 256 + 2{,}28355 \cdot t - 4{,}8538 \cdot 10^{-3} \cdot t_2$$
$$g = 282{,}7 + 3{,}0907 \cdot t - 3{,}037 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \qquad (4.45)$$

бу ерда *C*, *g*-KCl нинг сувга нисбатан эрувчанлиги (г/дм³ ва г/кг); *t*- температура, °С. Бу тенгламаларнинг хатолиги ±1%.

Тузлар ишлаб чикариш технологиясида сув буғининг босими мухим ахамиятга эга. Тўйинган *KCl* эритмаси атмосфера босимида 108,5°С да қайнайди. 570°С да максимал босим 22МПа га эришилади. Паст критик температурада қуйидаги муносабат ўринли:

$$P = P_{01} \cdot a_1 \qquad (4.46)$$

бу ерда a_1-сувнинг фаоллиги: P_0, P_1- тоза сув ва тузли эритманинг сув буғининг босими. Тенгламадаги a_1 температурага боғлик эмас.лекин эритмадаги тузларнинг концентрациясига боғлик. Буғлатиш жараёнида температура депрессиясини ҳисоблашда температуралар фаркидан фойдаланилади $\Delta t=t_1-t_2$.

Сув буғи босими Клаузиус-Клапейрон тенгламаси орқали ҳисобланади:

$$\frac{d \ln P_1}{dT} = \frac{r_1}{RT^2} \qquad (4.47)$$

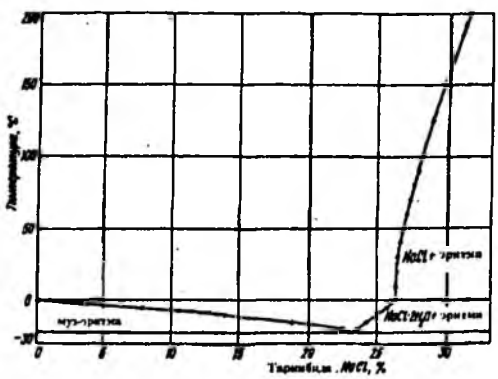
бу ерда r_1 - эритувчининг эритмадаги буғланиш иссиклиги *KCl* ва *NaCl* сувдаги эритмаси учун тоза эритувчи тоза сувнинг буғланиш иссиклигига тенг.

r_1=const да тенглама интегралланганда сўнг қуйидагига эришилади:

$$\lg P1 = A - (B/T) \qquad (4.48)$$

Тўйинган *KCl* эритмаси учун *A* ва *B* нинг кийматларини мос равишда 8,875 ва 2258 (агар P_1 мм.сим.уст.да ифодаланса) қабул килинган.*NaCl* кристаллари учун полиморф модификацияси мавжуд эмас. *NaCl- H_2O* система +0,15°С да ва ундан паст температурада **инконгруент** эрувчи *$NaCl{\cdot}2H_2O$*кристаллогидрати хосил қилади.

4.14-расмда бу системанинг фазавий диаграммаси кўрсатилган. Эвтектик мувозанатдаги температура-21,2°С, эвтектик эритмадаги *NaCl*-23,3% га тенг. *NaCl* нинг 0,15 дан 150°С температуралар оралиғида эрувчанлиги қуйидаги тенглама асосида ифодаланади (максимал хатолик эҳтимоллиги ±1,4 г/дм³ ёки ±2,4 г/кг *H_2O*).



4.14-расм. NaCl- H_2O системанинг фазавий диаграммаси.

$$C = 316{,}7 - 0{,}01552 \cdot t + 1{,}3775 \cdot 10^{-3} \cdot t_2 \qquad (4.48а)$$

$$g = 354{,}69 - 0{,}16389 \cdot t + 2{,}0881 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \qquad (4.48б)$$

бу ерда C ва g – NaCl эрувчанлиги г/дм³ ва г/кг сувга нисбатан; t - температура, °С.

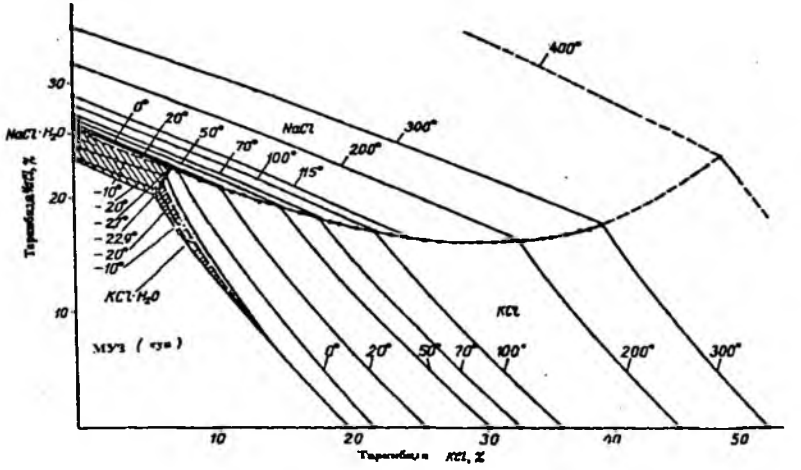
Тўйинган *NaCl* эритмасининг атмосфера босимидаги қайнаш температураси 108,8°С га тенг. *NaCl-H₂O* система мос равишда 600°С да юқори босим 39 МПа га эришилди. (эритмадаги тузнинг миқдори -65% бўлганда).

KCl-NaCl-H₂O системали эритманинг физик кимёвий таркибини кўрамиз.Бу берилган системада бинар системадаги бошқа фазалар аниқланмайди. 4.15-расмда *KCl-NaCl-H₂O* системанинг фазавий диаграммаси кўрсатилган. Умумий анионли–тузли эритмалар учун тузларнинг бир-бирини чўктириши(высаливание) характерлидир.

Тузларни чўктириш деб эритмада эриган туз устига бошқа туз қўшиб ажратишга айтилади. Диаграммада тасвирланганидек, *KCl* ва *NaCl* ўзаро бир-бирини чуктириш (эрувчанлигини камайтириш) хусусиятига эга тузлардир. Умумий анионли тузларнинг эритмадан ажралиши Вант-Гоффнинг эриш жараёнлари қонунлари асосида "эрувчанлик кўпайтмалари" орқали тушунтириш мумкин.

$$\Pi(AX) = C(A^+) \cdot C(X^-) \qquad (4.49)$$

бу ерда *AX*-туз формуласи, A^+-катион, X^-анион; $C(A^+)$, $C(X^-)$-АХ тузнинг тўйинган концентрацияли эритмадаги A^+ва X^- ионларнинг брутто концентрацияси.



4.15-расм.KCl – NaCl – H₂O системасининг эриш политермаси.

Галургия технологиясида эвтоник эритмалар мухим роль ўйнайди, иккита каттик фаза билан тўйинган берилган температурада таркиби ўзгармаслиги билан характерланади.

KCl-NaCl-H₂O системасида эвтоник эритмалар таркибларини *KCl* ва *NaCl* концентрациясини аниқлашда регрессион тенгламалардан фойдаланилади. 0...150°С интервалда қуйидаги боғликликлар тўғридир.

KCl учун $g2^e = 102,70 + 2,3416t + 16,5368 \cdot 10^{-4} t^2$ (4.50)

NaCl учун $g_3^e = 316,91 - 0,811t + 39,3109 \cdot 10^{-4} t^2$ (4.51)

бу ерда g_2^e, g_3^e ларни ҳисоблашдаги максимал хатолик ±4,3 ва ±25,5г.

Лекин, 0...100°С интервал оралиғида хатолик бир неча бор кам. Шунинг учун уларни амалиётда қўллаш мумкин. Эвтоник эритмалардаги *KCl* ва *NaCl* концентрациясининг масса улушларига боғлиқлиги:

$$H_2O: y_1^* = 70{,}8 - 0{,}09 \cdot t \tag{4.52}$$

$$KCl: y_2^* = 7{,}6 + 0{,}14 \cdot t \tag{4.53}$$

$$NaCl: y_3^* = 21{,}6 - 0{,}05 \cdot t \tag{4.54}$$

0...150°С оралиғида H_2O бўйича келтирилган регрессия хатоликлари ±0,85% *KCl*-±0,65%, *NaCl*-±1,33% ,20...100°С температура оралиғида H_2O бўйича ±0,3% , *KCl*-±3,6%, *NaCl* -±0,20%.

Юқоридаги боғлиқликлардан кўриниб турибдики, температура кўтарилганда 0...150°С оралиғида *KCl* ни концентрацияси эвтоник эритмада ошади, *NaCl* нинг концентрацияси камаяди. Бу далиллар *KCl* ишлаб чиқаришни галургия усули учун ҳам катта аҳамиятга эга, чунки тоза маҳсулотни ажратиб олиш имконини беради. Эритиш усули *KCl* ни маъдандан юқори температурада ажратиб олишда (100°С) ва 20°С температурада *KCl* кристалларини ажратиб олишда ишлатилади. Ишлаб чиқаришда асосий технологик босқичлардан ташқари -маъданни эриши, KCl ни кристаллаш ва қўшимча босқичларни бажариш талаб қилади. Мисол учун олинган кучли эритманимаъданни эримаган қисмидан - галитли чиқинди ва механик аралашмалардан тозалаш. Бундан ташқари *KCl* ни кристалланишдан кейин уни пульпадан ажратиш, ювиб қуритиб олиш керак.

Кучли эритмадан *KCl* ни кристаллаш мақсадида сувни эритмадан адиабатик усулда буғлатиб, яъни вакуум остида амалга оширилади. Сув буғининг босими *KCl-NaCl-H_2O* система эритмаси учун Н.И.Хайдуков ва З.Г.Линецкий формуласидан аниқланади.

$$P_{01} - P_1 = \sum_{i=2}^{s} (P_{01} - P_1)_i \cdot C_{0i} \tag{4.55}$$

бу ерда P_{01}-берилган температурадаги тоза сувни буғ босими; P_1-монокомпонент устидаги сув буғи босими; (P_{01}-P_1)- тоза сув билан бинар эритма устидаги босим фарқи туздаги берилган концентрациядаги (i=2 да *KCl* ва H_2O эритмаларида) i=3 *NaCl* ва H_2O эритмалари; *S*- боғлиқ бўлмаган (мустақил компонентларни эритмадаги умумий сони.); C_i,C_{0i} - кўп компонентли ва бинар эритмалардаги *i-компонент*- туз концентрацияси мольбирликда.

Келиб чиқиш жойларига қараб, баъзи сильвинитли маъданларнинг таркибини сезиларли миқдорда *MgCl* ташкил қилади. Бундай маъданларни қайта ишлаганда $MgCl_2$ ни таъсирини инобатга олиш керак.

У балки хлоридларни чўктиради, шунинг учун уни борлиги қайтар ишқорни эритманинг эритувчанлик қобилиятини камайтиради, бу эса ишлаб чиқариш қувватини пасайишига олиб келади. Эритувчи ва кристаллизаторларни, ишлаб чиқариш қувватини камайтиради, шунингдек *KCl* кристалларини *NaCl* билан ифлосланишига олиб келади. Шу сабабли $MgCl_2$ ни жараёндан чиқарилади, бунинг учун буғлатиб *KCl* кристалланғандан кейин эритмадан *NaCl* кристаллари ажратилади ва таркибида 25% $MgCl_2$ бўлган эритма олинади, ҳамда уни магний бирикмаларини олинишига жўнатилади. Маъданда эримайдиган қолдиклар 3% дан кўп бўлса, шламли чиқинди билан *K* йўқотилиши кўпайганлиги учун *KCl* ишлаб чиқариш қийинлашади.

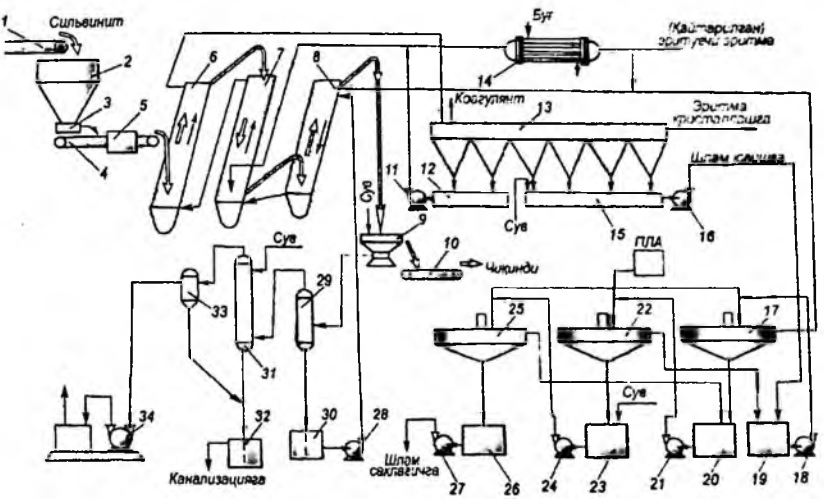
4.6. Калий хлорни сильвинитдан галургия усулида олиш технологияси

KCl ни силвинитдан галургия усулида олиш циклик (даврий) жараён ҳисобланади,кайсики олинган *KCl* ни кристалланғандан кейин ва *NaCl* га тўйинган эритма силвинит (*KCl+NaCl*) дан *KCl* ни ишқорлаб ювиб (эритиб) олинади. Бу усулнинг технологик схемаси қуйидаги асосий босқичлардан иборат: сильвинит маъданини майдалаш; *KCl* ни эритмага ўтказиш учун қайтарилган эритма билан сильвинитни эритиш; эритмадан қаттиқ галит қолдикларини ажратиш, чиқиндида *KCl*

йўқотилишини камайтириш учун уни ювиш; *KCl* ва *NaCl* га тўйинган кайнок эритмадан қаттиқ чиқиндилар тузли ва тупроқли шламларни ажратиш; *KCl* ни йўқотилишини камайтириш учун тупроқли шламни қайнок сув билан қарама-қарши оқимда ювиш; *KCl* кристалланиши учун эритмани совитиш, бир вақтнинг ўзида қайнок эритмани иссиклиги қайтарилган эритмани иситиш учун ишлатиш; айланма эритмадан *KCl* кристалларини ажратиб уни ёпишқоқлигини камайтириш учун қайта ишлаш; *KCl* кристалларини қуритиш; қайтарилган эритмани ювиш жараёнида ишлатиш учун иситиш; чиқиндиларни жойлаш, яъни галитли чиқиндилар ва тупроқли шламларни утилизация қилиш; ўғит сифатида ишлатиладиган *KCl* ни грануллаш.

Майдаланган сильвинит 1-5 мм конвейердан 1 (4.16-расм) бункер 2 га келади ва таъминловчи 3 дан лентали конвейер 4 оркали автомат тарози 5 ёрдамида меъёрлаштирилади, хамда маъданни шнекли эритувчи 6 га ўтказилади.

Силвинитдан KCl ни таркибида 110...130 г/дм³ *KCl* ва 240 г/дм³ *NaCl* бўлган эритувчи эритма билан эритилади. Иситкич 14 дан 105...115°С гача иситилган эритувчи эритма иккинчи эритгич 7-га берилади . Иккинчи эритгичдаги ўрта эритма ўзи оқиб биринчи эритувчи 6 га келади. Эритмани ва янги сильвинитни паралел харакатланиши билан эритмани тўлик *KCl* ва *NaCl* билан тўйинишига эришилади. Керакли температурани ушлаб туриш учун 1,5...2,5 атм. ўтқир буғ 0,15...0,24 МПа босим остида берилади.



4.16-расм. Калий хлоридни сильвинитдан галургия усулида олиш схемаси (эритиш, чиқиндиларни ва шламни ювиш, эритмани тиндириш бўлимлари).

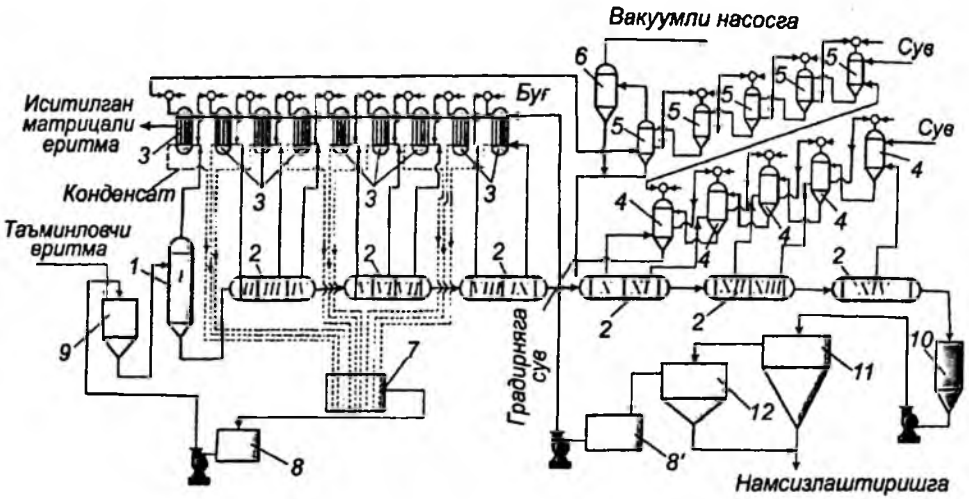
1,4,10-лентали конвейерлар; 2-бункер; 3-таъминлагич; 5-автомат тарози; 6,7,8-шнекли аралаштиргич; 9-фильтр; 11,16,18,21,24,27,28-маркадан кочма насос; 12-тузли шлам аралаштиргич; 13-тиндиргич-куюклаштиргич; 14-трубали иситкич; 15-лойли шлам аралаштиргичи; 17,22,25-тиндиргичлар; 19,20,23,26-рекуператор аралаштиргич, 29-сепаратор, 30.32-барометрик бак; 31-аралаштиргич конденсатори, 33-томчи ушлагич; 34-вакуум насос.

Эритишни комбинацияланган схемаси юкорида кўрсатилган.Сильвинит биринчи ва иккинчи эритувчилардан ўтади ва галитли чиқинди шнекли аралаштиргич 8га келади, қайсики 70°С гача иситилган шлак ва 9 план фильтрларни фильтрати қарама-қарши оқимда тупроқли шламни ювиш сувлари билан ювилади. Бу эса, *KCl* чиқишини оширади ва 1 кисм иссикликни рекуперация қилиш имконини беради. Шнекли аралаштиргичда иситилган эритма иккинчи эритгичга оқиб тушади.

Шнекли аралаштиргичдан чўмичли элеваторга ташланаётган чиқинди таркибида 12-17% айланувчи эритмаси бўлади. Шунинг учун *KCl* ни йўқотилишини камайтириш учун чиқинди планфильтрда иссиқ сув билан ювилади (1т чиқиндига 60 кг сув).Ювилган галитли чиқинди таркибида 5...7% намлик ва 2% *KCl*, конвейерлар системаси билан цехдан чиқарилиб қайта ишлашга ёки тахлаш жойига жўнатилади.

Сильвинитни эритишда олинган тўйинган эритма 245…260 г/дм³ *KCl*, 215 г/дм³ *NaCl*, майда маъдан заррачалари, эримай қолган чиқиндилар (гипс, тупроқ) *NaCl* кристалларидан таркиб топган. Сильвинитни галургия усулида қайта ишлаганда Верхнекамский конида 1000 кг маъдан билан ўртача 20 кг тупроқли шлак (65% маъдан таркибида) 160 кг тузли шлак олиб кетилади. Туз заррачалари ва тупроқли шлам ўлчамлари турлича; массаси бўйича 88% тузли шлам заррачалари >0,074 мм, 84% тупроқ заррачалари катталиги 0,05 мм дан кам. Уларни ўлчамлари турлича бўлиши ажратишни осонлаштиради. Тупроқли шламни чўкишини тезлаштириш учун 0,25% ли коагулянт эритма қўшилади. 1 т эримай қолган чўкмага 125 г 100% ли ПАА (полиакриламид - ПАА) ёки крахмални ишқорий эритмаси қўшилади.

Тузли ва тупроқли заррачалар олти конусли тиндиргич-қуюлтиргичда ажратилади. Қуюқлаштиргич 13 тиндиргич-қуюлтиргични 1-2 конусда тузли шламни, кейинги 3-6 конусларда тупроқли шлам (4-1 жадвал) чўкади. Ҳосил бўлган тузли ва тупроқли шлам таркибида кўп миқдорда *KCl* ни йўқотилишини камайтириш мақсадида уларни сув билан ювилади.



4.17-расм. Кристаллаш ва центрифугалаш бўлимининг схемаси.

1-вертикал вакум кристаллизатор; 2-горизантал вакуум-кристаллизатор; 3-юзали конденсатор; 4-аралаштириш конденсатори, 5-қўшимча аралаштиргич;6-эркин конденсаторлар; 7-барометрик стакан;8,9-йиғиш баклари;10-гидрозатвор –баки,11-тиндиргич;12-қуюлтиргич.

4-1 жадвал

Вакуум-кристаллизатор курилмасининг 14-боскичи хисоб натижалари.

Технологический режим	Босқич рақами													
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Боскичга киришдаги $C_{кп}$ г/1000г	303	306	309	312	297	285	276	262	260	251	238	217	193	177
Боскичга киришдаги $C_{ыст}$	262	264	267	269	273	276	278	280	282	285	291	294	298	302
Боскичга кириш температура, °С	95	90	85	80	77	73	70	67	63	60	54	46	37	30
Боскичдан чикиш температур. °С	90	85	80	77	73	70	67	63	60	54	46	37	30	25
Боскичдаги бугланган сув,%	0,97	0,95	0,96	0,67	0,89	0,67	0,67	0,78	0,58	1,31	1,51	1,27	1,47	0.9

Биринчи боскичга тушадиган шлак концентрацияси унга қўшилган конденсат билан ҳисобга олинган.

4.7. Бойитишнинг бошқа усуллари

Бунинг учун сильвинит майдаланилади ва шламсизлантирилади, сўнг қаттиқ модда ва эритмадан иборат суспензия тайёрланилади, унга мазут, керосин ёки бошқа совунсиз сувда эримайдиган нефт маҳсулотлари, шунингдек реагентлар ҳам (алифатик аминлар) қўшилади. Ундан кейин суспензия тебранувчи курилмага берилади ва 79% *KCl* сақлаган маҳсулот олинади.

Куйдириш ёрдамида бойитиш. Йирик донали сильвинитни қиздирганда, галит кристалларини дарз кетиши билан боради. Сильвин кристаллари қиздиришга чидамайди. Бойитиш 400°С да механик таъсирсиз ва 450°С да айланувчи ўтхонада олиб борилади. Одатда, сильвинитни механик таъсир этмасдан қиздиришга қараганда, айланувчи ўтхонадаги кўрсаткичлар пастроқ бўлади. Куйдириш учун шахтали ўтхоналарни қўллаш қулайдир.Қиздириш жараёнида сильвинитнинг устки қатламидаги чиқиндилар, лой аралашмалари куйдириб юборилади, чунки улар флотацион бойитишда бўкиб қолиши мумкин. Шунинг учун сильвинитларни куйдириш – бойитишнинг энг яхши усулидир.

Электростатик бойитиш. Иккита жисм бир-бирига ишқаланганда улар электрланади. Бунда кичик ўлчамдаги заррачалар заряд ҳосилқилади,катта кучланишда улар электростатик майдонга тўғри йўлдан четга чиқиши мумкин. Сильвинитни электростатик бойитиш усули шунга асосланган.Сильвинни галитдан ажратиш вақтида сильвинитни дастлабки термик қайта ишлаш, зарядни кучайтиради ва шлам таъсирини камайтиради. Сильвин ва галит заррачаларининг зарядлари ишораси ҳар хил, қиймати бир хил бўлган заряд ҳосил қилиш учун реагентлар билан ишлов бериш керак. Улар устки қатламда юпқа қатлам ҳосил қилади. Бунинг учун, аммиак ёғли аминлар, фтал ангидрид, фтал ва бензой кислоталарини қўллаш тавсия этилади. Бундай қайта ишлаш натижасида сильвин мусбат зарядланади, галит эса ҳудди шу кучланишда манфий зарядланади. Келтирилган моддалар электростатик бойитишдан олдин сильвинитни қайта ишлаш учун тавсия этилади.

- органик сульфат кислота ангидридлари ва уларнинг аралаш ангидридлари;
- анион моддалар ва силикон мойи;
- аммоний гидрооксиди ва сўндирилган охак;
- углерод атомларининг 6 ва ундан кўп молекулали органик моддалари, ҳамда бир ёки бир нечта SO_4Me ёки SO_3Me гуруҳаралашмалари;
- юқори молекулалиорганик кислоталар,алифатик ва циклоалифатик ва ароматик мураккаб эфирлар ва уларнинг тузлари, бошқа карбоксилсулфокислоталар.

Электростатик бойитиш усулини сильвинит миқдори юқори бўлганда қўллаш мумкин.Кўп босқичли комбинацияланган барабанли сеператорлардан фойдаланиб, бу жараён 2 босқичда олиб борилади.

Оғир суспензияда бойитиш. Агар ҳаракат тезлиги жуда юқори бўлса ва муаллақ заррачалар чўкмаса, суспензия яхлит суюқлик хусусиятига эга бўлиб қолади. Бунда, суспензия зичлигидан кам зичликка эга бўлган заррачалар юқорига чиқади, зичлиги юқори бўлган заррачалар эса, пастки қатламга тушади. Галитнинг ($NaCl$) зичлиги - 2,17 г/см^3, сильвинники (KCl) – 1.98 г/см^3. Шунинг учун майдаланган сильвинитни оғир суюқликка ёки 2,05…2,1 г/см^3 зичликдаги суспензияга солинса, сильвин юқори қатламга чиқади, галит эса чўкади. Оғир суюқлик билан ишлаш қулай, лекин бундай арзон суюқликни олиш жуда қийин. Шу сабабли, амалиётда магнитит ёки ферросилицийли эритмасидаги $NaCl$ ва KCl тўйинган суспензиялардан фойдаланилади. Магнитит ва ферросилиция суспензияси тинч ҳолда турмайди. Ажратиш жараёнини фақат суспензия ҳаракатдаги қурилмаларда олиб бориш мумкин. Бундай қурилма гидроциклон бўлиши мумкин, чунки унда марказдан қочма куч таъсирида катта зичликка эга бўлган заррачалар қурилма деворларига бориб урилган заррачалар спирал йўналишида пастга тушади ва остки штуцер орқали чиқариб олинади. Айни шу вақтда кичик зичликдаги заррачалар юқорига қараб ҳаракат қилади ва тепада жойлашган штуцердан чиқарилади. «Юқори» ва «паст» тушунчалари бу ерда нисбийдир, чунки гидроциклон ғориз онтал ҳам бўлиши мумкин.

Бойитиш маҳсулотлари тебраткичга тушади ва иккига ажралади: туз ва суспензияга, кейин эса ювилади. Ювилган концентрат қуритқичга узатилади. Охирги ҳолатда маҳсулотда 65% KCl ва 0,4% H_2O бўлади. Ювилгандан кейинги суспензия чиқиндига чиқарилади.

Аммиакли усул. Концентрланган (80% ва ундан ортиқ) сув-аммиакли эритмада ва суюқ сувсиз аммиакда KCl амалда эримайди, $NaCl$ нинг эрувчанлиги эса, анча юқори бўлади.

Сильвинитни концентрланган (80…90% NH_3) сув-аммиак эритмасида эритиш ҳам мумкин. Галитни эритгандан сўнг, фазаларга ажралгандан кейин KCl сувда эримайдиган моддалар, ангидридларидан иборат чўкма ҳосил бўлади. Аммиак ҳайдалиб қуритилгандан кейин 86…89% техник KCl олинади. Калий маъданининг ўзлаштирилиш даражаси 97…98% да, эритмадан аммиак буғлатилиб ажратилгандан сўнг 99,8% $NaCl$ олинади.

4.8.Калий хлорид ишлаб чиқаришнинг комбицияланган флотацион-галургик схемаси

Маьдандаги э.к.нинг миқдори кўп бўлиши, флотореагентлар сарфининг кўпайишига ва калийнинг тайёр маҳсулотга ўтиш даражасининг пасайишга олиб келади.

Айрим ҳолларда маълум миқдорда э.қ. бириктирган, флотация усулида олинган калий хлорид ёпишиб, катта бўлаклар ҳосил қилади. Шунинг учун, маьдан таркибидаги э.қ. нинг миқдори 3,5% дан ошмаса, флотация усулида қайта ишлаш юқори самара беради. Сильвинитларга галургия усулида қайта ишлашда шламлар бундай қийинчилик туғдирмайди.

Галургик усулда майда кристалл ҳолидаги калий хлориди олинади.

Иккала усуллардаги камчиликлар янги усул комбинацияланган схема ишлаб чиқишга ундади. Бунда асосий флотация қурилмасига эритиш-кристаллаш циклини киритиш йўли билан флотация ва галургия жараёнлари жамланди.

Комбинацияланган усулда ишлаб чиқаришда, дастлабки хом-ашё қуруқ майдалангандан сўнг қайта ишлатилувчи намокоб билан аралаштирилиб суспензия ҳосил қилинади. Олинган суспензия фракцияланади ва энг катта фракцияси тозаланиб флотация жараёнига юборилади. Классификатор шлами (слив) гидросепараторга узатилади ва унда муаллақ ҳолдаги майда туз заррачалари шламга ажратилади.

Гидросепаратордан ажратилган шламли пульпа қуюлтиргичга юборилади. У ердан тиниқ намокоб эритмаси гидроклассификаторга қайтарилади, қуюлтирилган пульпа эса чиқинди омборига ташланади. Гидросепаратордан чиққан майда туз заррачалари, асосий флотация чиқиндиси билан аралаштирилади ва иситилган айланмаи шелок (намокоб) да эритилади. Эритувчилар пульпаси тиндиргичда қуюлтирилади. сўнгра ҳосил бўлган пастки маҳсулот центрифугада сувсизлантирилади ва чиқиндига ташланади.

Тиндиргич тиниқ эритмаси ва центрифуга фильтрати иссиқ, тиниқ эритма-шелок бўлиб, уч босқичли вакуум-кристаллаш қурилмасига (ВКҚ) юборилади. Ҳосил бўлган пульпа қуюқлаштирилади ва центрифугада сувсизлантирилади; олинган эритма-ишқор эса, эритишга қайтадан юборилади.

Флотация концентрати центрифугада сувсизлантирилгандан сўнг, галургия усулида олинган калий хлорид билан аралаштирилади, сўнг эса қуритилади. Калийли ўғитлар сифатини оширишнинг энг самарадор усули - бу флотация жараёнига >0,2 мм ли фракцияларни тушишини бартараф этиш ва уни галургия усулида қайта ишлашга юборишдир.

Крмбинацияланган бойитиш схемада олинган калийли ўғит 70-80% ни флотация усулида ва 20-30% ни галургик усулда олинган маҳсулот ташкил қилади. Бу схемада олинган ***KCl*** нинг майда фракцияли чиқиндиси камайган ва физик хоссалари яхшиланган бўлади (4-2 жадвал).

4-2 жадвал

Калийли маьданларни флотаци ва комбинацилашган усулларда қайта ишлашда олинган концентратларнинг донадорлик таркиби, %.

Схема	Донадорлик синфлари, мм					
	+0,8	-0,8 +0,5	-0,5 +0,25	-0,25 +0,1	-0,1 +0,074	-0,074
Флотацион	2-5	15-20	30-40	25-35	4-8	6-10
Комбинацияланган	10-15	35-40	30-40	8-13	-	-

Флотация фабрикаларидаги комбинацияланган схемаларига калий маьданларини қайта ишлашнинг турли босқичларни: гравитацион ва бошқа бойитиш жараёнлари киритилиши мумкан.

Дастлабки бойитиш учун (тупроқ, очилган галит доналари ва уларнинг ўсинталарини ажратиш учун) оғир суспензия ва эритмалар, магнитли гидродинамик сепарация (МГД-сепарация), электрик сепарацияларни қўллаш келажакдаги режалардан ҳисобланади.

Комбинацияланган усул маьдандан ***KCl*** чиқишини ва калийли ўғитлар сифатини оширишда келажаги порлоқ усулдир.

Флотация фабрикаларининг технологик кўрсаткичларини ошириш мақсадида, сильвинитдан ***KCl*** ишлаб чиқаришнинг комбинацияланган флотация-галургик усуллари яратилган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган. Технологиянинг галургик қисмининг вазифаси – чиқимни ва маҳсулот сифатини оширишдир.

Комбинацияланган усул икки вариантда амалга оширилиши мумкина: 1) йирик донали - 3+1мм фракциядаги сильвинит флотацияланади, сўнг майда фракциялари (<1 мм), эса галургик қайта ишлашга юборилади; 2) 0,75 мм синфдаги майда донали фракция сильвинит концентратидан *KCl* ни максимал олингунча флотацияланади ва концентратни тозалашда хосил бўладиган оралиқ маҳсулот галургик қайта ишланади.

Одатда галургик қайта ишлашга чиқинди газларни тозалаш системаларида тутилган чанг ҳолдаги *KCl* ҳам қўшилади.

Эҳтимол, биринчи вариант «Уралкалий» ИЧБ жорий этиш мумкиндир, чунки у ерда йирик донали флотация қониқарли натижа берган, иккинчи вариант эса «Белорускалий» ИЧБ га жорий этиш мумкин, чунки маъдан сифати ёмон бўлганлиги сабабли, у ерда йирик донали флотация ўзини оқламаган.

KCl олишни комбинацияланган усули юқорида келтирилган галургик усуллардан принципиал жиҳатдан фарқ қилмайди.

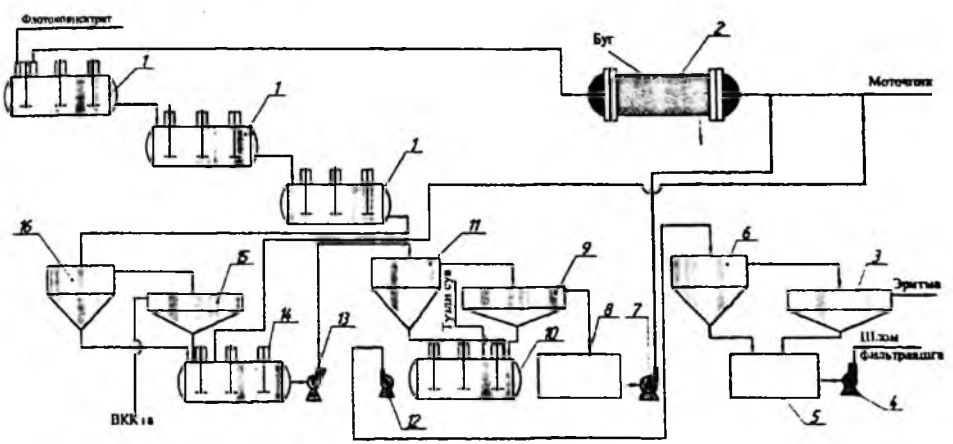
6.1-расмда комбинацияланган усулдаги галургик қисмининг ювиш ва эритиш бўлимларининг схемаси келтирилган. Флотация концентратини майда донали фракцияси (ёки оралиқ маҳсулот) учта горизонтал эритгичлар 3 да иссиқ маточний эритма билан шелок (эритма) ва қаттиқ фазаларни параллел ҳаракати шароитида ишлов берилади. Майда фракцияли концентратларниишлатиш оддий элеватор-шнекли эриткичларниқўллашимконини бермайди.

Галит ва шламни ажратиш Брандес 16 ва Дорр 15 тиндиргичларида амалга оширилади. Тиниқ ва иссиқ шелок (эритма) уч босқичли вакуум-кристаллизатор14 га юборилади (4.18 расм).

Мавжуд схемалардан фарқли уларок, галитли чиқинди ва лой тупроқли шламларни ювиш Брандес (6, 11) ва Дорр (3, 9) тиндиргичларида амалга оширилади.

Биринчи босқичда қаттиқ фазани суспензатор 14 да совуқ маточний эритма билан ювилади, иккинчи босқичда тузли лой-тупроқларни фильтрлаш ва ювишда хосил бўлган намокоб билан ювилади.

Тиндиргич 3 дан чиқган тиниқ эритма, ВКҚ нинг сиртий конденсаторларига юборилади.



4.18-расм. Комбинацияланган флотация–галургик усулда KCl ишлаб чиқаришдаги ювиш ва эритиш бўлимларининг технологик схемалари.

1-эритгич, 2-эритгич, 3,9,15-Дорр тиндиргичлари, 4,7,12,13- насослар; 5, 8-баклар; 6,11,16- Брандес тиндиргичлари; 10,14- вакуум-кристаллизатор.

4.9. Калийли маъданларни ер остида эритиш

Ер остида эритиш шахтали усулга қараганда, бир неча устунликка эга: шахтали тирговчи мосламалар талаб этилмайди; нефт саноатида қўлланиладиган маълум технология ва қурилмаларидан фойдаланиш мумкин; казиб олишни катта чуқурликларда олиш бориш мумкин, лекин шахтали усулда бу анчагина қийиндир. Бу усул тош тузли маъданларни қайта ишлашда кенг қўлланилмоқда, буни ҳамма турдаги конларда ва ҳар хил тоғли худудларда 2000 м чуқурликкача бўлган геологик шароитларда қўллаш мумкин. 305…310 кг/м^{3}ли *NaCl* намокоби бўйича қудуқлар унумдорлиги 80 м^3/с га етиши мумкин.

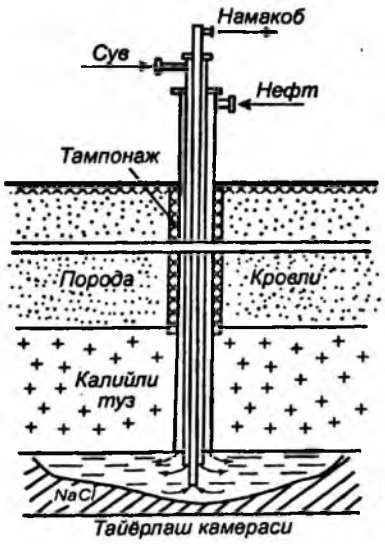
Канададаги Саскачев конида йиллик ишлаб чиқариш қуввати 614 минг/т K_2O бўлган завод мавжуд. Унда калий катлами 1200…1600 м чуқурликда ер остида сув билан эритиб олинади. Ҳосил бўлган намокоб фракцион кристаллаш усули билан қайта ишланади: буғлатиш жараёнида натрий хлор кристалланади; *NaCl* кристаллари ажратилгандан сўнг, эритма таркибидан *KCl* ни ажратиб олиш учун вакуум-кристаллизацияга юборилади.

Ер остида эритиш селектив фақат *KCl* ни эритиб ажратиб олиш орқали ёки конгруэнт усулда, яъни эритма таркибидаги *NaCl:KCl* нисбати маъданда қандай нисбатда бўлса ўша миқдорда бўлаши керак. Амалиёт шуни курсатдики, KCl ни селектив ишқорлаб ювиб (эритиб) ажратиш самарасиз, чунки галит камерада йиғилиб қолади ва эритувчини сильвин кристалларига етиб боришини қийинлаштиради. Саноатда калий маъданларини тўлиқ эритиш усули кенг кўламда қўлланилади.

Ер остида эритиш 2 та усулда олиб борилади: зинасимон (қатлам-қатлам кетма-кетлигида) ва гидроқўпориш. Иккала усулда ҳам эритиш камерасини эритувчи билан ювишга тайёрлаб олиш керак: қайта ишланаётган катламни тайёрлаш ўлчамлари – баландлиги 1,5…2 м ва майдони 8…10 минг м^2. Катта эритиш майдони олишдан мақсад - тўйинганга яқин концентрациядаги намокоб олишдир.

Калий тузли қудуқ қатлами тўлиқ чуқурлигигача кайта ишланади. Қудуқни колонна билан мустахкамланади. Маъдан ва колонна деворлари орасига цемент аралашмаси билан тўлдирилади ва ички кисмига 2 та «труба ичида труба» системаси бўйича колонна урнатилади (4.19-расм).

Тайёрлаш босқичида устки кисмини ҳимоялаш учун камерага тузларга нисбатан инерт бўлган моддалар (асосан нефт), солярка ёки сиқилган ҳаво берилади. Халқасимон тиркиш орқали тузни эритиш учун иссиқ сув берилади, эритма эса колоннанинг ўрта кисмидан чикариб олинади. Гидрофоб суюқлик камера юкори кисмини эриб кетишидан сақлаб туради ва камера диаметри аста-секин талаб этилган 100… 120 м катталикқача кенгайиб боради. Тайёрлаш босқичи 350 дан 500 суткагача давом этади ва натижада 250 минг м^3 паст концентрацияли (40…170 кг/м^3 *NaCl*) тузли намокоб ҳосил бўлади. Бу тузли эритмалар ташлаб юборилади ёки ош тузига қайта ишлаш учун тўйинтирилади. Гидроқўпориш усулида гидрофоб суюқлик қисман сўриб олинади ва камера юқори қисмида интенсив эриш жараёни кетади, чунки эритувчи сув эритмага қараганда зичлиги кичик. Қудуқ тубида тўйинмаган эритма йиғилади. Қайта ишлаш натижасида камера баландлиги катталашади ва цилиндрга яқин бўлган шаклга эга бўлади



4.19-расм. Ер остида эриш камерасининг ҳосил бўлиши ва намокоб олиш қудуқларни жиҳозлари.

Ер остида катламларини кетма-кет эритиш усулида камера тубида бир қисм гидрофоб модда сақланиб қолади, катлам эса 3…6 м баландликда зинасимон қилиб қайта ишланади. Шу билан бирга, сув берувчи ва намокобни сўрувчи колонналар ростланиб турилади.

Галургия илмий-тадқиқот институти маълумотларига кўра ер остида эритиш усули қуйидаги ҳолларда мақсадга мувофиқ: 1) маъдан сувда эрувчан моддалардан ташкил топган бўлса, масалан, сильвинит, хартзальт ва карналлит ($MgCl_2$ миқдори 5% гача) бўлса; 2) маъданда *KCl* миқдори 20% дан кам бўлмаса; 3) 1000 метргача бўлганчуқурликда маъдан калинлиги 5 м дан кам бўлмаса, катта чуқурликларда минимал 10 м га тенг бўлса; 4) маъдан чуқурлиги 1…2 км бўлганда; 5) кондицион маъдан заҳираси 500 млн. т дан кам бўлмаган ҳолда.

Тузларни ер остида эритиб, намокобларни юқорида кайта ишлашнинг афзалликлари: маъданларни 1000...1200 м чуқурликда қайта ишлаш имкони борлиги, аммо шахтали усул учун бу рентабел эмас; шахта усулига нолойик, эримайдиган аралашмалар миқдори юқори бўлганда, маъданларни тўлик қайта ишлаш имкониятларининг борлиги; хом-ашё олиш учун капитал маблағлар сарфининг камайиши; маъдан конларини эксплуатацияга топшириш муддатининг 5...6 йилдан 2...3 йилгача кискариши; бўлаклаш, сильвинитни эритиш ва лойли шламларни ювиш жараёнлари бўлмаганлиги учун кайта ишлашнинг технологик боскичларининг камайиши; ишлаб чикаришда фақат тоза намокоблар ишлатилиши технологияъни ва жараёнларни автоматлаштиришни соддалаштиради; жуда оғир бўлган ер ости ишларининг кискариши; атроф мухитни кам ифлосланиши.

Ер остида ишкорлаб ювиш (эритиш) усулининг камчиликлари: катламдан фойдали компонентларни ажралиш кўрсаткичи кичик (25...30%); щелокни буғлатиш учун кўп миқдорда иссиклик сарфланади, бу эса намокобни кайта ишлаш нархини ошириб юборади.

Калий маъданларини ер остида эритиш тог-геологик шароитлари мослигига ва намокобни концентрлаш натижасида олинган ош тузини сотиш ёки ишлатиш сохалари мумкин бўлган холларда қўллаш мақсадга мувофикдир. Кичик чуқурликда ва катлам калинлиги кичик бўлганда ер остида ишкорлаб эритиш усули иктисодий жихатдан самарасиз. Шунинг билан бирга, маъдан катламининг жойлашиши 1000 м дан чуқурда бўлса, ушбу усул энг қулайидир

Табиий тузли намокоблардан калий хлорид олиш. Денгиз суви калий тузлари ва бошка фойдали элементларнинг туганмас манбаидир. Шунинг учун, галургик хом-ашёни кайта ишлаш учун комплекс схемалар қўлланади. Ҳозирда рапаларни кайта ишлашда сода, сульфат натрий, хлорли калий, калий сульфати, суюк бром, бромидлар, тозаланган бура, бром кислота, натрий пироборати, литий карбонати ва фосфатлари олинади.

Тузларни ўта тўйинган эритмалардан буғлатиш, вакуум-кристаллаш ва кристаллаш усуллари ёрдамида ажратишга асосланган. Буғлатиш уч корпусли буғлатиш қурилмаларида мажбурий циркуляцияли, эритма ва иситувчи буғ қарама-карши харакатланганда олиб борилади. Буғлатиш жараёнида қуйидаги тузлар кристалл холида ажралади: $NaCl$, $Na_2CO_3 \cdot H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 2Na_2SO_4$ (буркиет) ва кам миқдорда Li_2NaPO_4. Кейинги вакуум-кристаллашда KCl олинади. Табиий рапалардан тузларни ажратиб олиш сунъий ховузларда буғлатилади. Бу жараён динамик ховуз деб аталган системасидан фойдаланилади. Бунда, кичик тезликда харакатланаётган зигзагсимон оким билан бир неча ховузлар каторидан ўтказилиб буғланиш таъминланади.

4.10. Калийли ўғитлар ишлаб чиқариш корхоналардаги курилма ва курилиш конструкцияларини коррозиядан сақлаш

Калийли ўғитлар ишлаб чикариш саноатининг ривожланишини коррозияга чидамли материаллар яратиш муаммоси билан чамбарчас боғликдир.

Галургик ишлаб чикаришда агрессив мухит сифатида тузларнинг сувли эритмаси хамда суспензиялари хисобланади чунончи улар - калий, натрий ва магний хлорид ва сулфатлари, лойли шлам ва туз заррачаларидан иборатдир. Ишлаб чикариш жараёнлари 20...145°С температура оралигида кечади. Доимий циркуляция ва харакати натижасида эритма ва суспензиялар яхши аралашади. Эритманинг pH = 5,5...7 атрофида бўлади. Алохида тузли эритмаларнинг кислоталик сони (pH=5,5-6,0) уларнинг таркибида гидролизга учрайдиган магнийнинг тузлари борлиги билан характерланади.Галургик ишлаб чикаришда емирилишнинг асосий сабаби, металларнинг электр кимёвий коррозиясидир. Тузли эритмаларнинг коррозион таъсири каттик фаза (туз кристаллари ва лой зарралари) нинг таъсири биланҳам характерланади. Калийли ишлаб чикаришнинг технологик курилмалари катта ўлчамли бўлгани учун асосий конструкцион материаллар бўлиб углеродли (легирланмаган) металлар хизмат килади. Шунинг учун коррозияга карши кураш масаласи пўлат ва чўян курилмаларни асрашдан иборат. Ундан ташкари, углеродли металларни бошка арзон ва ноёб бўлмаган, коррозияга чидамли конструкцион материаллар билан алмаштириш мухим ва долзарб масаладир.

Калий ва натрий хлоридлар металларга бир хил таъсир килади (4-3 жадвал), лекин температуранинг таъсири углеродли пўлатларда кучли бўлади. 20°С температурада *Ст.3* пўлатининг коррозия тезлиги 0,08 мм/йил дан ошмайди, температура 40°С гача кўтарилиши билан коррозия тезлиги 5 маротаба ошади. Чўяндан ясалган, марказдан кочма насоснинг,тузли эритма ва

лойли шламларни паст температурада (20...30°С) узатса ишлаш вақти 2...3 ой, юқори температурада (90...100°С) эса, 2 ҳафтадан ошмайди.

4-3 жадвал

Калий ва натрий хлоридли эритмаларда ҳар хил металларнинг коррозияга чидамлилиги.

Металл	Калий хлорид				Натрий хлорид			
	Мухит характеристикаси		Металл чидамлилиги		Мухит характеристикаси		Металл чидамлилиги	
	Концентрац. %	Температура, °С	Коррозия тезлиги мм/йил	Чидамлилик гуруҳи	Концентрац. %	Температура, °С	Коррозия тезлиги мм/йил	Чидамлилик гуруҳи
Латунь Л62. Л80, Л90	-	20	чидамли	-	-	-	чидамли	-
Никель НП-2	туйин.	100	<0,11	5	10	20	<0,11	5
Пўлат 1Х13	»	20	<1,17	7	туйин.	20	1,17	7
Пўлат 2Х13	»	$t_{қайн}$	>11,7	10	»	100	11,7	10
Х18Н9Т	»	20	<1,20	5	10	20	0,001	1
Х17Н13М3Т	36	20-$t_{қайн}$	<1,15	5	-	-	-	-
Титан ВТ-1	-	111	<0,14	6	20	$t_{қайн}$	чидамли	-
Алюминий	-	-	-	-	10	20-98	0,34	6
Пўлат Ст3		-	-	-	туйин.	40	0,08	5
Чўян Х28	-	-	-	-	10-20	20	0,12	6

Хромли пўлатлар ***1Х13, 2Х13*** ва бошқалар иссиқ хлорли эритмаларда ишлатишга чидамсиздир. Мис асосидаги металлар коррозияга чидамлилиги анча юқори ҳисобланади. Латунь, бронза, никель, титан ва бошқалар коррозияга юқори чидамли пўлатлардир. Мисол учун, ***ВТ-1*** титандан иссиклик алмашиниш қурилмалари ясалади. ***Х18Н9Т*** ва ***Х17Н13М3Т*** пўлатларидан центрифуга роторлари, элеватор чўмичлари, насос жиҳозлари, ҳамда юқори температурали суспензияларда ишловчи турли детал ва қисмлар ясалади.

Қурилма ва трубалар эксплуатация вақтини узайтириш учун қуйидаги ҳимоя усулларидан фойдаланилади:

- коррозион фаол муҳит билан таъсирлашувчи жойларни ноорганик коррозия ва эрозияга чидамли материал билан қоплаш-керамик, тошли плита ва сурков моддалар билан;
- қурилмалар ички қатламини органик моддалар билан қоплаш-резина, полиэтилен, полихлорвинил фаолит, смола, лак ва бошқалар билан;
- трубалар ва алоҳида детал ва қисмларни коррозияга чидамли материаллардан ясаш – пластмасса, ойна,тош плиталари, фарфор, легирланган пўлат;
- электрохимик усуллар.

Катта ўлчамли қурилмаларни ҳимоя қилиш учун (тиндиргич,бакларва бошқ.) диабазит плиткалардан қопламақилиш, 1-2 қават андезит сургичларидан фойдаланиш кенг қўлланилади. Ташки мураккаб шаклли жойларни ҳимоя қилиш учун коррозияга чидамли материаллар билан металл устки юзасига силикатли эритма, смола, лак, бўёқлар суртилиб ҳимояланади.

Органик материал (полиэтилен,полипропилен ва бошқа) лар юқори коррозион чидамлиликка эга. Лекин, бу материалларнинг камчилиги - температурага чидамсизлигидир. Шу сабабли, уларни фақат 60...80°С температурагача қўллаш мумкин. Кўп ҳолларда, калийли заводларда, протектор ҳимоядан фойдаланилади: ташқи қисм ёки деталларга протектор ўрнатилади. Кучсиз манфий потенциалли металл электрод, кўп ҳолларда, протектор сифатида аммонит ишлатилади. Ҳимояланаётган қисм билан гальваник элемент ҳосил қилади. Унда протектор анод ҳисобланиб интенсив емирилади, ҳимояланаётган қисм эса, катод ҳисобланади. Бундай ҳимоя усули қурилмаларнинг ишлаш вақтини 6 ойдан 2 йилгача узайтириш мумкин.

Коррозиядан ҳимоялаш қурилмалар таннархининг ошиши билан боғлиқ. Шунинг учун у ёки бу усулдан фойдаланиш иқтисодий самарадорлигига, ҳимоя нархига ва ишлаш вақтини узайтиришга боғлиқ. Одатда, қурилмаларни ишлаш вақти антикоррозион ҳимоядан фойдаланилганда 3...8 маротаба ошади. Шу билан бир вақтда баъзи бир қисмларда, масалан, баклар ва трубаларда нополяр флотореагент ва совуқ эритмали флотацион заводларда антикоррозион ҳимоядан фойдаланиш мақсадга мувофик эмас, чунки булар иш вақтини узайиши билан ўз-ўзини коплаш (нархини) хусусиятига эга эмас.

4-боб. Галургик усулда бойитиш бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Калийли маъданлар флотациясининг технологик схемаси.
2. Йирик ўлчамли (3-4 мм гача) махсулот олиш схемаларининг турлари.
3. Йирик ва майда фракцияли маъданларнинг алохида-алохида флотациялаш схемаси.
4. Йирик фракцияли флотациялаш усули.
5. KCl ни флотацияли бойитишни галургик усул билан комбинациялаш.
6. KCl ни гравитацияли бойитиш усуллари.
7. Эритиш ва алохида кристаллантириш усули билан калий хлорид олиш.
8. Сильвинитли маъданларни қайта ишлашнинг физик-кимёвий асослари
9. Сильвинитдан калий хлорид ишлаб чиқариш галургик усулининг принципиал схемаси.
10. Калий сульфат.
11. Калий сульфат олиш усуллари.
12. Полиминерал калий сульфатли рудаларни галургик, флотацияли ёки комбинацияланган схемаларда қайта ишлаш.
13. Натрий, магний, аммоний, кальцийнинг сульфатли тузлари, сульфат кислота ва бошқалар билан калий хлоридинг конверсияланиши.
14. Полиминерал маъданларни қайта ишлаш.
15. Маъданларни қайта ишлашнинг усуллари.
16. Калийнинг полиминерал маъданларидан гидротермик усулда олиш.
17. Конверсия усулида калий сульфат олиш.
18. Калийли селитра ишлаб чиқариш технологик ҳисоблари
19. Калий нитратхоссалари ва олиш усуллари.
20. Калий нитратни саноатдаги навлари.
21. Калий нитрат ишлаб чиқаришнинг конверсияли усули.
22. Калий нитрат ишлаб чиқаришнинг самарадор усуллари.
23. Калий хлорид ва нитрат кислота ёки азот оксидларидан калий нитрат олиш.

ХЛОРСИЗ ВА МУРАККАБ КАЛИЙЛИ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ

Калий хлорид калийли минерал ўғитлар ичида олдинги ўринларни эгаллайди,лекин калий хлорид кўпгина ўсимликлар учун (картошка, гречка, чой, тамаки, цитрусли ўсимликлар учун) зарарлидир, у хосил сифатини камайтиради. Бундай ўсимликлар учун калий сульфат асосидаги хлорсиз калийли ўғитларнинг самараси кўпроқдир, буларга K_2SO_4–(45-50% K_2O), калий магнезия – (28-30% K_2O), калимаг (22% гача K_2O) ва полигалит (8-15% K_2O) лар киради.

Қишлоқ хўжалигида оз миқдорда поташ ишлатилади, унинг нархиюқори ва гигроскопиклиги каттадир. Калий сульфатли ўғитларнинг афзаллиги шундаки, унда сульфат иони мавжуд бўлиб, ўсимликларнинг ўсишига яхши таъсир курсатади.

Хлорсиз калийли ўғитлар ва калий магнийли ўғитлар донадор вамайда гранула ҳолида ишлаб чиқарилади. Озуқавий моддаларнинг ўғитлардаги миқдори уларнинг навига боғлиқ. Калий сульфатда 48-52% K_2O, калий магнезия ва бошқа калийли ўғитларда 22 дан 30% гачаK_2O бўлади. Калий сульфатли ўғитлар табиий хом-ашёлардан ишлаб чиқарилади. Калий сульфатли маъданлар ва тузлардан, калий хлор ва сульфат сакловчи махсулотлардан кимёвий конверсия усули орқали ҳам олинади.

Чет элда кўпгина давлатларда сульфат калий хом-ашёсидан ишлаб чиқарилади: Италияда-каинит, АҚШда-лангбейнит, Германияда-хартзаллит маъданлардан, ҳаттоки ўзининг калийли хом-ашё базасигаэга бўлмаган Белгия ва Япония ҳам калийли ўғитлар ишлаб чиқаради.

Калий сульфатни конверсия усули билан ишлаб чиқиш қуйидаги давлатларда мавжуд: Франция, АҚШ, Испания, Белгия, Япония ва Канада.

4.11. Калий сульфатни олиш

Натрий сульфат олиш учун табиий ресурсларнинг борлиги (Караумбит рапаси ва Тумрюк мирабелит-стеклицаси, Кучук кули,тузлар ва Қора бўғоз–гол қўлтиғининг юқори қатлами ва бошқалар), ҳамда синтетик кислоталарни ишлаб чиқаришда кўп миқдорда ҳосил бўлиб саноат аҳамиятига эга бўлмаган натрий сульфатнинг мавжудлиги, калий сульфатни натрий сульфат ва калий хлорид асосида конверсия усули билан олиш юқори фойдали эканлигини кўрсатади.

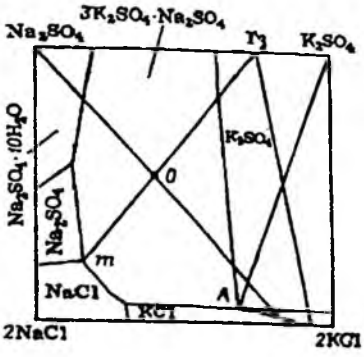
Жараённинг физик кимёвий тавсифи. Калий сульфат ишлаб чиқаришнинг конверсия усулини А.И.Заставский, А.А.Соколов ва С.С.Сеналар ишлаб чиқишган. Улар $K^+, Na^+ \| \, | Cl^-,(1/2) SO_4^{2-}–H_2O$ системасини гетероген тенглигини ўрганишиб калий сульфатни олиш схемасини ишлаб чиқишди. Конверсия усулини икки боскичда олиб бориш мақсадга мувофик, бунда оралиқ махсулот глазерит ҳосил бўлади:

$$4Na_2SO_4 + 6KCl = Na_2SO_4 \cdot 3K_2SO_4 + 6NaCl \qquad (4.56)$$

$$Na_2SO_4 \cdot 3K_2SO_4 + 2KCl = 4K_2SO_4 + 2NaCl \qquad (4.57)$$

Жараённи бир боскичда олиб бориш калий сульфатнинг кам ажралишига сабабчи бўлади. 4.20-расмдан кўриниб турибдики, глазеритни ҳосил бўлиши мирабилитнинг, калий хлорид ва A таркибли эритманинг таъсирлашувидан иборатдир. Бу A эритма глазеритни калий сульфатга қайта ишлашда хосил бўлади. O нукта мирабилит, калий хлор ва A эритма таркибини характерлайди. Булар глазерит майдонида, глазеритни Γ ва m нукта чизиғни бирлаштирувчи нурда бўлиши керак. Бу ерда m эритма 3 та қаттик фаза билан тўйинган-генатдит, галит ва глазерит. Бу шароитда О нукта глазеритнинг максимал чикишини таъминлайди. Олинган глазерит калий хлор билан ишлов берилиб, калий сульфат ва A эритма олинади. Калий сульфатни чиқишининг энг қулай температураси 25°С. Биринчи боскичнинг тугашига кетаётган вакт 1 соат, 2 – боскичга - 30 мин.

Биринчи боскич конверсиясида хосил бўлган глазерит натрий сульфат билан бойиган каттиқ эритма кўринишида бўлади.



4.20-расм. Калий хлоридни натрий сульфат билан конверсиясини $K^+, Na^+ \| \, Cl,(1/2)\,SO_4^{2-}–H_2O$ **система диаграммасидаги ифодаси.**

Калийнинг глазеритдаги миқдорини ошириш ва жараённинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш учун қуйидаги усуллар ишлаб чиқилган:

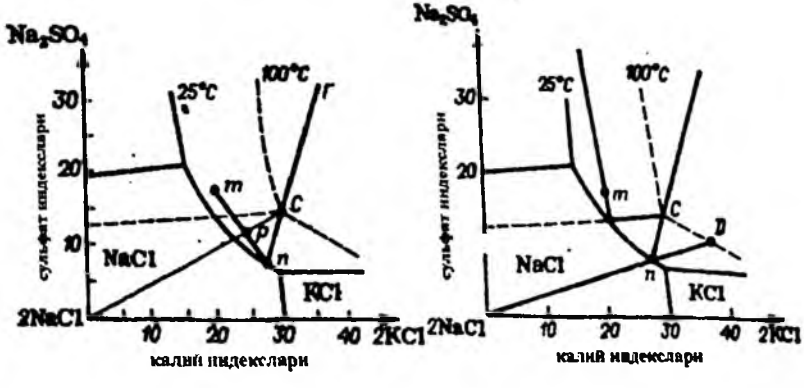
1) кам миқдорда калий сақловчи глазеритни,уни калий сульфатга қайта ишлашда хосил бўлувчи калий сульфатли эритмаси билан ювиладивакайта ишланади (глазеритни бойитиш);

2) бойитиш боскичида олинган эритма конверсиянинг 1- боскичига юборилади;

3) бойитилган глазеритқалий хлор эритмаси билан қайта ишланиб, калий сульфат ва сульфат эритмаси олинади.

Глазерит эритмаси конверсия жараёнидан чиқарилади; бунда калийнинг ажралиши 75%дан ошмайди. Жараёнда калийни ажралиш миқдорини ошириш учун глазерит эритмасини қайта ишлашнинг бир неча вариантлари назарий жиҳатдан кўриб чиқилган.

Галитни буғлатиш усулида ажратиш (4.21-расм). Глазерит эритмасини (*m* нукта) циклнинг эритмаси (*n* нукта) арлашишидан хосил бўлувчи *p* нуктага мос келувчи таркиб буғлатилади. Бунда кристалга тушган натрий хлор ажратиб олинади. Эритма (*c* нукта) глазеритни қаттиқ фазага ўтгунча совутилади. Глазерит ажратиб олинади ва конверсияни 2- боскичга юборилади. Қолган эритма (*n* нукта) глазерит эритмаси билан аралаштирилади.



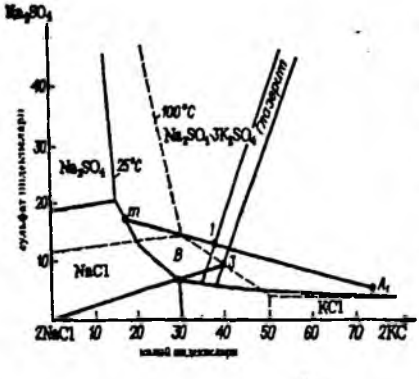
4.21-расм. Глазерит эритмасини қайта ишлаб натрий хлорид олиш жараёнинг $K^+, Na^+ \| \, Cl,(1/2)\,SO_4^{2-}–H_2O$ **система диаграммасидаги ифодаси.**

4.22-расм. Глазерит эритмасини галит ва тенардит аралашмаси хосил бўлгунича буғлатиш жараёнининг $K^+, Na^+ \| \, Cl,(1/2)\,SO_4^{2-}–H_2O$

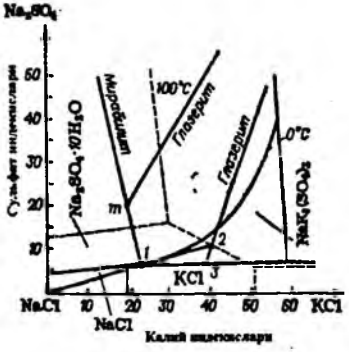
система диаграммасидаги ифодаси.

Буғлатиш йўли билан галит ва тенардит аралашмасини ҳосил қилиш (4.22-расм). Глазерит эритмаси тўғридан-тўғри буғлатилади. Бунда қаттиқ фазага биринчи тинардит ўтади, кейин тенардит ва галит аралашмаси. Қаттиқ фаза ажратиб олинади ва жараёндан чиқариб юборилади. Эритма эса (С нуқта) совутилиб глазерит ажратилади. Бунда ҳосил бўлувчи эритма *n* нуқта яна буғлатилиб галит олинади, яна совутилишда глазерит ажратилади, конверсияни 1-босқичида асосий циклдаги эритма (*c* нуқта) ишлатилиб глазерит олиш варианти мавжуд.

Буғлатиш йўли билан калийли тузлар аралашмасини ажратиб олиш (4.23-расм). Глазеритли эритма бойитиш босқичида ҳосил бўлувчи глазерит (1 нуқта) A_1 эритмаси билан аралаштирилади ва қаттиқ фазага глазерит ажратилгунча буғлатилади. Суспензия 25°С гача совутилиши аралашмадаги глазерит ва калий хлорни қўшимча кристалланишига олиб келади. Калийли тузлар *B* эритмадан ажратилади ва конверсияънинг 2-босқичига юборилади. *B* эритмани буғлатиш жараёнида натрий хлорнинг кристалланиши содир бўлади. Буғлатилган эритма (3 нуқта) галит ажратилгандан кейин, яна совутилади глазерит ва калий хлор аралашмаси ажратилади. Ажратилган эритма *B* эритма таркибига яқин бўлади; шу йўл билан глазерит эритмасини қайта ишлаш цикли туғатилади.



4.23-расм. Глазерит эритмасини қайта ишлаб калийли тузлар аралашмасини олиш жараёнининг $K^+,Na^+ \| \, Cl^-,(1/2)\,SO_4^{2-}–H_2O$ система диаграммасидаги ифодаси.



4.24-расм. Глазерит эритмасини совитиш жараёнининг $K^+,Na^+ \| \, Cl^-,(1/2)\,SO_4^{2-}–H_2O$ система диаграммасидаги ифодаси.

Глазерит эритмасини совитиш (4.24-расм). Жараён мирабилитни кристалланиши билан боради, у эритмадан ажратилади ва конверсиянинг биринчи босқичига юборилади. Совутилган эритма (1 нуқта) буғлатилиб кристалланган натрий хлорид эритмадан ажратилади ва жараёндан чиқариб юборилади, эритма эса (2 нуқта) аввал глазерит кристалланишигача совутилади, кейин глазерит ва калий хлорид аралашмаси ҳосил бўлгунига қадар совутилади. Ажратилган калий тузлари конверсия жараёнига юборилади, қолган эритмани буғлатиб ош тузи олиш мумкин.

Глазерит эритмасини утилизация вариантларининг таҳлили ва уларнинг амалий синови шуни кўрсатадики, амалиётда қуйидаги икки усулдан бири мақсадга мувофиқ:

-глазерит эритмасини буғлатиб, қаттиқ фазада хлорид ва сульфат натрийдан иборат (тузли шлам) чиқиндисини олиш, буғлатилган эритмани конверсиянинг биринчи босқичига юбориш;

-глазерит эритмасини совўтиб, мирабилит кристалларини олиш.

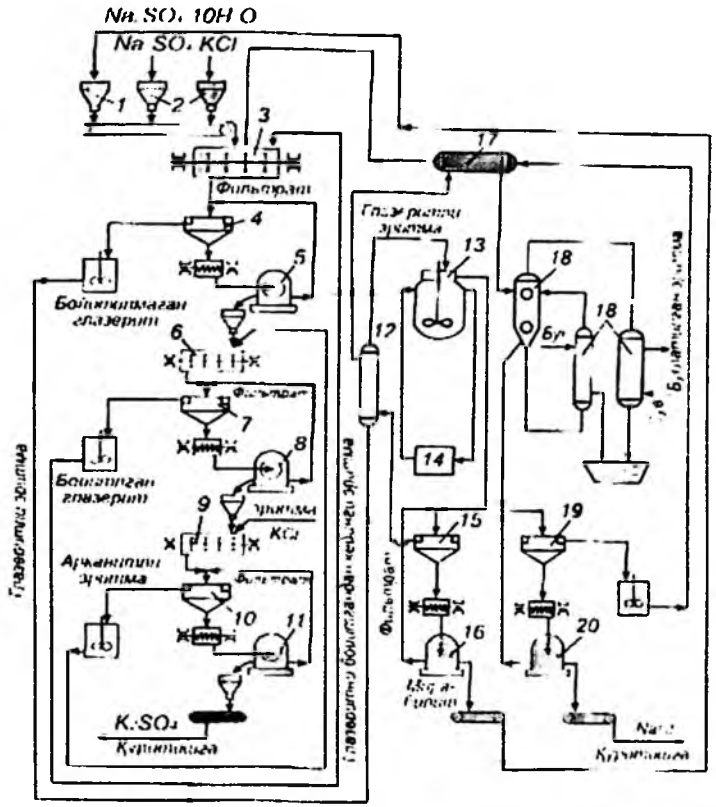
Глазерит эритмасини утилизация қилишнинг биринчи варианти технологик схемаси оддий кўринишга эгадир. Аммо, бу вариант хом-ашё сифатида арзон натрий сульфат бўлса (масалан табиий мирабилит бўлса, чунки унинг сульфат ионининг ишлатилиши фақат 70%-ни ташкил қилади, қолган қисми конверсия жараёнида туз шлами ҳолида чиқариб юборилади) қўллаш мақсадга мувофиқ.

Глазерит эритмасини совитиш йўли билан қайта ишлаш схемаси қўшимча шлакни совитиш жараёнининг киритилиши натижасида анча мураккаблашади - бироқ калий ва сульфат ионининг

ишлатилиши юкори даражадалиги (95...96%) сабабли саноатда қўлланилиши мақсадга мувофиқ хисобланади

4.12. Калий хлоридни натрий сульфат билан конверсия қилиш

Конверсиянинг технологик схемаси (4.25-расм).1 ва 2-чи бункердан калий хлор ва натрий сульфат тарелкали узатгичлар орқали ромли аралаштиргичли конверсия реактори 3 га берилади. Шу ерга мирабилит ва циклга қайтарилувчи глазеритли эритмаларни утилизацияси натижасида олинган буглатилган эритма берилади. Жараён температураси 20...25°С, давомийлиги 40...60 минут. Глазерит суспензияси Дорр тиндиргичи 4 да С:К=0,7-1,2 нисбатгача қуюклаштирилади ва центрифуга 5 га юборилади. Фильтрланган глазерит бойитиш босқичига ўтади у ерда 2- босқич конверсиясидан олинган эритма орқали реактор 6 да 20-25°С да 60 минут давомида кайта ишланади.



4.25 - расм. Натрий сульфатдан калий сульфат олиш схемаси.

1,2–ишлатилаётган махсулот учун бункер; 3,6,9-конверсия реакторлари. 4,7,10,15,19-Дорр тиндиргичлари; 5,8,11,20-центрифугалар; 12,17-иссиклик алмашинши курилмаси, 13-юзали кристаллизатор; 14-аммиакли совутгич; 16-дискли вакуум-фильтр; 18- буғлатувчи курилма.

Глазеритни бойитилган суспензиясини Дорр тиндиргичи 7 да қуюклаштирилади ва 8 центрифугада фильтрланади. Фильтрат тиндиргичга қайтарилади, тиник эритма конверсиянинг биринчи босқичига юборилади. Фильтрлаб бойитилган глазерит 2-босқичдаги реактор 9 га юборилади. Шу ернинг ўзига 28%-ли калий хлорид эритмаси берилади. Конверсия 20...25°С да 50...60 минут боради. Реакторда олинган калий сульфат суспензияси Дорр тиндиргичи 10 да қуюклаштирилади. Эритма глазеритни бойитиш босқичига юборилади. Қуюклаштирилган

суспензия центрифугаланади. Фильтрланган калий сульфат центрифуга 11 да ювилади (5% масса миқдорида) ва қуритишга юборилади. Глазерит эритмаси иссиқлик алмашиниш қурилмаси 12 да мирабилит эритмаси билан совутилади ва аммиакли совуттич- кристаллизатор каскади 13 да 0…5°С гача совутилади. Кристалланаётган мирабилит Дорр тиндиргичи 15 да С:Қ=3-4 нисбатгача қуюлтирилади, дискли вакуум-фильтр 16 да сувсизлантирилади ва конверсиянинг 1- босқичига юборилади.

Мирабилитли эритма совутувчи маҳсулот сифатида иссиқлик алмашиниш қурилмаси 12 га берилади. Иссиқлик алмашиниш қурилмаси 17 да буғлатилган иссиқ эритма совутилади ва 2 корпусли вакуум-буғлатувчи қурилма 18 га ўтади. Бу ерда кристалланаётган ош тузи Дорр тиндиргичи 19 да қуюқлаштирилади, 20 да центрифугаланади ва қуритишга юборилади. Дорр тиндиргичи 19 дан келувчи эритма иссиқлик алмашиниш қурилмаси 17 да совутилади ва конверсиянинг 1- босқичига юборилади.

4-4 жадвалда конверсия жараёнидаги суюқ ва қаттиқ фазалар таркиби келтириган.

4-4 жадвал

Натрий сульфат билан калий хлоридни конверсияси натижасида хосил бўлувчисуюқва қаттиқ фазалар таркиби

Суюқ ва қаттиқ фазалар	Моддалар таркиби, %				
	K_2SO_4	Na_2SO_4	KCl	NaCl	H_2O
Глазерит (намлиги 5%)	63,02	30,77	2,75	-	3,46
Тўйинтирилган глазерит (намлиги 5%)	71,49	23,04	1,87	-	3,60
Калий сульфат (намлиги 5%)	74,22	8,37	3,83	-	3,58
Мирабилит (намлиги 8%)	-	40,71	0,63	1,57	57,09
Ош тузи (намлиги 5%)	-	0,19	0,80	95,86	3,15
Эритма:					
глазеритли	-	5,86	7,28	16,69	70,17
глазеритни тўйинтириш босқичида	-	1,99	18,98	7,22	71,81
конверсиянинг 2-босқичида	-	2,14	21,43	4,90	71,53
мирабилитли эритма	-	1,97	7,92	19,53	70,58
ош тузини ажратгандан кейинги эритма	-	3,95	15,88	17,44	62,73

Тумрюк конидаги ва Кучук кўлидаги мирабилит-стеклицани(кристаллари шишадек) конверсияжараёнига тайёрлаш. Бу мирабилит чўкмаларинихлорсиз ўғитлар олиш учун ишлатиш мумкин. Уларнинг массавий миқдоридаги таркиби(%):Na_2SO_4 – 40,29, $NaCl$ – 1,42, $MgCl_2$ – 0,27, $CaSO_4$ – 0,71, э.қ. – 5,15, H_2O – 52,16.

Тумрюк мирабилитини калий хлорид билан конверсия жараёнининг технологияси ТошКТИ нинг «Ноорганик моддалар кимевий технологияси» кафедрасида ишлаб чиқилган. У майдалаш, мирабилитни тўйинган эритма билан репульпациялаш васуспензияни1,0 мм ли фракция бўйича классификациялашгаасосланган.

1,0 мм катталикдаги тўйинтирилган мирабилити э.қ.-1,5% дан кўп бўлмаган холда, тўғридан-тўғри конверсия жараёнига юборилади. 1 мм дан кичик бўлган суспензиялар тиндиргичда чўктирилади, центрифугадасувсизлантирилади ва эримайдиган қолдиқларни ювишда колган эритма билан натрий сульфатни эритиб олишга юборилади. Олинган тўйинган натрий сульфат эритмаси қисман конверсия жараёнига юборилади, қисман янги майдаланган мирабилитстеклицасинирепульпациялашга йўналтирилади.

Синтетик ёғ кислоталари ишлаб чиқариш қолдиқлари (СЁК) -Натрий сульфатни конверсия жараёнига тайёрлаш –СЁКишлаб чиқаришдаги қолдиқ эритмаларни қайта ишлашқуйидаги таркибдаги паст навли натрий сульфатини олинишигаолиб келади (%) Na_2SO_4 – 85-89, $NaCl$ – 1,5-2,5, Na_2CO_3 – 3-5. Mg, Fe (оксидлар миқдорида) – 2,0; органик бирикмалар - 4…8.

Бу маҳсулот техник натрий сульфат сифатида ДСТ талабларига жавоб бермайди, у ёкимсиз хидгаэга ва бир қатор зарарли органик бирикмалар мавжуд. Галургия илмий-тадқиқот институти (ГИИ) да олиб борилган ишлар, бу маҳсулотни калий хлор билан конверсия жараёнида ишлатиш, ундан органик бирикмаларни 650…700°С температурада термик қайта ишлангандан сўнг ишлатиш мумкинлигини кўрсатди. Термик қайта ишлаш маҳсулотидан Na_2CO_3 ва $NaOH$ ларни сульфат кислота билан нейтраллаш, эритмада натрий сульфат миқдорини 29…30 дан 34% гача кўтаришгаолиб келади.

4.13. Калий хлоридни магний сульфат билан конверсиялаш

Калий сульфатни магний сульфат билан ишлаб чикаришда Караумбит ва Сиваш кўлларининг рапасидан,Тумрюк мирабилит кристаллари орасидаги рападан чўкмаларини қайта ишлашда хосил бўладиган моддалардаастраханит хом-ашёсидан, Яхши килич, шунингдек Орол атрофидаги кўллари рапаларидан, иссиқлик электр станцияларида, гипсо-доломит суспензиясини карбонизациялашда хосил бўлувчи бирикмалардан фойдаланиш мумкин. «Карабогазсульфат» ИЧБ дан чиқувчи мирабилит эритмаларидан эпсомита олиш технологияси ишлаб чикилган. Кара-Богаз-Гол кўлининг туз захираларини тўлиқ қайта ишлаш йўлга қўйилса, йилига 700 минг тонна эпсомит олиш мумкин.

Жараённинг физик- кимёвий асослари. Калий сульфатни ишлаб чикариш 4 компонентли сув-туз системаси $2K^+, Mg^{2+} \| 2Cl^-, SO_4^{2-} - H_2O$ эриш диаграммаси хоссаларигаасосланган. Калий хлорид ва магний сульфатнинг таъсирлашиш жараёнининг технологияси Н.С.Курнаков ва Е.И Лукьяновлар томонидан ишлаб чикилган. Улар томонидан, калийни хлориддан сульфатга кўчириш юкори даражада таъминланиши учун жараён 2 босқичда бориши аниқланди: 1-босқичда оралиқ махсулот – шенит, 2-босқичда калий хлориднинг янги қисмлари билан калий сульфатга конверсияланади:

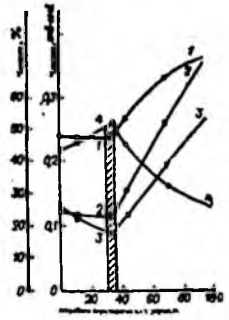
$$2KCl + 2MgSO_4 + 6H_2O = K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O + MgCl_2 \qquad (4.58)$$

$$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O + 2KCl = 2K_2SO_4 + MgCl_2 + 6H_2O \qquad (4.59)$$

Иккинчи босқичда хосил бўладиган сульфат эритмаси 1-босқичга юборилади, 1-босқичдаги шенитли эритма жараёндан магний хлоридни олиб ташлаш учун ташқаригайўнаттирилади. Бундай жараёнда калийни ажратиб олиш даражаси 50% дан ошмайди. Шенитли эритмани бўглатиш ва конверсиядаги калийли тузларни хамма кристалларини циклга қайтарилиши технологик схемани мураккаблаштиради, лекин калий хлоридни сульфатгаўтишини 90...95% гачаоширади.

Шенитни сув билан парчалашнинг температураси, калий сульфат чикишини максимал даражада таъминловчи температура – 47.2°С дир. Бу температурада сульфатли эритмадаги магний сульфатни калий сульфатга бўлган нисбати максимал даражада ва тузларнинг эриш системаси $2K^+, Mg^{2+} \| 2Cl^-, SO_4^{2-} - H_2O$ диаграммасидаги фигуратив нукта калий сульфат ва шенитни кристалланиш чизигида ётади. Калий хлорид эритмаси билан шенитни парчалаш қулай температураси жараёнга узатилаётган хлорид миқдори билан ўзгаради.

Шенит тўлиқ конверсияланганда, шенитда мавжуд бўлган магний хлорнинг хаммаси хисобга олиб бериладиган калий хлорид, сульфат эритмасидаги фигуратив нукта, калий сульфат ва сильвиннинг кристалланиш чизигида ётади. Температурани ўзгартириш, системадаги тузлар кристалланиш конфигурациясини ўзгаришига олиб келади ва хар бир температура учун калий хлориднинг қулай миқдори мавжуд. Буни калий сульфатни максимал даражада олишни таъминлаш учун жараёнга қўшиш керак.



4.26-расм. Конверсия жараёни моддий балансининг узатилаётган калий хлорид миқдорига боғликлиги:
1,4- шенит ва калий сульфатнинг чикиши (%), 2,3- шенит ва сульфат эритмаларининг чикиши (экв-мик).

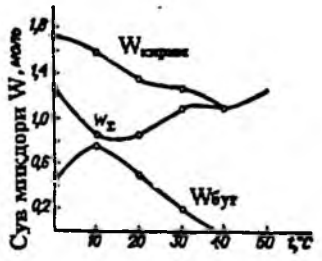
Изланишлар кўрсатадики, конверсиянинг 1-босқичига берилаётган калий хлориднинг оптимал миқдори унинг умумий жараёнга узатилаётган миқдоридан 30-35% ни ташкил қилади. Бу миқдорни ошириш оралиқ махсулотнинг кўпайишигаолиб келади (шенит ва сульфат эритмаси) ва калий сульфат чикишининг камайишигаолиб келади (4.26-расм). Расмдаги штрихланган қисм конверсиянинг 1-босқичига берилаётган калий хлориднинг қулай оралиқ миқдорига тўғри келади. Бунда, 2-босқичда сувнинг миқдори минимал бўлади ва 1-босқичдаги ортиқча сув бўглатиш йўли билан чикариб юборилиш керак (4-5 жадвал).

4-5жадвал

KCl ни конверсия босқичларида тақсимлашга қараб $W_{юр}$ ва буғлатиладиган $W_{буг}$ сув миқдори

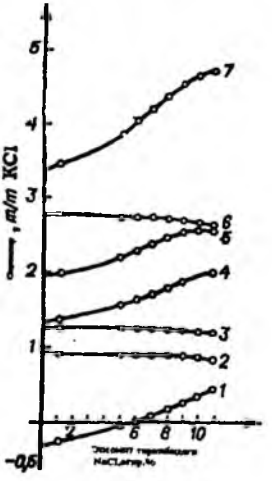
*KCl*улуши, %	Сув, экв	
	Биринчи босқичда буғланадиган	Иккинчи босқичга берилалиган
100,00	8,6	16,2
68,70	8,2	12,0
43,10	4,2	8,6
34,00	0,8	6,6
11,24	3,2	8,4
0,00	4,2	9,4

Конверсия жараёнининг температурага боғлиқлиги0...50°С ҳар 10°Сораликдабажарилган таҳлили кўрсатдики,босқичларда калий хлорид қулай тақсимланганда, жараёнга узатилаётган сув миқдори, температураси 0 дан 40°С гача кўтарилганда, камаяди (4.27-расм). 1-босқичда буғлатилиши керак бўлган сувнинг миқдори 10°С да максимумга эга ва 40°С га кўтарилганда нольгача камаяди. Бунинг натижасида сув баланси 10°С да минимумни ташкил қилади. Таҳминан шу температурада конверсия жараёнидан чиқувчи шенит эритмасининг оқими минималдир. Бу омил, калийнинг чиқими 10...15°С максимал даражада эканлигини белгилайди. 1-босқичда бу температурада шенит оқимининг максимал даражасини кўрсатади ваунинг парчаланиши натижасида калий сульфат оқими катта бўлишини ва 2-босқичдаги сульфат эритмаси - максимумга эришишини кўрсатади. Бирок, 10...15°С даконверсиянинг 1- босқичида сувнинг максимал миқдорини буғлатишни инобаттаолган холда, Қора-Боғаз-Гол шароитидаги оптималтемпература– 20...25°С. Бунда калий чиқими кўпаяди ва сувни буғланиши камаяди; бу конверсияни нормал температурада иситиш ёки совитишга сарфланадиган қўшимча энергиясиз олиб бориш имконини беради.



4.27-расм. Конверсия жараёнига берилувчи сув ($W_{юр}$) ва буғлатилаётган сув ($W_{буг}$) миқдорларининг температурага боғлиқлиги;
$W_т$-жараёнда қолаётган сувнинг суммар миқдори.

Эпсомитни конверсия жараёнининг технологик кўрсаткичларига натрий хлорид аралашмасининг таъсирини кўриб чиқамиз. 4.28-расмдан кўриниб турибдики, эпсомитда натрий миқдорининг кўпайиши чиқимнинг ортишига олиб келишини кўрсатмоқда (5-эгри чизиқ); жараёнга узатилаётган сувнинг миқдори ҳам кўпаяди (4-эгри чизиқ). Буларнинг ҳаммаси, жараёнга берилаётган шенит миқдорининг ортишига олиб келади (7-эгри чизиқ) ва калийдан фойдаланиш даражасини (83,4 дан 78,6% гача) ва сульфат ионини (66 дан 54 % гача) пасайтиради.



4.28-расм.Калий хлорид конверсияси хом-ашёлар оқими балансининг эпсомитдаги NaCl миқдорига боғлиқлиги:
1-биринчи босқичга берилган сув; 2-калий сульфат;
3-шенит; 4-иккинчи босқичга берилган сув;
5-эпсомит; 6,7-сульфатли ва шенитли эритма.

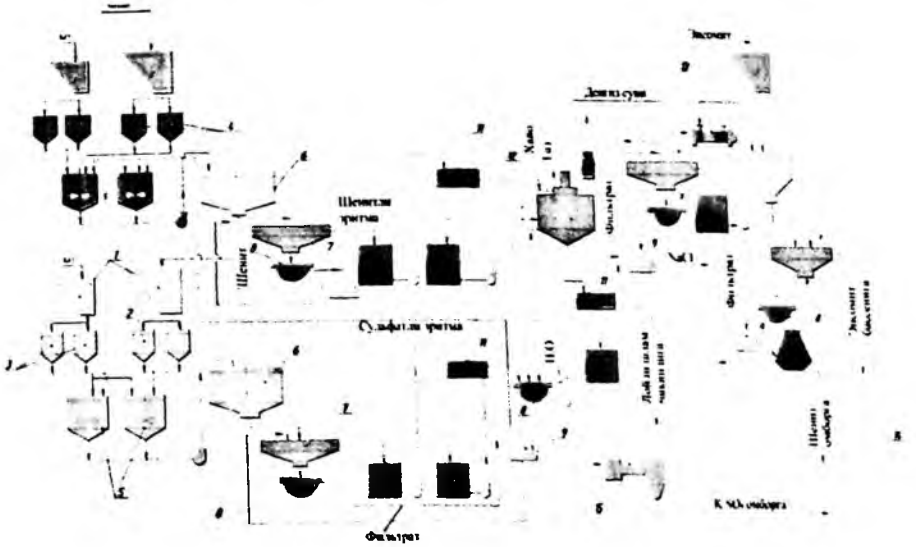
Технологик схема (4.29-расм). Эпсомит ва калий хлорид 2 мм ўлчамдаклассификасияланади ва оралик бункер орқали ўлчагичларга юборилади. Улар ичидан маҳсулотни деворларга ёпишишини олдини олиш учун қурилма ичидан ПВХли пластинкалар билан қопланган. Ўлчагичлардан маҳсулот аралаштиргичларга берилади (сиғими 45 м³), хом-ашёларнинг сарфланиши ярим соатга ҳисобланган. Бу ерга 2-босқич конверсиясининг сульфатли эритмаси ҳам берилади.

қурилмалар аралаштиргичлар билан жиҳозланган. Айланиш частотаси - 3,3 $с^{-1}$. Аралаштиргичда маҳсулотни бўлиш вақти 15...20 минут. Схемада иккита аралаштиргич ўрнатилган: биттаси хом-ашё бериш учун, иккинчиси хом-ашёни реакторга юбориш учун. Ундан ташқари, унга маҳсулотнинг 40 минутлик заҳираси сиғади.

Реакторда ҳосил бўлган суспензия узлуксиз равишда тиндиргичга чиқариб турилади. Гидросепаратор режимда ишлайди ва унга узатилаётган оқим тезлиги 3 м/соатдан ортиқ эмас. Тиндиргичдан чиқишда эпсомитда мавжуд бўлган кичик дисперс шлам чиқарилади ва ФПАКМ фильтр-прессда эритмадан ажратиб олинади. Фильтрланган шенит эритмаси буферли идишга юборилади. Шлам ФПАКМ фильтрдан калий йўқотилишини камайтириш мақсадида карама-қарши оқимда ювишга юборилади.

Қуюқлаштирилган шенит суспензиясини пичоқли ажратувчи центрифугада сувсизлантирилади. Нам шенит бункерга тушади ва конверсиянинг 2-босқичига ўтади. Унинг жиҳозлари-технологик схемадаги 1- босқичнинг жиҳозлари каби ишланган (реактор сиғими 80 $м^3$, конверсия вақти 25°С да 60-80 минут). Калий сульфат суспензиясини тиндиргичда қуюлтирилади, центрифугада фильтрланади. Калий сульфат эса барабанли қуритқичда қуритилади. Тиндиргич қолдиғи-сульфатли эритма-майда тузли-лой тупроқ қолдикларини ажратиш учун ФПАКМ фильтр-прессда фильтрланади ва конверсиянинг 1-босқичига юборилади. Тузли қолдиқ карама-қарши оқимда ювишга юборилади.

Шенитли эритма оралиқ йиғгичдан эритма днишчесида ёндиргичли(ботирилган) буғлаткичга юборилади. У ерда 15...20% сув буғлатилади. Ҳосил бўлган галитдан таркиб топган тузлар тиндиргичда қуюлтирилади, центрифугада фильтрланади ва омборга юборилади. Эритма иссиқлик алмашиниш қурилмасида денгиз суви билан 105°С дан (ботирилган ёндиргичли буғлаткичдан чиқувчи суспензия температураси) 30°С гача совутилади ва реакторга юборилади. Бунда эритма эпсомит билан таъсирлашади. Аралашиш натижасида эпсомит эритма таркибидаги ортиқча калий хлориди билан таъсирлашиши конверсиясига олиб келади ва шенит ҳосил бўлади. Маҳсулот тиндиргичда қуюлтирилади, центрифуда фильтрланади ва мавҳум қайнаш қатламли қурилмада қуритилади. Шенитли эритма эпсомитли бассейнга келиб тушади.



4.29-расм. Калий хлоридни эпсомит билан конверсия қилиб калий сульфат олиш схемси.

1,2-бункер; 3,4-ўлчагичлар; 5-аралаштиргичли идиш; 6-реактор; 7-тиндиргич; 8-аралаштиргич; 9-центрифута; 10-идиш; 11-фильтр-пресс; 12- ботирилган ёндиргичли буғлаткич қурилмаси; 13-иссиқлик алмашинии қуритмаси; 14-мавҳум қайнаш қатламли қурилма; 15-қуритиш барабани

Комплекснинг координаталар сони диаграммада танланган барицентрик таркибга боғлиқ. Оғирлик барицентрик масштаби диаграммаси ҳам бир неча афзалликларга эга. Анъанавий усулга кўра, фақат эквивалент барицентрик диаграммасидан фойдаланилади, сульфат ионн магний ва сув нуқталари эквивалент индекслари ёрдамида аниқланади:

$$X = [SO_4^{2-}] \cdot 100 : ([Mg^{2+}] + [K_2^{2+}]);$$

$$Y = [Mg^{2+}] \cdot 100 : ([Mg^{2+}] + [K_2^{2+}]); \qquad (4.60)$$

$$W = [H_2O] : ([Mg^{2+}] + [K_2^{2+}]);$$

бу ерда $[SO_4^{2-}]$, $[Mg^{2+}]$, $[K_2^{2+}]$ – моддалар эквивалент миқдорини; $[H_2O]$ – сувнинг моль миқдорини билдиради.

(4.60) формуладан кўриниб турибдики, ричаг усулида ҳисоблашда бутун комплексни шартли оғирлик ($[Mg^{2+}] + [K_2^{2+}]$) катталиклари билан ўлчаш керак.

4.30-расмда график тузилиши кўрсатилган. Нуқталар таркиби *X, Y, W* га мос ҳолда қуйидаги координаталарга эга. *A* –эпсомит эритмаси (100; 100; 15,11). *B* – нам арканид (99,8;11); С – сильвин эритмаси (0;0;23.1); E_1 –шенитли эритма (20; 88,8; 12,6); E_2– арканидли эритма (17,8. 55,3; 17,8); E'_2–арканидли эритма сильвин қўшимчаси билан (13,48; 41,86); *Ш* – намшенит (97,5; 51,0; 4,3); *Ш'*- шенит эпсонит аралашмаси* (98,17; 64,15);

Конверсия нуқталари*: О (41,50; 41,50); O_1 (51,31; 73,52); O_2 (59,40; 31,07); O_3 (54,01; 54,01); О' (66,24; 66,24); O'_1 (56,70; 70,90); O'_2 (53,07; 34,68).

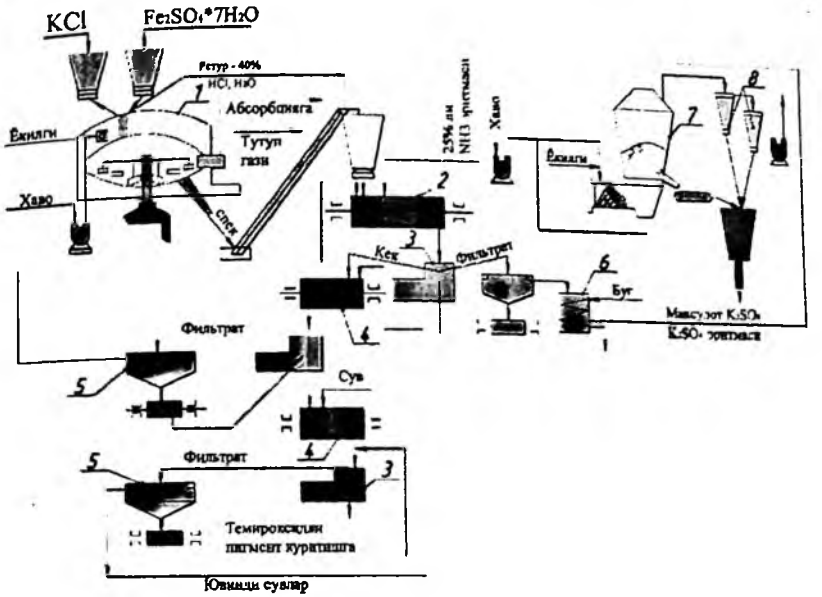
Кўрсатилган жараённи бир неча вариантда амалга ошириш мумкин. 1-дан бир босқичда: арканид ваэритма E_2 олиш. Жараённи конверсия нуқтаси *0* нуқта ҳособланади. Жараённинг камчилиги калий сульфатнинг кам ажралишидир ва E_2 эритмасида магний хлор концентрациясининг кичиклигидир. Бир босқичли конверсияни $MgCl_2$ концентрацияси юқори бўладиган E_1 таркибли эритма олиш билан амалга ошириш мумкин, лекин бунда K_2SO_4 ўрнига шенит кристалланади. Бу жараёнда *O'* нуқта конверсион нуқта ҳисобланади. 2-чидан икки босқичда амалга ошириш мумкин: дастлаб бошида 0_1 нуқтада E_2 эритмаси ва эпсомит ишлатилади, хлор магнийли эритма ва шенит олинади, кейин 0_2 нуқтада сильвинит ва шенитдан фойдаланиб K_2SO_4олинади ва 1-босқичга юбориладиган E_2 эритмаси олинади. Бирок, моддий баланс ҳисоби кўрсатиб турибдики, бундай икки босқичли конверсия икки маҳсулотдан бирига балансланмаган (ёки шенитга ёки E_2 ишқорга). Тўлиқ балансланган жараённи амалгаошириш учун конверсиянинг 3-босқичини қўшиш керак - бир босқичли конверсияни ёки *O'* нуқтага (2-босқичга қўшимча $MgSO_4$ ни қўшиш билан) ёки *0* нуқтага (1-босқичга *KCl* ни қўшиш билан). 1-чиси иккинчи босқичдаги етишмаётган E_2 эритмасини олишга ёрдам беради. Агар иккала босқични ҳам шенит билан балансласак, яъни жараён E_2 эритмаси билан баланслаштирилса 2-си – биринчи босқичдаги етишмаётган шенит миқдорини қоплайди. Кўрсатилган қўшимча босқични алоҳида ўтказишга ҳожат йўқ. Агар, конверсион нуқта *0* нуқта ҳисобланса, унда O_1 нуқта конверсияси билан бирлаштирилиб, янги O'_2, конверсион нуқта олинади. Агар, *O'* унда O_1 конверсион нуқтаси билан бирлаштирилса O'_1 олинади. Шу йўл билан эпсомит ва сильвинни арканит ва хлор магнийли эритмага конверсиясини икки вариантда амалга ошириш мумкин.

1-чи вариант эпсомитни алоҳида алоҳида бериш жараёнидн иборат (1-чи босқичда бевосита, 2-чи босқичда, шенитни аралаштириб эпсомит-шенитли пульпа *Ш'* эквивалент миқдорда берилади ва O'_2 нуқтада конверсиянинг 2-чи босқичини амалгам оширилади), 2-дан–сильвинитни алоҳида-алоҳида узатиш (2-чи босқичда –бевосита, 1-чидан E_2 эритмага қўшиб юборилади, 1-чи босқичга эритма хлор калийли эритма ёки E'_2 суспензиясини эквивалент миқдорда қўшиш ва 1-чи босқични O'_1 конверсион нуқтада амалга ошириш). O_1 ва O'_2 конверсион нуқталари 1-чи вариантга O'_1 ва O_2, 2-чи вариантга тўғри келадиган, 4.30-расмда пунктир чизиқ билан бирлаштирилган.

Кўрсатилган вариантлар моддий баланс нуқтаи назаридан эквивалентдир. Уларнинг таҳминий конверсион нуқтасини O_3 нуқтаси ҳисобланади, сарфланаётган *AC* моддалари нурлари кесишувидан олинган (эпсомит ва сильвин) ва шартли парчаланиш E_1B нурлардан иборат. График ҳисобнинг схемасини келтирамиз $[K_2^{2+}] + [Mg^{2+}]$жами кмоль) 4.30-расмга асосан. 1-чи вариант 1-чи босқич: $A + E_2 \rightarrow O_1 \rightarrow E_1 + Ш$. берилган $[A] = 100$, ричаг қоидаси бўйича аниқлаймиз $[E_2] = 145,3$ и $[O_1] = 100+145,3=245,3$ кейин $[E_1]=148,08$ и $[Ш]=97,22$. Жараён йиғиндиси: $(A + A') + C \rightarrow O_3 \rightarrow E_1 + B$, бу ерда *A'*- эпсомит миқдори, 2-чи босқичда тақсимланади.

$[E_1]$ ни билган ҳолда E_1O_3B дан ричаг қоидаси бўйича $[B] = 111,58$ ни аниқлаймиз, уларни E_2билан аралаштириб O'_2 комплексни оламиз. CO'_2 нурни давом эттириб *АШ* нури билан кесишиш

ўтхона 1 га берилади. Уни иситиш буғ билан олиб борилади. Хосил бўлган аралашмани муфель ўтхонадан совутувчи барабанга ўтказилади. Бу ердан элеватор орқали йиғгич бункерга



4.32-расм. KCl ни темир сульфат билан конверсия қилиб калий сульфат олиш технологияси:
1-муфель ўтхонаси; 2-эритқич–нейтрализатор; 3-центрифуга; 4-аралаштиргич; 5-тиндиргич; 6-аралаштиргичли иситқич; 7-мавҳум қайнаш қатламли қурилма; 8-циклон.

юборилади. Муфель ўтхонадаги шихта температураси 500°С, жараённинг давомийлиги 40-45 минут. Муфель ўтхонада хосил бўлувчи водород хлорид ва сув буғи, тузли кислота ишлаб чиқариш учун абсорбция жараёнига юборилади.

Аралашма бункер-йиғгичдан шнекли узатгич орқали эритувчи нейтрализатор 2 камерасига берилади. Бу ерда 50°С да 40 минут давомида эритма билан ишқорланади. Олинган суспензияни аммиакли сув билан pH=6,5…7,1 гача қайта ишланади ва центрифугаланади. Қаттиқ фаза-темир оксидларини - икки босқичли қарама-қарши оқимда ювиш, центрифугалаш ва қуритгандан сўнг, темир оксидини пигментларга қайта ишлаш мумкин. Суюқ фазани - калий ва аммоний сульфат эритмасини - назорат тиндиргичи 5 дан кейин чиқинди иссиқ газлар билан буғлатилади. Сўнг, мавҳум қайнаш қатламли қурилма 7 га қуритиш учун узатилади. Қуритилган маҳсулот тайёр хлорсиз калийли ўғит сифатида ишлатилади.

4-7 жадвал

Темир(II) сульфатни, карналлит, бишофит ва уларнинг калий хлорид билан аралашмаларини 1 соат давомида таъсирлашиш натижалари

№	Температура °С	Шихта таркиби, моль				Қуйинди эрувчи қисми таркиби, %					Оғирлик таркиби, %		Конверсия даражаси, %
		$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	KCl	$KMgCl_3 \cdot 6H_2O$	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	$Fe^{3+} + Fe^{3+}$	K^+	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	Эримайдиган қолдиқ таркибидаги Fe_2O_3	Газ фазадаги Cl_2	
1	320	3	-	2	-	2,96	17,46	11,41	9,80	58,37	97,81	0,97	78,55
2	360	3	-	2	-	3,87	17,22	11,02	9,85	58,03	97,17	2,51	78,64
3	420	3	-	2	-	1,31	18,34	11,40	2,65	66,29	98,34	10,75	94,82
4	300	2	1	1	-	2,25	25,90	7,12	11,3	52,37	97,68	4,58	74,33
5	400	2	1	1	-	0,96	26,26	8,12	63,6	60,97	98,80	31,18	92,01
6	500	2	1	1	-	0,65	26,61	8,55	0,54	64,05	99,03	28,22	98,84
7	300	1	-	-	1	7,23	-	16,67	8,32	67,78	98,33	0,06	82,98
8	400	1	-	-	1	4,96	-	17,76	4,06	73,23	97,14	0,37	92,40
9	500	1	-	-	1	1,30	-	19,50	0,30	78,90	98,67	6,34	99,46
10	300	3	2	-	2	1,43	26,63	7,82	5,41	58,71	96,51	15,35	88,29
11	400	3	2	-	2	1,28	26,59	7,72	2,78	61,63	98,93	26,74	93,96
12	500	3	2	-	2	0,78	26,82	7,91	0,39	64,10	99,14	34,87	99,15

Ундан ташқари, темир (II) гептагитрат сульфати бишофит билан таъсирлашиши ўрганиб чиқилган. Бир соат давомида 400°С да ушлаб турилган намуналарнинг рентген фазовий таҳлили қаттиқ фазада α-Fe_2O_3 ва β-$MgSO_4$борлигини кўрсатган. Газ фаза 200°С гача фақат сув буғдан иборат, 200...300°С да сув буғи ва водород хлорид аралашмасидан иборат; 350°С дан юқорида эса, газ фазада хлор пайдо бўлади.

КАЛИЙ НИТРАТ

4.15. Калий нитрат хоссалари ва олиш усуллари

Калий нитрат (калийли селитра) KNO_3 – кристалл, рангсиз кукун бўлиб, 337°С да суюқланади. Техник маҳсулот сарғиш рангга эга. Суюқланиш температурасидан юқори температурада KNO_2 ва O_2 га парчаланади. 20°С температурада 100 г сувда 31,5 г; 114°С да эса -312 г KNO_3 эрийди.

Калий нитрат - тутунли (кора) порох ишлаб чиқаришда, пиротехникада, озиқ-овқат ва шиша саноатларида ишлатилади. Унинг таркибида иккита озуқа элемент - азот ва калий (назарий таркиби - 13,85% N ва 46,5% K_2O) бўлган балластсиз (кераксиз, қўшимчаси бўлмаган) бебаҳо ўғит хисобланади. Бу ўғитнинг яна бир мухим хусусияти шундаки, унинг гигроскопиклиги кам ва физиологик ишқорийдир. Аммо, у асосан саноатда ишлатилади, чунки калий нитратдаги азот ва калийнинг нархи бошқа ўғитлардагига нисбатан қимматрок.

Саноатда ишлатиш учун бир неча навлардаги калий нитрат ишлаб чиқарилади: улар таркибида 99,9; 99,85 ва 99,7% дан кам бўлмаган KNO_3 ва шунга мувофик равишда 0,08; 0,1 ва 0,2% дан кўп бўлмаган намлик бўлади. Шунингдек, улар таркибидаги хлоридли, карбонатли, нитритли ва бошқа қўшимчалар ҳам меъёрланган.

Калий нитрат оз бўлсада, турли биокимёвий жараёнлар натижасида юзага келадиган табиий минерал тарзида ҳам учрайди. Шулардан бири **хинд селитраси** хисобланади ва унинг асосий таркиби калий нитратдан иборатдир.

Калий гидроксид ёки карбонатини нитрат кислотаси билан нейтраллаш ёки азот оксидларини абсорбциялаш усули бўйича калий нитрат олиш ишқорий реагентларнинг етишмаслиги ва қимматбаҳолиги сабабли кам қўлланилади. Калий хлорид ва натрий, аммоний, кальций нитратлардан калий нитрат олишнинг конверсияли усули саноатларда кенг таркалгандир. Масалан, KCl ва KNO_3 ишлатилганда жараённи катион алмашиниш усули билан амалга ошириш мумкин. Бунда катионит даврий равишда кальций нитрат эритмаси билан (KNO_3 эритмаси олишда) ва калий хлорид эритмаси билан (катионитнинг регенерациясида) ишлов бериб турилади. Сўнгра, калий нитрат эритмаси буғлатилади, совутилади, KNO_3 кристаллари центрифугада ажратилади ва қуритилади.

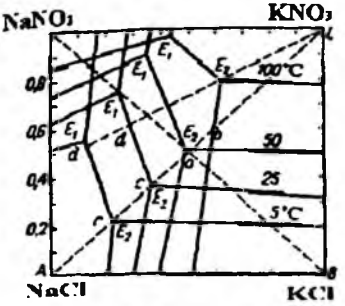
Калий хлорид ва нитрат кислота ёки азот оксидларидан калий нитрат олиш ҳам ўзига хос хусусиятга эгадир.

Калий нитрат ишлаб чиқаришнинг конверсия усули. Қуйидаги алмашиниш реакциясига асосланган усул кенг таркалгандир:

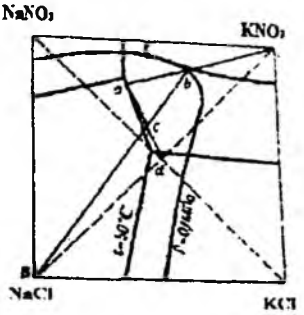
$$KCl + NaNO_3 = NaCl + KNO_3 \qquad (4.62)$$

5, 25, 50 ва 100°С температурадаги $KCl+NaNO_3=NaCl+KNO_3$ сувли системасида эрувчанлик диаграммаси 4.33-расмда тасвирланган. Бундан кўринадики, 5...25°С температурадаги калий тузларининг эрувчанлиги натрий тузларига нисбатан кам; 100°С да, аксинча, $NaCl$ нинг кристалланиш соҳаси кескин ортади. Агар, 100°С да KCl ва $NaNO_3$ ларнинг эквимоляр аралашмасининг эритмаси тайёрланса, квадрат диагоналлари кесишишига тўғри келадиган a нуқта $NaCl$ нинг кристалланиш соҳасида ётади. Бундай эритмадан 100°С температурада сув буғлатилганда, эритма тўйиниши натижасида $NaCl$ кристаллана бошлайди ва эритма тузли массасининг таркиби $ав$ чизиқ бўйича ўзгаради. $в$ нуқтада эритма KCl га ҳам тўйинади. Агар, худди шу пайтда ажраладиган $NaCl$ кристаллари ажратилса ва сўнгра эритма, масалан 5°С гача совутилса, бунда $в$ нуқта KNO_3 нинг кристалланиш соҳасида бўлиб қолади.

Эритма совутилса, бу туз ҳам чўкмага тушади ва колган эритма таркиби *ас* чизик бўйича ўзгаради. Бунда *а* ва *в* нукталар орасидаги масофа унчалик катта эмас. у холда эквимолекуляр миқдордаги *KCl* ва $NaNO_3$ тутган эритмадан сувни буғлатишда жуда оз миқдордаги *NaCl* чўкмага тушади ва эритма тезда *KCl* билан ҳам тўйинган ҳолга келади. Бу эса, эритмани совитиш KNO_3 миқдорини камайтиради. Ажратиб олинадиган *NaCl* миқдорини ва KNO_3 миқдорини ошириш учун, бошланғич эритмага ортиқча $NaNO_3$ қўшиш лозимдир.Агар, *NaCl* ажратиб олиниши тугалланишига эритма учта туз - *NaCl, KCl* ва KNO_3 билан тўйинса (яъни, унинг таркиби массаси E_2 нукта билан тасвирланган) энг юкори унумга эришилади.



4.33- расм. 5, 25, 50 ва 100°С температурадаги KCl + $NaNO_3$=NaCl + KNO_3 сувли системасидаги эрувчанлик изотермаси.



4.34-расм. KCl+$NaNO_3$=NaCl+KNO_3сувли системасининг изотермик (50°С) ва изобарик (0,1МПа) диаграммасида қулай конверсия цикли.

Бунда ҳосил бўлган *NaCl* кристалларини ажратиб олингандан сўнг. эритмани совутилиши натижасида KNO_3 нинг кристалланиши энг узун йўл E_2бўйича содир бўлади ва энг юкори миқдорда маҳсулот олиниши таъминланади. *KCl* ва $NaNO_3$ орасида алмашинишни таъминлашнинг энг самарадор ва тежамкор усули бу - ўзгармас босим ва ўзгарувчан температурада системадан сувни буғлатиш пайтида *NaCl* нинг кристалланиши содир бўладиган циклик жараёнда амалга ошириш ҳисобланади. Бундай оптимал цикланинг тартиби ва ҳисоби изотермик ва изобарик диаграммалар кесишуви ёрдамида амалга оширилиши мумкин. KNO_3 кристалланиши 50°С да тугалланадиган оптимал цикл учун мисол 4.34-расмда кўрсатилган.

Изотермик кесишувда *а* нукта - совитиш жараёнида *ва*кесимда KNO_3кристалланганидан сўнг коладиган эритмани тавсифлайди.

Кристалланиш бошланишида эритманинг тузли таркибига *в* нукта тўғри келади. Кристалланишдан олдин унга шундай миқдорда сув қўшиладики, у кристалланиш охирида фақат белгиланган температурадагина (50°С) натрий хлорид билан тўйиниши керак. *в* эритма қайнаётган *с*эритмадан сувнинг буғланиши ва *NaCl* нинг кристалланиши натижасида олинади. Буғлатиш учун бошланғич эритма *с*- эритма *а* нинг *KCl* ва $NaNO_3$лар эквимоляр аралашмаси билан аралаштирилишидан олинади.

Шундай қилиб, цикл *сав* учбурчаги бўйича амалга оширилади. Цикланинг тузли коэффициенти (яъни, олинган KNO_3 массасининг буғлатилган сув массасига нисбати) канчалик катта бўлса, буғлатишга шунчалик оз энергия сарфланади. KNO_3 кристалланишининг охирги температураси канчалик катта бўлса, эритмани совитишга шунчалик кам харажат кетади. 50...25°С оралиғида жойлашган қайнаш нуктасидан кристаллантиришнинг охирги температурасигача чегаравий температурали цикл энг тежамкор ҳисобланади. Бунда *Ве* чизиқли буғланиш учун оптимал KNO_3 нисбати 0,69... 0,96 оралиғида бўлади. Улар нисбатан юкори тузли коэффициентлар ва кам ҳажмли айланма эритмалар бўлишини таъминлайди.

4.16. Калий хлорид ва нитрат кислота ёки азот оксидларидан калий нитрат олиш

Жихозларнинг юқори тезликда коррозияланиши ва қўшимча маҳсулотлар HCl, Cl_2, HNO_3 ни тутиб қолиш ва ишлатилишидаги қийинчиликлар сабабли саноатда кам қўлланиладиган бу усулда камёб ишқор ва кўп миқдордаги буғ талаб этилади.

Калий хлориднинг нитрат кислота ёки азот оксидлари билан реакцияси қуйидаги схемалар бўйича боради:

$$KCl + HNO_3 = KNO_3 + HCl \tag{4.63}$$

$$3HCl + HNO_3 = NOCl + Cl_2 + 2H_2O \tag{4.64}$$

$$2KCl + 3NO_2 + H_2O = 2KNO_3 + 2HCl + NO \tag{4.65}$$

$$HCl + 2NO_2 = HNO_3 + NOCl \tag{4.66}$$

Нисбатан паст температурада (25...60°С) реакция (4.63) чапдан ўнгга боради. Реакция (4.64) нинг қайтарлиги осон, паст температурада бошланади; 100°С температурада мувозанат деярли тўла $NOCl$ ва Cl_2 томонга силжийди.

Нитрозил хлорид $NOCl$ ва хлорнинг хосил бўлиши эритма концентрацияси ва температуранинг кўтарилишига боғлиқдир. 30...40% ли нитрат кислота ишлатилганда ва 60°С дан паст температурада азотнинг нитрозил хлорид тарзида йўқотилиши унчалик кўп бўлмайди ва хлор эритмада HCl шаклида тўпланади. Эритма совутилганда ундаги KNO_3 нинг анчагина қисми ажралиб чиқади, қолган эритма циклга қайтарилиши мумкин. Бунда ундан водород хлорид ҳайдалиши керак. Ҳайдалган буғни хлорид кислота тарзида конденсацияланади.

Реакция (4.65) бўйича KNO_3 олишни органик эритувчилар - бутил, изоамил спиртлари ва бошқалар мухитида амалга оширилиши ҳам мумкин, бунда органик эритувчилар регенерация килиб турилади.

KCl ва нитрат кислотадан $NOCl$ хосил килинмаган ҳолда ҳам KNO_3 олиш усуллари яратилган. Масалан, нисбатан (100°С дан) паст температурада сувли шароитда борадиган қуйидаги реакция тенглама билан ифодаланувчи жараёндан фойдаланиш таклиф этилган:

$$(Na_2SO_4 + 2KCl) + CaCO + 2HNO_3 + H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O + NaCl + CO_2 + 2KNO_3 \tag{4.67}$$

ёки 300...700°С температурада калий хлоридни дастлаб ортикча миқдордаги фосфат кислота (HCl ни ҳайдалиши) билан парчалаш, сўнгра фосфат кислотани жараёнга қайтариш орқали калий фосфатни нитратга конверсиялашни амалга ошириш мумкин:

$$KCl + 2H_3PO_4 = KH_2PO_4 + H_3PO_4 + HCl;$$

$$KH_2PO_4 + H_3PO_4 + HNO_3 = KNO_3 + 2H_2PO_4 \tag{4.68}$$

4.17. Калий орто- ва метафосфатлар

Калий орто- ва метафосфатлар юқори концентрацияли фосфор-калийли ўғитлар ҳисобланади. Моно-, ди- ва трикалийфосфатлар - фосфат кислотанинг калий гидроксид ёки карбонат билан нейтралланиши натижасида олинади, масалан:

$$2H_3PO_4 + K_2CO_3 = 2KH_2PO_4 + H_2O + CO_2 \tag{4.69}$$

Калий ишқорининг қимматлиги ва камёблиги сабабли бу усул минерал ўғитлар саноатида қўлланилмайди.

Калий хлорид, сульфат кислота ва фосфорит асосида ҳам монокалийфосфат олиниши мумкин. Шундай усуллардан бирида калий хлорид 200°С температурада ортиқча миқдордаги концентрланган сульфат кислота билан аралаштирилади - бунда HCl йўқотилади ва калий гидросульфатнинг сульфат кислотадаги суспензияси олинади, унда 70°С температурада фосфоритга ишлов берилади:

$$KCl + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HCl \qquad (4.70)$$

$$2KHSO_4 + H_2SO_4 + Ca_3(PO_4) \rightarrow 2KH_2IO_4 + 3CaSO_4 \cdot 2H_2O \qquad (4.71)$$

Гипс ажратилади ва сув билан ювилади, эритма эса 50... 60% KH_2PO_4 гача буғлатилади ва унга метанол қўшиб, KH_2PO_4 кристаллангирилади. Қолган эритмадан метанолни учириш ва таркибида - 54% P_2O_5 бўлган фосфат кислота ҳосил қилиш учун дистилляцияланади. ҳамда метанол жараёнга қайтарилади. Марокко фосфоритини қайта ишлашдаги фосфат ва калийдан фойдаланиш даражаси мос равишда 92 ва 90... 95% ни ташкил этади; маҳсулот таркибида: 30% K_2O, 46% P_2O_5, 0,6% Fe, 0,6% Al, 1,5% F, 3% SO_4 бўлади.

KH_2PO_4 ни 320°С да дегидратациялаш натижасида, таркибида 57-58% P_2O_5 ва -38% K_2O бўлган калий метафосфат (KPO_3) олинади (назарий жиҳатдан (KPO_3 таркибида 50.13% P_2O_5 ва 39,87% K_2O бўлади). Қиздирилган массани секин совитиш натижасида сувда эримайдиган шишасимон суюқлик олинади; тез совитиш натижасида эса ҳосил қилинган маҳсулот таркибидаги бир қисм P_2O_5сувда эрувчан, қолган қисми эса нитратли эритмада эрувчан бўлади. Калий метафосфатнинг сувда эрувчанлиги унинг физик ҳолати (кристалл маҳсулот - Куррол тузи - шишасимон маҳсулотга нисбатан кам эрувчи) ва таркиби билан аниқланади. Дегидратланиш турли хил қўшимчалар (масалан, ишқорий-ер металлари хлоридлари ёки сульфатлари. Fe_2O_3) иштирокида амалга оширилса, таркибида барча фосфор сувда эрувчан шаклда бўлган маҳсулот олиниши мумкин. Калий метафосфат юқори самарадор, амалда гигроскопик бўлмаган ва бир-бирига ёпишиб қолмайдиган ўғит ҳисобланади; у уруғлар учун заҳарли эмас, унинг эритмаларини аммонийлаштирилиши натижасида калий ва аммоний фосфатларининг аралашмаси олиниши мумкин.

Калий метафосфат калий хлоридни фосфат кислота (~900°С) ёки фосфор(V)-оксид (1000-1050°С) билан юқори температурали парчалаш орқали олиниши мумкин; бу жараёнлар юқори энергия сиғимли ва коррозион бардош жиҳозлар қўлланилиши билан боғлиқдир. 60...70°С температурада калий хлоридни таркибида 23% P_2O_5 бўлган термик ёки экстракцион фосфат кислотада парчалаш орқали нисбатан арзон усулда калий метафосфат ишлаб чиқарилиши ҳам мумкин. Ҳосил қилинган суспензия (56% H_2O) қуритилади, сўнгра эса 350-370°С да қиздирилади. Совитилиши натижасида таркибида 54% P_2O_5 (цитратли эритмада эрувчан шаклдаги), 35-39% K_2O ва 0,3% Cl бўлган маҳсулот олинади. Газли фазага чиқадиган водород хлоридни тутиб қолиниши натижасида 16...18% ли хлорид кислота ҳосил қилинади, унинг ишлатилиш соҳаларини топиш муаммолар келтириб чиқариши мумкин. Янада юқори концентрацияли хлорид кислота калий хлоридни буғлатилган (50% P_2O_5) экстракцион фосфор кислотада икки босқичли парчалаш орқали олинади. Биринчи босқичда ~300°С ва иккинчи босқичда 700°С температурада суюқланма олинади, уни совитиш натижасида таркибида 57% P_2O_5; 35% K_2O бўлган маҳсулот олинади.

Марказий Қизилқум фосфоритларидан азот ва фосфор озуқа элементлари зарур нисбатларга бўлган мураккаб ўғит олишнинг илмий асослари ва ишлаб чиқилган технологиянинг мазмунлари ишларда келтирилган. Бойитилмаган фосфорит уни ва ювилган фосконцентратни сульфат кислотанинг турли меъёрларида парчалаш жараёнлари ўрганилган. Изланишлар натижасида фосфат минералларининг асосий қисми (75...80%) 5 секундда парчаланиши аниқланган. Фосфоритларнинг парчаланиш даражасининг юқори бўлиши Қизилқум хом-ашёсининг ўзига хос минералогик тузилиши билан изоҳланади. Мураккаб ўғитлар олиш учун ишлаб чиқилган технологияда кўпикланиш ҳодисаси кузатилмайди.

Юқори карбонатли фосфоритлар икки босқичда парчаланади. Биринчи босқичда хом-ашё 92...95% ли сулфат кислотанинг 67...75% меъёри ёрдамида қайта ишланади. Карбонатсизланиш жараёни жуда тез содир бўлади, фосфоритнинг парчаланиш даражаси 65...80% ни ташкил қилади. Реакция натижасида ҳосил бўлган қуруқ ҳолатдаги ярим маҳсулот таркибида 3...5% CO_2 бўлади. Уни суюлтирилган сульфат кислота ёки аммоний сульфат ёки аммоний сульфатли сульфат кислота,

фосфат кислотаси ёки азот кислотаси ва бошқа минерал компонентлар ёрдамида қайта ишлаб, янги ўғитлар яратиш мумкин. Иккинчи босқичда ва нейтраллаш жараёнида хосил бўладиган бўткаларнинг реологик хоссалари қайта ишловчи компонент концентрацияси орқали амалга оширилади.

Марказий Қизилқум фосфоритларини аммоний сульфат эритмаси билан парчалаш асосида ***NPSCa*** мураккаб ўғит олиш рационал технологиясининг илмий асослари тақдим этилган. Бу жараёнда фосфоритни парчалаш коэффициенти сульфат кислота меъёрига боғлиқ ҳолатда ошиб бориши кўрсатилган. ***NPSCa*** ўғитлар олиш учун ишлаб чиқилган технология фосфоритни сульфат кислотали қайта ишлаш технологияси билан қиёсланганда, сульфат кислота сарфи 20...25% га, аммиак 0,7...0,9% ва хом-ашё 1,0...1,5% га тежалади. Технологик жараёнлар махсулотнинг аммонийлашиш босқичининг бўлмаслиги ҳисобига соддалашади. Самарқанд кимё корхонаси ускуналарида ишлаб чиқаришнинг тажриба–синовлари натижасида Қизилқум фосфоритларидан мураккаб фосфорли ўғит олиш мумкинлиги исботланди. Технология амалиётга жорий қилинди ва ушбу технология асосида таркибида 10% N ва 10% P_2O_5 бўлган – УФАУ мураккаб ўғит ишлаб чиқарилмоқда.

4.18. Калий нитрат олиш технологик схемалари

ДСТ 1944-65 га биноан калий селитраси уч навда ишлаб чиқарилади. Қишлоқ хўжалигида Ш-сорт, таркибида 98% дан кам бўлмаган KNO_3 калий нитрат мавжуд. Саноатда фойдаланиш учун, 99,8% ва 99,5% дан кам бўлмаган KNO_3 бор (1 ва 2 навга тўғри келади).

Калий нитратни бир қанча усуллар билан олиш мумкин. Энг оддий усул - азот кислотасини калий карбонат ёки гидроксиди билан нейтрализациялашдир. Бошқа усулларга кўра, ушбу моддаларнинг эритмалари билан нитроза газларини юттиришдан иборатдир. Охирги усулда калий нитрит ва нитратлар ҳосил бўлади:

$$2KOH + NO + NO_2 = 2KNO_2 + H_2O; \quad (4.72)$$

$$2KOH + 2NO_2 = KNO_3 + KNO_2 + H_2O; \quad (4.73)$$

Булар азоткислотасибилан оддийсхемада инверторланади.

$$3KNO_2 + 2NHNO_3 = 3KNO_3 + 2NO + H_2O \quad (4.74)$$

Бирок бу усуллар калий гидроксиди ва поташнинг тансиклиги учун ҳозирча жудаям кам фойдаланилади.

Шунингдек калий селитрасини кальций нитрат ва калий хлорларни катион алмашиниши асосида ишлаб чиқариш мумкин. Усулнинг моҳияти шундаки, қаттиқ фазадаги катионларнинг суюқ фазадаги катионлар билан гетероген алмашиниш реакциясидир. Катионлар сифатида ҳар хил табиий ва сунъий цеолитлар, сульфатланган кўмир, органик смолалар ишлатилади. Калий нитрат олиш жараёнлари катион билан тўлдирилган колонналарда олиб борилади. У ерда катионидни навбатма-навбат кальций нитрат эритмаси билан ишлов берилади (катион алмашиниш жараёни), кейин калий хлор эритмаси билан (катионидни регенерациялаш жараёни). Катион алмашиниш жараёнида олинган калий нитрат эритмасидан KNO_3 буғлатилиб кристаллантирилади, доимий эритмадан центрифуга ёрдамида ажратилади, сўнг қуритилади.

Кўрсатилган усул билан калий нитратни ишлаб чиқиш-кўп энергия талаб қилувчи жараёндир, бирок технологияси оддий ва осон топиладиган хом-ашё ишлатилади.

Асосий эътиборни калий нитратни калий хлорид ва азот кислотаси ёки азот оксидларидан олишга қаратилади. Лекин, бу усуллар қурилмаларни коррозияга учраши билан боғлиқ муаммолар борлиги сабабли кенг тарқалмаган. Шунга қарамасдан, улар эътиборга молик, чунки улар танқис хом-ашё талаб қилмайди-фақат калий гидроксиди ва поташ керак.

Канадада азот кислотаси ва калий хлорид иштирокида қуввати 50 минг тонна KNO_3 олишга мўлжалланган қурилма ишлаб турибди. Жараён қуйидаги схема бўйича боради:

$$HNO_3 \rightarrow KNO_3 + HCl; \quad (4.75)$$

$$3HCl + HNO_3 \rightarrow NOCl + Cl_2 + 2H_2O; \quad (4.76)$$

$$NOCl + 2HNO_3 \rightarrow 1/2Cl_2 + 3NO_2 + H_2O; \quad (4.77)$$

$$2NO_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow 2HNO_3 \quad (4.78)$$

Умумий реакция қуйидаги тенглик билан ифодаланади:

$$2KCl + 2HNO_3 + 1/2O_2 \rightarrow 2KNO_3 + Cl_2 + H_2O \quad (4.79)$$

(4.75) реакция паст температурада (25-60°С) чап томонга қараб боради. (4.76) реакция қайтардир ва паст температурада бошланади; 100°С да мувозанат $NOCl$ ва Cl_2 хосил бўлиш томонга силжийди. Нитрозил хлоридни ҳосил бўлиши эритмала кислота концентрациясини оширади, жараён юқори температурада боради. Охирги босқичда нитрозил хлорид азот кислотаси билан оксидланади, бунинг натижасида қўшимча хлор пайдо бўлади ва бу реакцияда чиқинди маҳсулот ҳисобланади. Азот диоксиддан азот кислотаси олинади.

Жараённи технологик схемаси 4.35-расмда кўрсатилган. Кислотага чидамли ғишт билан ҳимояланган титандан ясалган реактор 1 қурилмага 65% HNO_3 ва калий KCl 65°С да берилади. Реакциядаги эритма сиқилган ҳаво билан аралаштирилади ва буғ билан 75°С гача қиздирилади, натижада қуйидаги реакция боради:

$$3KCl + 4HNO_3 \rightarrow 3KNO_3 + Cl_2 + NOCl + 2H_2O$$

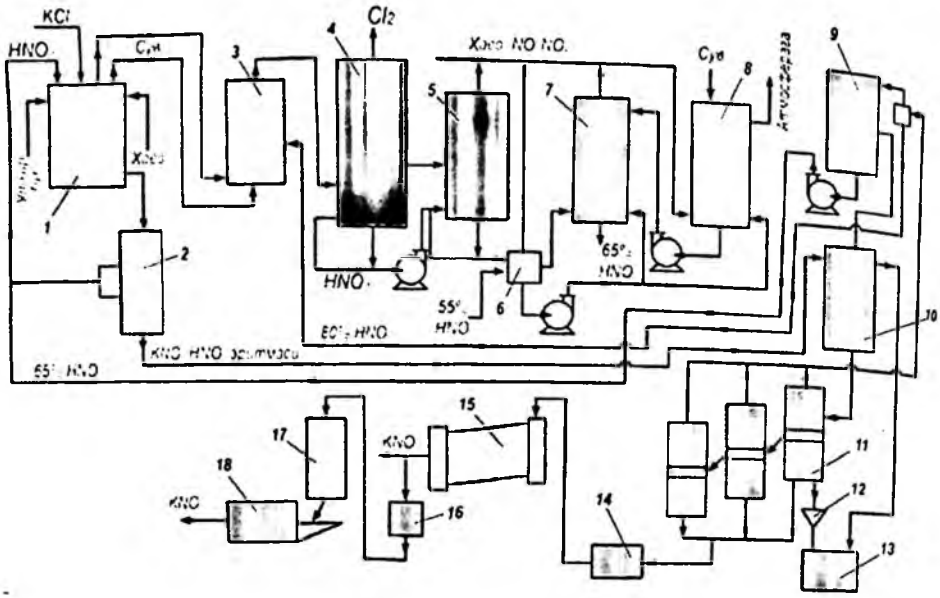
Реактордаги босим 0,18 МПа. 90% гача хлор газ ҳолатда ажратиб олинади.

Реактордан эритма дистилляцион колонна 2 га хлорни 150°С да ҳайдаш учун келади вакейин эритмада 10% дан кам бўлган хлор қолади. Эритмани олиш учун ортиқча азот кислотанингконцентрациясини 55% да ушлаб туриш керак.

Ҳудди реакторгаўхшаш, колонна титандан ясалади ва кислотага чидамли ғишт қоплама билан (футеровка) ҳимояланади. Колоннанинг ички қисмлари (тарелка, циркуляцион труба) политетрафторэтилендан ясалган. Таркибида нитрозил ва хлор саклаган газсимон аралашма газли реактор 3 да иссиқ 80% -ли азот кислотаси билан 150°С да оксидланади. Реакция натижасида қўшимча хлор ҳосил бўлади. Бунда сув конденсацияланади ва реакторга берилади.

Хлорни азот диоксиддан ажратиш учун иккита ҳайдовчи колонна ишлатилади 4 ва 5 хлор биринчи колонна 4 нинг юқори қисмидан чиқарилади. Азот диоксидни ҳаво билан оксидлайди ва сувга абсорбцияланади, натижада 65% ли азот кислотаси олинади. NO_2 оксидланиши ва нитрат кислота ҳосил бўлиши (4.17) формула билан ифодаланади.

Калий нитрат ва азот кислотаси эритмаси кислота ҳайдаш колоннасида 10 дан 81% ли азот кислотагача концентрланади. Колоннанинг юқори қисмидаги фракция, кучсиз азот кислота буғи 62% гача, иккинчи ҳайдаш колоннаси 9 да концентрланади. Биринчи кислота колоннасидан эритма вакуум-кристализатор 11 га тушади ва кристалланади. Кислотали ҳайдаш колонналари никелданясалган. Вакуум-кристаллизаторлар зангламайдиган пўлатдан ишланган.



4.35 - расм. Калий хлорид ва азот кислотадан калий нитрат олиш технологик схемаси.
1-реактор;2-дистилляцион колонна;3-газли реактор;4-биринчи фракцион колонна;5-иккинчи фракцион колонна;6-бак.7,8- HNO_3 абсорбцион колоннаси;9,10-азот кислотасини дистилляциялаш колоннаси,11-вакуум-кристаллизатор;12-циклонли қуюлтиргич,13-сатуратор,14-горизонтал центрифуга;15-қуритқич,16-эриткич,17-грануляция минораси,18-айланувчи музлаткич.

25...30°С гача совутилган эритма KNO_3 дан горизонтал центрифугада ажратилади, ювилади ва қуритилади. Калий нитратни гранулаҳолида олиш учун 340...350°С да эритилади ва 10,7 метр баландликдаги минора 17 даипуркалади, кейин эса айланувчи музлаткич 18 да совутилади.

Калий нитратни турли усулларда олиш мумкин. Австриядаяратилган технология бўйичакалийхлорбиланазот кислота ишлатилади. Бундай жараёнда сув ҳосил бўлишолдиолинади ва шу йўл билан коррозия жараёни қисманбартарафқилинади. Жараён нормал температурасида олиб борилади. Реакцияда қатнашувчи азот кислотаси оксидловчи ҳисобланмайди, у фақат маҳсулотларни эритади. Калий нитрат олишнинг бутун жараёни 4 та босқичдан иборат.

1. Калий нитрат олиш ва уни ажратиш:

$$KCl + HNO_3 = KNO_3 + HCl \qquad (4.80)$$

2. HCl ва N_2O_4 таъсирлашиш реакциясида газсимон нитрозил хлорид ҳосил бўлиши ва биринчи босқичда HNO_3 циркуляцияси:

$$HCl + N_2O_4 = NOCl + HNO_3 \qquad (4.81)$$

3. Нитрозил хлоридни кислород билан оксидлаш ва дистилляция йўли билан тоза хлор ажратиш; жараённи иккинчи босқичи учун дистиляцион колонна оқимини рециркуляциялаш:

$$2NOCl + O_2 = N_2O_4 + Cl_2 \qquad (4.82)$$

4. N_2O_4 олиш.

Азот кислотаси ва калий хлориддан органик муҳитда 100 минг тонна KNO_3 олишнинг саноат қурилмаси Исроилда ишлаб турибди. Бу усул билан (4.62) реакция бўйича паст температурада боради. Бу нитрозил хлорни ҳосил бўлишини ва коррозия билан боғлиқ бўлган муаммолар олдини

олади. Эритувчи мавжуд бўлади ва бунда калий нитрат қаттиқ фазада ажратиб олинади. Органик муҳит сифатида бутил, изоамил спиртлар ишлатилиши мумкин.

Қаттиқ калий хлор билан газсимон ёки суюқ азот диоксид таъсирлашувидаги реакцияга асосланган калий нитрат олиш катта қизиқиш уйғотади:

$$KCl + 2NO_2 = KNO_3 + NOCl \qquad (4.83)$$

Бу реакция жуда оз миқдорда сув бўлганда ҳам каталитик тарзда тезлашади ва паст температурада (-10°С) катта тезлик билан боради. Газсимон азот диоксид билан реакцияси шарли ёки трубасимон тегирмонларда олиб борилиши мумкин, суюқлик билан эса – автоклавда.

Юқорида кўрсатилган калий нитрат олиш усулларининг иқтисодий афзаллиги фақат ишлатилаётган газда хлор HCl, Cl_2 ва $NOCl$ кўринишда бўлса. Бунда нитрозил хлоридниутилизация қилишкатта аҳамиятга эга. У NO_2 ва Cl_2 гача ҳаво кислороди билан (MnO_2, Fe_2O_3 ва бошқа катализаторлари билан оксидланади). Нитрозил хлоратни кайта ишлашнингбошқа усуллари ҳам мавжуд. Нитрозил хлоридни ҳосил бўлиш олдини олиш учун, калий хлорни азот кислотаси билан таъсирлашишини пиролиз итиштирокида олиб борилади. Жараён қуйидаги умумий реакция асосида кечади:

$$2KCl + MnO_2 + 4HNO = 2KNO_3 + Mn(NO_3) + Cl_2 + 2H_2O \qquad (4.84)$$

Эритмада ажратиб олинган марганец нитрат юкори температурада сув буғи ва ҳаво кислороди билан MnO_2 ва HNO_3 га регенерация қилиш мақсадида ишлов берилади:

$$Mn(NO_3)_2 + H_2O + 1/2O_2 = MnO_2 + 2HNO_3 \qquad (4.85)$$

KNO_3ни калий хлорид ва азот кислотаси (ёки азот оксидлари) билан олиш усуллари қурилмаларнинг коррозияси туфайли кенг саноатда қўлланилганийўк.

Кўп тарқалган саноат усули конверсион усул ҳисобланади. Ҳар хил нитрат ва хлоридларнинг карбонат ёки сульфат билан парчаланиб алмашинишига асосланган. Парчаланиб алмашиниш асосан калий хлорид ва натрий нитрат орасида олиб борилади:

$$NaNO_3 + KCl = NaCl + KNO_3 \qquad (4.86)$$

Худди шундай NH_4NO_3 ни ишлатиш мумкин, лекин бунда чиқинди маҳсулот сифатида NH_4Cl ҳосил бўлади, унга талаб жуда кам. KNO_3 олишнинг конверсион усули асосларини кўриб чиқамиз.

Калий нитратни конверсион усул билан олиш физик-кимёвий асослар. (4.66) реакция қуйидаги система бўйича боради $K^+, Na^+ \| Cl^-, NO_3^- - H_2O$, уларнинг таркибий системалари бўлиб $KCl - H_2O$, $NaCl - H_2O$, $KNO_3 - H_2O$, $NaNO_3 - H_2O$, $KCl - NaCl - H_2O$, $KCl - KNO_3 - H_2O$, $KNO_3 - NaNO_3 - H_2O$ва$NaNO_3 - NaCl - H_2O$ ҳисобланади. Хлоридли таркибий системалар$KCl - H_2O$, $NaCl - H_2O$ ва $KCl - NaCl - H_2O$ ни олдинрок кўриб ўтилган.

Юкорида кўрсатилган нитратли ва хлорид нитратли системалар учун,5 дан 100°С оралиқда кристаллогитратлар ва қўш тузларнинг йўқлиги билан характерланади. Калий ва натрий нитратларни (индивидуал ва ўзаро бир бири билан ва хлоридлар билан) эриши. 4-8жадвал ва 4.36-расмда кўрсатилган. $K^+, Na^+ \| Cl^-, NO_3^- - H_2O$ система диаграммасидаги фигуратив нуқталарни фазовий координаталарини қуйидаги ифодалардан топамиз:

$$X = 100\,[K^+]\,([Na^+] + [K^+])^{-1};$$

$$Y = 100\,[NO_3^-]\,([Na^+] + [K^+])^{-1}; \qquad (4.87)$$

$$I = [H_2O]\,([Na^+] + [K^+])^{-1}.$$

Калийли тузларнинг эрувчанлиги натрийникига қараганда паст температурада кичик бўлади, юкори температурадаэса катта. 5...100°С температурада калий ва натрий нитратлар бир-бирини эрувчанлигини камайтиради, аммо қўш туз ҳосил қилмайди. Бу эритмаларнинг таркибий

тузилишига боғлиқ, нитратларнинг юқори концентрацияда ион ассоциятларини ҳосил қилиши билан боғлиқ.

$K^+, Na^+ \| Cl^-, NO_3^- - H_2O$ системасида қўш тузларнинг йўқлиги реакция йўналишини аниқлашда (4.66) сувсиз сиситемадаги реакция йўналишини аниқлаш усули билан ёки Вант-Гофф ва Рейхерни эрувчанлик кўпайтмалари қонуниятларидан фойдаланиш мумкин. Биринчи қоидага асосан $\Delta G^0_{298} \approx$ Они оламиз унинг қўлланилиши ноаниқ бўлади. Алмашиниш-парчаланиш реакциясининг йўналишини аниқлашда

$$AX + BY + AY + BX$$

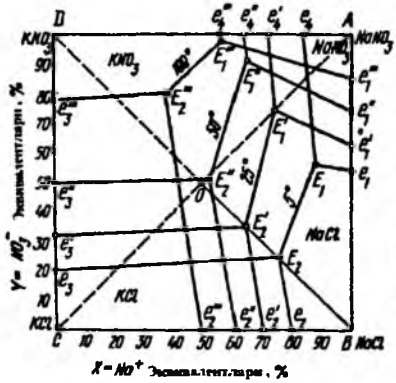
бу ерда K- коэффициентини ушбуформуладан ҳисоблаб топилади:

$$K = C_{AY} \cdot C_{BY} \cdot C^{-1}_{AY} \cdot B^{-1}_{BX}$$

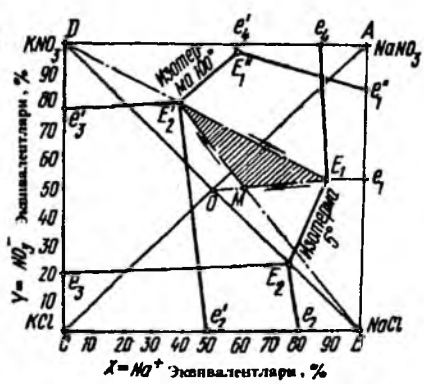
реакцияни унга боришини шарти қуйидаги тенгсизликдан ҳисобланади:

$$K > 1$$

C_{AY}– AX ни индивидуал эрувчанлиги ва бошқа тузларнинг сувдаги эрувчанлиги моль/100 моль сувга.



4.36-расм. $K^+, Na^+ \| Cl^-, NO_3^- - H_2O$ системанинг моляр барицентрик диаграммаси. 5, 25, 50, 100°С изотермалари (5-5 жадвал).



4.37-расм. KNO_3 ни конверсион усулда олишни ҳисоблаш учун диаграмма.

4-8жадвал

$K^+, Na^+ \| Cl^-, NO_3^- - H_2O$ системасининг тўйинган эритмалари таркиби

г/100 г сувдаги тузлар концентрацияси				Фазовий диграммадаги координаталар			Мувозанатдаги фазалар
NaCl	KCl	$NaNO_3$	KNO_3	X	Y	Z	
1	2	3	4	5	6	7	8
Температура 5°С							
35,74	-	-	-	0	0	2,800	NaCl
-	29,76	-	-	1	0	3,360	KCl
-	-	76,3	-	0	1	1,310	$NaNO_3$
-	-	-	16,83	0,736	0,840	5,94	KNO_3
27,6	-	41,7	-	0	0,602	1,442	NaCl, $NaNO_3$
-	29,87	-	10,14	0,931	0,212	2,495	KCl, KNO_3
31,50	10,40	-	-	0,248	0	2,385	NaCl, KCl
-	-	82,10	18,1	0,133	0,971	0,998	KNO_3, $NaNO_3$
29,1	-	44,3	14,0	0,118	0,642	1,141	NaCl, $NaNO_3$, KNO_3
38,5	0,64	-	20,7	0,265	0,292	1,660	NaCl, KCl, KNO_3
Температура 25°С							
36,04	-	-	-	0	0	2,775	NaCl
-	35,98	-	-	1	0	2,780	KCl
-	-	91.86	-	0	1	1,088	$NaNO_3$

-	-	-	38,85	0,736	0,840	2,575	KNO_3
23,62	-	58	-	0	0,711	1,224	NaCl. $NaNO_3$
29,62	16.45	-	-	0,357	0	2,168	KCl, KNO_3
-	34,92	-	22,79	0,896	0,322	1,732	NaCl, KCl
-	-	100,90	46,15	0,231	0,950	0.680	KNO_3, $NaNO_3$
23.8	-	64	41,2	0,235	0,764	0.775	NaCl. $NaNO_3$, KNO_3
41,5	-	-	40,3	0,362	0,414	1,222	NaCl, KCl, KNO_3
Температура 50°C							
36,72	-	-	-	0	0	2,721	NaCl
-	42,80	-	-	1	0	2,335	KCl
-	-	114,1	-	0	1	0.876	$NaNO_3$
-	-	-	85,10	0,736	0,840	1.175	KNO_3
-	-	84,8	-	0	0,805	0,949	NaCl. $NaNO_3$
20,5	23.09	-	-	0,450	0	1.945	KCl. KNO_3
28,35	38.75	-	52,54	0,846	0,484	1,095	NaCl. KCl
-	-	134,9	90,2	0,296	0,935	0,444	KNO_3, $NaNO_3$
-	-	110,7	82,2	0,295	0,976	0,487	NaCl. $NaNO_3$, KNO_3
12,2	-	6.1	100,9	0.382	0,480	0.731	NaCl. KCl. KNO_3
59.9							
Температура 100°C							
39,2	-	-	-	0	0	2,550	NaCl
-	56	-	-	1	0	1.785	KCl
-	-	176	-	0	1	0.568	$NaNO_3$
-	-	-	246	0,736	0,840	0.406	KNO_3
19,2	-	158	-	0	0,917	0,564	NaCl. $NaNO_3$
27,3	36,2	-	-	0,570	0	1.574	KCl. KNO_3
-	41,6	-	199	0,782	0,691	0,415	NaCl. KCl
-	-	233,6	218	0,355	0,922	0,221	KNO_3, $NaNO_3$
6,5	-	207,5	194,6	0,351	0,909	0.235	NaCl. $NaNO_3$, KNO_3
35,9	-	47	192,2	0,515	0,760	0.364	NaCl. KCl. KNO_3

Агарда, $AX = NaNO_3$, $BY = KCl$, $AY = NaCl$, $BX = KNO_3$ бўлса, (5-5 жадвал кўрсаткичларидан фойдаланган ҳолда) 90…92°C дан паст температурада $k>1$ эканлигини ва юқори температурада эса $k < 1$ эканлигини аниқлаймиз. Паст температурада $NaCl$ ва KNO_3 жуфтлиги, 100°C атрофида эса - KCl ва $NaNO_3$ жуфтлик барқарордир..

Барқарор туз жуфтлигини аниқлаш учун парциал иссиқлик ва эриш энтропияси ёки кимёвий потенциалларга (эриган моддаларнинг реаллигини) инобатга олган билимларига асосланган бўлиши керак. Лекин, кўриб чиқилаётган ўзаро-алмашинувчи система учун маълумотлар аниқланмаган. Бошқа усуллар системадаги фазовий мувозанатларни тажриба йўли билан ўрганишга асосланган.

$K^+, Na^+ \| Cl^-, NO_3^- - H_2O$ система фазовий диаграммасидан кўриниб турибдики 5дан 100°C гача оралиқ температурада $NaCl$ ва KNO_3 барқарор ҳисобланади, чунки бу тузларнинг кристалланиш чегараси умумий чизиқда E_1E_2, $E'_1E'_2$ ётади. Бироқ бундан(4.66) реакция барча температураларда чапдан ўнгга қараб боради деб ҳисобламаслик керак охирги натижани билиш учун таркиб диаграммасида диагонал чизиғи қайси кристаллизация соҳасидан ўтишини кўриш керак. Бу диагоналда иккита ҳар хил ионли тузларни аралаштириш чизиғи барқарор дейилади. Агар, у барқарор тузлар жуфтлиги жойлашган кристаллизация чегарасидан ўтса бекарор дейилади. Кўриниб турибдики, бекарор тузлар чегарасидан ўтувчи нукта барқарор бўла олмайди. Бошка диагонал учун барқарор ёки бекарор альтернатива бўлиши мумкин.

Фазовий диаграммадан кўриниб турибдики $NaCl$ – KNO_3 диагонали фақат паст температурада барқарордир (25°C гача) юқори температурада эса. KCl кристалланиш чегарасидан ўтади. KNO_3 олиш учун конверсияни паст температурада ўтказиш керак. Бунда KNO_3 кристалланади, $NaCl$ эритмада қолади, уни эритмадан юқори температурада кристаллаш усули билан ажратиб олинади $NaCl$ (4.37- расм E_1 нукта) Қолган эритма KCl ва $NaNO_3$ (О нукта) эквимоляр аралашмаси билан аралаштирилади ва M эритма олинади. М эритмасини 5°C га совутилганда KNO_3 кристалланади, KNO_3 ажратилгандан сўнг E'_2 таркибли эритма бугланади ва сўнгра $NaCl$ ажратилади ва E_1 таркибли эритма цикл бошига қайтарилади. Шу усул билан KCl ва $NaNO_3$дан калий нитрат олиш цикли амалга оширилади.

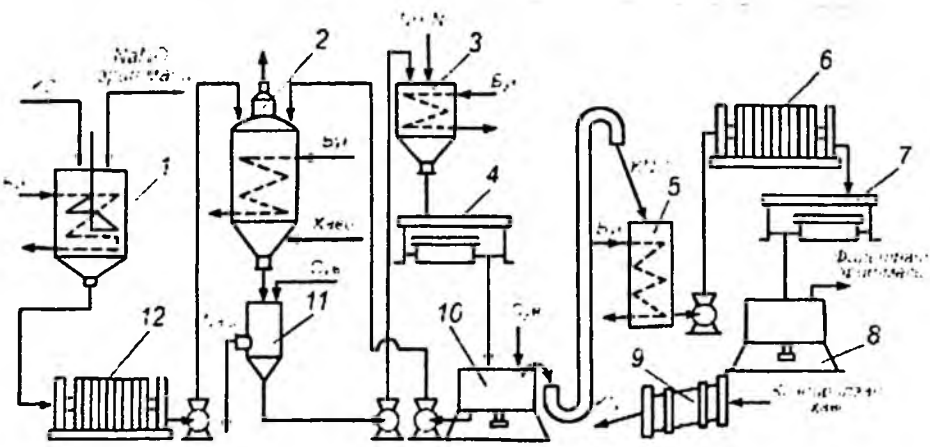
Конверсия усулида калий нитрат олиш схемаси. Бу усул билан калий нитрат олиш учун хом-ашё асосан нитрит-нитрат ишкорлари ишлатилади. бу нитроза газларини содали эритмалар билан абсорбция қилишда олинади, шунингдек 95...98% *KCl* ли қаттиқ калий хлорид ишлатилади.

Калий нитрат олиш схемаси (4.38-расм) кўрсатилган бўлиб қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади:

1. иссиқ натрий нитрат эримасида кичик кристалли калий хлоридни эритиш;
2. олинган эритмани эримайдиган чиқиндилардан фильтрлаш йўли билан тозалаш;
3. *KCl* ва $NaNO_3$ лар ўртасидаги алмашинувдан KNO_3 эритмасини ва ош тузи пульпаси олинади:

$$NaNO_3 + KCl = KNO_3 + NaCl \qquad (4.88)$$

4. иссиқ эритмадан *NaCl* кристаллари чўкмаларини ажратиш;
5. калий нитрат кристалларини олиш учун эритмани совитиш (биринчи кристаллизация);
6. доимий эритмадан калий нитрат кристаллари чўкмаларини ажратиш ва уларни янада тоза маҳсулот олиш учун 2- чи бор кристаллаш:
7. олинган калий нитратни қуритиш ва қадоклаш.



4.38-расм. Конверсия усулида калий нитрат олишнинг схемаси.
1-аралаштиргич, 2-реактор; 3-йиғгич, 4,7-кристаллизаторлар; 5-буғлатқич; 6,12-фильтр- пресс; 8,10-центрифуга; 9-қуритиш барабани; 11-матоли фильтр.

Нитрит–нитрат ишқори алмашиниш-парчаланиш жараёнига келгунча, азот кислотаси билан дастлабки ишлов берилади, яъни инверсияга учратилади. Бунда натрий нитритни нитратга ўтиш реакцияси боради

$$3NaNO_2 + 2HNO_3 = 3NaNO_3 + 2NO + H_2O \qquad (4.89)$$

Натрий нитратнинг инверторланган эритмаси таркибида (г/л): 450-500 $NaNO_3$; $4NaHCO_3 + Na_2CO_3$; 0,2-1 $NaNO_2$ бўлади. Бу эритма таркибида 600...700 г/л $NaNO_3$ ҳосил бўлгунча буғлатилади ва змеевикли иссиқлик алмашиниш аралаштиргичи билан жиҳозланган эритувчи 1 га юборилади. 60...70°С температурада эритувчига калий хлорид бериб турилади. Тайёр маҳсулотнинг таркиби қуйидагича (г/л); 300...400 $NaNO_3$, 270...300 *KCl*. Бу эритмада ортиқча натрий нитрат мавжуд.

Тайёрланган эритма фильтрлангандан сўнг алмашиниш-парчаланиш реактори 2 га келади, у пўлатдан ясалган бўлиб, қиздиргич билан жиҳозланган.

Конверсия вақти 4 соат давом этади. Эритмани буғланиш тезлигига қараб 1-чи ва 2-чи кристаллизациядан доимий эритма бериб турилади. Алмашиниш-парчаланишда ҳосил бўлган ош тузи эритмадан чиқинди сифатида чиқариб ташланади. Жараённи тезлатиш ва реакторда қуйқа

хосил бўлиш олдини олиш учун курилманинг пастки қисмига сиқилган ҳаво берилади. Интенсив аралашиш натижасида ош тузи ҳаракатда бўлиб туради. Кўпик хосил бўлишини олдини олиш учун, реакторга кам миқдорда минерал мойлар солинади. Конверсия, эритма 1,64...1,68 г/см³ зичликка эга бўлганда тўхтатилади. Бунда температура 125...130°С бўлади. Олинган суспензияни центрифугада ёки матоли фильтр 11 да тозаланади. Фильтрдаги ош тузи қолдиғи сув билан ювилади, бунинг натижасида унда калий нитрат миқдори 1...3% гача камаяди. Фильтрдан олинган ош тузини техник мақсадларда қўллаш мумкин.

Олинган калий нитрат эритмаси ва ювилган сув йиғгич 3 га юборилади. Иситкичда калий нитратнинг кристалланиш олдини олиш учун буғли иситкич ёрдамида температура 90...105°Сда ушлаб турилади. Бу эритма ўзида 1000 г/л гача KNO_3 170 г/л $NaCl$ гача бўлади ва бир канча қолдиклар бўлади (Na_2CO_3, $NaNO_2$). Қолдикларни ажратиш учун эритмага оз миқдорда аммиак селитраси қўшилади ва унда қуйидаги реакция кетади:

$$Na_2CO_3 + 2NH_4NO_3 = (NH_4)_2CO_3 + 2NaNO_3; \quad (4.90)$$

$$NaNO_2 + NH_4NO_3 = NH_4NO_2 + NaNO_3 \quad (4.91)$$

Нитритва карбонат аммоний бирикмалари нотурғун бўлади ва у қиздирилганда осон парчаланади

$$(NH_4)CO_3 = 2NH_3 + CO_2 + H_2O; \quad (4.92)$$

$$NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$$

Тозаланган калий нитратни иссиқ эритмаси кристализатор 4 га кристалланиш учун юборилади. Бу ерда 25...30°С гача совутилганда чўкмага KNO_3 (1-кристаллизация). Тозалангандан кейин доимий эритмада 94...96% KNO_3 ва 6% гача $NaCl$ бўлади. Қуритишдан кейин бу маҳсулот ўғит сифатида ишлатилиши мумкин. Янада тоза маҳсулот олишучун, калий нитрат қайта кристалланади. 1-ва қайта кристалланишдан кейинги эритма циклга қайтарилади. Калий нитрати барабанли қуритгич 9 да иссиқ ҳаво билан (105...110°С) да қуритилади.

Кўрсатилган усул билан 1 тонна калий нитрат олиш учун 0,93 т $NaNO_3$, 0,92 т KCl, 0,05 тNH_4NO_3, 11 т буғ, 100 м³ сув, 130 кВт·соат электр энергия сарф бўлади. Калий нитратни аммиакли селитра ва калий хлориднинг алмашиниш-парчаланишидан ҳам олиш мумкин

$$NH_4NO_3 + KCl = KNO_3 + NH_4Cl \quad (4.93)$$

4.19. Калий фосфатлар олиш технологик схемалари

Калийли фосфатлар қимматбаҳо комплекс ўғитлар ҳисобланади. Улар оддий калийли ва фосфорли ўғитларга қараганда бир қанча афзалликларга эга. Озиқавий моддаси 86,8...100% ни ташкил этади; хлорсиз; ҳамма калийли фосфатлар (метафосфатданташқари) сувда яхши эрийди.

Калий ортофосфатлари моно-, ди- ва три калий фосфат-ортофосфат кислотасини калий гидрооксиди ёки карбонат билан нейтраллаб олиш мумкин. Лекин, калий фосфатни бу усул билан катта ҳажмда ишлаб чиқариш жуда қимматдир.

Ирландиянинг «Golding Fertilizers, Ltd» ва АҚШнинг «Pennzoil United, Inc.» фирмаси концентрланган монофосфат калий РК-ўғитини саноат усулида ишлаб чиқаради. Хом-ашё сифатида калий хлорид, сульфат кислота ва фосфорит ишлатилади.

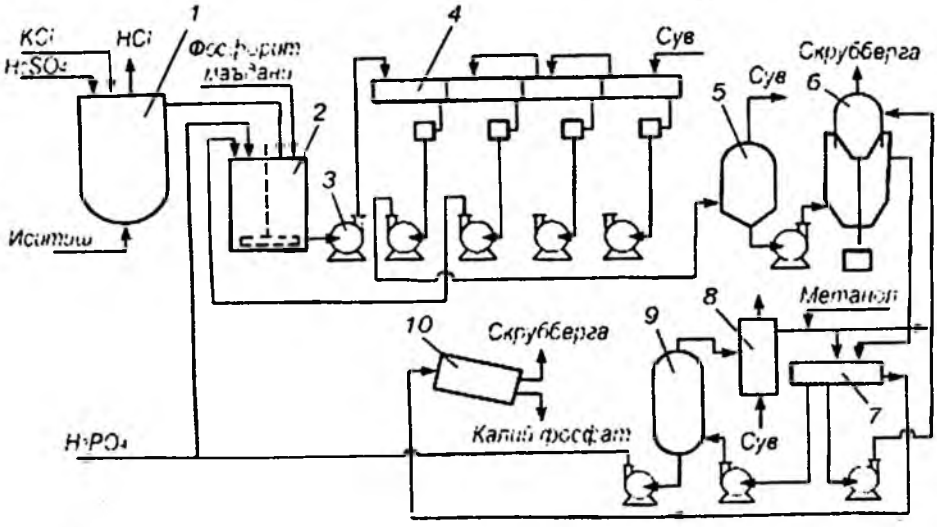
Калий фосфат олишнинг бу усули фосфат кислотани экстракция усули билан олишга ўхшаш ҳисобланади. Жараённинг технологик схемаси 4.39-расмда кўрсатилган. Калий хлорид чўянли аралаштиргич 1 га келади ва бу ерда кўп миқдордаги концентрланган сульфат кислота билан 200°С атрофидаги температурада таъсирлашади. Бу температурада қуруқ HCl ажратиб олинади ва хлор ионлари бўлмаган сульфат кислота суспензиясида бисульфат калий қолади. Суспензия реактор 2 га келади ва бу ерда 70°С да фосфат маъдани билан таъсирлашиб моно-ортофосфат калий ва гипс

аралашмаси ҳосил қилади. Аралаштиргич ва реакторда борадиган реакциялар қуйидаги кўринишда бўлади:

$$KCl + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HCl;$$

$$2KHSO_4 + Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2KH_2PO_4 + 3CaSO_4 \qquad (4.94)$$

Ҳосил бўлган гипс ва бошқа эримайдиган моддалар суюқ фазадан экстракция фосфор кислотаси ишлаб чиқаришда кенг қўлланиладиган фильтр 4 орқали ажратилади. Вакуум-буғлатиш қурилмаси 5 да KH_2PO_4 50...60% концентрациягача буғлатилади, газ фазага водород кремний фторид кислотаси ажралади. Фосфатларни нам усулда олишга мувофиқ калий фосфатнинг кристалланиши аралашмалар борлигида қийинлашади, (темир фторсиликати, алюминий бирикмалари, фильтрланмаган гипс), калий фосфатларни ажралишини яхшилаш учун метанол қўшилади.



4.39-расм. Калий фосфат олиш технологик схемаси.
1-аралаштиргич; 2-реактор; 3-марказдан қочма насос; 4-фильтр; 5-вакуум-буғлатиш қурилмаси; 6-кристаллизатор; 7-центрифуга; 8-конденсатор; 9-дистилляция колоннаси; 10-қуриткич.

Моно-ортофосфат калий қурилма 6 да совутилади, центрифуга 7 да чўкма ажратилади, метанол билан ювилади ва қуритилади.

Доимий эритмадан метил спирт буғлатилади, кейин қайта ишлатиш учун жараёнга юборилади. Метанол буғлатилгандан кейин дистиллят фосфат кислотасини 54% P_2O_5 концентрациясини ташкил қилади, бу ортиқча H_2SO_4 ҳисобидандир.

Жараёнда фосфатни ажратиш даражаси - 92%, калийники эса – 90...95%. Келтирилган схема бўйича марокко фосфоритларидан олинган фосфат калий таркиби (%) 4-9 жадвалда келтирилган.

4-9 жадвал

P_2O_5	46,0	Al^{+3}	0,6
K_2O	30,0	Fe^{+3}	0,5
Эркин кислота, P_2O_5	5,0	F^-	1,5
Намлик	0,5	SO_4^{2-}	3,1

Аралаштиргичда ажраладиган водород хлоридни, хлор, хлор органик бирикмалар ёки сув абсорбцияси ва дикальций фосфат ишлаб чиқаришда ишлатиш мумкин.

Келажакда калийли ўғитлар ичида энг муҳимларидан бири метафосфаткалий $(KPO_3)_n$ дир. Бу РК ўғитлар ичида энг концентрланганидир. Тоза маҳсулотсувда эримайди, лекин Ca^{+2} ва Mg^{+2}

ионлари бор эритмада эрувчанлиги ошади. Шунинг учун, метафосфаткалийни тупроқга берилганда эрувчи бирикмалар сингари таъсир этади. Ундан ташқари, унинг эрувчанлиги физик шаклига ҳам боғлиқ. Куррол тузи, калий метафосфат кристалл модификацияси бўлиб, эритма қотганда ҳосил бўладиган шишасимон шаклига қараганда сувда кам эрийди. Метафосфат калий эрувчанлиги қўшимчалар киритилганда кўпаяди. Энг самарали деб $MgCl_2$, CaO, Fe_2O_3 лар ҳисобланади. Кўриниб турибдики, қўшимчалар қўшилганда ва тез совутилганда метафосфаткалий эритмаси таркиби бузилмокда ва бу эрувчан махсулот олишга олиб келади. Метафосфаткалий эрувчанлиги, бўлакчаларининг ўлчамига ҳам боғлиқ. Грануллланган махсулот ерда кукунсимон махсулотга қараганда кўп сақланади.

Метафосфат калийни ўғит сифатидаги афзалликлари қуйидагилар: хлор ва сув йўқлиги, аммиакли селитраси ва мочевиналар билан бирга бўла олиши. Метафосфат калийни сувли эритмаларини аммонизациялаб аралаш калий ва аммоний фосфатлари ҳосил қилиш мумкин. Бундан ташқари, махсулот кам фитотоксиқдир, шунингучун уни уруғлар билан аралаштириш мумкин.

Метафосфаткалий олиш жараёнини ўрганишга катта этибор қаратилади, бирок узоқ вақттача жараённи тузиб бўлмаган. Саноат миқёсига тўғри келадиган жараён фосфор кислотасини калий хлорид билан 900°С да таъсирлашишга асосланган. Бу усул коррозияга чидамли қурилмалар бўлишини талаб қилади ва юқори сифатли махсулот олишни таъминлай олмайди.

Метафосфат калийни KCl ва P_2O_5 билан олиш жараёни кўриб чиқилган. Бу усулда майдаланган калий хлор реакцион камерага ҳаво оркали юборилади ва бир вақтнинг ўзида юборилган P_2O_5 буғи билан 1000-1050°С температурада таъсирлашади. Суюк метафосфат калий камера тубида йиғилади ва сув билан совутилувчи идишга туширилади. Бу усул билан олинган махсулотнинг таркиби 58% P_2O_5, 35% K_2O ва 1,8% Cl дан ташкил топган. Бирок бу ерда ҳам жараённи қурилмаларни кетма-кетлигини тузишда кийинчилик бўлган.

Метафосфат калийни калий хлор ва фосфор кислотасидан олиш. Акад.С.И.Вольфкович бошчилигида метафосфат калий олиш технологик схемаси ишлаб чиқилган (4.40-расм).

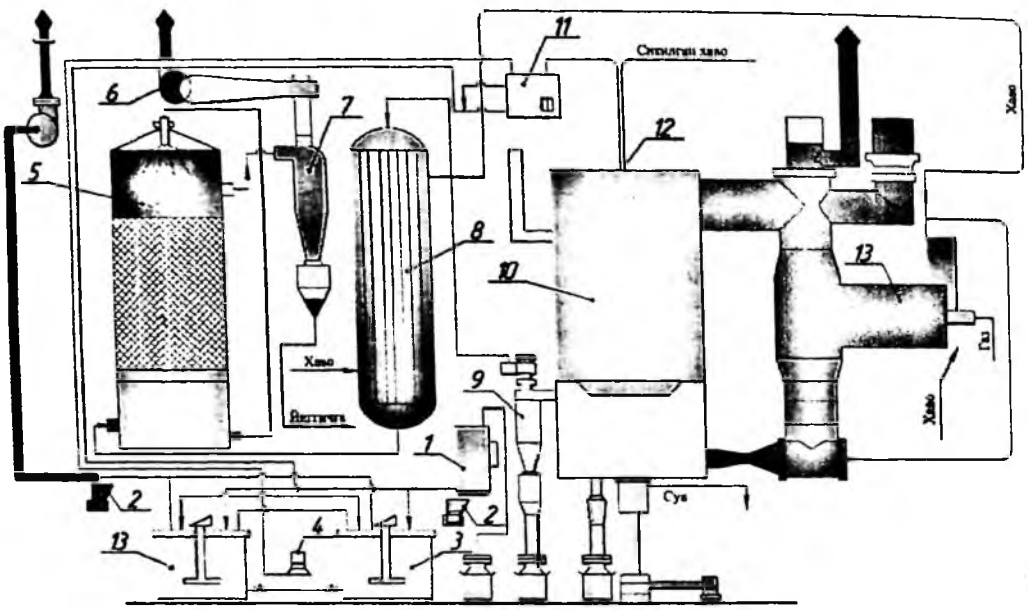
Экстракция ёки термик ортофосфат кислота 23% P_2O_5 концентрацияда аралаштиргич 3 га келади. Бу ерга узатувчи бункер 2 оркали калий хлорид берилади. Эритма 60...70°С гача қиздирилади ва аралаштирилади. Сувнинг миқдори 56% ни ташкил этади. Кейин эритма насос 4 оркали бак 11 га юборилади ва у ердан пуркагич 12 оркали қуритқич 10 га пуркаб берилади. Пурковчи қуритқич цилиндрсимон минора кўринишида бўлади, шамот ғишти ва кислотага чидамли плитка билан қопланган. Қуритқичнинг пастки қисмида айланувчи тешикли тарелка ўрнатилган.

Қуритқичга киришда температура 900°С, чиқишда эса 350°Сдан паст. Тарелкада 350...370°С. Қуритқичдан чиқаётган чангдан тозаланган газ қобиқ-трубали иссиклик алмашиниш қурилмаси 8 га келади. Бу ерда газ иссикликни ҳавога узатади. Абсорбер 5 да совутилган газдан водород хлорид ажратиб олинади, чиқинди газ эса атмосферага чиқариб юборилади. Кўрилган схемада калий хлорид ва экстракцион фосфор кислотадан 54% P_2O_5, 35-39% K_2O ва 0,3% Cl таркибли метафосфат калий олиш мумкин. Фосфорнинг ҳаммаси лимон кислотада эрувчи шаклда бўлади. Эритмага кам миқдорда CaO қўшиш, махсулотни20...30% P_2O_5 ни эрувчан шаклга олиб келади.

Метафосфат калий олишнинг пурковчи қуритқичда калийли хом-ашё сифатида цемент чангидан олиш усули ҳам текширилган. Худди шундай метафосфат калий қуйидаги таркибда бўлган (%): 48,5 P_2O_5 умумий; 42,9 P_2O_5 эрувчи; 35,1 K_2O. Озуқа элементларнинг йиғинди миқдори ($P_2O_5+K_2O$) бу махсулотнинг таркиби 84% ни ташкил қилади. Умумий таркибнинг 90% ли эрувчан шаклда бўлади. Грануллланган метафосфат калийни мавҳум қайнаш қатламли қуритқичда олиш мумкин.

Англияда метафосфат калийни узлуксиз равишда калий хлорид ва экстракцион фосфор кислотадан олиш усули ишлаб чиқилган. Жараён 450°С атрофида метафосфат калийни эриш температурасида олиб борилади. Тайёр махсулот гранула ҳолида олинади. Фосфор кислота ва калий хлорид айланувчи ўтхонани юқори қисмида махсулот доналари билан таъсирлашади. Молекуляр нисбати H_3PO_4:KCl махсулотда хлор ва қолдиқ кислота ҳосил бўлиш олдини олиш учун текшириб турилади.

Франциядаги метафосфат калийни олиш жараёни қуйида келтирилган: 57% P_2O_5 ва 35% K_2O таркибли маҳсулотни экстракцион фосфор кислота ва калий хлориддан олинади. Калий хлоридни эришини таъминлаш учун 50% P_2O_5 концентрацияли фосфор кислота ишлатилади. Бу буғлатишга кетаётган чиқимни камайтиради ва кераксиз тузли кислоталар ҳосил бўлиш олдини олади. Маҳсулот калий хлориднинг фосфор кислотада суспензия ҳосил бўлгунча аралаштирилади ва иккита алоҳида реакторга берилади. Ҳосил бўлаётган қаттиқ моддани бирлаштириб ва агломерация олдини олиш учун аралашманинг температураси кетма-кет 2 реакторда ошиши, реагент ва газлар оқимларини қарама-қарши йўналтириб таъминланади. Иккинчи реактордан 700°С даги маҳсулот эриган ҳолда бўлади. Совутилган 0,2...2 мм катталикдаги гранулалар ёки 1,5 мм калинликдаги пластинкалар олинади. Биринчи реактордан водород хлорид 300°С да совуқ сув билан абсорбцияланади.



4.40-расм. Метафосфаткалий олишсхемаси.

1-кислота йиғгич; 2-бункер; 3-аралаштиргич; 4-марказданқочма насос; 5-абсорбер; 6-вентилятор; 7,9-циклон; 8-қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси; 10-пурковчи қуриткич; 11-кислота йиғгич; 12-пуркагич; 13-ўтхона.

АҚШда «ТВА» фирмаси экстракцион ёки термик фосфор кислотани калий хлорид билан таъсирлашишидан полифосфат калий олиш жараёни ишлаб чиқилган. $P_2O_5 : K_2O$ = 1,2 моль нисбатда ва 315°С температурада эркин кислота сақлаган ва юкориги гроскопик маҳсулот олинади. Эритмага доломит қўшиш 48% P_2O_5, 26% K_2O ва 4% Cl таркибли маҳсулотни физик хусусиятини кучайтиради. 68% P_2O_5 сувда эрувчан формада бўлади ва 9% нитратда эрувчи. Маҳсулот тўғридан-тўғри ишлатишга ва аралаш ўғитлар олишда қўлланади.

Калийли ўғитлар олишда метафосфат калийдан фойдаланиш фақат етарли миқдорда арзон маҳсулот ишлатилганда қўллаш мумкин. Бундай маҳсулотни фақат хом-ашё сифатида экстракцион фосфор кислота ва калий хлориди ишлатилганда олиш мумкин. Лекин, хлор водород газлар утилизациясининг қийинлиги-калий хлориддан метафосфат калий олишни тўхтатиб турган асосий сабаблардан биридир. Бу масала фақат маҳсулот сифатида поташ ишлатилганда ечиш мумкин. Нефелинни комплекс қайта ишлашда олинади. Поташни ишлатиш арзон метафосфат калий олишни таъминлайди.

4.20. Калийли мураккаб ўғитлар олиш

Нитрофоска, нитроаммофоска, аммофоска, диаммофоска ва карбоаммофоска калий олиш технологиясида калий хлорид кўринишида берилади. Конверсия натижасида қисман калий нитратга ўтади, қисман калий хлорид кўринишида колади. K_2O миқдориўғитларда $N : P_2O_5 : K_2O$ элементларнисбати 12...20%.

Бундай комплекс калийли ўғитлар олиш усулларини, нитрафоска, аммофоска ва бошқалар олишни икки гурухга бўлиш мумкин: табиий фосфатларни азот кислотасида эритиш, кейин эритма ва суспензияни қайта ишлаб тайёр маҳсулотга ўтказишдан иборат жараёнлар (масалан, нитрафоска); фосфорнкислотасиданфойдаланишга асосланганва аммофоска нитроаммофоска ўғитларни олишни таъминлайдиган жараёнлар.

Нитрофоска – комплекс мураккаб ўғит. Барча асосли озука элементни ўзида ушлайди, уларнинг нисбати олиш усулига боғликва хар хил бўлиши мумкин. Нитрафоскани қуйидаги таркибда олиш мумкин. ($N:P_2O_5:K_2O$):1:0,7:1; 1:1:1; 1:1,5:1; 1:2:1; 1:1,5:1,5 нитрофоскада фосфор дикальций фосфат $CaHPO_4$ кўринишда бўлади ва фосфат аммоний $NH_4H_2PO_4$ ва $(NH_4)_2HPO_4$, калий-калий нитрат ва хлорид кўринишида бўлади. Озукавий моддаларнинг умумий миқдори $N+P_2O_5+K_2O$ нитрафоскада 35...50% ни ташкил қилади. Нитрофоскани гигроскопиклиги ва ёпишқоклиги паст бўлиб, нейтрал ўғитдир. Нитрофоска ишлаб чикариш фосфатларни азот кислоталарида парчалашга асосланган. Табиий фосфат билан азот кислотасининг таъсирида аралашма олинади, кальций нитрат ва эркин фосфор кислотасидан таркиб топган:

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 10HNO_3 = 3H_3PO_4 + 5Ca(NO_3)_2 + HF \qquad (4.95)$$

Бунда нитрафоскани олиш, фосфор нитрат ва қисман сувда эрувчан формада бўлади $CaO:P_2O_5$ ни нисбати 0,78 ёки пастни ташкил этади. Кўрсатилган нисбатдаги маҳсулотни олиш учун фосфор кислота қўшиш мумкин, ортиқча кальцийни қийин эрийдиган бирикмалар холида олиш мумкин ($CaSO_4$ ва $CaCO_3$) ёки совитиш усули билан эритмадан чикариб юбориш мумкин. Азот кислотали маҳсулотда $CaO:P_2O_5$=0.78 гача нисбатда пасайтирилади, олинган эритмани аммиак билан нейтралланади ва нейтрализацион пульпага калий тузи (K_2SO_4ёки KCl) қўшилади. Пульпага қўшилган калий тузи алмашиниш реакциясига киришади:

$$KCl + NH_4NO_3 = KNO_3 + NH_4Cl \qquad (4.96)$$

Ҳосил бўлган KNO_3 ва NH_4Cl нитрофоска компонентлари хисобланади. Кейин пульпа гранулланади ва қуритилади. Нитрофосканинг таркиби ва сифати азот кислотасидан ортиқча кальцийни ажратиш усулига боғлик. Нитроаммофоска ва диаммофоска-калий саклаган юкори концентрацияли комплекс ўғитлардир. Уларни фосфор кислота ва азот кислотасини аралашмасини аммиак билан нейтраллаб, пульпани калий тузи қўшилгандан кейин грануллаш усули билан олинади. Нейтрализация аралашмада азот ва фосфор кислотаси нисбатини ўзгартириб, хохлаган нисбатдаги озукавий модда саклаган нитроаммофоска олиш мумкин. Озукавий моддаларнинг умумий миқдори 55% дан ошади. Нитроаммофоска ва диаммофоска аралашмаси моно-ёки диаммонийфосфат, нитрат аммоний, хлорид ёки сульфат калий аралашмаларидан иборат.

Карбоаммофоска-карбамид, фосфор кислотаси ва калий хлор $N:P_2O_5:K_2O$ = 1:1:1 нисбатдаги озука элементларининг йиғиндиси 60% бўлган янги мураккаб калий сакловчи ўғитдир. Карбоаммофоска қуйидаги схема бўйича олинади. Экстракцион фосфор кислотаси (40% P_2O_5) сатураторда $NH_3:H_3PO_4$=1,4 моль нисбатгача аммонизацияланади. Карбоаммофоска олишда 70% аммиакишлатилади. Сатураторда нейтрализация реакцияси иссиклиги хисобига пульпа қисман буғланади ва аммонизатор-грануляторга юборилади. Бу ерга бир вақтнинг ўзида ретур карбамид, аммиакнинг колган қисми (30%) ва калий хлоридберилади.

Карбамид эритмаси ва ажралаётган аммиак тўлиқ ишлатилганда, $N:P_2O_5:K_2O$=16:22:22 нисбатдаги ўғит олинади.

4-боб. Калий нитрат бўйича
Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Калий сульфат қандай олинади?
2. Калий хлоридни натрий сульфат билан конверсиялаш.
3. Калий хлоридни магний сульфат билан конверсиялаш.
4. Калий хлоридни темир сульфат билан конверсиялаш.
5. Калий нитрат хоссалари ва олиш усуллари.
6. Калий нитрат олиш технологияси.
7. Калий орто- ва метафосфатлар.
8. Калий фосфат олиш технологияси.
9. Калийли мураккаб ўғитлар олиш.

5 – боб

КАЛЬЦИНАЦИЯЛАНГАН СОДА ТЕХНОЛОГИЯСИ

Кальцинацияланган сода -Na_2CO_3натрий карбонати. Молекуляр массаси - 106. Натрий карбонати - оқ кристал кукун, зичлиги - 2,53 г/см^3, эриш температураси 853^{0}С, сувда яхши эрийди, тўкма зичлиги - 0,5...0,6 г/см^3. У кучли асос ва кучсиз кислота қолдиғи тузи бўлганлиги учун сувда гидролизланиб кучли ишқорлилик хусусиятига эга. Сувли эритмалардан гидратлар $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ (моногидрат), $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$ (гептогидрат), $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ декагидрат сифатида кристалланиши мумкин. Сода жуда ёпишқоқ, сақлаш пайтида ёпишиб монолитга айланиб қолади. 5-1 жадвалда содани сувда эришининг температурага боғлиқлиги кўрсатилган.

5-1 жадвал

Турли температураларда 100 г сувда соданинг эриши

Температура, °С	10	22	30	32,96	40	50	60	70	80	90	100
г/100 г	12,1	22,1	39,3	49,0	48,8	47,5	46,2	45,6	45,3	44,9	44,7

Тўйинган сода эритмасининг қайнаш итемператураси (44,5 г Na_2CO_3 100 г сувда)- 104.8^{0}С.

Соданинг сувли эритмасидан 32°С дан пастда зичлиги 1,45 кг/дм^3 бўлган йирик **моноклинник** $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ декагидрат кристалланади, 32...35,37^{0}С температурада $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$ ромбик гептогидрат, зичлиги 1,5 г/дм^3, 35,37^{0}С юқори бўлса, ромбик моногидрат - $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ зичлиги 2,25 кг/дм^3. Сувсиз туз Na_2CO_3 112,5°С юқори температурада кристалланади.

Тоза кимёвий кристаллик сода зичлиги 2523 кг/м^3 бўлади. Эриш температураси - 854°С. Ўртача иссиқлик сиғими 0 дан 100^{0}С температура оралиғида 1,061 кЖ/кг·К ёки 0,26 ккал/кг·°С. 18°С температурада элементлардан хосил бўлиш иссикликги 1135 кЖ/г·моль ёки 271ккал/г·моль.

Техник кальцинацияланган сода сифати МДҲ мамлакатлари орасида ГОСТ 5100-85 билан аникланади (5-2 жадвал).

Кальцинацияланган сода Қадимги Мисрда аник бўлган. Мисрликлар содани кўл сувларидан ажратиб олишган, испанлар эса Атлантика океани ва Ўрта ер денгизи киргоклари ёнида ўсувчи ўсимликлардан олган. XVIII асргача сода экспорт килувчи давлатлар Миср ва Испания бўлган. Лекин, XVIII аср охирларига келиб бу икки давлат ўсиб бораётган эхтиёжларни қондира олишмаган.

1775 йили француз илмий академияси содани минерал хом-ашёдан олиш танловини эълон килди. Ушбу танловда француз фармацевти Леблан ютиб чикди ва 1792 йил ишлабчиқаришда содани натрий сульфатдан ола бошлади.

5-2 жадвал

ГОСТ 5100-85 бўйича кальцинацияланган сода кўрсаткичлари

№	Кўрсаткичлар	А - маркали олий категорияли сифат	Б - маркали, биринчи категорияли	
			1- нав	2 - нав
1.	Ташки кўриниши	Оқ рангли дона	Оқ рангли майда кристалл кукун	
	Таркиби %:			
2.	Na_2CO_3кам эмас	99,4	99,2	99,0
3.	NaClхисобидаги хлоридлар, кўп эмас	0,20	0,50	0,80
4.	Fe_2O_3хисобида темир улуши, кўп эмас	0,003	0,003	0,003
5.	Сувда эримайдиган модда қолдиклари	0,03	0,04	0,04
6.	Na_2SO_4хисобида сульфатлар улуши	<0,04	<0,05	<0,05
7.	270-300°С да иситганда йўқотилиш	<0,70	<0,80	<1,50

Леблан усули бўйича асосий реакциялар қуйидаги кетма-кетликда боради.

$$Na_2SO_4 + CaCO_3 + 2C = Na_2CO_3 + CaS + 2CO_2 \qquad (5.1)$$

Бу усулда олинган қаттиқ аралашмадан содани сув билан ажратиб олинади. 1 тонна сода олишда шламда 1,5 тонна кальций сульфиди чиқинди сифатида қолади. Сўнг, эритмани қаттиқ фазага ўтгунча буғлатилади.

Леблан жараёни учун керак бўлган натрий сульфатни ош тузига сульфат кислота таъсир эттириб олишни таклиф этган:

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl \qquad (5.2)$$

Леблан усули учун сульфат кислотани у даврда **нитроза** усулида олинган. Бу эса ўз навбатида азот кислотаси ишлаб чиқаришни талаб қилган. Кальций сульфидидан элементар олтингугурт олинган. Шундай қилиб, сода ишлаб чиқариш кўпчилик кимёвий технологияларни яратишга сабабчи бўлди ва кимё саноатининг ривожига ўз улушини қўшди.

СОДА ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ АММИАКЛИ УСУЛИ

Аммиак усулида сода олиш 1811 йилда пайдо бўлди. Ушбу усулда француз олими Френель сувда эриган аммоний бикарбонатга ош тузи таъсир эттириб, чўкмага натрий бикарбонатни туширади, кейинчалик уни қиздириб кальцинацияланган сода олди.

$$NH_3 + CO_2 + H_2O = NH_4HCO_3 \qquad (а)$$

$$NH_4HCO_3 + NaCl = NaHCO_3 + NH_4Cl \qquad (б)$$

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \qquad (в)$$

(5.3а,б) даги иккита реакция сувли эритмада кетади уларни, битта реакцияда амалга ошириш мумкин:

$$NaCl + H_2O + NH_3 + CO_2 = NaHCO_3 + NH_4Cl$$

Аммо, бу усулда сода олиш қийинчиликлар туғдира бошлади, чунки у пайтда аммиак жуда қиммат эди. Маълумки, синтетик NH_3 ишлаб чиқариш 1913 йилда йўлга қўйилган.

1865 белгиялик инженер Сольве Френель реакцияси асосида сода олишнинг янги аммиакли усулини яратди. Бу усулда олинган натрий бикарбонати қаттиқ фазага ўтказди, суспензия фильтрланиб, нам бикарбонат кальцинацияга (қиздиришга) юборилади ва Na_2CO_3 ҳосил бўлади.

Леблан усули асосида ишлаган сода заводлари бир вақтда хлор ва хлорли маҳсулотлар ишлаб чиқарар эди. Лекин, 1840 йилдан бошлаб, хлор электрокимё усулида олина бошлаганда. Леблан усули Сольве усули билан рақоботлашаолмай қолди. БХМда қуйидаги сода ишлаб чиқариш корхоналари мавжуд: Россияда Березники шахрида сильвинит кони ёнида, Стерлитамак шахрида Ярбишкадан ош тузи кони, Украинада Лисичанск ва Славянск шаҳарларида Артемов-Славян кони, Кримда-Сиваш кўлтиғидаги рапдан, Ўзбекистонда Қўнғирот сода заводи Борсакелмас ош тузи конлари асосида кальцинацияланган сода ишлаб чиқарилади. Унинг таркибида $NaCl$ нинг ўртача миқдори - 96,32%.

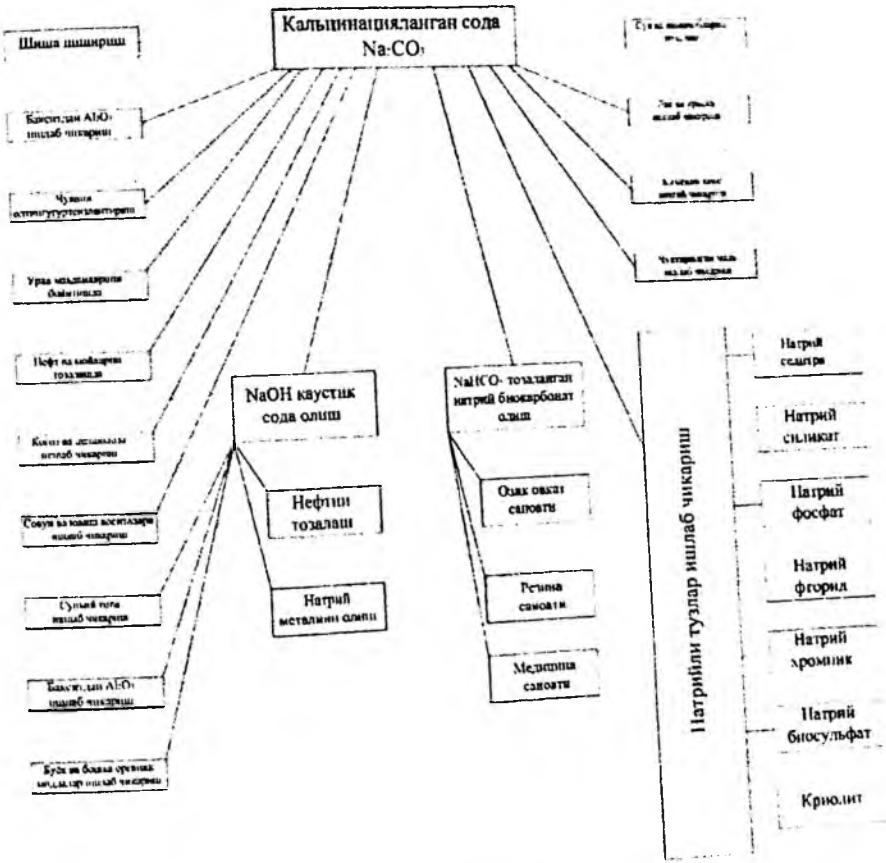
1980 йили жаҳон бўйича 29 млн., 2000 йилда 40 млн. 2017 йили эса 50 млн. тонна сода ишлаб чиқарилган. Энг кўп калцинацияланган сода Хитой ва АҚШ да, яъни 10,11 млн. тонна сода ишлаб чиқарилган. Лекин. АҚШда ҳаммаси аммиакли усулда эмас, балки табиий маъданлардан ҳам олинади. Охирги усулда сода ишлаб чиқариш жуда арзонга тушади.

Шу сабабли кўпгина аммиакли усулда ишлайдиган заводлар рақобатбардошлиги пасайиб, ёпилишга мажбур бўлди. Шунга қарамасдан сода ишлаб чиқариш бўйича жаҳонда биринчи ўринда турган Хитойда барча корхоналар аммиакли усулда ишламоқда. 1980 йилдан бошлаб Хитойда сода ишлаб чиқариш йилига 6,5% га ошмоқда.

5-3 жадвал

Сода ишлаб чиқарувчи асосий мамлакатлар

Компания	Мамлакат	Қуввати минг т/йилига
FMK Corporation	АҚШ	3310
Дженерал Хемикал	АҚШ	2420
OCIВайоминг	АҚШ	2220
IMC	АҚШ	1250
TG Soda Ash	АҚШ	1220
Сольве	Европа ва АҚШ	7650
ОАО «Сода» (г. Стерлитамак)	Россия	2100
Бруннер Монд	Буюк Британия	1150
Ciech	Польша	1059
ShandongHaihuaGrup	Хитой	1800
Lianyungang Soda Plant	Хитой	1000



5.1-расм. Кальцинацияланган содани қўлланиш соҳалари.

Табиий содали бирикмалардан кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш маълум даражада ривожланган бўлса, Сольве усули ҳозирда энг етук ишлаб чиқаришдир. 5-1 расмда

Кальцинацияланган соданинг қўлланиш сохалари кўрсатилган. Кальцинацияланган сода халқ хўжалигининг турли сохаларида жуда кенг қўлланилади асосан: кимёсаноатида, шиша ишлаб чиқаришда, рангли металлургияда, озиқ-овқат саноатида, гўшт-сут саноатида, енгил саноат ва медицинада. Кимё саноатида кальцинацияланган содани каустик сода олишда, натрий гидрокарбонат, ювувчи воситалар, хром бирикмалари, сульфитларни, олишда қўлланилади.

5-4 жадвал

Аммиакли усулда кальцинацияланган сода ишлаб чиқарадиган ерик корхоналар

Мамлакат	Завод, шаҳар	Қуввати, минг тонн/йил
Россия	ОАО «Сода», Стерлитамак. ш.	2100
Россия	ОАО «Березниковский содовый завод», Березники. ш.	650
Россия	ОАО «Крымский содовый завод», Красноперекопск ш.	698
Болгария	Девня ш.	1200
Англия	Уининггон ш.	1000
Франция	Домбаль ш.	1300
Италия	Розиньянс ш.	950
Испания	Торреславега ш.	700
Китай	Шанхай ш.	800
Индия	Митхапур ш.	625

Кальцинацияланган сода ойна, оддий ва иссиққа чидамли шиша идишлар, қоғоз, перманганат, картон, ювувчи воситалар (1 тонна ювувчи кукун олишга 560 кг сода керак.), қора металлургияда чўянни олтингугурт ва фосфордан тозалашда қўлланилади. 5-4 жадвалда бирнеча ерик сода заводларини лойиха қуватлари келтирилган. Жадвалдан кўринадики энг йирик корхона Россиядаги Стерлитамак сода заводидир.

5-5 жадвал

Кальцинацияланган содага 2020 йилгача бўлган эҳтиёж

Мамлакатлар	тонна
Шимолий Америка	8.750.000
Африка	580.000
Осиё	16.797.000
Шарқий Европа	5.100.000
Ўрта Осиё	1.050.000
Жанубий Америка	1.050.000
Ғарбий Европа	8.000.000
Жами	41.782.000

2004 йилга келиб жаҳонда кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш 38,3 млн тоннага етди. Шу йили Хитой биринчи ўринга чикди, яъни йилига 11,075 млн., АҚШ эса - 10,6 млн. тонна.

АҚШ ҳар бир жон бошига 40 кг ни, ўртача ривожланган мамлакатларда 22-28 кг ни, бошқа мамлакатлар 1-1,5 кг ни ташкил этади.

5-6 жадвал

Ўзбекистонда кальцинацияланган содага бўлган эҳтиёж

Талабгорлар	Талаби, т
Ўзстройматериал	30000
Ўзфармпром	21000
Ўзхимпром	1000
Масложиртабакпром	2480
Ўзавтосаноат	750
Ўзметкомбинат	70
Ўзбеклегпром	360
Ўзбекнефтегаз	1130
ДП «PolarInvestmentsCorp.»	2500
Фирма«Pokson»	1500
Бошқа талабгорлар	7930
Жами:	68720

Жаҳонда ишлаб чиқарилган соданинг 52 % шиша саноатига, 17% кимё саноатига, 9% ювувчи воситаларга, қолган 22% бошқа эҳтиёжлар учун ишлатилади.

5.1. Кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш усуллари

Кальцинацияланган сода хозирги пайтда қуйидаги усулларда олинади:

1. Аммиакли усул (Сольве усули);
2. Табиий содадан;
3. Натрий гидроксидни карбонизациялаб;
4. Нефелинни комплекс қайта ишлаб.

1. Аммиакли усул. Юқорида айтиб ўтилгандек, аммиакли усулда сода олиш қуйидаги реакция бўйича кетади:

1.Ош тузи намокобини аммонизация ва карбонизациялаб, гидрокарбонат аммоний хосил қилиш

$$NH_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow NH_4HCO_3 \qquad (5.3a)$$

2. Аммоний гидрокарбонати ва натрий хлориди орасидаги алмашиниш реакцияси окибатида, гидрокарбонат натрий қаттиқ фазага чўкади:

$$NH_4HCO_3 + NaCl = NaHCO_3 + NH_4Cl \qquad (5.4)$$

ёки умумий реакция бўйича:

$$NaCl + H_2O + NH_3 + CO_2 = NaHCO_3 + NH_4Cl \qquad (5.5)$$

3. Қиздириб (кальцинациялаб) натрий гидрокарбонатни ажратиб натрий карбонатни олиш (кальцинацияланган сода):

$$2NaHCO_3 = NaCO_3 + CO_2 + H_2O \qquad (5.6)$$

Узоқ вақт давомида дунёда 100% кальцинацияланган сода аммиакли усулда ишлаб чиқарилган, хозирги вақтда унинг улиши 60 % атрофида.

Бу усулнинг афзалликлари: хом-ашё (ош тузи ва оҳактош) кўплиги: асосий жараёнлар, оҳактошни кўндириш ва кальцинация бўлимидан ташқари, хаммаси 100°С дан паст температурада олиб борилади; технологик жараёнлар барқарорлиги; маҳсулот сифати юқорилиги; таннархи кичиклиги.

Камчиликлари: хом-ашёдан фойдаланиш даражасини камлиги натрийни учдан икки қисми ишлатилади, хлор ва калций эса умуман фойдалланилмайди: жуда кўп чиқиндилар хосил бўлади; уларни сақлаш муаммо; электр энергия сарфининг кўплиги, заводни куришда (бирлик солиштирма) харажатларнинг юқорилиги.

Аммиакли усулни чиқиндисиз ёки оз чиқинди ажраладиган усули шу кунгача такомиллаштириб келинмоқда. Самарали усуллардан бири кальцинацияланган сода билан бир вақтда аммоний хлорид олишдир, бу усули чиқиндисиз бўлгани билан ундаги аммоний хлоридига талаб жуда камлиги учун тадбиқ этилмаяпти.

2. Табиий содадан олиш усули.

Бу усул саноатнинг янги соҳаси бўлсада, у кадимги Мисрда бор бўлган. Лекин 1938 йилга келиб АҚШда табий содали хом ашё - $NaHCO_3 \cdot Na_2CO_3 \cdot 2H_2O$ тронанинг катта катлами топилиши билан уни қайта ишлаш технологияси ривожлана бошлади. 1960 йилдан АҚШда тронадан 720 минг, 1980 йилда - 6,8 млн., 2004 йилда - 10 млн. тоннадан ортикрок кальцинацияланган сода ишлаб чиқарди. Бундан ташқари, АҚШда содани Калифорния штатидаги Сирузлл кўли рапасидан олади.

АҚШда тронадан содани икки усулда олинади: сесквикарбонат: моногидрат.

Биринчи усул бўйича маъдан казиб олингандан сўнг, майдалаб майдаланган маъдандан тўйинган эритма олинади, эритма тиндирилиб, фильтрлашга юборилади ва органик бирикмалардан тозаланади. Кейин у совутилиб, сесквикарбонат натрий кристалланади. Бу эса тронанинг тозаланади. Кейин у совутилиб, сесквикарбонат натрий кристалланади. Бу эса тронанинг $NaCO_3 \cdot Na_2HCO_3 \cdot 2H_2O$ сунъий аналоги. Уни 200°С температурага қиздириб, 0,8 кг/дм³ зичликдаги кальцинацияланган сода олинади.

Иккинчи усулда маъдан кальцинацияланади ва хом сода эритилади. Эритма тиндирилади, фильтрлангач ва фаоллаштирилган кўмирдан ўтказилиб, органик бирикмалардан тозаланади. Сўнг моногидрат натрий карбонатни сувсиз шаклига ўтиш температурасидан паст температурада

бўғлатилади. Ҳосил бўлган $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ дегидратланади.
Натижада сочма зичлиги 1,07 кг/дм^3 бўлган оғир сода олинади.

3. Нефелинни комплекс қайта ишлаш. Нефелинни комплекс қайта ишлашда глинозем, поташ, кальцийланган сода, цемент ва бошқа маҳсулотлар олинади. Уни қайта ишлаш фақат Россияда бор. Нефелиннинг умумий кимёвий формуласи $3Na_2O \cdot K_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 9SiO_2$.

Нефелинни комплекс қайта ишлаш юқорида қайд этилган маҳсулотларни анъанавий хомашёлардан ишлаб чиқаришга қараганда капитал маблағ сарфини 15% га, эксплўтация харажатларини 20%га тежайди. Нефелинни нам пиширш усулида қайта ишлаш босқичлари:

1) Шарли тегирмонда нефелин маъдани ва оҳактошни айланмаи эритма иштирокида нам омихтасини тайёрлаш;

2) Оҳактош-нефелин омихтани калий ва натрий алюминатлари ва икки кальцийли силикат пайдо бўлгунича ўтхоналарида пиширш:

$$(Na,K)_2 \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 + 4CaCO_3 = (Na,K)_2 \cdot Al_2O_3 + (2CaO \cdot SiO_2) + CO_2 \uparrow \quad (5.7)$$

Куйдириш Ўтхонаси айланувчи пўлат барабан, оловбардош шамот ғиштлари билан қоплама (ҳимоя) қилинган. Ўтхонани қиздириш форсункада мазутни пуркаб ёқиш билан амалга оширилади. Ўтхонадан 1150-200°С да чиқадиган куюнди совуткичда 100°С гача пасайтирилади, майдаланади ва эритишга юборилади.

3) Совитиш; 4) Майдалаш; 5) Куюнди кекини ишқорлаш (эритиш).

Кекни содаишқорли ювинди ва тоза сув аралашма эритмаси билан тескари оқимда диффузорларда олиб борилади. Эритмалар навбат билан барча жиҳозлардан ўтади ва натрий (калий)алюминат билан тўйиниб боради. Қаттиқ қолдиқ-бу қизил шлам, диффузордан чиқарилиб цемент олишга (ёки чиқиндига) юборилади. Олинган концентрланган алюминатли эритма карбонлашга юборилади.

6) Карбонизация жараёнида алюминатли эритма гидролизланади:

$$(Na,K)_2O \cdot Al_2O_3 + H_2O = 2Al(OH)_3 + 2NaOH(KOH) \quad (5.8)$$

Гиролизланиш жараёнида ҳосил бўлган нефелин алюминатлар карбонизацияланади.

$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O \quad (5.9)$$

$$2KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O \quad (5.10)$$

7) Алюминий гидроксиди суспензиясини фильтрлаш.

8) Алюминий гидросидини 1200°С да айланувчи цилиндрик Ўтхоналарда кальцинацияланади, жараён учун иссиклик ўтхонада мазутни ёқиш орқали олинади:

$$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O \quad (5.11)$$

9) Калий ва натрий карбонатли эритмалар тузларининг қаттиқ кристалларини олиш учун бўғлатилади. Карбонатли эритмаларнинг таркиби кенг ораликда ўзгаради (г/л):

Na_2CO_3– 130...170; K_2CO_3– 40...60; K_2SO_4 – 5...20.

Аралашмани куйдиришда ишлатиладиган ёқилғи мазут таркибида одатда олтингугурт ҳам бўлади (*C,S*). Шунинг учун карбонатли эритмаларда сульфатлар ҳосил бўлади. Ёқилғи ёнганда олтингугурт (*S*) олтингугурт (SO_2) иккига айланади, у ишқор билан реакцияга киришиб сульфит тузларига ва улар хам ўз навбатида оксидланиб сульфатларга айланади. Карбонатли эритмаларда бикарбонат натрий ва калий ҳам бўлади. Булар бўғланиш жиҳозлари режимини белгилайди. Бўғлатиш жиҳозларини коррозиядан асраш учун бикарбонатлар натрий ишқорлари билан нейтралланади. Карбонатли эритмаларни қайта ишлашнинг асосий қийинчилиги сода, поташ ва калий сульфатларини қаттиқ ҳолда алоҳида-алоҳида ажратишдир. Бу мақсадга эришиш учун эритмани вакуум-бўғлатиш жиҳозида политермик бўғлатиш. Бўғлатиш схемаларининг бирида карбонатли эритма таркибидаги қолдиқ алюминий оксидларини ажратиш учун қўшимча карбонланади ва ҳосил бўлган алюминий гидроксидланади.

Бунда эритмадан $Na_2CO_3 \cdot K_2CO_3$ қўшалоқ туз чўкади. Бу чўкма ажратилади ва дастлабки карбонатли эритмада эритилади, фильтрат эса 35-40°Сгача совутилади. Совитишда $K_2CO_3 \cdot 1,5H_2O$

кристалланади. У фильтрлаб ажратилади ва куритилади. Поташ ажратилганда хосил бўлган фильтрат 3-кобикли буғлатишга қўшалоқ туз суспензиясини каттиқсуюк (кс) нисбатларини ростлаш учун қайтарилади. Бир қисми эса 50% ли поташли эритма сифатида цехдан чиқарилади.

Ҳозирги вақтда натрий гидроксиди - каустик содани электролиз усулида олиш йилига 40 млн т етган. Бу содани карбонизацияланиб кальцинацияланган содага айлантириш мумкин.

$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O \qquad (5.12)$$

Бу жараённатрий хлоридни электролизлаб асосий махсулот сифатида хлор олинса ва каустик сода қўшимча махсулот бўлганда самарали бўлади. Акс холда харажатларни копламайди. Жараённинг афзаллиги каустик сода усулида ош тузи эритмаси электролиз килиб олинган бўлса, махсулот юкори сифатли бўлади. Ҳозирги вақтда ишлаб чиқарилаётган соданинг 1% и каустик содани карбонизациялаб олинмокда.

Кальцинацияланган содани аммиак усулида олиш аммиакси усулда ош тузи, оҳактош ва аммиак иштирокида олинади (5.2-расм). Гидрокарбонат олишнинг асосий вазифаси:

$$NaCl + H_2O + NH_3 + CO_2 = NaHCO_3 + NH_4Cl \qquad (5.13)$$

Карбонат ангидрид сувда ва намокобларда ёмон эрийди. Шунинг учун намокоб (ош тузининг сувли эритмаси) ни олдиндан аммиак билан тўйинтириб олинади, кейинчалик аммонийлашган намокобни карбонат ангидрид билан контактга киритилади.

Шундай қилиб натрий гидрокарбонат олиш икки босқичда ўтади: 1-босқич: аммонизация (абсорбция) ва 2-босқич: карбонат ангидридни аммонийлашган намокоб билан ютилиши (карбонизация). Карбонизация жараёнида тушган натрий гидрокарбонат чўкмаси вакуум-фильтрларда тозаланиб қиздирилганда кальцинацияланган сода ажралиши билан кечади.

$$2NaHCO_3 + Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \qquad (5.14)$$

Кальцинация жараёнидан ажралган карбонат ангидрид карбонизация жараёнида ишлатилади. Карбонизация реакцияси натижасида пайдо бўлган аммоний хлорид (NH_4Cl) тайёр махсулот сифатида чиқиши мумкин. Аммоний хлориддаги аммиак регенерация килиниб ишлаб чиқариш жараёнига қайтарилади ва бунинг учун оҳактошсутибиланишланади:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2 \qquad (5.15)$$

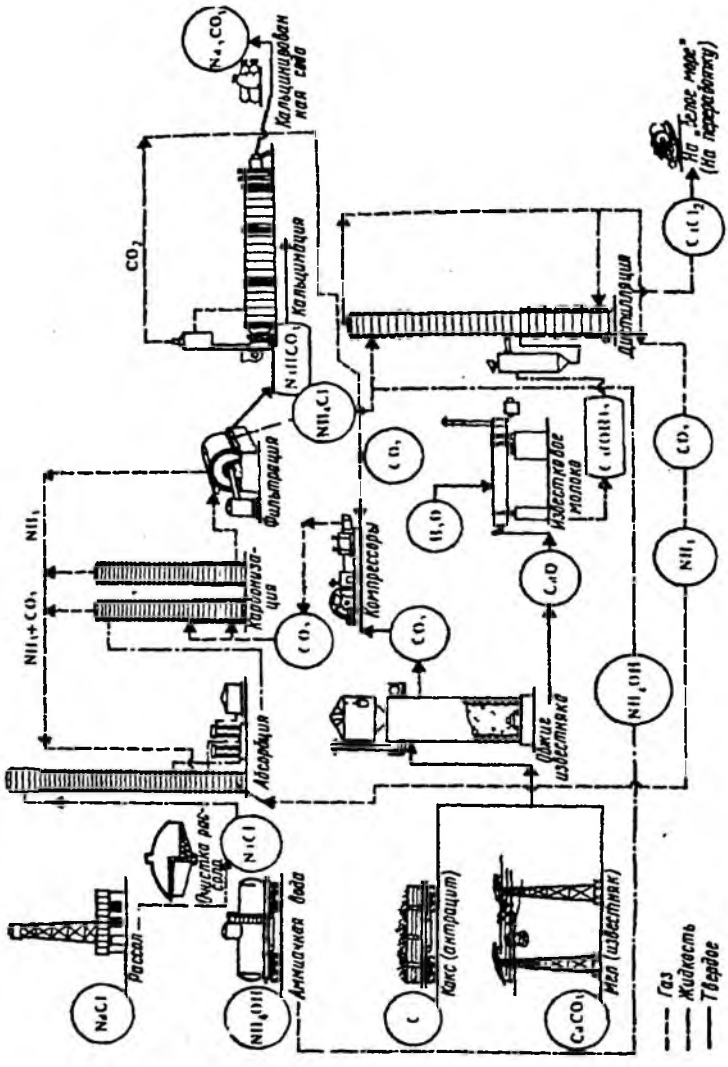
Оҳактош сутини олиш учун сўндирилмаган оҳактош CaO керак бўлади, сода заводларида карбонатли хом-ашёларни (бўр ёки оҳактош) оҳактош ўтхоналарида куйдириб олинади.

Оҳактошни 1100...1200^0 С да куйдирганда карбонат ангидрид ажралиши кузатилади.

$$CaCO_3 = CaO + CO_2 \qquad (5.16)$$

Шундай қилиб кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш учун хом-ашё сифатида оҳактош, уни куйдириб ўтхона гази олинади, таркибида углерод диоксид CO_2 ва CaO сўндирилмаган оҳактош бўлади. Оҳактошни куйдириш учун кўпчилик сода ишлаб чиқариш заводларида хом-ашё сифатида кокс гази ишлатилади, айрим вақтларда эса юкори сифатли кўмир-антрацит ишлатилади. Кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш заводларида оҳактошни куйдиришда табиий газданҳамфойдаланилади. Оҳактошни куйдириш ўтхонасидаги - ўтхона гази совитишга, курук ва намликдан тозалашга, кейинчалик компрессорлашга жўнатилади.

Сўндирилмаган CaO ни сўндириш бўлимига узатилиб, у ерда реакция учун етарли миқдордаги сув билан сўндирилади. Бунда оҳактош сути - $Ca(OH)_2$ суспензия холатида бўлади.



5.2-расм. Кальцинацияланган сода технологиясининг принципиал схемаси.

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 \qquad (5.17)$$

Хом намокобни тозалаш жараёни қуйидаги реакциялар бўйича амалга ошади:
а) оҳактош сутини қўшганда

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + CaCl_2 \qquad (5.18)$$

б) кальцинацияланган сода қўшилганда

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl \qquad (5.19)$$

Магний гидроксиди - $Mg(OH)_2$ (5.18) реакция ва $CaCO_3$ (5.19) реакция бўйича олинган, тиндириш йўли билан чўкмага туширилади. Эримайдиган *Ca* ва *Mg* тузларини чўкишини тезлаштириш учун флокулянт қўшилади, масалан,полиакриламид. Тиндирилган тоза намокоб

аммонизацияга аммиак билан тўйиниш учун берилади, яъни аммиак абсорбциясига. Кейинчалик аммонийлашган намокоб карбонизацияга келиб тушади. У ерда намокобни карбонат ангидрид билан тўйинтириш жараёни кетади. Шундай қилиб натрий бикарбонат олиш жараёни иккита босқичда олиб борилади: 1- аммонизация, 2- карбонизация. Карбонизация жараёнида натрий бикарбонати $NaHCO_3$ эритмаси пайдо бўлади ва қулай шароитда чўкмага тушади.

Натрий бикарбонат суспензияси фильтрация қилиш учун вакуум-фильтрга жўнатилади. Фильтр устидаги нам натрий бикарбонати чўкмаси ювилади ва кальцинацияга узатилади.

Кальцинация бўлимида нам бикарбонат қиздирилганда кальцинацияланган сода ва углерод (IV) оксиди ҳосил бўлади:

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \qquad (5.20)$$

Кальцинациядан чиққан карбонат ангидрид чангдан тозаланади ва сув буғларини конденсациялаш мақсадида совутилади ва компрессорга юборилади. Кальцинация жараёни натижасида тайёр маҳсулот "*енгил*" кальцинацияланган сода олинади, лекин, кўпчилик талабларга "*оғир*" сода керак. Шунинг учун "енгил" сода кейинчалик "*оғир*" сода олиш бўлимига жўнатилади. Бу ерда "*енгил*" содани яна намлаб, кристализацияланади вакальцинацияга узатилади. У ерда буғ ёрдамида қиздирилиб намликданажратиладива "оғир" содаолинади.

Фильтрат-бу эритма натрий бикарбонат бўлимидан кейинги вакуум-фильтрдан чиққан, таркибида 11% аммоний хлорид, ва 5% натрий хлорид бўлади. Аммоний хлорид кўп ишлатилмагани учун эритма аммиак регенерацияси учун дистиллящия бўлимига берилади. Шу мақсадда эритма вакуум-фильтрдан чиқиб оҳактош сути билан қиздирилиб қайта ишланади:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2H_2O + 2NH_3 + CaCl_2 \qquad (5.21)$$

Кальций хлорид эритмаси ва реакцияга киришмай қолган ош тузи-дистиллят суюқлиги бўлиб, у чиқинди деб ҳисобланади. Аммиак регенерацияси дистиллящия бўлимида амалга оширилади. Дистиллят суюқликда кальций хлориддан ташқари ишлатилмаган натрий хлорид ҳам бўлганлиги сабабли натрий бикарбонатини олиш реакцияси охиригача бормайди. 1 тонна кальцинацияланган сода ишлаб чиқаришда тахминан **1 тонна** $CaCl_2$ **ва 0,5 тоннагача ош тузи исроф** бўлади, чунки, бу туз технологик жараёнда дистиллят суюқлиги билан шлам йиғувчига кетади.

5.1.1. Соданн аммиакли усулда ишлаб чиқариш учун хом-ашё

Содани ишлаб чиқариш учун асосий хом-ашё - ош тузи ($NaCl$) ва оҳактош ($CaCO_3$), ёрдамчи моддалар: аммиак, натрий сульфиди, полиакриламид, сулфат кислота, темир кўпороси, табиий газ, сув буғи, электр энергия.

Ош тузи. Ош тузи жуда кенг тарқалган фойдали қазилма бўлиб, у қаттиқ шаклида ҳам, эритма шаклида ҳам учрайди. Масалан: океан, денгиз сувлари. Одатда сода ишлаб чиқаришда қаттиқ туздан эмас намокобдан фойдаланилади. Бундан ташқари содани олишда бошқа қаттиқ ишлаб чиқариш чиқиндиси ҳам қўлланилади. Масалан, шахтали усулда олинган сильвинитдан калий хлорид олинади ва галитли чиқинди ҳосил бўлади.

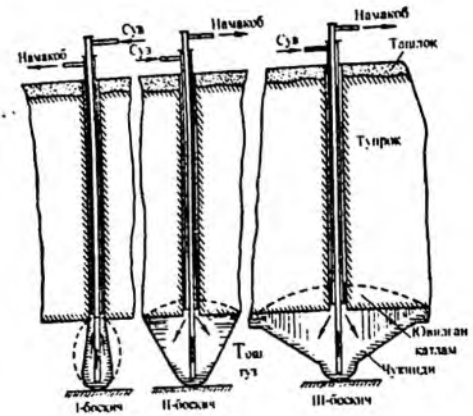
Намокоб температураси 10-15^{0}С бўлади. Бу температурада намокобда натрий хлорид 317 г/л бўлади. Лекин, тўйинган намокобол ишга кўп вақт керак бўлади, чунки, намокоб концентрацияси мувозанат концентрациясига қанча яқин бўлса, шунча эриш жараёни секин кечади. Шунинг учун амалиётда 306-310 г/л бу тўйиниш концентрациясидир.

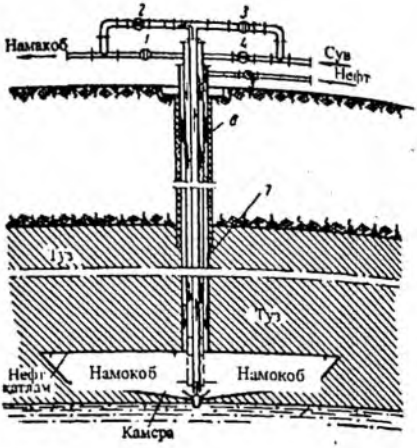
Намокоблар табиий ва сунъий бўлади. Биринчиси,тош тузлар эриши натижасида олинади. Сунъий намокобларни ер остидан тош тузларни қайта ишлаб олинади. Табиий намокобларда ош тузи концентрацияси жуда кам, шунинг учун уларга қаттиқ ош тузини эритиб тўйинтирилади.

Ош тузини ер остида олиш 3 босқичда амалга оширилади (5.3а-расм). Бу усулда ош тузи қатламининг 10-15% ишлатилади ва максимал унумдорлиги 10-12 м^3/соат.

Ер остида олишнинг мукаммал усули гидравлик ёриш ҳисобланади (5.3б-расм). Бу усулда ош тузи қатламининг 30% гача ишлатилади.

Металли трубаларни коррозиядан сақлаш учун катодли сақлаш усули қўлланилади. Заводларда намокобни пўлатли идишларда 5,5 минг м^3 гача сақланади. Бу идишларни коррозиядан сақлаш учун бетон қобиқ ёки пўлат қобиқ билан қопланади.





5.3а-расм. Ош тузини ер остида олишнинг уч босқичи.
I-бошланғич босқич; II-аста-секин ювиш босқичи; III-бурғалаш қудуғини тўлиқ ювиш босқичи.

5.3б - расм. Ош тузини ер остида олишнинг гидравлик ёриш усули.
1-5 - вентиллар (сув, нефт ва намокоб учун); 6 - биринчи труба; 7 - иккинчи труба;

Агар геологик шароитлар ош тузини ер остида олишга қаршилик қилса, унда туз шахтали усулда олинади. Бунинг учун вертикал устун қўйилади. Шахта чуқурлиги 500 м бўлади ва кейин горизонтал йўналишда туз олинади. Тузларни шахтали усулда олишда комбайнлардан фойдаланилади, кейин вагонеткаларга солиб ер устига чиқарилади.

Қўнғирот сода заводида хом-ашё сифатида Борсакелмас тузи ишлатилади (5.4-расм). Йилнинг қурук пайтлари (баҳор охири, ёз, куз боши)да туз экскаваторлар ёрдамида олинади. Лекин, бу тузлар оз миқдорда бошқа тузбирикмаларини, кальций, магний тузларини ва яна механик қўшимчаларни, эримайдиган қолдиқларни ўзичига олади. Бундай тузлар эритиш бўлимида қийинчилик туғдиради ва кимёвий реагентларнинг ортиқча сарфланишига олиб келади.

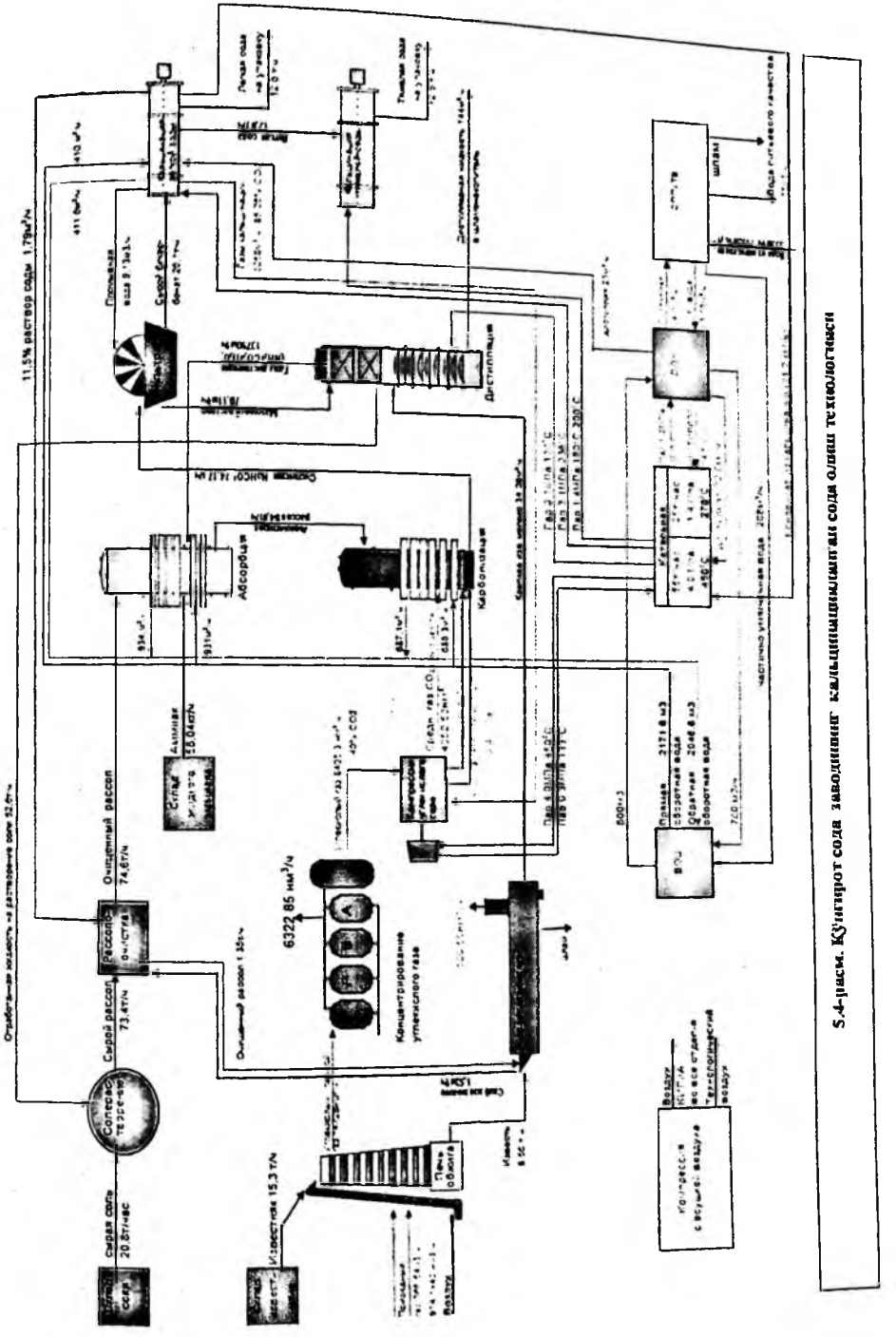
Ёмғир ёки қор ёққан пайтлари туз усти рапа қобиғи билан қопланиб туради. Рапанинг чуқурлиги ёмғир ва қорнинг канча миқдорда ёққанлигига боғлиқ бўлади. Бу пайтларда туз олиш жуда қийин кечади, шунинг учун махсус комбайнлар ишлатилади.

Яна рапа бор пайтда тузни бассейнли усулда хам олиш мумкин. Лекин, бу жуда қимматга тушади, чунки қўшимча бассейнлар (ҳовузлар) қуришга тўғри келади.

Туз олишда уч хил ҳовузлар ишлатилади:

- Тайёрлаш ҳовузлари. бунда рапа концентрациясини ошириш ва механик бирикмалардан тозалаш учун тиндирилади;
- Сўнгра захира ҳовузларига жўнатилади ва у ерда баҳорғача сақланади;
- апрел охири, май ойларида – рапани ҳовузга жўнатилади, у ерда туз чўкмалари ҳосил бўла бошлайди ва кузгача тугайди. Бу пайтда магний ва хлорид тузлари рапа таркибида бўлади, чунки улар жуда яхши эрувчанг ва гигроскопик.

Ҳовузли ош тузи олишнинг қулай варианти – рапани музлатиш. Бу усул +0,15 дан -21,2^{0}C температурада боради. Бунда рапа $NaCl2H_2O$ кристаллогидратга тушади ва тузнинг максимал чиқиши 20% ни ташкил этади.



5.4-расм. Кўппирот сода заводининг кальцинациялаш сода олиш технологияси

1 тонна кальцинацияланган сода олишучун 1,6 тоннагача ош тузи, тахминан 5 м³ гача намокоб сарфланади.

Сильвинит- бу иккита туз – калий ва натрий хлоридларидан ташкил топган минерал $NaCl \cdot KCl$. Одатда сильвинитни қайта ишлашдан асосий мақсад минерал ўғит ҳисобланган калий хлоридни олиш. Натрий хлорид эса чиқинди ҳисобланади. Лекин, айрим ҳолларда натрий хлорид ҳам ишлатилади. Масалан, (Россиядаги) Березники сильвинитни қайта ишлаш заводида калий хлорид олинади ва чиқинди натрий хлориди кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш корхоналарига берилади.

Ўзбекистоннинг Қашқадарё вилоятида Тюбегатан сильвинит кони бор. У ерда калийли ўғитлар ишлаб чиқариш заводи қурилган. Тюбегатан сильвинити шахтали усулда олинади. Бу ерда калий хлорид, ҳамда натрий хлорид олинади. Лекин, натрий хлоридни бойитиш учун флотореагентлар-аминлар ёрдамида флотация жараёни қўлланилади. Шунинг учун ҳосил бўлган ош тузини озиқ-овқат саноатида ишлатиб бўлмайди.

Карбонатли хом-ашё. Карбонат ангидрид ва оҳактош сутини олиш учун оҳактош ва $CaCO_3$ бўри ишлатилади. Оҳактош бўрга қараганда яхшироқ, чунки бўр жуда гигроскопик - кўп намликниўзига ютади. Бу эса оҳактошни куйдириш ўтхонасида қўшимча ёнилғи ишлатишга олиб келади. Оҳактош зичлиги 2400-2900 кг/м^3, қуруқ бўрники эса 1600-2000 кг/м^3.

Жамансой кони оҳактошининг Кўнғирот сода заводига келадиган таркиби (%): $CaCO_3$-95%; CaO - 54,7%; Mg - 0,72%; $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$- 0,42%; бўлак ўлчамлари - 50-100 мм.

100% $CaCO_3$ ҳисобида 1 тонна кальцинацияланган сода ишлатиладиган, карбонатли хом-ашё 1,1-1,25 тонна ташкил этади. Куйдириш учун 40-120 мм ли ўлчамдаги бўлаклар ишлатилади.

Саралашда 120 мм дан катталари яна майдалашга узатилади, 40 мм дан кичиклари эса қурилиш маҳсулотлари ишлаб чиқаришга юборилади.

5-7 жадвал

Оҳактош ва бўрнинг таҳлилий таркиби, %

Компонент	Бўр		Оҳактош	
	нам	қуруқ	нам	қуруқ
$CaCO_3$	79.7	98	95	95,75
$MgCO_3$	0.5	0,62	2,0	2,02
$CaSO_4$	0.1	0,13	0,5	0,51
SiO_2	0,8	1,0	1,0	1,01
$Fe_2O_3+Al_2O_3$	0.2	0,25	0,7	0,71
H_2O	18,7	-	0,8	-

Айрим заводлар энг кичик оҳактош бўлаги 30 мм, каттаси 150 ммгача бўлганда қайта ишланади.

Ёрдамчи моддалар

Аммиак. Кальцинацияланган содани аммиакли усулда олишда, аммиак хом-ашё ҳисобланмайди, чунки, у кальцинацияланган сода таркибига кирмайди. Аммоний хлориддан эса оҳактош сути ёрдамида регенерация қилиб жараёнга қайтарилади. Лекин, аммиак қўлланадиган ҳар бир боскичда уни йўқотилиши содир бўлади. Амалиётда аммиак йўқотилиши ишлаб чиқаришнинг технологик схемасига, қурилмаларига боғлиқ ва таҳминан 5...10 кг/тонна кальцинацияланган содани ташкил этади.

Ёнилғи. Ёнилғи сифатида кўпчилик сода заводларида кокс гази ёки юкори сифатли кўмир-антрацит ишлатилади. Карбонатли хом-ашёларни шахтали ўтхонада ёкишда ўзининг таркибида учувчи моддалари оз ёқилғи керак. Бунга сабаб, учувчи моддалар ўтхона тепасига йиғилиб кислород йўқлиги сабаб ёнолмай туради. Шунинг учун улар ўтхонагази таркибида чиқиб труба, қурилма ва компрессорларни ифлослайди. Антрацит ҳамма жойда учрайвермайди ва унинг таркибида кокс газига қараганда чиқинди бирикмалар жуда кўп. Охирги пайтларда оҳактошни куйдиришда ёқилғи сифатида табиий газдан фойдаланила бошланди. Унинг афзаллиги жуда кўп, аммо камчилиги оддий оҳактош куйдириш ўтхоналарида қўллаганда ўтхона газида кокс газида ёнган оҳактошга қараганда CO_2нинг миқдори кам бўлади. Демак, ўтхона газидаги CO_2 миқдорини ошириш талаб қилинади. Бу эса қўшимча маблағ сарфланишига олиб келади, яъни 1 тонна сода учун 90-120 кг ёнилғи сарфланади.

Кальцинацияланган сода ишлаб чиқаришда табиий газдан буғ олиш учун буғ -қозонлари ишлатилади. Олинган буғ нам натрий бикарбонатни кальцинациялашга, оғир сода олиш учун ва яна аммиакни дистилляция бўлимидан ҳайдашга ишлатилади.

5.2. Карбонатли хом-ашёнинкуйдириш

Карбонатли хом-ашёни куйдиришнингфизик - кимёвий асослари. Карбонатли хом-ашё куйдирилганда (бўр ёки оҳактош) карбонат ангидрид ва сўндирилмаган оҳактош ҳосил бўлади:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2 - 158{,}7\ кЖ \qquad (5.22)$$

Оҳактошни куйдириш реакцияси қайтар, уни ўнг тарафга силжитиш учун температурани ошириш керак. Бу реакция эндотермик, яъни иссиқлик ютилиши билан боради. Реакция тезлигини ангидридни реакция зонадан чиқариб, реакция кечаётган мухитда унинг парциал босимини камайтириш керак. Шундай қилиб, температура кўтарилиши жараён кинетикаси ва статикасига ижобий таъсир кўрсатади. Оҳактошнинг парчаланиш реакцияси карбонат ангидриднинг парциал босими газ фазадаги CO_2нинг парциал босимидан юқори бўлган шароитда кетади. Агар газ фазалаги CO_2нинг парциал босими мувозанат босимидан юқори бўлса, унда реакция карама - қарши тарафга кетади, яъни CO_2ютилади.

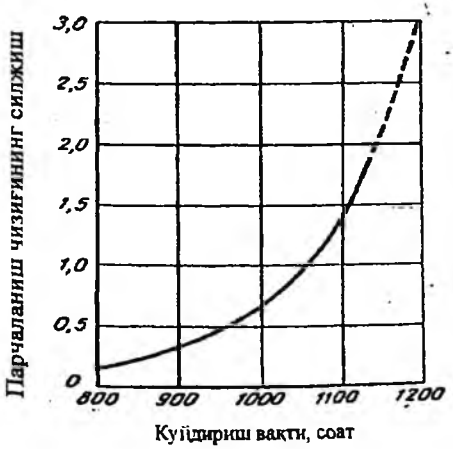
5-8 жадвал

CO_2 нинг мувозанат парциал босимининг температурага боғлиқлиги

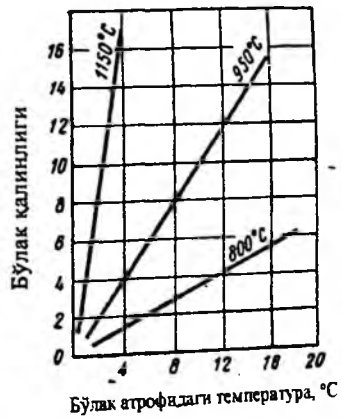
t °C	800	840	881	891	894	898	950	1000
P*	300	311	603	684	716	760	1490	2710

Одатда температура бўлак ичида унинг сиртига караганда паст бўлади, чунки иссиқлик эндотермик жараёнга, яъни кальций карбонатни парчалашга сарф бўлади. Шунинг учун бўлак ичида температура 900°С бўлиши учун ташқаридаги температура анча юқори бўлиши керак.

5.5-расмда оҳактош бўлаклари парчаланиш чизиғини сиқдириш тезлигининг куйдириш температураси га боғлиқлиги кўрсатилган. 1150°С температурали юмшоққуйдириш шароитида реакцион қобилияти юқори бўлган говак сўндирилмаган оҳактош пайдо бўлади. Температура ортиши билан қайта кристалланиш жараёни кетади, зичлиги кўтарилиб, реакцияга киришиш қобилияти камаяди, чунки у сувда ёмон сўнади. Куйдириш зонасидаги 1350°С температурада эса куйдирилган оҳактошнинг майда заррачалари суюқланиб, йирик кристалларга ўтади.



5.5-расм. Бўлаклар атрофидаги кальций карбонат бўлакларининг парчаланиш чизиғинитемпературага боғлиқлиги.



5.6-расм. Куйдириш вактининг бўлаклар қалинлиги ва куйдириш температурасига боғлиқлиги.

Натижада "ўта куйиш" (**перекал, пережог**) содир бўлиб, юқори зичликдаги пассив маҳсулот ҳосил бўлади. Шунинг учун куйдиришда температура 1200°Сдан ошмаслиги керак. 1400°С да олинган оҳактош пассив ва сувда сўнмайди. Агар, куйдириш жараёни етарли температурада олиб борилмаса ёки оҳактош бўлаклари куйдириш зонасида етарли даражада куйдирилмаса, "тўлик куймаган" (**недожог**) ҳолат юзага келади.

5.6-расмда куйдириш вақти τ нинг бўлаклар қалинлиги d ва куйдириш температураси t га боғлиқлиги кўрсатилган. Оҳактош бўлакларининг ўлчами 40...120 мм ни ташкил этади, кокс бўлакларики эса 30...70 мм. Катта кокс бўлаклари ёниб улгурмайди, кичиклари эса куйдирилаётган оҳактош орасида қолиб, аралашманинг ўтхона бўйлаб пастга ҳаракатланишига қаршилик қилади. Натижада ёниш зонасининг узунлиги ортади, температура пасайиб, карбонат парчаланишига сарфланадиган иссиқлик бирлиги камаяди. Чиқаётган газ ва оҳактош билан иссиқлик йўқотилиши кўпаяди.

Ёнмаган ёқилғи миқдори ва "тўлиқ куймаган" оҳактош миқдори ва куйган оҳактош температураси ошади. "Ўта куйиш" биринчи навбатда майда бўлакларда учрайди. Буни қуйидагича тушунтирса бўлади: парчаланиш иссиқлик ютилиши билан боради. Майда бўлаклар парчаланиб бўлмагунча катталари уни ўраб турган газ температурасигача кўтарилмайди. Майда бўлакчалар тез парчаланади ва тез юкори температура таъсирига учрайди. Чет элда оҳактошни куйдириш ўтхоналарида кокслан фойдаланилади.

Кокс юкори сифатли кўмирни ҳавосиз шароитда термик ишлов бериб олинади, бунда унинг таркибидаги сода ишлаб чиқаришда зарарли бўлган газлардан тозаланади. Айрим ҳолларда юкори сифатли кўмир - антрацит қўлланади. Тўлиқ ёниши учун ортиқча ҳаво берилади, лекин ҳаво нормадан ортиқ кўп берилса, газда углерод диоксиди концентрацияси тушиб кетади, бу эса ўз навбатида карбонизациялаш шароитини секинлаштиради. Шунинг учун ҳам амалиётда ҳавонинг ортиқчалик миқдори 5% дан оширилмайди.

Ўтхонада ёқилғи ёниши натижасида қуйидаги реакциялар кетади:

$$C + {}^{1}/_{2}O_2 = CO + 26{,}15\ ккал \tag{5.23}$$

$$2C + O_2 = 2CO + 52{,}3\ ккал \tag{5.24}$$

$$C + O_2 = CO_2 + 94{,}25\ ккал \tag{5.25}$$

$$CO + {}^{1}/_{2}O_2 = CO_2 + 68{,}1\ ккал \tag{5.26}$$

$$CO_2 + C = 2CO_2 - 37\ ккал \tag{5.27}$$

$$2CO + O_2 = 2CO_2 + 136{,}2\ ккал \tag{5.28}$$

Одатда қаттиқ ёқилғи ёниши натижасида учувчан моддалар, яъни углеводородлар ажралади. Уларнинг кўп қисми ёнмайди, ўтхона тепасида йиғилиб қолади, у ерда кислород кам, температура эса паст, яъни улар газларни алангаланиш нуқтасидан паст. Ёқилғи кулида SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, оҳактошда эса $MgCO_4$, $CaCO_4$, $NaCl$ ва бошқа бирикмалар бўлади. Улар CaO билан таъсирлашишидан ўтхонада эрийдиган бирикмалар пайдо бўлади. Масалан: $CaO{\cdot}Fe_2O_3$-1225°С да. $2CaO{\cdot}Fe_2O_3$-1300°С да, $2FeO{\cdot}SiO_2$-1065°С да, $CaO{\cdot}Fe_2O_3{\cdot}2SiO_2$-1100°С да эрийди. Бундан ташқари феррит, кальций алюминат ва қийин эрийдиган силикатлар ҳам пайдо бўлади. Кремнезем SiO_2 кальций оксиди билан 700...800°С да таъсирлашиб, эриш температураси 1540°С бўлган $CaO{\cdot}SiO_2$ кальций метасиликатни ҳосил қилади.

$$CaO + SiO_2 = CaO \cdot SiO_2 \tag{5.29}$$

Сўнг эриш температураси 1475°С бўлган ярим кальций силикат $3CaO{\cdot}2SiO_2$ ва эриш температураси 2130°С бўлган $2CaO{\cdot}SiO_2$икки кальций силикат ҳосил бўлади. Агар кальций оксид кўп бўлса парчаланиш температураси 1900°С бўлганда $3CaO{\cdot}SiO_2$ пайдо бўлади. Кўриниб турибдики, оҳактош ва қаттиқ ёнилғидаги кремний ва темир оксидлари зарарли бирикмалар экан.

$CaO{\cdot}Fe_2O_3$ системада суюқланиш температураси 1225...1250°С бўлган монокальций феррит $CaO{\cdot}Fe_2O_3$ ва суюқланиш температураси 1300...1325°С бўлган дикальций феррит ҳосил бўлиши мумкин.

Бундан ташқари FeO шаматли ўтхона копламасига таъсир қилади, унда 60% кремнезем SiO_2бор. Темир оксиди FeO, Fe_2O_3ва углерод оксиди (CO) таъсири натижасида пайдо бўлиши мумкин. Алюминий оксиди (глинозём) кальций оксиди билан 500...900°С оралиқда таъсирлашади.

пайдо бўлади, кейин у $3CaO \cdot Al_2O_3$ га айланади. Уч кальцийли алюминат оҳактошни пассив ҳолатга ўтказиш қобилятига эга.

Темир ва алюминий оксидлари кальций оксиди билан паст температурада суюқланувчи қотишмалар ҳосил қилганлиги учун Оҳактошни куйдиришда кремний оксидига қараганда мухим аҳамиятга эга. Бу бирикмалар ***CaO*** нинг бир қисмини йўқотади. Ҳосил бўладиган суюқ фаза ***CaO*** заррачаларининг устини мустаҳкам қоплайди ва ўтхона куйдириш зонасидан чиқишда қотади. Бундай куйдирилган оҳактош сув билан реакцияга киришмайди.

Агар оҳактош таркибида кальций сульфати бўлса, у температурани пасайтириб, суюқ фаза ҳосил қилади. Суюқ фаза ўсимталар ва агломератлар ҳосил бўлишига олиб келиши мумкин. Ўтхонадаги суюқ фаза пайдо бўлиши катта агломератлар ҳосил бўлишига олиб келади ва уларнинг бўлиниши эса ўз навбатида куйдириш ўтхонасининг механик бузилишига олиб келади. Бундан ташқари, кальций сульфат гидратация жараёнини секинлаштиради.

Ҳосил бўлган суюқланмаларни қотишидан ҳосил бўлган қатлам билан ўралган оҳактош бўлаклари сўндириш жараёнида сув билан реакцияга киришмайди ва оҳак сутидан пассив оҳактош сифатида ажратилади.

Агар карбонатли хом-ашё таркибида $MgCO_3$ бўр бўлса, у оҳактошни куйдириш жараёнида CO_2 ва MgO га парчаланади.

$$MgCO_3 = MgO + CO_2 - 111 \text{ кЖ} \qquad (5.30)$$

Магний карбонати кальций карбонатига қараганда анча паст температурада парчаланади. У оз ёнилғи сарф қилган ҳолда углерод диоксиди олишда хом-ашё сифатида ишлатилиши мумкин.

5-9 жадвалда магний карбонат устидаги карбонат ангидриднинг мувозанат парциал босимини (***P****, мм.сим.уст.) температурага боғлиқлиги келтирилган.

5-9 жадвал

Магний карбонат устидаги карбонат ангидриднинг мувозанат парциал босимининг (p*, мм.сим.уст.) температурасига боғлиқлиги

t,°C	447	487	517	557	597	677	727	747	756
p*	10,5	12,9	15,5	21,1	31,3	61,2	316,5	602,5	760

Магний карбонат ҳам кальций карбонат сингари карбонат ангидрид газини олиш учун ишлатилиши мумкин, аммо аммоний хлориддан аммиакни регенерация қилишга ярамайди. Бунга сабаб, юқори температурада оҳактошни куйдириш жараёнида, магний оксидининг кучли тобланиши кузатилади ва у сув билан реакцияга киришмайди. Шунинг учун ундан жуда суюқ, тез чўкма ҳосил киладиган суспензия ҳосил бўлади. Хом-ашё намлиги ёқилғи ва ҳавонинг ортиқчалик сарфига олиб келади ва натижада ўтхона газидаги CO_2 концентрацияси камайиб кетади. Назарий жиҳатдан 100 кг $CaCO_3$ ни парчалаш учун 4,6 кг углерод зарур. Бунда таркибида 49,1% CO_2 бўлган ўтхона гази олинади. Аммо, хом-ашё оҳактошни намлиги, иссиқликнинг ўтхона юзасидан атроф-муҳитга сарфланиши, 130-200°С да чиқадиган газ ва куйдирилган оҳактош билан чиқётган иссиқликнинг регенерация қилинмаслиги, куйдиришда ёқилғининг кўп сарфланишини талаб этади. Ўтхона гази концентрациясининг ёқилғи сарфига боғлиқлиги 5-10 жадвалда келтирилган.

Бироқ магний карбонатини куйдирганда пайдо бўладиган магний оксид фильтрлаш суюқлигидан аммиакнинг регенерацияси учун яроксиз ҳисобланади. Маълумки, оҳактошни куйдириш, магний карбонатни куйдиришга қараганда, жуда юқори температурада олиб борилади.

Натижада магний оксиди пассив бўлади. Бундан ташқари магний гидроксиди, кальций гидроксидига қараганда, сувда 200 маротаба ёмон эрийди. Бу эса дистилляция суюқлигидан аммиакни регенерация қилиш имконини бермайди. Кальций карбонатнинг кальций оксидигача парчаланиш даражаси 91...95% ни ташкил этганда 1 тонна стандарт оҳактошни олиш учун 1600...1750 кг карбонатли хом-ашё талаб этилади. Оҳактошни куйдиришда жуда юқори парчаланиш даражасига олиб бориш мумкин, лекин бу ўз навбатида ёнилғининг кўп сарф бўлишига ва ёниш вақтининг кўп бўлишига, яъни ўтхонанинг ишлаб чиқариш қувватини пасайишига олиб келади. Бирок куйдириш даражасини камайтириб бўлмайди, бу оҳактош сифатининг бузилишига олиб келади.

5-10 жадвал

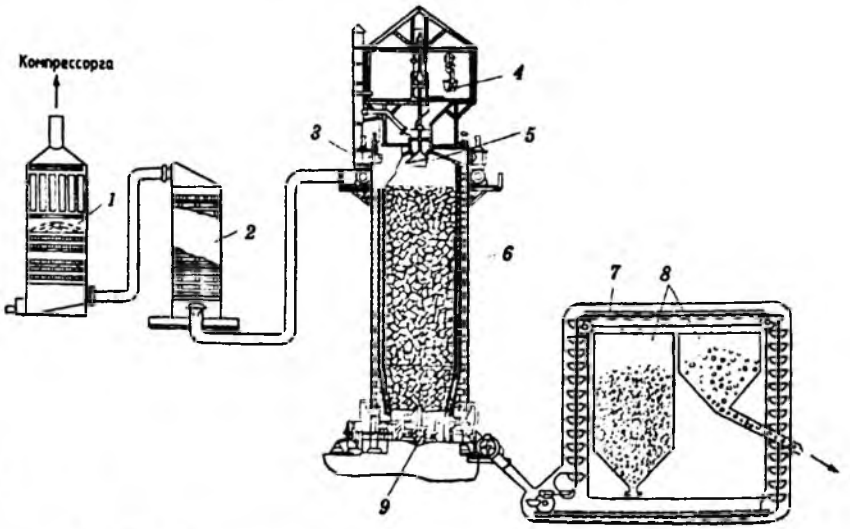
	Ўтхона гази концентрациясининг ёқилғи сарфланишига боғлиқлиги						
Углерод сарфи, кг/100 $CaCO_3$ кг	7	8	9	10	11	12	14

CO_2 газ, %	42	40	38.8	36,9	35,6	34,7	33,7

Карбонатли хом-ашё (оҳактошни ёки бўр) одатда ҳаводаги осма йўл билан вагонетка 4 билан олиб келинади (5.7-расм). Ўтхонага бермасдан олдин ҳар бир вагонеткага карбонатли хом-ашёга муайян нисбатда каттик ёнилғи (антрацит ёки кокс) қўшилади. Шу йўл билан тайёрланган шихта оҳактошни куйдириш ўтхонаси 6 га юклаш механизми 5 ёрдамида солинади. Куйдирилган оҳактош юк тушириш механизми 9 билан туширилиб, чўмичли узатма 7 ёрдамида икки бункер 8 га узатилади. Бункерлардан бири сўндирилмаган оҳактошни сақлайди, иккинчиси эса оҳактош сутини тайёрлашга ишлатилади. Ёнилғи ўтхонада ёниши учун керакли бўлган ҳаво вентилятор орқали берилади. Газ ўтхонадан коллектор 3 га келиб тушади. Коллекторда чангнинг катта заррачалари чўкади.

Тозалашга қулай бўлиши учун газ коллектори кия ёки зигзаг шаклида ясалади. Унинг пастки қисмида чўккан чанг йиғиладиган чанг йиғгич бор ва у ердан чиқариб юборилади. Компрессорни чангдан сақлаш учун ўтхона гази совутилади ва ундаги чанг яхшилаб тозаланади. Бунинг учун газ аввал ювувчи скруббера 2 келади ва у ерда айланма сув билан ювилади, кейин электр фильтр 1 га келади. У ерда майда заррачалар ва тумандан тозаланади. Совутилган ва тозаланган газ аввал компрессор, кейинчалик карбонизациябўлимига узатилади.

Оҳактош куйдириш ўтхоналари. Оҳактош куйдириш ўтхонасининг асосий элементлари шахтани юклаш ва тушириш механизмларидир. Шахта бу вертикал цилиндр, диаметри 2,3 дан 8 метргача бўлади, баландлиги 12,3 м дан 36,6 м гача бўлади. Диаметр катталашиши билан ўтхонанинг ишлаб чиқариш унумдорлиги ортади, лекин шахта ва ҳавонинг кўндаланг кесим бўйича таркалиш мезони бузилади. Ўтхонанинг баландлиги оширилса, фазалар контакт вақти ошади, ўтхонадан чиқадиган газ ва куйдирилмаган оҳактош билан йўқотиладиган иссиклик камаяди. Бу эса ўз навбатида ёкилғи сарфининг камайишига ва ўтхона гази таркибидаги CO_2 кўпайишига олиб келади, аммо ўтхонанинг гидравлик каршилиги ва энергия сарфи ўсади.



5.7-расм. Оҳактошни кокс ёрдамида куйдириш бўлимининг шартли схемаси.
1 - электр фильтр; 2 - скруббер; 3 - коллектор; 4 - вагонетка;
5 - юклаш механизми; 6 - ўтхона; 7 - чўмичли узаткич;
8 - бункер; 9 - юк тушириш механизми.

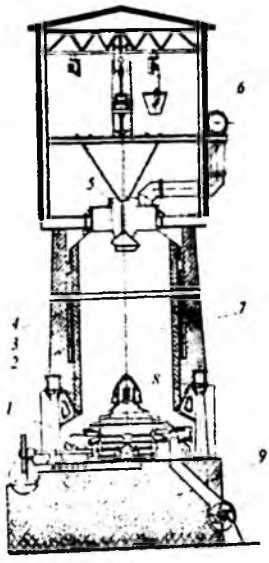
Агар ўтхона диаметри 1,5 м дан катта бўлса, газ бир текис таркалиши учун шахтанинг пастки қисми конуссимон шаклда бўлиши керак. Диаметри 6,2 м, баландлиги 22,2 м, бўлган ўтхона унумдорлиги суткасига 300...310 т стандарт 85% CaO ли оҳак ишлаб чиқаради. Ўтхона қопламаси қуйидаги талабларга жавоб бериши керак: ўтга чидамли, кимёвий мустаҳкам, механик чидамли. Ўтхона қопламасининг 40% алюминий оксиди (глинозем) ва 60% кремний оксиди (кремнезем) дан иборат шамот-иссиққа чидамли кизил ғишт билан қопланган. Иссикликка бардошли шамот

температураси 1580...1770°С. Ундан ташқари, иссиқликка бардошлиги 2000°С бўлган хроммагнезитли ғиштлар ҳам ишлатилиши мумкин. Катта ўлчамли ўтхоналарда нафақат пастки қисми, балки юқори қисми ҳам кесик конус шаклида ясалади.

Қизил ғишт ва ўтга чидамли ғишт орасида 25 мм бўш масофа бўлиб, у иссиклик ушлаб турувчи қатлам ёки майдаланган шамот билан ғўлдирилади. Бу эса иссиққа чидамли ғиштга ёрилмасдан эркин чизиқли кенгайиш имконини беради.

5.8-расмда оҳактошни қаттиқ ёқилғи ёрдамида қуйдириш ўтхонаси кўрсатилган. Ўтхона сирти 12 мм қалинликда пўлат билан қопланган. Пўлат қоплама билан қизил ғиштли қатлам орасида ҳам 60 мм бўшлиқ бўлиб, шамот бўлаклари билан тўлдирилади. Бу бўшлиқларнинг зарурати конструкцион материалларнинг температура таъсирида кенгайиш коэффициенти турлича эканлиги билан изоҳланади. Шунингдек бўшлиқ ҳимояловчи вазифасини бажаради, чунки ҳаво иссиқликни ёмон ўтказади. Шахтали ўтхона бетон пойдевордаги 8 та тиргакка ўрнатилган чўян халқага жойлаштирилган. Темир бетон устига тушириш қурилмаси бириктирилган. Ўтхона қопламасининг баркарорлиги нафақат технологик режим нормаларига, балки ўтхонани дастлаб ёки таъмирдан кейинги ишга тушириш тартибига ҳам боғлиқ. Ишга туширишдан олдин қоплама яхши қуритилиши керак.

Қуритиш температурасининг нормал температурасидан 500°С гача секин ўсиши билан 10...15 кун давомида қуритилади. Бунинг учун қуйдирилган оҳактош солинган чикариш қурилмасининг устига ўт ёқилади. Ўтхона қуритилгандан сўнг совутилади ва қопламада кузатилган ёриқлар оловбардош қоришма билан тўлдирилади. Сўнгра ўтхона қиздирилиб, ишга туширилади. Ўтин ва кокс 50% ёқилғидан ва оҳактошдан иборат аралашманинг устига ўтин терилиб ёқилади.



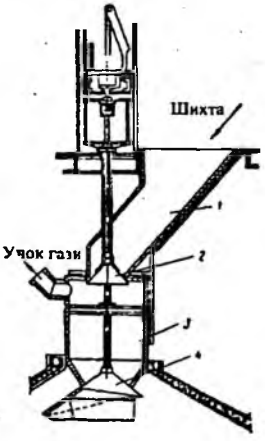
5.8- расм. Коксда ишлайдиган оҳактош қуйдириш ўтхонаси.
1 - колонна тиргаги, 2 - иссиқлик ушлаб турувчи қатламлар орасидаги бўшлиқ;
3 - қизил ғишт қатлами; 5 - юклаш қурилмаси; 6 - умумий коллектор;
7 - ўтхона шахтаси; 8 - тушириш қурилмаси; 9 - пойдевор.

Ҳавонинг ўтхона кўндаланг кесими бўйича бир текисда таркалиши учун аралашманинг гидравлик қаршилиги ўтхонанинг кўндаланг киркими бўйича бир хил бўлиши керак.

Аралашма вагонеткадан юклаш воронкасига тушади, у ишлаб чикариш хоналарига таркибида ис гази *CO* бўлган иссиқ ўтхона гази ўтиш олдини олиш учун пастидан конусли копқоқ билан ёпилади. Конусли копқоқ туширилса, юклаш вагонеткасидаги оҳактош оралиқ бункерига тушади. У конусли копқоқ ва тақсимлаш конуслари билан ёпилади. Тақсимлаш конусининг пастки қисми худди спирал чизиқларга ўхшаш киркилган. Тақсимлаш конусининг қисқарган қисми эгилган пўлат лист сочувчига бириктирилган. Конус туширилганда, аралашма оралиқ бункердан конус юзасига тушади.

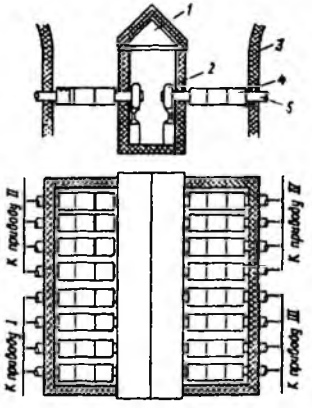
Бўлаклар конуснинг узоқ томонидан сурилиб, ўтхонанинг четларига тушади, қисқа қисмидан сочувчи билан ўтхона марказига улоқтирилади. Конуснинг турли узоқликдалиги ва сочувчининг (отбойник) борлиги сабабли аралашма ўтхонанинг бутун қирқими бўйича сочилади. Аралашма сочишни кенгайтириш учун ўтхонадаги аралашма баландлик горизонт билан конус орасидаги оралиқ 1,5...2 м ни ташкил этали. Бундан ташқари юклаш конуси ҳар бир юклашдан сўнг 60° бурилади. Баъзида воронка ҳам 60° га бурилади. Юқоридаги конус пастга туширилганда оралиқ бункердаги ўтхона гази ишлаш хонасига кирмаслиги учун уни вентилятор ёрдамида сўриб олинади. 5.9-расмда оҳактош қуйдириш ўтхонасининг юклаш қурилмаси кўрсатилган. Қуйдирилган оҳактошни ўтхонадан чиқариш учун ўтхоналар чиқариш қурилмаси билан таъминланган. Улар ўтхонани бутун кўндаланг кесими бўйича бир текис ишлашини ҳамда оҳактошни бутун қирқим бўйича бир хил чиқишини таъминлаши зарур.

Қурилманинг асосий қисми чўяндан, спирал бўртма юзали, учи юқорига қаратилган кесик конус шаклидаги чиғаноқ кўринишида ва 0,5...2 айл/соат тезлик билан айланганда оҳактош уни юзасидан пастга силжийди. Гўёки у ўчоқдаги оҳакни парчалайди. Чиғаноқ 8 та ролик устида таяъниб туриб халқа рельс йўли бўйича ҳаракатланади. Чиғаноқ электр юритгичга боғланган конус цилиндрик узатгич ёрдамида айланади. Оҳактош ён томонлардан ҳаракатланмайдиган доира бўйлаб тушади. Унинг айланма ҳаракатланишидан қўзғалмас пичоқ билан тарновга улоқтирилади. Сўнгра оҳактош куракли туширгич ёрдамида лентали ва кейин чўмичли узатгичга узатилади. Чиғаноқ марказида оҳактош унида тушишини олдини олиш у чун юқорисидан қалпоқ билан ёпилган ичи бўш ўқ бор ва ундан ҳаво берилади. Ҳавонинг бир қисми эса чиғаноқнинг четидан берилади.



5.9-расм. Оҳактош қуйдириш ўтхонасининг юклаш қурилмаси.

1 - юклаш воронкаси; 2 - конуссимон қопқоқ; 3 - оралиқ бункер; 4 - тақсимловчи конус.



5.10-расм. Жували юк тушириш қурилмаси.

1 - тақсимлагич; 2 - подшипник; 3 - ўтхона девори; 4 - тишли насадка; 5 -ўк.

Жувалар орасида бериладиган ҳаво ўтхонанинг барча қисми бўйлаб ўтади. Ўтхонанинг бутун қирқими бўйича текис таркалади.

5.10-расмда жували юк туширгич кўрсатилган. Ушбу мослама ишда ишончли хизмат кўрсатади ва таъмири оддий, чиғанокка караганда 4 маротаба кам вақт сарфланади.

Хом-ашё сифатига, ўтхона ўлчами ва конструкциясига боғлик холда стандарт оҳактошдан 1 м^2 ўтхона кўндаланг кесимидан кунига 7-13 тоннани ташкил этади.

Ўтхона ички деворида эса хосил бўлган куюндиларини ("козлы") устидан уриб кўчирилади. Ўтхонанинг ички қисми назорат қилиш ўтхонадаги барча оҳактош чиқариб, 30°С гача совутилгандан сўнг бошланади.

Углерод икки оксиди йиғилиб колмаслиги учун юклаш қурилмасининг юқори қисми очиқ бўлиши керак. Ўтхонадан чиққан газнинг бир қисми ишлатилса, қолган қисми атмосферага чиқариб турилади.

5-11 жадвал

Қаттиқ ёнилғи ишлатиладиган шахтали оҳактош ўтхонасининг кўрсаткичлари

Кўрсаткич	Ўлчам бирлиги	Ўтхона		
		1	2	3
Ўтхона цилиндрининг ички диаметри	м	4,7	6,2	6,2
Умумий шахта баландлиги	м	17,9	22.5	27,0
Утхона унумдорлиги (85% ли CaO)	т/кун	160	300	450
Кунлик хажмий қувват (85% ли CaO)	т/м^3 кун	9.25	9,93	14,9
Курук хом-ашёда $CaCO_3$ миқдори	%	95	94	93
Чикадиган газ таркиби CO_2 O_2 CO	%	 33,4 1.0 3.0	 40.4 0.4 1,6	 40,6 1,0 1,7
Чикинди газ температураси	°С	164	93	97
Охактошда $CaO_{ф}$ миқдори	%	79,4	77.8	74,7
Карбонатли хом-ашёнинг парчаланиш даражаси	%	94.1	90.1	90,1
Солиштирма шартли ёқилғи сарфи (1 т 85% CaO)	кг	188,2*	127,3	138
100 % ли $CaCO_3$ нинг солиштирма сарфи	кг	1623	1720	1744

*эслатма - кўп ёнилғи сарфланиш сабаби 13-14% намликли бўрдан фойдаланиш.

Қурилиш материаллари олиш учун охактош ёқишда шахтали ўтхоналардан фойдаланиш йўлга қўйилган, унда ёнилғи сифатида табиий газдан фойдаланилади. Айтиб ўтиш жоизки табиий газ ишлатилганда хосил бўлган ўтхона гази таркибидаги углерод икки оксид, каттик ёкилғида ишлайдиган шахтали ўтхоналарга караганда кам бўлиб 25...26% бўлади. бундай газлар аммонийлаштириб намокобларни карбонизациялашда ишлатилмайди. Шунинг учун уларни труба орқали атмосферага чиқарилган.

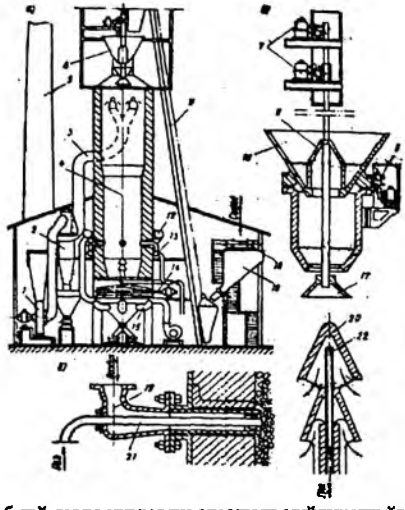
Аммо бундай паст концентрацияли газни сода ишлаб чикариш жараёнига қўллаш, карбонизация жараёнини такомиллаштириш ва ўтхона гази таркибидаги карбонат ангидрид концентрациясини ошириш йўлларини излаш билан боради. Табиий газда ишловчи охактош куйдирувчи ўтхона 5.11-расмда кўрсатилган.

Ўтхона газидаги углерод икки оксид концентрациясини оширсак унда қуйидаги сорбцион жараёнлар юз беради:

- Абсорбция - десорбция;
- Адсорбция - десорбция ;
- Реакция иссиклигидан фойдаланиб, табиий газ сарфини камайтириш;
- Кислород билан бойитилган хавони пуфлаш.

Абсорбция-десорбция жараёнида, абсорбент сифатида суюқлик ишлатилади, у углерод икки оксидини яхши ютади. Ўтхона гази ўтиб, у ерда юкори босимда углерод икки оксидини ютади ва кейин эритма углерод икки оксид десорберига узатилади. У ерда паст босим эвазига углерод икки оксиди ажралиши юз беради. Абсорбция-десорбция жараёни узлуксиз режимда ишлайди. Абсорбент сифатида моноэтаноламин ёки бошка органик эритмалар қўлланилади. Бирок бикарбонат натрий-озука содаси олишда бу эритмани қўллаш мумкин эмас.

Адсорбция-десорбция жараёни учун адсорбент сифатида каттик модда ишлатилади. Юкори босимда адсорбентга газ ютилиши юз беради, паст босимда эса ажралиш жараёни кечади. Технологик жараён узлуксиз ишлаши учун бир нечта адсорбент керак бўлади, чунки адсорбция-десорбция бир курилмада олиб борилади. Адсорбент сифатида силикагель, алюмогель, фаоллаштирилган кўмир ишлатилади. Бундан ташкари ўтхона газини яхшилаб қуритиш керак, чунки намлик адсорбцияланади, уни йўқотиш учун регенерация жарёни инерт газлар билан 200°Стемпературада олиб боришга тўғри келади. Бунга сабаб адсорбентлар намликни ютиб, ўзининг ютиш кобилиятини йўқотиши мумкин.



5.11-расм. Табиий газда ишловчи охактош куйдириш ўтхонаси.

1 - газ сўрувчи, 2-циклон, 3-газ йўли, 4-ўтхона шахтаси, 5-тутун чиқарувчи труба, 6-охактошни юклаш мосламаси,7-ёпиқ клапанларни очиш, 8-конус (чаша)ни айлантириш механизми, 9-юқориги клапан, 10-чаша, 11-юк кўтаргич, 12-бирламчи ҳаво пуфлагич, 13-фурменли ёндиргичли газ тақсимлаш қурилмаси, 14-чиқариш механизми, 15-иккиламчи ҳаво пуфлагич, 16-хом-ашё контейнери, 17- пастки клапан, 18-бункер, 19-ҳаво йўли, 20-ҳимоя қўзиқорини, 21,22-иссиқ газ йўли.

Шуни ҳам назарда тутиш керакки, ўтхона газини адсорбция-десорбция усулида концентрацияси оширилганда барча газ бу жараёнда иштирок этмайди. Аксинча, ўтхона газининг бир қисми адсорбция-десорбция усулида концентрланиб, иккинчи концентрланмаган қисмига қўшилади. Натижада карбонизация колоннасининг ўртасига бериладиган газ концентрацияси олинади. Ўтхонага кислород билан ҳавони пуфлаш ҳам ўтхона гази таркибидаги CO_2 миқдорининг ошишини таъминлайди. Бу ҳолда ҳаво билан киритган азот (миқдори) улушининг камайиши ҳисобига ўтхона гази концентрланади.

5-12 жадвал

Табиий газ таркиби

Компонент	Метан CH_4	Этан C_2H_6	Пропан C_3H_8	Бутан C_4H_{10}	Пентан C_5H_{10}	Углерод тўрт оксиди CO_2	Азот N_2
%, ҳажм	92,94	3,05	0,7	0,38	0,17	2,02	0,74

Охактошни куйдиришда табиий газ ёқилганда қуйидаги реакциялар кечади:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 802\ кЖ \quad (5.31)$$

$$CH_4 + 1{,}5O = CO + 2H_2O + 520\ кЖ \quad (5.32)$$

$$CO + 0{,}5O_2 = CO_2 + 519{,}92\ кЖ \quad (5.33)$$

Кўриниб турибдики, асосий ёниш маҳсулоти бу углерод икки оксиди ва буғ. Табиий газ таркибида гомологлари бўлади: этан, пропан, бутан, улардан ҳам худди метан ёнгандаги маҳсулотлар чиқади. Шуни таъкидлаш керакки, метан ва унинг гомологлари юқори температурада углерод ва водородга ажралади (айниқса кислород етишмаса):

$$CH_4 = C + 2H_2 \quad (5.34)$$

Углеводороддан пайдо бўлган углерод ва водород ҳаводаги кислород билан оксидланиб, углерод икки оксиди ва сув буғи ҳосил қилади. Охактош куйдириш жараёнининг табиий газ ёрдамидаги камчилиги бу ўтхона гази таркибида сув буғининг кўп миқдорда ҳосил бўлишидир. Кўриниб турибдики, ҳар бир моль углерод икки оксид олишга икки моль сув тўғри келяпти.

5.12-расмда Кўнғирот сода заводида охактошни куйдиришнинг технологик схемаси келтирилган. Охактош бункердан шибер ёрдамида унумдорлиги 25 м³/соат бўлган электромагнит таъминотли вибрацион таъминлагич билан V0207 лентали конвейерга берилади.

Охактош V0207 лентали конвейердан унумдорлиги 35 т/с бўлган V0208 реверсив лентали конвейерга тушади. Реверсив лентали конвейердан тағи конус шаклидаги охактош бункерига тўкилади. Охактош бункери F0201a/b дан чиққан охактош қайиқли таъминлагич V0201 a/b га, сўнг V0202 a/b тарозига тушади. Тарозида хар бирининг оғирлиги 3 т бўлган порциялар тортилиб, B0202a/b ўтхонага берилади. Охактошни куйдирувчи ўтхона B0201a/b пойдеворга ўрнатилган вертикал шахта қайиқли (**скипли**) кўтаргич билан жиҳозланган. Юкори кисмида юкловчи, қуйи кисмида туширувчи мослама ўрнатилган.

Охактош куйдирувчи ўтхона B0201 a/b - пойдеворга ўрнатилган вертикал шахта. юк кўтаргич билан жиҳозланган. Шахта пастга томон кискарган бўш цилиндр кобиғи ўтга чидамли бир неча қатламли ғишт ва пўлат қопламадан ясалган.

Ўтхона шахтасимон қатламлари ички томонидан химоя қатлами-қоплама, ташки томонидан иссиклик сақловчи қоплама билан химояланган. Ўтхона қопламаси юкори иссикликка чидамли, майда говакли, етарлича мустаҳкам ғиштдан ясалган. Ўлчанган охактош ўтхонанинг юк кўтарувчи **скипи101.1a/b** нинг чўмичига тушади ва ўтхонанинг юклаш қурилмаси 202.1a/b нинг қабул қилиш бункерига тушади. **Скипли** кўтаргич ўчиргич билан жиҳозланган. Мослама 101.1a/b охирги юкориги ҳолатга етганда, M0101 электр юритқич тўхтайди, горизонтал тўсиқ 101.2a/b очилади, хамда охактош юклаш қурилмаси 202.1a/b нинг қабул қилиш бункерига тушади. Бўшаган чўмичлар **скипнинг** пастки охирги ҳолатига етганда электр юритқичлар тўхтайди ва чўмичларга охактош солинади. Юклаш мосламаси 202.1a/b қабул қилиш бункеридан охактошни бериш бункери 202.3a/b га узатилади. Бункердан охактош ўтхонага берилади ва табиий газ билан ёкилади. Охактош юқоридан, табиий газ 0.2 МПа босимда ва хаво ўтхонанинг пастки кисмидан фильтр орқали берилади.

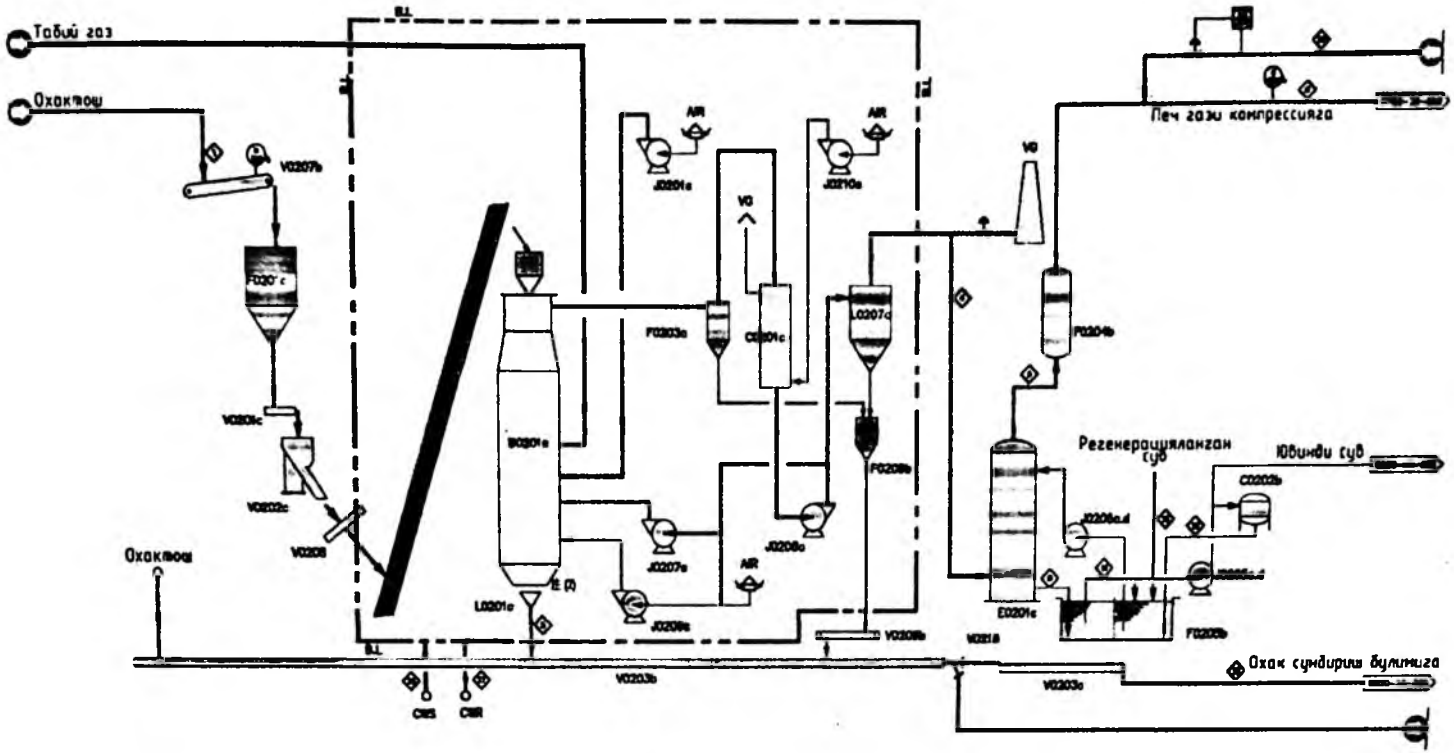
Охактош ўтхонада учта зонадан: қуритиш- 900°С гача иситиш, куйдириш - 1000...1200°С ва совитиш зоналаридан ўтади. Қарама-қарши оқимларда ишловчи ўтхоналарда қуритиш ва иситиш зонасида охактош куйдириш зонасидан юкорига юкорига кўтарилаётган 900°С атрофидаги иссиқ газ ҳисобига қурийди ва қизийди. Куйдириш зонасида табиий газ ёнади ва 1000...1200°С температурада охактош *CaO* ва *CO* парчаланади. Совитиш, табиий газни ёкиш учун пастдан берилаётган хаво таъсирида оҳак совутилади. Ўтхона маркази ва ён томонларидан 12 та газ ёндиргич билан жиҳозланган, ён томондаги ёндиргич 6 тадан 2 қатор ўрнатилган. Ён ёндиргичларга ёкиш учун ҳаво вентиляторлар J0201a/b орқали 0,0041МПа босимда берилади. Марказий ёндиргичга хаво J0209a/b вентилятор билан 0,0041 МПа да берилади. Шунингдек ён ёндиргичларга J0201a/b вентилятори билан 0,0046 МПа босимда циркуляцион газ хам берилади. Марказий ёндиргичга циркуляция гази хаво пуфлагич J0209a/b ёрдамида узатилади.

Ёндиргичларга берилаётган циркуляция гази ўтхонадан чиқаётган газ бўлиб, CO_2 билан бойитилган бўлиб, табиий газни суюлтиришга ва унинг портлаш чегарасини камайтиришга хизмат қилади, яъни ўта куйиши ва ёндиргичларнинг ўта қизиш олдини олади.

Агар ўтхонадаги температура чегараланган температурагача етса. марказий ёндиргичга зарар етказмаслик учун ўтхонага табиий газ берилиши автоматик тарзда тўхгатилади. Ўтхонадан чиқаётган газ таркиби углерод икки оксиди, сув буғи, азот ва охактош чангларидан таркиб топган бўлади. Бу газ ўтхонадан 150-210°С чиқади ва сепаратор F0203a/b да чанглардан дағал тозалашга юборилади. Циклонда тозланган газ совуткич C0201a/b дан ўтади. У ерда хаво хайдовчи J0201a/b ёрдамида атмосфера ҳавоси билан 150°С гача совутилади.

Газ совуткичи-вертикал қобиқ трубали цилиндрик жиҳоз бўлиб C0201a/b газ совуткич ташкарисидан ўтиш учун байпас ўрнатилган.

Сўнгра ўтхона гази 0,0116 МПа ва 150°С температурада J0207a/b енгли фильтрга газни майда чанглардан тозалаш учун юборилади. Енгли фильтр - силкитувчи механизмли. матоли фильтр ва тўқиш мосламаси билан жиҳозланган. Чангли газ тозалаш камерасига киради ва фильтр материал орқали ўтади. Материал юзасида чанг қатлами ортиши билан унинг каршилиги кўпаяди. Шунинг учун матога ўтирувчи чанг маълум вақтдан сўнг механик силкитиш ва тескари оқимда мато ичига пуфлаш йўли билан тозаланади. Температура юкори чегарага етганда сўриш вентилятори J0208a/b автоматик равишда атмосфера ҳавосини сўриш режимига ўтади. L0207a/b енгли фильтрга келувчи охактошни куйдиришда олинган ўтхона гази температураси совутувчи хаво пуфлагич J0210a/b электр юритқич айланиш частотаси ўзгариши ва натижада ўтхона газини совуткич C0201a/b га



5.12-расм. Охактош куйдириш бўлимининг технологик схемаси.

бериладиган ҳаво ҳажмини ўзгартириш орқали бошқарилади. Сепаратор ва фильтрдан чиққан газ аралашмаси чанг тутгич F0209 га тушади. Чангсизлантирилган сўнг ўтхона гази 0,001 МПа ва 150°С температурада совитиш ва қолган чангдан тозалаш учун E0201 скрубберга юборилади. Зарур бўлганда газ чанг тутгичдан чиққандан сўнг чиқинди газ трубаси орқали атмосферага чиқариб юборилади. Скруббер E0201a/b да газни учэлаксимон тарелкада ювиш жараёни кетади. Скруббер пастидан газ келади, тепасидан совуқ сув 0,2 МПа босим ва 32°С температура билан сув насоси J0206a/в ёрдамида узатилади. Ишлатиб бўлинган скруббердан чиққан сувнинг температураси 40°С бўлади.

Ишлатиб бўлинган сув йиғгич F0205 га тиндириш учун юборилади. Тиндирилган 40°С ли сув сув совуткичC0202га ва 32°С гача совутилгандан сўнг совуқ сув йиғгичга юборилади. Сўнгра совутилган сув J0206a/b насос билан E0201a/b скрубберга берилади. Совутувчи сув айланма сув линиясидан 28°С да 0,44 МПа босимда, системани таъминлаш учун йиғгич совуқ сув қисмига берилади. Тозаланган газ скруббердан 40°С температурада сув томчиларини ажратиш учун сепараторF0204га келади. Ажратилган сув дренажга берилади.

Ўтхона газининг таркиби: CO_2- 25,84%, O_2- 3,7, H_2- 62,89, H_2O- 7,52%. Ушбу таркибдаги газ 0,007 МПа босим ва 40°С температура билан J0202a/b вентиляторлар чиқиб концентрлаш учункомпрессия бўлимига жўнатилади.

Сўндирилмаган оҳактош 130-180°С да ўтхонанинг кўндаланг кесими бўйича узлуксиз ишловчи механизм билан бир текисда тўрт тарновли чиқариш механизми 204.1a/b га узатилади. Чиқариш бункери, массани меъёрловчи 204a/b, қабул қилувчи бункер 204.6a/b, тебранувчи таъминлагич 204.8.1a/b мосламалардан иборат. Оҳактош икки клапанли шиберли тарози 204.6a/b дан соленоидли клапан орқали чиқарилади. Соленоидли клапан 204.1a/b узели гидравлик ёғнокўйиш орқали бошқарилади. Оҳактош 204.1a/b тарозисидан чиқариш механизмини қабул қилиш бункери 204.6a/b га тушади. Кейин оҳактош 204.8.1a/b тебранувчи таъминлагичга, ундан V0203 сидирувчига берилади. Бункер устидаги сатҳга боғлиқ ҳолда электр юритқич 204.8.1a/b тебранувчи таъминлагични ўчириб ёқади.Сўндирилмаган оҳактош таркиби: $CaCO_3$- 5,69 %, CaO- 92,32%, MgO- 1,3%, R_2O_3 уч валентли оксидлар - 0,7%. Оҳактош зичлиги - 1300 кг/м^3.

Қуйдириш бўлимига кунига 457,9 т оҳактош талаб этилади. 170 н.д. CaO концентрацияли 34.06 м^3/соат, 1,52 м^3/соат кучсиз (50-60 н.д.) оҳактош сути ва 14728,97 нм^3/соат ўтхона гази ишлаб чиқаради. Сўндирилмаган оҳак нафақат фильтр суюқлигидан аммиакни регенерация қилиш учун балки қурилиш оҳаги сифатидаги махсулот ҳамдир.

5-13 жадвал

Кальцийли оҳакнинг асосий кўрсаткичлари

Кўрсаткич номлари	Нав		
	1-й	2-й	3-й
Фаол$CaO + MgO$ қуруқ моддага нисбатан. % кам эмас	90	80	70
Оҳакдаги сўнмайдиган зарралар, % кўп эмас	7	11	14

Одатда оҳактошли суспензиядаги сув миқдори 50%ни ташкил этади. Сўндирилган оҳактош секин қотиб боради. Оҳак сифатини унинг таркибидаги кальций ва магний оксидлари билан белгиланади. Тоза кальций ва магний оксидларининг йиғиндиси унинг фаоллиги деб аталади. Фаоллиги ва унинг таркибидаги сўнмайдиган қолдиқлар миқдорига қараб оҳактошнинг нави аниқланади (5-13 жадвал).

Оҳакни магний оксидига қараб кальцийли MgO- 5% гача, магнезияли MgO 5 дан 20% гача, доломитли MgO 20 дан 40% гача бўлади. Сўндириш вақтига қараб: тез сўндирилувчи - 8 дақиқа мобайнида, ўртача сўндирилувчи - 8-25 секундда, секин сўндирилувчи - 25 секунддан ортиқ.

5-боб. Кальцинацияланган сода олиш усуллари ва қуйдириш бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Кальцинацияланган соданинг халқ хўжалигида қандай аҳамияти бор?
2. Кальцинацияланган сода қандай физик-кимёвий хоссалага эга?
3. Кальцинацияланган сода қайси соҳаларда ишлатилади?
4. Кальцинацияланган содани олишни қандай усуллари бор?

5. Кальцинацияланган сода олишда қандай асосий хом ашёлар ишлатилади?
6. Кальцинацияланган сода олишни аммиакли усули қандай афзаллик ва камчиликларга эга?
7. Аммиакли усул неча босқичдан иборат?
8. Охактошни парчаланиш реакциясини ёзинг?
9. Охактошни парчаланиш жараёнига қайси омиллар таъсир этади?
10.Охактошни парчаланишига икки ва уч валентли метал оксидлари қандай таъсир этади?
11. Охактошни парчаланишига олтингугурт ва кремний оксидлари қандай таъсир этади?
12. Охактошни парчаланиш жараёнига ва ўтхона гази таркибига ёқилғилар тури қандай таъсир этади?
13. Табий газ ёниш реакцияларини ёзинг?
14. Ўт хона гази таркибидаги CO_2 оширишни қандай йўллари бор?
15. Шахтали печ конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
16.Охактошни куйдириш ўтхонасини юклаш қурилмасини конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари?
17. Жували чот тушириш қурилмаси конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
18 Табий газда ишловчи охактошни куйдириш ўтхонаси конструкцияси ва ишлаш принципи.
19. Охактош куйдириш бўлимининг технологик схемаси тавсифи.
20. Охактош куйдириш бўлимида қандай асосий жихозлар ишлатилади.

5.3. Охактош сутини олиш

Охактошни сўндиришнинг физик - кимёвий асослари. Охактошни сўндириш реакцияси иссиқлик ажралиш билан кечади:

$$CaO_к + H_2O_с = Ca(OH)_{2к} + 65{,}5\ кЖ \qquad (5.35)$$

Кейинчалик кальций гидроксид каттиқ ҳолатдан қисман эритмага ўтади. Охактош сути сувда кам эрувчан ва температура ортиши билан эрувчанлиги пасаяди. Масалан, 0°С температурада эрувчанлиги100 г сувда 0,185 г ни, 100°С эса -0,077 гни ташкил этади. Охактош сути суспензия кўринишида аммоний хлориддаги аммиакнирегенерация қилиш учун ишлатилади:

$$Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl = CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O + 13{,}1\ кЖ \qquad (5.36)$$

Бу реакция фақат эритмадаги оҳак сути билан боради. Эритмадаги гидроксид кальций сарфланиши билан эритмага қаттиқ фазадаги янги миқдори ўтади.

Агар, сўндиришни кўп миқдордаги сувда олиб борсак "ҳўл" ("мокрая") гидратация юз беради, натижада оҳак сути пайдо бўлади.

Бундан ташқари шуни инобатга олиш керакки, оҳак сутидаги кальций гидроксиди концентрацияси дистилляция бўлимининг **иш режими ҳам боғлиқ** бўлади. Дистилляция бўлимига оҳак сути билан қанча кўп сув келса, регенерация жараёнида ана шунча сувни иситиш ва буғлатиш учун ортиқча иссиқлик керак бўлади. Бу эса иситувчи буғнинг кўп сарфланишига олиб келади. Агар сўндиришни стехиометрик нисбатда олиб борсак, яъни 1 моль сувга 1 моль оҳак, унда "қуруқ" ("сухая") гидратация юз беради - қаттиқ сочилувчан кукун ("пушонка") ҳосил бўлади. Бу каттиқ сочилувчан модда "пушонкани" ишлатиш фильтр суюкликдаги аммиак регенарациясига сарфланувчи иситиш буғини анча тежаш имконини беради. Бундан ташқари, бу модданинг дисперслик даражаси оҳакни кўп миқдордаги сувда сўндиришга нисбатан анча кам. Бу моддани амалий қўлланмаслиги оз дисперслиги ва уни таркибидаги кераксиз қўшимчалар сабабчи бўлади. Бу каттиқ моддани оҳактош сути суспензиясига қараганда ташиш ва меъёрлаш анча қийин.

Яна бир жалб этадиган томони аммоний хлориддан аммиакни регенерацияшда сўндирилмаган оҳакни дистилляция минорасида тўғридан-тўғри ишлатишдир. Бу ўз навбатида дистилляторга ортиқча сув бермасликка ва яна сўндириш иссиқлигини фильтрли царга аммиакни регенерацияси учун ишлатишга иситувчи буғ сарфини камайтирса бўлади. Лекин бунга сўндирилмаган оҳакдаги қўшимча бирикмалар, ўша куйган ва куймаган оҳактош бўлаклари халақит беради. Айтиб ўтилган сабабларга кўра "пушонка" ва сўндирилмаган оҳак аммиакни регенерация қилиш жараёнида ишлатилмайди.

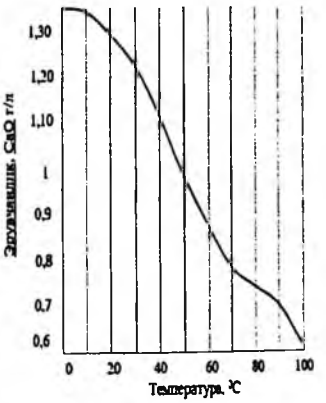
5.13-расмда кальций оксидининг (сўндирилмаган оҳакни) сувда эрувчанлигини температурага боғликлиги кўрсатилган. Оҳак сути суспензия кўринишида аммоний хлориддан аммиакни регенерацияси учун ишлатилади:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O \qquad (5.37)$$

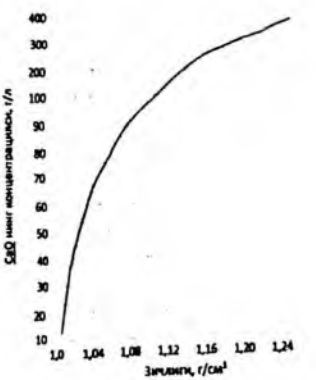
5.14-расмда 15°С температурада оҳак сути зичлигининг CaO концентрациясига боғликлиги кўрсатилган.

5.15-расмда Оҳакни сўндириш вақтининг оҳакни куйдириш температураси ва сўндиришга берилган сувнинг бошланғич температурасига боғликлиги келтирилган. Чизмадан кўриниб турибдики сўндириш тезлиги температурани 0дан 40°С кўтарилиши билан анча ортади. 5.15-расмдаги 1-эгри чизиқ 1050°Сда, 2-эгри эса 1250°Сда куйдирилган оҳакни сўндириш тезлиги кўрсатилган.

Оҳак таркибидаги кальций сульфат, темир оксидлари, титан, хром ва магнийли қўшимчалари гидратация жараёнини секинлаштиради. Сўндиришга бериладиган суюкликдаги қўшимча бирикмалар тезлитига, иссиклик эффектига оҳакли суспензиянинг физик - кимёвий хусусиятига ва кальций гидроксид кристалл заррачаларининг модификациясига таъсир кўрсатади. Оҳакни дистиллер суюқлиги билан сўндирсак жараён тезлиги сувда сўндирилганга нисбатан кўпаяди. Дистиллер суюкликда кальций ва натрий хлоридлари мавжуд.



5.13-расм. Кальций оксидини сувда температурага боғликлиги эрувчанлигини.



5.14-расм. 15°С даги оҳак сути зичлигини CaO концентрациясига боғликлиги

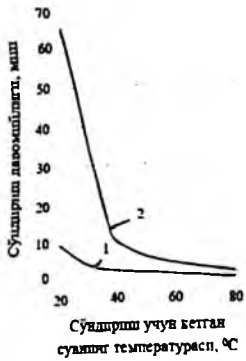
Сульфат ионлари сўндириш жараёнини секинлаштириб, дисперс суспензия хосил бўлишига олиб келади, бундан ташқари унинг ишгирокида кальций гидроксиднинг йирик гексоганал кристаллари пайдо бўлади $Ca(OH)_2$.

5.16-расм гипсли $CaSO_4$ оҳакнинг сўндирилиш давомийлиги кўрсатилган. Кўриниб турибдики, оҳак таркибида гипс миқдори ошиши билан гидратация жараёни секинлашади.

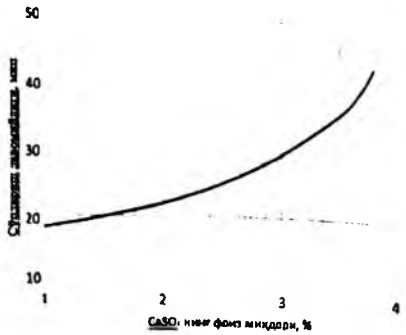
Оҳактошнинг гидратация механизми ҳақидаги маълумотлар бир-бирига зиддир.

Кўпчилик, "эритма орқали ўтиш механизми" ("сквозораствор механизм"), яъни эриш, тўйиниш,кристаллизация босқичларидан иборат деб ҳисобланади.

Гидратация жараёни оралиқ бирикмалар $CaO \cdot H_2O$, $Ca(OH)_2 \cdot 0,5H_2O$ ёки $CaO \cdot 2H_2O$ пайдо бўлиши билан кетадиган тушунчалар ҳам бор.



5.15-расм. Оҳакни сўндириш тезлигининг сув бошланғич температурасига ва оҳактошни куйдириш температурасига боғлиқлиги.



5.16-расм. Кальций сульфати оҳакни сўндириш давомийлигига таъсири.

Шунинг учун оҳакнинг гидратация жарёни амалда бир-бирини тўлдирадиган ёки бир-бирига алмаштириш мумкин бўлган қуйидаги босқичлардан иборат:сувнинг оҳак бўлакларига адсорбцияси ёки капиллар сингиши;кальций оксидининг эриши;оралиқ бирикмаларнинг пайдо бўлиши ва диссоциацияси;кристалл маркази пайдо бўлиши ва $Ca(OH)_2$кристаллизацияси;қаттиқ фаза агломерацияси ва суспензияни **тартибланиши**.

Биринчи ва иккинчи босқичларга дастлабки карбонатли жинсларнинг кўриниши. тузилиши ва кимёвий таркиби, ҳамда куйдириш режимлари таъсир кўрсатади. Шунинг учун ҳар бир аниқ оҳактошли хом-ашё, оҳактош, бўр учун температура ва куйдириш давомийлиги, куйдириладиган оҳактош ўлчами, оптимал ортиқча ҳаво сарфи белгилаб олинади.

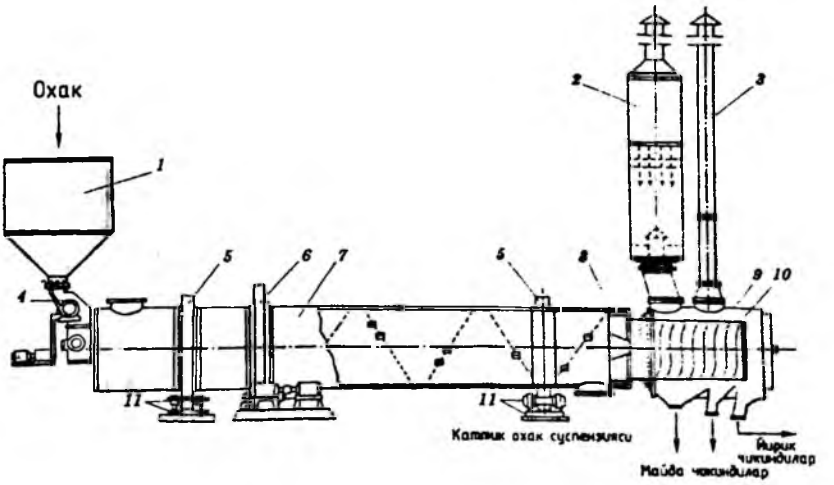
Паст температурада олинган сўнмаган оҳак, ғоваклари юкори тармоқланганлиги сабабли юкори сирт фаоллигини ва ички намланувчанликни намоён қилади, сўниш жараёнининг юкори тезликда ва температура ортиши билан характерланади. Оҳак сути суспензиясини ишлатишда эритмадаги гидроксид $Ca(OH)_2$ сарфланиши билан кейинчалик эриши юз беради. Бундан ташқари чўкмайдиган барқарор мустахкам суспензияни ушлаб туриш учун муаллақ майда дисперсли бўлиши керак. Суюқ фазанинг зичлигини ошириб суспензия мустахкамлигини сув ўрнига дистиллер суюқлигидан фойдаланиб, янада ошириш мумкин.

Дисперслик даражаси $Ca(OH)_2$ оҳакни сўндириш тезлигига боғлик бўлади. Қанчалик сўндириш тезлиги юкори бўлса, шунчалик оҳактош сути дисперслик даражаси юқори бўлади. Бунинг учун сўндирувчи сув температурасини 60-80°С га ошириш керак бўлади.

Оҳакни майдалаш даражаси ва ғоваклилиги ортиши биланкальций гидроксид эритмасини ўта тўйинганлиги ўсади. Бу эса кристалл марказлари пайдо бўлиш жараёнини тезлаштиради ва алохида кристаллар ўсиш тезлигини пасайтиради.Натижада, майдадисперсли кальций гидроксид пайдо бўлади ва оҳактошли суспензия баркарорлиги кўтарилади. Ушбу жараёнга берилаётган сув миқдори ҳам таъсир кўрсатади, чунки сўндириш учун кўп сув берилса сўниш тезлиги ортади ва кальций гидроксиднинг майда зарралари пайдо бўлади. Суюқлик миқдорини камайтириш учун концентрланаган оҳакли сутдан фойдаланилади. Бундай суюқлик қовушқоқлиги температураўсиши билан ошади. Шу сабабли таркибида кальций гидроксиди кўп ва юкори дисперслиоҳактош сути олиш учунсўндириш юкори температурада олиб борилади.

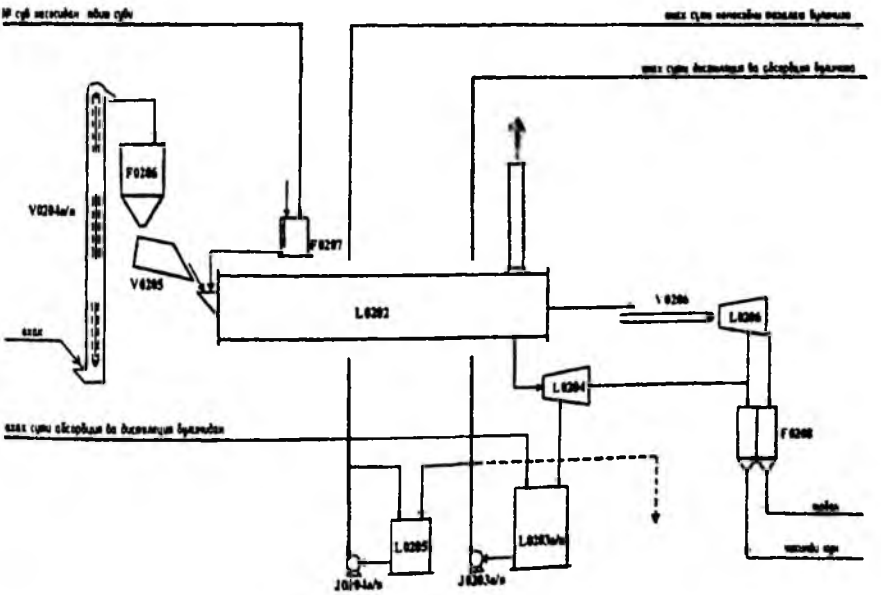
Маълумки, турли қўшимчалар оҳак сути ковушқоқлигини оширади. Айниқса, оҳакли сут ковушқоқлиги алюминий оксиди иштирокида жуда кучли ўсади. Оҳакни куйдириш температураси канчалик юкори бўлса, шунчалик секин сўнади ва оҳакли сут дисперслиги камаяди. Амалда 1350^0 С ва ундан юкори температурада куйдирилган оҳак умуман сўнмайди. Оҳакда учрайдиган қўшимчалардан сўндирилиш давомийлигига кальций сульфат кучли таъсир этади. 5.16-расмдан кальций сульфат миқдорининг оҳак сўндирилиш давомийлигига таъсиридан кўриниб турибдики, оҳактошда кальций сульфат миқдорининг ўсиши билан сўндириш жараёни давомийлиги ортади.

Оҳакни сўндириш қурилмаси 5.17-расмда кўрсатилган. Сўндиргич пайвандланган пўлат қобиқли бўлиб, барабан диаметри 1,75 -2,5 м , узунлиги 12 - 15 м айланиш тезлиги 3 - 6 айл/с.



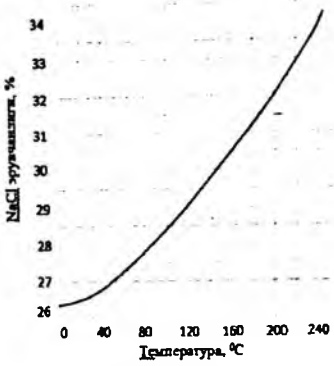
5.17-расм. Охак сўндиргич.

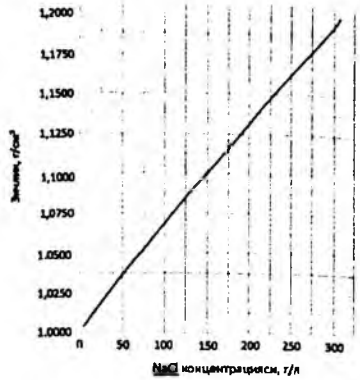
1 - охактош бункери; 2 - конденсатор-сув иситгич; 3 - сўриш трубаси; 4 - барабанли тъминлагич; 5 - бандаж; 6 - тишли ғилдирак; 7 - кобик; 8 - конус; 9 - тўкиш қобиғи; 10 - навларга ажратувчи барабан; 11 - таянч ғилдиракча.



5.18-расм. Охактошни сўндириш бўлимининг технологик схемаси.

V0203-конвейер; V0204-элеватор; V0205-тъминлагич; V0206-охактош лентали конвейери; V0211-улаш қурилмаси; F0206-охак бункери; F0207-иссиқ сув идиши; L0202-охак сўндиргич; L0203-охактош сути идиши; L0204-элак; L0205-кучсиз сут идиши; J0203a/б-насос.





5.20-расм. Натрий хлоридни сувда эрувчанлигини температурага боғлиқлиги.

5.21-расм. Намокобни зичлигини натрий хлорид концентрациясига боғлиқлиги (15°Сда).

Эслатма- каустика миқдори қўшадиган охактошли сут миқдорига эквивалент.

Буреагентларни дозасини юқори аниқликда олиб бориш талаб этилади ва шунинг учун уларга тозаланган намокоб қўшилади.Кальцинацияланган сода тозаланган, концентрланган намокобда эритилганда ош тузи чўкмага тушиши мумкин. Ушбу ходиса олдиниолиш учун намокоб сода билан аралаштиришданолдин ош тузи 94 н.д. гача суюлтирилади. **Магний ва кальций ионларининтўлиқ чўкмага тушиши, тозаланиш даражаси магний гидроксиди ва кальций карбонатни натрий хлорид эритмасидаги эрувчанлигидан аникланади. Кальций ва магний катионларини тўлиқ чўкмага тушгавини pH (водород кўрсаткичи) билан аникланади, бу эса тозалаш жараёнини автоматлаштирилган бошқарувини яратишда мухимдир.** Намокобдан магнийни тўлиқ ажратиш учун тозаланган намокоб pH=10,78 дан паст бўлмаслиги, яъни намокобдаги OH^- ионлари миқдори 0.05 н.д. дан кам бўлмаслиги керак. Аммо pH бундан юқори бўлишинамокобдаги кальцийни тўлиқ ажралишига кафолат бермайди, бунинг учун ортиқча CO_3^{2-} иони берилиши керак.Тозаланган намокобда унинг миқдори, камида 0,2...0,3н.д. бўлиши керак. Чўктирувчи реакцияларни минимал қийматларидан кўп берилиши мақсадга мувофиқ эмас, чунки оширилиб юборилса чўкмани ажралиш тезлигига,тўликлигига, тиндиришга салбий таъсир қилади ва ортиқча сарф бўлади.

Ош тузи намокобини электролиз қилаб каустик сода ишлаб чиқаришда ош тузи эритмасини сульфат ионларидан тозалашда барий тузлари ёрдамида олиб борилади. Барий катиони ва сульфат аниони ўзаро реакциясидан деярли эримайдиган барий сульфат чўкмага тушади. Аммокальцинацияланган сода ишлаб чиқаришда намокобдан сульфат ионини чўктириш учун барий хлор ишлатиб бўлмайди, чунки содада барий тузларини бўлишига рухсат этилмайди. Ҳозирги вақтда сода саноатида сульфат ионларини хом намокобда камайтириш, дистиллаш босқичида гипс инкрустациясини олдини олишни реал иқтисодий усуллари йўқ. Намокобни кальций ва магний катионларидан тозалашдаасосий эътиборни чўкма жараёнига ёмон эрийдиган тузлар ва магний гидрооксидиничўкиш жараёнига қаратиш зарур. Суспензияданқаттиқ модда икки турда чўкади-эркин ва ёппасига. Ҳар бир заррача эркинҳолатда чўкмага тушишда унинг катталиги ва зичлигига қараб, турлича тезликда чўкмага тушади. Бухолда, тиниқ ва суспензия ўртасида аниқ чегара бўлмайди. Айрим аралашмаларда жуда кичик ўлчамли зарралар мавжуд ва узоқ вақт давомида суюқлик хира холатда бўлиб туради. Кальций карбонат кристалларининг ўлчамлари 5...10 мкм, айрим магний гидрооксид кристалларим микрометрни юздан бир қисмини ташкил этади.Ҳосил бўлган чўкма агрегатларини чўкиш тезлиги 1...4 м/соат.

Тиндиргич тагидаги жамланиб чўкиш жараёни шламни жипслашиш жараёнига ўтади. Жипслашиш жамланмаларини (хлопья) оғирлик кучи таъсирида бузилиши ёки аралаштиргични секин ҳаракатланиши таъсирида рўй беради ва чўкувчи зарраларни зичлашган қатлами ҳосил бўлади. Чўкма зичлашгандан сўнгги изланишлар намокобда магний гидрооксиди суспензияси (+) заряди, карбонат кальций - (-) заряди борлигиниқўрсатди. Бу зарядланган зарралар бир-бири билан тортишиши, чўкишини билдиради. 5-15 жадвалда кальций магний катионларни намокобдаги нисбатини чўкиш тезлиги ва шламни зичлашиш даражасига таъсири келтирилган. Чўкмани ажралиш тезлиги юқори бўлиши учун хом намокобда кальций катионлари 3-9 маротаба магний ионлардан катта бўлиши зарур. Кальций ионлари ортиқ бўлганда, чўкманинг зичланиш даражаси

юқори бўлади ва тозаланганда намокобнинг шлам билан йўқотилиши камаяди. Намокоб таркибидан магний тузлари ошганда жамланмаларни (хлопья) мустаҳкамлиги ошади. Шунга кўра намокобни магнийдан тозалашда оҳактошли сутдан фойдаланган яхши ва кальций ионлари кальций гидрооксиддан кальций карбонатга ўтиши билан суспензияда Ca^{2+}/Mg^{2+} нисбат ортади.

5-15 жадвал

Шламни чўкиш тезлиги ва зичлашиш даражасига Ca^{2+}/Mg^{2+} нинг таъсири

$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	Суспензиядаги концентрацияси, н.д.		Чўкиш тезлиги. мм/мин	Шлам ҳажми. % да бошланғич ҳажмига нисбатан		
	Mg^{2+}	Ca^{2+}		2 соатдан кейин	3 соатдан кейин	24 соатдан кейин
	0	2	0,7	62,7	35,7	0,6
9	0,2	1,8	25,6	3	1,8	1,0
3	0,5	1,5	15,58	3	2	1,4
1	1	1	5,5	4,7	4	2,6
1/3	1,5	0,5	2,98	11,7	10	4,2
1/9	1,8	0,2	2,4	15,8	12,7	5,7
0	2	0	1,04	47,8	26,8	10,7

Тозаланаётган намокоб температурасининг ортиши ион алмашиш ва сувсизланиш жараёнларини тезлаштиради ва индукция даври давомийлигини камайтиради. Ундан ташқари, намокоб қовушқоқлигини камайтиради, суспензия чўкиш тезлиги ва зичлашиш даражасини оширади. Аммо,температурани ортиши ёппасигачўкиш жараёнининг бузилишига олиб келади, ҳамда намокоб аммонизацияси жараёнига салбий таъсир этади. Шунинг учунбир канча сода заводларида температура 12...22°Соралигида олиб борилади. Бундан ташқари,намокоб таркибида Mg^{2+} катиони миқдори20...22°С да кўп, 10...12°С да эса кам бўлади.

Ёз фаслида намокоб тозалашда бундай температура ҳосил этиш имкони йўқ, бунинг учун қўшимча совутувчи жиҳозлар ва катта энергия харажати талаб этади. Лаборатория синовлари асосида Борсакелмас тузидан олинган намокобни тозалашдаги оптимал температура 44°С. Аралаштириш тезлигини ошириш қаттиқ фаза юзасида суюқ адгезион қатламлигини камайтиради, бу эса суюқ ва қаттиқ фазалар орасида ионалмашиши тезлигини тезлаштиради, индукция даврини камайтириб сувсизланишни, тезлаштиради. Эркин чўкма ҳосил бўлиш бошланишидан олдин аралаштириш жараёни тугатилган бўлиши керак, акс ҳолда жараёнда чўкма ҳосил бўлиши **йирик чўкма ҳосил бўлиши ва чўкмани ёппасига чўкиши** бузилади. Реакторга тушаётган намокобни ва реагентлар кинетик энергияси аралаштиришга етарлидир.

Чўкмани ажратиш кинетикаси ва жипслашишига реагентларни жараёнга бериш тартиби ҳам таъсир қилади. Агрегатлари биргаликда чўкиши учун кальций карбонат ва магний гидрооксидни чўкишини бир вақтда олиб борилиши керак, яъни жипслаштирувчи коагуляция магний гидрооксидни ҳосил бўлиш тезлиги кальций карбонатни ҳосил бўлиш тезлигидан паст бўлмаслиги керак. Магний гидрооксидни чўкиш тезлиги кальций гидрооксидининг эриш тезлигига боғлиқ. Таркибида магний катионлари кам бўлган намокобни тозалашда чўктирувчи реагентларни олдиндан аралаштириб, қиздириш мақсадга мувофиқдир.Бунда каустификация жараёни боради:

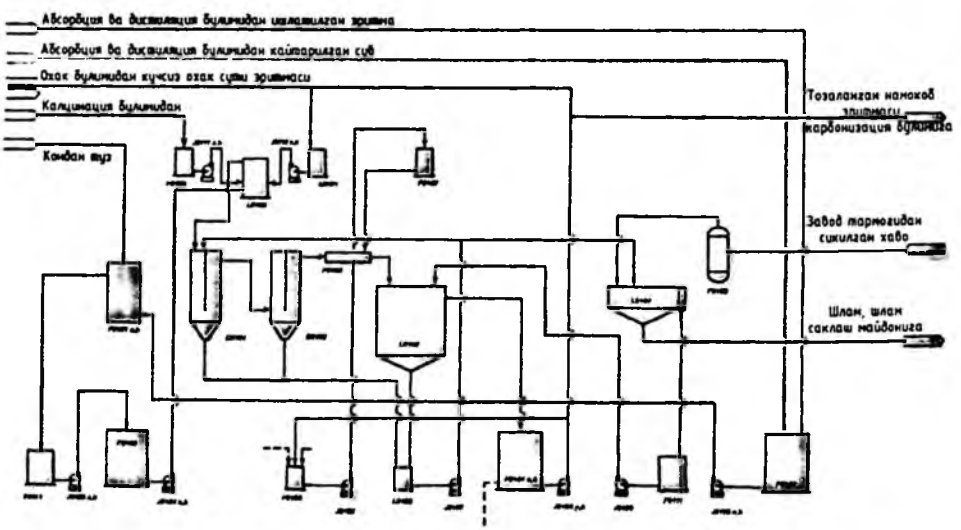
$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2NaOH + CaCO_3 \qquad (5.38)$$

БухолдаOH ион концентрацияси эритмада ошади, шунингдекмагний гидрооксид чўкиш тезлиги ва даражаси ҳам ортади. Бу ҳолда реагентларни эриш,чўкма агрегатларини ҳосил бўлиш ва жам бўлиб чўкиши бузилишишимумкин. Агарда хом намокобда магний катионлари миқдори кўп бўлса реагентларни кетма- кет киритилади: биринчи оҳактошли сути, кейин сода берилиши лозим. Индукция даврини камайтириш чўкиш тезлигини ва зичлашишни ошириш учун иложи борича юқори концентрацияли чўктирувчи эритмалар қўлланилади, бу эса суспензияни гидратланиш даражасини камайтиради ва чўкма агрегатларини барқарорлиги ошади. Лекин концентрланган реагентларни ишлатганда доза меъёрини билиш қийинлашади. Буни бартараф этиш учун реагентлар сув билан эмас тозаланган намокоб билан суюлтирилади.Суспензияга янги чўкма кристаллардан **затравка**қўшиш чўкиш жараёнини тезлаштиради, индукция даврини камайтиради ва катта зарралар ҳосил бўлишига имконберади. Қўшиладиган **затравка** миқдорини маълум чегарагача оширилганда чўкмага тушиш тезлиги ҳам ошади. Керагидан кўп бериш чўкманиагрегат ҳолда чўкишини бузади. Одатда сода заводларида, технологик схема ва жараён режимини соддалаштириш учун, ретур

шламига "томизғи" берилмайди. Бу вазифани тиндиргичда чўкаётган шлам бажариши мумкин. Бунинг учун суспензия тиндиргичдаги тиниқнамокоб билан чўкаётган шлам чегарасидан пастроқда берилади. Берилаетган суспензия ҳажми шундай бўлиши керакки тиндиргичдаги суспензияни вертикал кўтарилиш тезлиги чўкмани чўкиш билан тезлиги билан тенг бўлиши керак. Шунинг учун тиниқ намокоб чегараси маълум баландликда бир хил сақланади. Шлам тиндиргич тегидан оқиб чиқади, тиниқнамокоб эса тепадан чиқиб кетади. Шундай қилиб тиндиргичга берилган суспензия, ("томизғи") ретур шлами вазифасини бажарувчи.чўкмани фильтрловчи қатлами орқали ўтади.

Оптимал "томизғи" миқдори температурага боғлиқ ва тажриба йўли билан аниқланади.Температура қанча паст бўлса, "томизғи" ҳам шунча талаб кам этилади. Температурани пасайтириш эритманитўйинтириш даражасини оширади, кальций карбонат ва магний гидрооксидни мавжуд қаттиқ фаза юзасига чўкишини таъминлайди.Кальций карбонат таркибида 200-300 мг/л кальций иони бўлганўта тўйинган метастабил эритма ҳосил қилади. "Томизғи" киритиш ва интенсив аралаштириш тўйиниш даражасини пасайтиради. Аммо магний гидрооксид бўлганда кальций карбонат зарраларини юзасига адсорбцияланиб кальций карбонатниэритмадан ажралишига магний гидрооксид тўсқинлик қилади ва эритма кальций карбонатга ўта тўйинган бўлади. Кальций карбонат ва магний гидрооксидни чўктириш жараёнини қуйидагича ифодалаш мумкин. Реагентлар берилгандан кейин биринчи навбатда бир турдаги сутли-оқсуспензия ҳосил бўлади. Суспензияда магний гидрооксид миқдори ошиши билан тиниқлашиб боради. Бироз вақтдан сўнг, бутун ҳажми бўйича майда кичик зичлашишлар ҳисобига бир турдаги суспензия бутунлай бузилади.Бу зичлашишлар секинлик билан ўсади. Бу жараён кальций карбонат ва магний гидрооксидларни чўкмага биргаликда тушишини кўрсатади. Кальций карбонатга бой, шлам кам ҳажмга эга ва магний гидрооксиди кўп бўлган шламни зичланиш даражаси кичик дастлабки суспензиянинг 10% ҳажмини эгаллайди. Намокобни тиндириш учун тиндиргич таги конус шаклда бўлиб, диаметри 18м умумий баландлиги 7,9 м. цилиндрсимон қисми баландлиги 6,7 м. Тиндиргич ичида соатига 5 маротаба айланадиганэшкак қисми,қуюк шламни трубага узатади.

Қўнғирот сода заводидаги намокобни тозалаш бўлимининг технологик схемаси 5.22-расмдакўрсатилган. Қаттиқ туз омбордан грейфер кран ёрдамида тузли эритма ҳосил қилиш идишга берилади. F0101а/в дан J0103а/в насос ёрдамида F0102 (ҳажми -2500 м^3) га берилган сув билан эритилади.



5.22-расм. Тузни эритиш технологик схемаси.

Таркибида 26,41% *NaCl* бўлган хом намокоб олинади. Қишда F0101 эриткичга буғберилади. Сиғим F0102 да тузни эритиш учун дистилляция ва абсорбция бўлимидан айланма сув, С0402 жиҳоздан тўйинмаган эритма берилади. Бу сиғим F0102 намокобни тозалаш бўлимида ўрнатилган. F0101а/в сиғим цилиндрсимон жиҳоз билан қаттиқ туз солиш учун квадрат воронкаси бор,

қурилманинг ичида сувни пурковчи мосламаси мавжуд. Эритманичиқариш учун юқорикисмида тарнов жойлашган. Хом намокоб J0109 насос билан намокоб F0103 хомнамокоб идишига узатилади, ундан J0104а/в ёрдамида аралаштириш учун L0105 сиғимга берилади. Шу сиғимга оҳактош сути аралашмаси 50°С температурада берилади, J0101а/в насос орқали ва сода аралашмаси 50°С температурада J0111а/в насосбилан F0105 идишдан берилади F0103 идишдан хом намокоб насоси J0104а/в ёрдамида L0105 идишга юборилади. F0103 чўкиш-конус шаклдаги таги цилиндрсимон қурилма. Аралаштириш сиғими L0105 - аралаштиргич мосламали цилиндрсимон жихоз. F0105 идишдан хом намокоб реагентлар билан бирга D0101 реакторга узатилади. Реактор конус шаклидаги таги цилиндрсимонқурилма бўлиб, унинг ички тўсиқлари бор. Намокоб реактор D0101дан реактор D0102 га қуйилади.

5.23-расмда реакторнингконструкцияси кўрсатилган. Бу икки реакторда Ca^{2+} ва Mg^{2+} катионлари $Mg(OH)_2$ва $CaCO_3$нинг эримайдиган бирикмасини хосил қилиш, жараёни боради. Хосил қурилма. Тозалаш жараёни 43°С температурада кечади.Намокоб реактори D0102 дан 43°С температура билан тўсиқли F0108 идишга тушади.У ерда яхши коагуляция бўлиши учун F0107 идишдан тушадиган полиакриламид (ПАМ) эритмаси билан аралаштирилади.



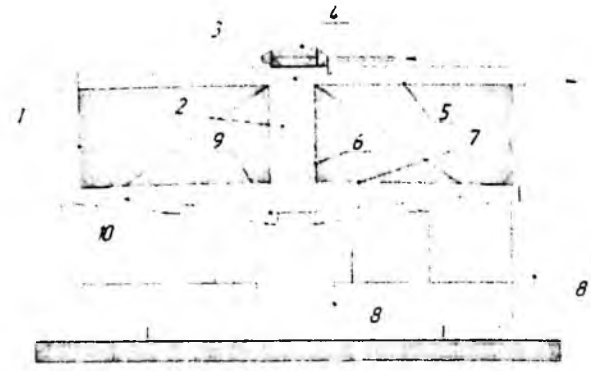
5.23-расм. Реактор

1-сиғим; 2-қалқувчи ростлагич; 3-кириш трубаси; 4-дроссель задвижкаси.

Таркибида 0,06% (ПАМ) сувли-туз эритмаси қўшимча идиши F0106 да тайёрланади. Идиш F0106 - текис копқокли F0106 идишдан промотор эритмаси F0107 идишга насос J0106 ёрдамида берилади. Сўнгранамокоб 43°С температурада L0102 тиндиргичнингмарказий цилиндрига берилади. Тиндиргич- қурилма диаметри 25м, баландлиги 9,916м, хажми 3500 м^3. Тиндиргични юқори кисмидан халқали қуйиладиган қисми жойлашган (5.24-расм).

Тиндиргич L0102 да ажратилаётган шлам идиш тагига тушади, намокоб эса юқорига кўтарилади. Шлам тиндиргич L0103 нинг четидан марказигачқариш трубасига суриладиваштам йиғгичга тушади. Тозаланган намокоб думалоктрубага қуйилади ваF0104а/в идишга юборилади. Тозаланган намокобидиши F0104а/в усти конускопқокли цилиндрсимон қурилмадир. F0104а/в идишдаги тозаланган намокоб J0105 а/в насоси билан абсорбцияга аммонизация қилиш учун дистилляция бўлимидаги ва намокобда оҳактошли сутаралашмасинихосил қилиш учун оҳакли сут бўлимига,намокобда қўшимчалар тайёрлаш учун F0106 га юборилади.

Шлам L0103 идишдан насос J0107 билан фильтр-прессL0104га берилади.Фильтр-пресс жихози каркасдан, фильтрловчи, сиқувчи.гидравлик босим берувчи ва электр қисмлардан ташкил топган. Фильтрлашқисмлари балкалар асосида тартиб билан ўрнатилган фильтрплиталаридан ташкил топган.



5.24-расм. Тиндиргич конструкцияси.
1-резервуар; 2,7- ферма; 3- суспензия идиши; 4- аралаштиргич узаткичлари;
5-халқали тарнов; 6-устун; 8-пойдевор; 9-шлам штуцери; 10-тўсин.

Фильтр плита,фильтрловчи мато,резинали диафрагма ва кетма-кет жойлашган фильтрловчи ячейкалардан ташкил топган. Фильтр бошида плиталарга маҳкам ўрнатилган фильтр ячейкаларга юклаш тирқишлари орқали шлам насос ёрдамида босим остида берилади. Бу ерда юқори босим остида суюқ ва каттиқ фазаларга ажралади. Қаттиқ фаза фильтр ячейкасида фильтрлаш матоси устида чўкма қолади ва бу фаза шлам бункери Х-1га юборилади. Фильтрланган суюқ фаза кейинги жараёнга юборилади. Фильтр пресс L0104да регенерацияланган намокоб идиши F0110 га юборилади. F0110 идишдан регенерацияланган намокоб J0108 насосиёрдамида тиндиргич L0102 га тиндириш учун берилади. Тозаланган намокоб таркиби: $NaCl$ 100 н.д. кам эмас, Ca^{2+} 10 мг/л кўп эмас, Mg^{2+}5 мг/л дан кўп эмас, эримайдиган қолдиқ 40 мг/дм^3, намокоб температураси 35-40°С.

Тозаланган намокоб F0104а/в идишдан Н101насос ёрдамида вақти-вақти билан талаб бўйича ичимлик сув тайёрлаш станцияси,техник сувларга ва электролиз қурилмаларига берилади. Трубаларда тузни кристалл ҳолатга ўтиш олдини олиш учуннамокобтрубаси 150°С температурали сув биланқиздирилади.

5-боб. Охак сути ва намокобни тозалаш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Охакни сундириш реакциясини ёзинг?
2. Охак сути нима ?
3. охак сути калцинацияланган сода олишда қайси жараёнларда ишлатилади?
4. Охак сутини олишга қандай омиллар таъсир этади?
5. Охакни сўндириш бўлимининг технологик схемасини тавсифланг?
6. Охакни сўндириш бўлимида қандай жихозлар ишлатилади?
7. Охакни сўндириш жихози ишлаш принципи.
8. Намакоб нима, қаерда ишлатилади.
9. Намокобни кальций ионларидан қандай тозаланади, реакциясини ёзинг.
10. Намакоб магний ионларидан қандай тозаланади, реакциясини ёзинг.
11. Намакобни тозалаш жараёнига Са/Mg нисбат қандай таъсир этади.
12. Эркин чўкиш нима?
13. Консолидан чўкиш нима?
14. Затравка нима?
15. Тузни эриш ва тозалаш технологик схемаси баёни.
16. Қия тўсиқли тиндиргич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
17. Эшкак аралаштиргичли тиндиргич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
18. Чўктирувчи центрифуга конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
19. Фильтрловчи центрифуга конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.

5.5. Тозаланган намокобни аммонийлаш

Ош тузи намокоби билан аммиак ва углерод диоксидни абсорбциялашнинг физик-кимёвий асослари. Аммиак сода ишлаб чикаришда ёрдамчи оралик махсулот бўлиб хизмат килади, хамда тайёр махсулот таркибига кирмайди. Аммиак сув ва сувли эритмаларда иссиклик ажралиши билан эрийди.

$$NH_{3,г} + H_2O_ж = NH_4OH_{эр} + 35{,}2\ кЖ\ (8.4 ккал) \qquad (5.39)$$

Сувли эритмаларда гидратланган ва гидратланмаган аммиак ўртасида мувозанат юзага келади.

$$NH_{3\ эрит.\ гидратланмаган} + H_2O_ж = NH_4OH_{эрит.\ гидратланган} \qquad (5.40)$$

60°С температурада 1л сувда 221 мл (168 г) аммиак эрийди. 10°С температурада эса 1 л сувда 900 мл (680 г) аммиак эрийди. Углерод диоксид сувда ёмон эрийди, хамда унинг гидратацияси секин кечади. Лекин эриган гидратланмаган углерод диоксид гидратланмаган эриган аммиак билан осон таъсирлашиб аммоний карбомат хосил килади.

$$CO_{2,г} + 2NH_{3,г} = NH_2COONH_{4,к} + 68{,}3\ кЖ \qquad (5.41)$$

Аммоний карбомат хосил бўлиши аммиак, хамда углерод диоксид ютилиши учун кулай шароит яратади, чунки эритма юзасидаги аммиак ва углерод диоксид босими камаяди. Шунинг учун абсорбция жараёнинг харакатлантирувчи кучини оширши учун намокоб температурасини пасайтириш керак. Намокоб температурасининг ортиши унинг юзасидаги углерод диоксидн босимини оширади, бу эса абсорбция жараёнининг тезлиги ва тўлиқ хажмда боришига салбий таъсир кўрсатади. Шундай килиб углерод диоксидининг ютилиш жараёни билан борадиган кимёвий реакциялар тезлиги оширилади. Шунинг учун хам абсорбернинг **юкори кисмини совутмасдан, унинг температураси максимал юкори даражада** ушлаб турилади.

Углерод диоксиди абсорбцияси аммиак абсорбциясига нисбатан секин кечади. Шунинг учун абсорберга киритилган маълум микдордаги аммиак, хамда углерод диоксидинэритмага юттириши лозим.Бунга керакли температура режими,тарелкалар сони, жараён боскичлари, хамда насадка баландлиги оркали эришилади.

Аммоний карбомат кучсиз кислота, хамда кучли асосдан ташкил топган. Туз сувли эритмада куйидагича гидролизланади:

$$NH_2COONH_{4,к} + H_2O_ж = NH_4HCO_{3,к} + NH_{3,г} - 27{,}6\ кЖ \qquad (5.42)$$

Натижада эриган углерод диоксиди гидратланмаган HCO_3^- холатига ўтади. Карбомат гидролизи секин кечади. Хосил бўлган аммоний бикарбонати, хамда эркин аммиак орасида мувозанат юзага келади.

$$NH_4HCO_{3,к} + NH_{3,г} = (NH_4)_2CO_{3,к} \qquad (5.43)$$

$$NH_4HCO_{3,к} + NH_4OH_{,ж} = (NH_4)_2CO_{3,к} + H_2O_ж \qquad (5.44)$$

Углерод диоксиди ютилиши билан реакция мувозанати NH_4HCO_3 нордон тузи хосил бўладиган томонга силжийди. Карбомат аммоний гидролози хосил бўлиш реакциясига нисбатан секин кечади. Шунинг усун хам углерод диоксидини аммонийланган намокоб эритмаси билан ютилиши эритманинг аммоний карбомат билан нотекис тўйинишига олиб келади. Температура ортиши билан гидролиз тезлиги ортади, хамда карбомат билан тўйиниш даражаси камаяди.

Абсорбция бўлимига аммиак куйидаги газлар таркибида етиб келади:

а) регенерация гази таркибдаги аммиак;

б) карбонизация чикинди гази, таркибида аммиак ва CO_2 бўлади;

с) вакуум фильтрларда келган хаво, таркибида аммиак ва CO_2 бўлади.

д) аммиак омборидан.

Аммонизация - бу мураккаб хемосорбция жараёни, бу жараён қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

а) аммиак абсорбцияси, намокобда яхши эрувчи;

б) углерод диоксиди абсорбцияси, намокобда ёмон эрувчи;

с) эритмадаги кимёвий реакция.

Аммиакнинг асосий оқими 460 кг, 1 т сода учун дистилляция бўлимидан аммонизация бўлимига етиб келади. Бу ерда аммоний хлорид ва углеаммоний тузлари парчаланади. Аммиакнинг бир қисми 75 кг, 1 т сода учун аммонизация бўлимига карбонизация бўлимидан келаётган газ орқали, яна бир қисми эса вакуум - фильтрлардан ҳаво билан қўшилиб келади. Мазкур уч оқим билан келаётган газлар таркибида аммиакдан ташқари углерод диоксид ва сув буғи бўлади. Дистилляция бўлимидаги газлар билан 1 т содага тахминан 260 кг углерод диоксиди ва 140 кг сув буғи етиб келади. Карбонизация гази билан эса 1 тонна содага 70 кг гача углерод диоксид ва 40 кг гача сув буғи етиб келади.

Аммиак ва углерод диоксидининг намокоб билан ютилиши орқали тўрт компонентли системада содир бўлади: NH_3- CO_2-$NaCl$-H_2O. Намокобдаги $NaCl$ концентрацияси амалий доимий бўлишини хисобга оладиган бўлсак, бу системани уч компонентли система NH_3- CO_2 -H_2O деб қараш мумкин.

Газ таркибидаги аммиакнинг босими, эритма юзасидаги аммиак босимидан юқори бўлса, аммиакнинг ютилиш жараёни боради. Аммиакнинг намокобдаги эриши, газ таркибидаги аммиакнинг парциал босими ва температурасига боғлиқ.

Аммиакнинг мувозанатдаги босимини хисоблаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланилади:

$$\lg p^{*}_{NH_3} = -\frac{1750}{T} + n\lg N + C \qquad (5.45)$$

бу ерда: N- эритмадаги титрланган аммиакнинг концентрацияси, н.д.; T- абсолют температура,К; n ва C- коэффициентлар эритмадаги CO_2 миқдорига боғлиқ ҳолда интерполяция усулида аниқланади.

5-16 жадвалда намокоб юзасидаги парциал босимини аниқлаш учун тенгламадаги "n" ва "C" коэффициентларнинг миқдорий қийматлари келтирилган.

Намокобдаги углерод диоксиднинг мавжудлиги эритма юзасидаги аммиакнинг босимини камайтиради. Аммиак сувда яхши эрийди. Абсорбция тезлиги юқори бўлиб, бу кўрсаткич газ юпқа қатламининг диффузион қаршилиги орқали аниқланади.

Углерод диоксиди сувда ёмон эрийди, унинг абсорбция тезлиги кичик ва суюқлик қатламининг диффузион қаршилиги орқали аниқланади.

5-16 жадвал

Тенгламадаги "n" ва "C" коэффициентларнинг миқдорий қийматлари

CO_2 н.д.	0	10	20	30	40	50	60	70	80
n	1,13	1,25	1,38	1,55	1,83	2,15	2,5	2,87	3,3
C	5,67	5,36	5,08	4,73	4,13	3,4	2,65	1,83	0,85

Карбон кислотани аммиак билан бирикиши эритма юзасидаги углерод диоксид босимининг камайишига олиб келади. Бу эса уни ютилишини осонлаштиради, чунки аммонизация жараёнига келаётган углерод диоксид парциал босими билан унинг эритма юзасидаги мувозанат босимлари орасидаги фарқ ошади.

Углерод диоксиднинг аммиак билан таъсирлашиши унинг намокоб билан абсорбцияси каби иссиқлик ажралиши билан боради. Бу эса ўз навбатида намокоб температурасининг ортишига олиб келади. Намокобнинг температураси ортса, углерод диоксиднинг эритма юзасидаги мувозанат босимини кўпайишига олиб келади, натижада углерод диоксидининг ютилиш кўлами ва тезлигининг камайишига олиб келади. Шу билан бир қаторда температура ўсиши билан углерод диоксидининг ютилиши билан кетадиган кимёвий реакция тезлиги ошади.

Аммиакнинг намокобга ютилиши гидротация иссиқлиги ажралиши билан кечади. Бунда намокоб юзасидаги аммиакнинг парциал босими ортади, шунинг учун температура кўтарилиши намокобнинг аммонийланишига салбий таъсир кўрсатади. Бунинг олдини олиш учун эса намокобнинг аммонийланиш жараёнидаги реакция иссиқлигини ажратиб олиш керак.

Юкорида санаб ўтилган барча салбий таъсирларни хисобга олган холда, аммонийлаш жараёнининг оптимал температураси 55...60°С ни ташкил этади.

Углерод диоксидини намокобга яхши ютилиши унинг таркибида аммиак мавжудлигига боғлиқ. Шунинг учун ҳам ютилиш жараёни абсорбернинг бутун хажми бўйлаб бориши керак. Бу эса асосан абсорберни қуйи қисмида температурани мумкин бўлган четаравий қийматларда сақлашни талаб этади. Бунга сабаб, абсорбер пастки қисмига концентрланган аммиак гази дистилляция бўлимидан узатилади.

Аммиак намокобда эриши оқибатида намокоб ҳажми ортади, зичлиги эса камаяди. Амалий ҳисобларга кўра бир бирлик аммиак (1 н.д.) намокобда эритилганда унинг бошлангич ҳажми 0,13% га ортади деб олиш мумкин.

Бу шароитда газ таркибидаги сув буғи миқдори камаяди ва аммонийланган намокобдаги ош тузи концентрацияси ошади.

Дистилляция газларини совитиш оқибатида конденсация хисобига сув ажралади. Натижада намокоб суюқланади, ош тузнинг концентрацияси камаяди. Суюлишни камайтириш учун дан пастга тушиши оқибатида углеаммонийли қаттиқ тузлар хосил бўлади. Маълумки, ушбу тузлар совуткичва труба деворларидачўкиб, тиқилиш ҳолатини юзага келтиради. Аммиак ва углерод диоксид концентрацияси эритма юзасидаги аммиак ва углерод диоксид концентрациясидан ортиб кетганда қаттиқ тузлар хосил бўлади. Аммакнинг намокобдаги концентрацияси қуйидаги нисбатдан ошмаслиги лозим NH_3: NaCl = 1,1...1,15.

Намокобни кальций ва магний тузларидан ёмон тозаланиши натижасида аммонизация жараёнида қўшимча реакциялар кузатилиши мумкин. Масалан, эритмадаги аммиак ва карбонат ангидрид кальций ва магний тузлари билан реакцияга киришиб, уларнинг тузларини хосил қилиши мумкин. Бунда кальций карбонат ва магний гидрооксид чўкмалари хосил бўлади.

$$CaCl_2 + 2NH_3 + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + 2NH_4Cl \qquad (5.46)$$

$$MgSO_4 + 2NH_3 + 2H_2O = Mg(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4 \qquad (5.47)$$

Бу чўкмалар жиҳоз ва труба деворларида хосил бўлади. Намокобни тозалаш бўлимини ёмон ишлаши натижасида чиқиндилар йиғилади ва абсорбция жараёнини ишлаш режими бузилади.

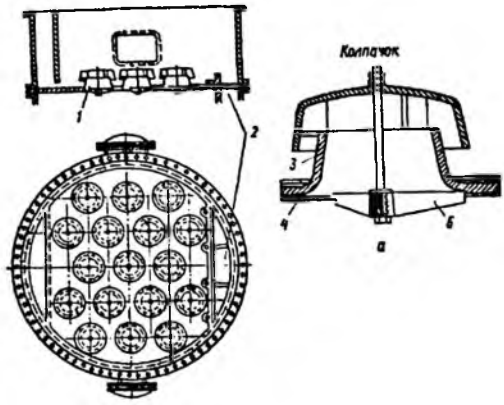
Абсорбция бўлимида барча газ оқимлари аммиакдан санитар тозалашдан ўтади. Абсорбция бўлимининг технологик схемаси, иссиқлик ажратиб олиш методи билан фарқланади. Абсорбция жараёнини фақат газ фазани ёки суюқ фазани совитиш билан олиб бориш мумкин. Шу билан бирга жараённи ҳам суюқ вагаз фазаларни совитиш билан олиб бориш мумкин. Икки фазаларни бирданига совитиш билан борадиган схемаларда совуткичлар абсорбернинг ичида ўрнатилади. Бу эса абсорберда бир вақтнинг ўзида ҳам газ, ҳам суюқликни совитиш имконини беради.

Абсорбция жиҳозлари. Аммиак ва углерод диоксидни ютиш учун барботаж ва скруббер кўринишига эга бўлган жиҳозлар қўлланилади. Аммиакни ютиш учун скруббер жиҳози афзал бўлса, углерод диоксидини ютиш учун эса барботаж жиҳозлари афзал. Углерод диоксиднинг тўлиқ ютилиши учун у билан таъсирлашувчи аммиакнинг бўлиши катта аҳамиятга эга. Шу нуктаи назардан углерод диоксидини абсорбция қилиш учун газ ва суюқлик тўғри оқимдаги скруббер мақбул. Тўғри оқимда углерод диоксиди жиҳознинг юкори қисмидан тубигача аммиакка бойитилган суюқлик билан таъсирлашади. Қарши оқимда эса газ жиҳоздан чиқишда кам аммиакли суюқлик билан таъсирлашади, чунки суюқлик таркибида тўғри оқимга нисбатан аммиак миқдори кам.

5.25-расмда барботаж тарелкаси кўрсатилган.Скрубберларда барботаж жиҳозларига нисбатан гидравлик қаршилик кам. Газ дистиллердан скрубберга юборилганда гидравлик қаршилик 680 мм сим.уст. ва барботаж жиҳози оркали ўтганда эса 845 мм сим.уст.ни ташкил этади. Шунинг учун газ дистилляция гази совиткичидан сўнг скруббердан ўтган газ юкори босимга 800-840 мм.сим. уст.га эга бўлганлигиучун углеаммоний тузи конденсация бўлимида 30°С гача совитиш мумкин. Шу сабабли скрубберлар қўлланилишининг ижобий жиҳатлари мавжуд. Лекин скрубберлар амалда ишончсизроқ бўлиб, ишлаш баркарорлиги паст, ҳамда насадкаларда ортикча чўкиндилар йиғилиб колганда тозалаш мураккаб. Шунинг учун ҳам газни суюкликка қарши ҳайдаб барботаж типидаги жиҳозлардан фойдаланилади. Суюқлик гидрозатвор хосил килувчи сифон оркали турли босимда ишлаётган жиҳозлардан ўтади.

Барботажли абсорберда унинг асосий детали қалпокли тарелка ҳисобланади. Барботаж тарелкалари бирининг устига иккинчиси қўйилган царгаининг фланецлари орасига жойлаштирилган

болтлар билан котирилган колонна типидаги жиҳоздир. Ҳар бир тарелкада ишлаш давомида суюқлик катлами мавжуд бўлиб суюқликнинг баландлиги тубда жойлашган қуйилувчи труба 2 орқали назорат қилинади. Қуйилувчи трубанинг пастки қисми кейинги тарелкадаги суюқликка тушиб туради, натижада гидрозатвор ҳосил бўлиб, у ўз навбатида қуйилувчи труба орқали газ ўтиб кетиш олдини олади.



5.25-расм. Барботаж тарелкали қурилма:
1- қалпоқча; 2- қуйилиш трубаси; 3- бўйин; 4- туби; 5- қисқич.

Газ тарелкаларининг бўйин қисмидан ўтиб бош қисмига келиб тушади, бош қисмининг чет қисмлари суюқликка ботирилган ва суюқлик орқали барботажланади, ҳамда у билан ҳар бир тарелкада таъсирлашади.

Газ босқичма-босқич арелкаларга кўтарилади. Таркибидаги суюқликка ютиладиган аммиак ва углерод диоксиди камайиб боради. Намокоб эса ҳар бир тарелкадан пастга ҳаракатланади ва газ фазадаги компонентлар билан бойиб боради. Газ суюқликдан ўтиш даврида кўпик катлами, яъни катта ҳажмда майда кўпиклар мажмуаси ҳосил бўлади. Бунинг натижасида газ ва суюқликлар орасида катта тўқнашиш юзаси барпо бўлади ва у эса масса алмашиниш юзаси деб номланади.

Абсорбция жараёни масса алмашинишнинг асосий қонунига таянади, бунга биноан бир фазадан бошқа фазага берилаётган модда миқдори қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$G = K \cdot F \cdot \Delta P \cdot \tau$$

бу ерда: *F*- масса алмашиш юзаси; *ΔP*-ютилаётган компонентнинг эритма устидаги мувозанат нисбатан босими билан газ фазадаги парциал босимлар орасидаги фарқ; *K*- масса алмашиниш коэффициенти.

Тенгламадан кўриниб турибдики, масса алмашиниш юзаси қанчалик катта бўлса, абсорбция жараёни ҳам шунчалик интенсив боради. Абсорбция бўлимида барча барботаж жиҳозлар бир хил диаметрга эга, яъни 2,8 м. Охирги вақтда аммиак ва углерод диоксидни ютиш учун труба панжарали, ҳамда панжарали контакт элементлари қўлланилмоқда (5.26-расм).

Янги қарама-қарши оқимли абсорбер вертикал цилиндрик кўринишига эга жиҳоз бўлиб, тақсимловчи мослама 1, қарши оқимли панжарали тарелка 2, қарши оқимли труба панжарали тарелка 3 ва қайта тақсимловчи тарелка 4 билан жиҳозланган. Абсорбер алоҳида царгалардан иборат, бу царгалар СЧ 24-44 марка девор қалинлиги 30-44 мм дан иборат чўяндан ясалади. Уларнинг баландлиги қарши оқимли труба панжарали тарелкалар қалинлигини ҳисобга олганда 950 мм га тенг, қарши оқимли панжарали тарелкалар ўрнатилган царга баландлиги - 900 мм.

Қарши оқимли панжарали тарелкалар титандан тайёрланади ва секциялардан иборат. Ҳар бир секция ўтказувчи тиркишлардан ташкил топган. Ўлчами 110х15 мм бўлган панжаралар контакт элементларини эркин ўтишини таъминлайди.5-17 жадвалда барботаж ва труба панжарали абсорберларнинг солиштирма тавсифи келтирилган.

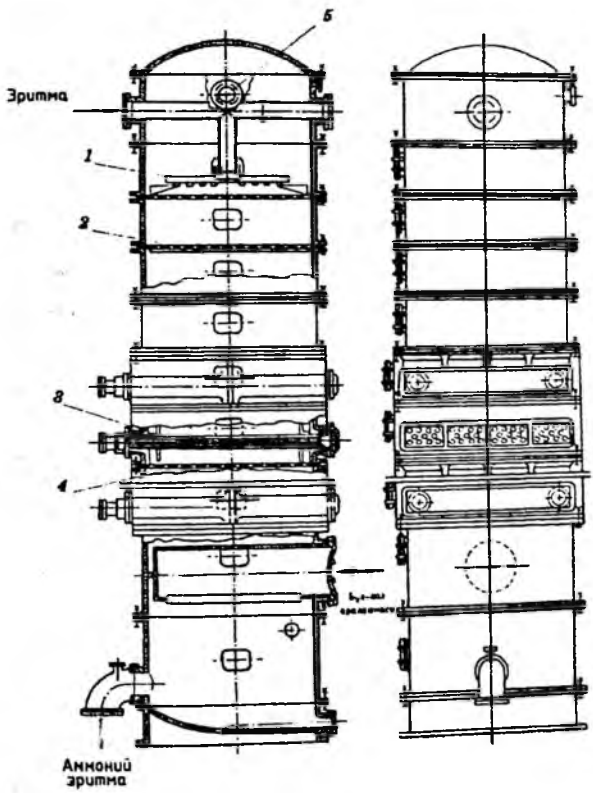
5-17 жадвал

Кўрсаткич	Барботажли абсорбер	Қарши оқимли абсорбер

	АБ-1	АБ-2	хаммаси	
Куввати, т/сут	600	600	600	900
Диаметр, м	2,8	2,8	2,8	2,8
Баландлиги, м	6,96	13,73	20,7	19,8
Масса, т	38,5	102,4	140,9	95
Солиштирма нархи, %	-	-	100	90

Абсорберларнинг солиштирма тавсифи. Карши оқимли труба панжарали тарелка тўртта уч мавжуд. Улар бир томондан труба панжараларга 7 маҳкамланган, иккинчи томондан пайвандланган, ечиш мумкин бўлган қопқоқли қутиларга маҳкамланган. Бу қути ёпқич ва трубалари титандан тайёрланган. Иссиқлик алмашиниш секциялари ён томондаги фланецли цапфа 3 га нисбатан горизонтал, жиҳоз ўқига перпендикуляр жойлашган фланецли қутилар тарафдаги оғиз чўян қопқоқлар 6 билан ёпилади, трубали панжаралар тарафдан эса углеродли пўлатдан тайёрланган ич ки тўсиқли сувнинг йўналишини ўзгартиришга хизмат қилувчи элемент билан жиҳозланган қопқоқ 2 билан ёпилади. Иссиқлик тарқатиш труба панжарали тарелкаларда рўй беради. Совитувчи сув оқими тоқ цапфаларга 6 та оқим кўринишида узатилади ва жуфт цапфалардан чиқарилади. Юқоридан пастга навбат билан икки тарелкадан ўтади.

5.27-расмда труба панжарали контакт элементлари кўрсатилган.



5.26-расм. Труба-панжаралиабсорбер.

1-тақсимловчи қурилма, 2-панжарали тарелка, 3-карши оқимли труба панжарали контакт элементи, 4-қайта тақсимловчи мослама, 5-бут-газ аралашма чиқишиту цери

Карши оқимли труба панжарали контакт элементлари оддий қалпоқли тарелкалар ва трубали совуткичларга нисбатан самарали. Жараённинг интенсивлигига қуйидагилар орқали эришилади:

-фазалар контакт юзасини ошириш (масса алмашиниши ва оқим тезлигини ошириш ҳисобига турбилизацияни таъминлаш);

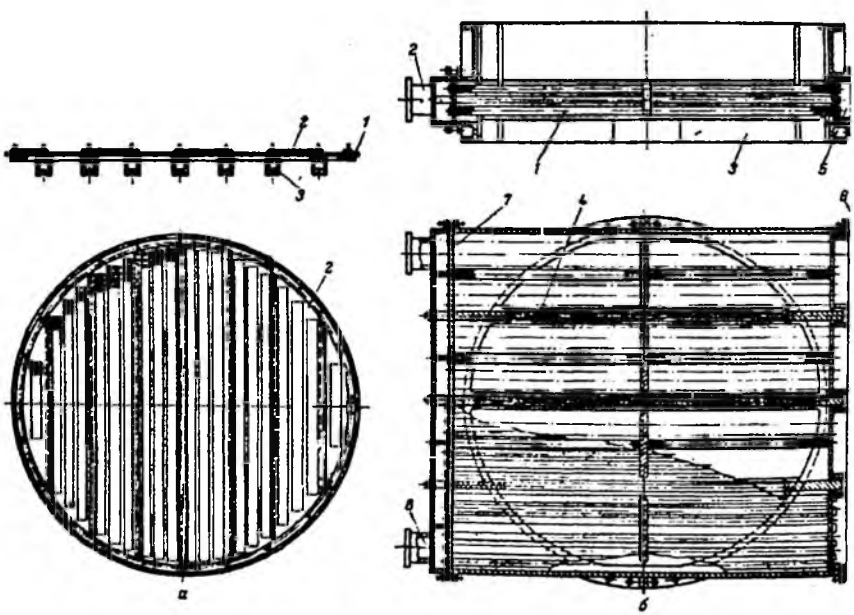
-газ суюқ фазалар контактлашув зонасидан иссиқликни интенсив чиқариб ташлаш, натижада эритма юзасида ютилаётган моддаларнинг мувозанат босимининг пасайишига эришиш;

-бундан ташқари труба панжара тарелкалар суюқликка газни юттиришда кенг кўламда фойдаланилади.

Абсорбция гази ва фильтр хавосини ювгич тўрт барботажли тарелка ва олти цргдан иборат. 2-газ ювиш колоннаси 6 та барботажли тарелка ва 8 та царгадан иборат. Биринчи абсорбер (АБ-1) 5 та барботажли тарелка ва 7 та царга. АБ-2 эса 3 та барботажли тарелка ва 7 та чўян царгадан иборат. Юкориги царга АБ-1 учун днишче вазифасини бажаради. Бу АБ-2 га суюкликни эркин оқишини таъминлаш учун босим (напор) ҳосил қилади, бир вақтда аммонийлашган намокобни совутқичини гидравлик қаршилигини йўқотади.

Бир вақтда абсорбция ва хосил бўладиган иссикликни олувчи АБ-2лар мавжуд. У умумий баландлиги 12 м бўлган 7 та царгадан иборат. 5-ўрта царга совуткич вазифасини бажаради. Царгаларнинг хар бири карама-карши тарафида труба панжара бириктирилган тўғри тўртбурчакли фланецли деразалар бор. Труба панжара оқиб ўтувчи камера ҳосил қилувчи қопқоқ билан ёпилади.

Улар оркали трубаларга совитувчи сув киради. Труба орасидан пастдан юкорига газ ҳаракатланади. Труба сиртидан АБ-1дан келаётган намокоб оқиб тушади. Дистилляция газини совитувчи 7 царгадан бўлиб, уларнинг 5 таси АБ-2 сингари совутувчи труба билан жиҳозланган. Совутилувчи газ трубалар орасидан юқоридан пастга ҳаракатланади. Совитувчи сув газга тескари оқимда ҳаракатланади.



5.27-расм. Труба панжарали карши оқимли контакт элементи.

а-панжарали тарелка: 1-таянч айлана, 2-тарелкшинг бўшатилувчи қисми, 3-таянч балка. б-труба панжарали карши оқимли тарелка: 1- иссиқлик алмашгич секцияси, 2-пўлат қалпоқли, 3-царга, 4-ўрнатирувчи, 5-оқимли кути, 6-чўян қалпоқ, 7-панжарали труба, 8-сув кириш ёки чикиш учун штуцер.

АБ-1 жихозларини коррозиядан сақлаш учун уларга 1 т содага 1кг 62% ли натрий сульфиди миқдорига қўшилади. Сув билан натрий сульфиди таъсирлашиши натижасида гидролиз жараёни кечади, чунки у кучли асос ва кучсиз кислотадан ташкил топган туз.

$$Na_2S + 2H_2O = H_2S + 2NaOH \qquad (5.48)$$

Гидролиз натижасида ажралган водород сульфид чўян ва пўлат жихозларининг ички қисми билан таъсирлашиб темир сульфид химоя қобиғини хосил қилади. Натрий сульфид ўрнига аммоний сульфид қўлланилса ҳам бўлади.

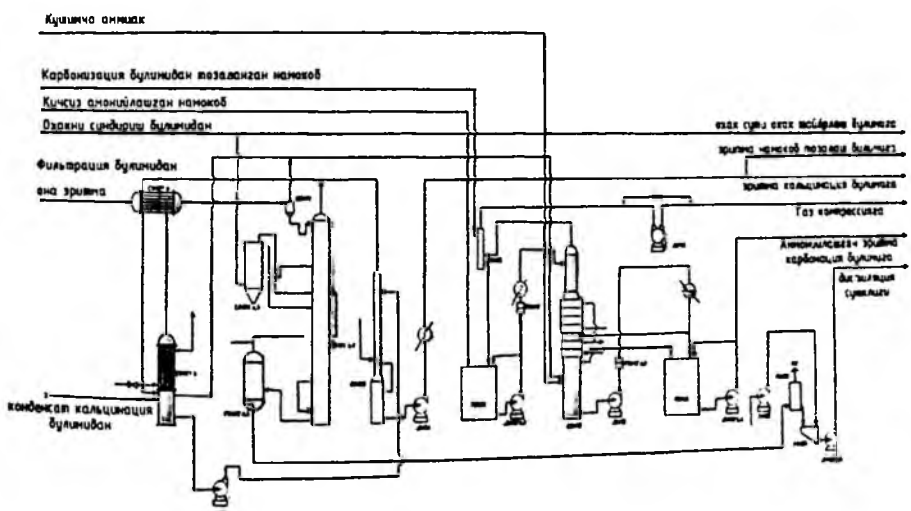
Кўнғирот сода заводи абсорбция бўлимининг технологик схемаси. 5.28-расмда аммиакни тозаланган намокоб билан абсорбциялаш бўлимининг технологик схемаси кўрсатилган.

Тозаланган намокоб намокоб тозалаш бўлимидан абсорбция чиқинди газининг таркибидаги аммиакни чиқинди газни ювгич Е0412 жихозида ютади. Бу жихоз абсорбция газини ювувчи (АГЮ) деб номланади. Сўнгра енгил аммонийланган намокоб танки F0413 га етиб келади. У ерга С0302 регенератордан ҳам енгил аммонийланган намокоб келади. Енгил аммонийланган намокоб аралашмаси F0418 танкидан J0412a/б насос билан F0418a/б фильтр ва С0412 совуткич орқали Е0411 абсорберга аммиакни абсорбциялаш учун юборилади.

Совуткич С0412 пластинали иссиқлик алмашиниш юзалари кистирмалар билан ажратилган. Пластинкалар маълум кетма-кетликда иссиқлик алмашиниш курилмаси каркасига стерженлар билан махкамланган.

Абсорбер-вертикал колонна баландлиги 23,681 м бўлиб, 21 та чўян царгалардан иборат. Аммиак ютилиши 7-царгадан бошланиб, 17-царгагача давом этади. Абсорбернинг қуйи қисми аммонийланган намокоб учун катта аҳамиятга эга бўлиб, диаметри 2,5 м, ўрта қисмида 6 та кобик трубали совуткичлардан иборат ва айланма сув билан совутилади.

Юкори қисмининг диаметри 1,8 м ва 5 та битта калпокли тарелкалардан таркиб топган бўлиб, абсорбернинг барботаж қисми ҳисобланади. У ерда аммиак ва углерод диоксиднинг намокобга ютилиши кузатилади. Абсорбция бўлимидан намокоб фильтр 0499a/b ва совуткич С0411a/b орқали 0413a/б насосга ёрдамида эса аммонийланган намокоб танкига F0416 a/b узатилади. пластинкали иссиқлик алмашгич юзаси 35 м^2. Танкдан намокоб насослар J0414a/b орқали карбонизация бўлимидаги бошланғичкарбонизация колоннаси Е0301d га узатилади.



5.28-расм. КС3даги абсорбция бўлимининг технологик схемаси

Абсорбердан чиқаётган чиқинди газлар АГЮ Е0412 га узатилади. У ерда қолдиқ аммиак ажратилади. Ювгичда газни ажратиш тозаланган намокоб орқали амалга оширилади. J0415a/б насос орқали газ компрессия бўлимига тортиб олинади. Чиқинди газ ювгичдан чиққан суюқ аммонийланган намокоб абсорберга узатилади. Жараён давомида йўқотилган аммиак Е0411 абсорберни қуйи қисмига завод тармоғи орқали етказиб тўлдирилади. Газсимон аммиак сарфи масофадан туриб пневматик клапан орқали ушлаб турилади. Суюқ аммонийланган намокоб С0411a/b совуткичлари айланма сув билан совутилади. Енгил аммонийлашган намокоб С0412, аммонийланган намокоб С0411a/b совуткичлари эритмаси билан ювиш назарда тутилади. 20-23% (масс.) концентрацияли хлорид кислотанинг суюлтирилган эритмаси F0417 ювиш

кислотали учун идишга юкланади.Бу ерга суюлтириш учун айланма сув трубаси ўтказилган. Идишда 5-7% концентрацияли хлорид кислотанинг эритмаси тайёрланади ва у J0402 насос билан совуткич C0411, C0412, C0402 ларни, шунингдек C0401b иссиклик алмашиниш курилмасининг трубалар орасини, E0411 абсорберни сув баки ва абсорбернинг ички кисмлари ювишга юборилади. Ишлатилган ювинди хлорид кислота эритмаси F0417 га кайтиб келади, бу ердан шлам йиғгичга юборилади. Дистилляциядан келаётган газ температураси муҳим аҳамиятга эга. Дистилляция гази совуткичдан сўнг 60...65°C атрофида бўлиши керак. Газни мазкур температурадан паст температурагача совитиш хавфли, чунки углеаммоний тузлар хосил бўлиши мумкин. Натижада труба трубаларига шикаст етиши мумкин. Совуткичдан сўнг температурани кўтариш тавсия этилмайди, чунки ушбу газлар таркибидаги сув буғлари миқдори юқори бўлади. Конденсация жараёни намокобнинг суюлиб кетишива температуранингпасайишига сабаб бўлиши мумкин. Дистилляция бўлимидан келаётган аммиак билан намокоб узатиш миқдорини мос равишда бўлишини назорат килиш керак. Аммонийлашган намокоб йиғувчи курилмада суюклик хажмини кузатиб бориш керак. Дистилляция, аммонизация, карбонизация бўлимларини нормал ишлаётган бўлса, кираётган ва чиқаётган намокоб миқдори баробар бўлиши керак.

5.6. Аммонийлашган намокоб карбонизацияси

Намокобни аммонийлашнинг физик ва кимёвий асослари. Умуман, карбонизация жараёнида - углерод диоксидини (CO_2) аммонийлаштирилган намокобга абсорбцияси ва натижада хосил бўлган натрий бикарбонат чўкади, жараён қуйидагича реакцияда кетади:

$$NaCl + CO_2 + NH_3 + H_2O = NaHCO_3 + NH_4Cl \qquad (5.49)$$

Абсорбцияланган углерод диоксиди миқдори системанинг карбонизацияланиш даражаси (R_c) билан характерланади. Карбонизацияланиш даражаси (R_c) қаттиқ ва суюқ фазадаги жами ютилган углерод икки оксидини (CO_2) суюқ фазадаги жами аммиакка нисбатан аниқланади($NH_{3умум}$):

$$R_c = \frac{CO_{2умум.}}{NH_{3умум.}} \qquad (5.50)$$

$NaHCO_3$ га эквивалент қаттиқ фазадаги CO_2, миқдори чўкмадаги $NaHCO_3$ га мувофиқ келувчи NH_4Cl эритмадаги боғланган миқдори бўйича аниқланади.

Боғланган NH_3 миқдори тўғри титр ва умумий аммиак фарқидан ҳисобланади:

$$R_c = \frac{CO_{2қаттиқ} + 2(NH_{3боғл.})}{NH_{3умум.}} \cdot 100\% \qquad (5.51)$$

бу ерда: $CO_{2умум}$ - қаттиқ фазадаги билан умумий ютилган CO_2 миқдори, н.д.; $CO_{2боғл}$ - эритмадаги боғланган CO_2 концентрацияси, н.д.; $NH_{3боғл}$ -эритмадаги боғланган аммиак концентрацияси, н.д.; $NH_{3умум}$- эритмадаги умумий аммиак концентрацияси, н.д.

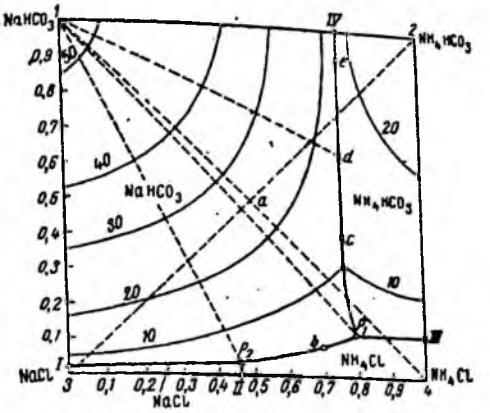
Углерод икки оксиди шунинг учун NH_4Cl кўринишида боғланган аммиак CO_2 га мос келганда аммиак миқдори икки маротаба кўпайган. Агар R_c = 200% бўлганда 1 н.д. аммиак 2 н.д. учун барча тизимдаги CO_2тўғри келади, бикарбонат кўринишида мавжуд бўлади:

$$NaCl + NH_4HCO_3 = NaHCO_3 + NH_4Cl$$

Ишлаб чиқариш шароитида карбонизация даражаси 187-193% бўлади.

Натрийнинг ишлатилиш даражаси қуйидагича аниқланади:

$$U_{Na} = (NH_{3боғ.})/(Cl^-)_{умум} \quad \text{ёки} \quad U_{Na} = (NaHCO_{3умум})/NaCl \qquad (5.52)$$



5.29- расм. NaCl-NH_4Cl-NH_4HCO_3-$NaHCO_3$-H_2O тизимининг эрувчанлик диаграммаси.

I, II,III, IV-эритма иккита туз билан тўйинганлаги система фигуратив нуқталари.
P_1, P_2-эритма учта туз билан тўйинганлаги система фигуратив нуқталари.
О - эритмада дастлабки тузларнинг эквивалент миқдорига мувофик келади.

Бу тўрткомпонентли системанинг эрувчанлигини карбонизацияга 1 кг/см^2 босимда CO_2 бериб, П.П.Федотьев томонидан ўрганилган. Ушбу шароитда R_c= 200% га ета олмайди. Федотьев 0-30^{0}С температура оралиғида барқарор жуфтлик NH_4Cl ва NH_4HCO_3 эканини аниклади. Бу шуни кўрсатадики, ўрганилган температура оралиғида $NaCl$ ва NH_4HCO_3 биргаликда каттик фазада бўла олмайди, барқарор NH_4Cl ва $NaHCO_3$га айланади.

Шундай қилиб, бу реакцияда иштирок этувчи тўрт туздан каттик фазада бир вактда икки барқарор туз ва битта барқарор туздан иборат учта барқарор туз бўлиши мумкин, яъни:

$$NaHCO_3 - NH_4Cl - NH_4HCO_3$$

ёки

$$NaHCO_3 - NH_4Cl - NaCl \qquad (5.53)$$

Тўрт компонентли система мувозанатини график ҳисобини 5.29-расмдаги квадрат диаграммада олиб бориш қулай.

P_1нуқтадаги эритма таркиби $NaHCO_3$ - NH_4Cl-$NaCl$ тузлардан, чўкма эса NH_4HCO_3-$NaHCO_3$-NH_4Cl тузларидан иборат. Бу нукта инконгруэнт тўйинган. P_2 нукта эса тўйинган, чунки эритма билан чўкма таркиби бир хил.

Диаграмма диагоналларида жойлашган фигуратив нуқталарнинг кўп кисми $NaHCO_3$ тўйинган эритма соҳасида жойлашган. Шунинг учун дастлабки тузлар таъсирлашса, чўкмага $NaHCO_3$ тушади. Шунда эритма таркиби $NaHCO_3$ дан чиккан нур бўйича эритма $NaHCO_3$ $NaHCO_3$ тушади. Шунда эритма таркиби $NaHCO_3$ дан чиккан нур бўйича эритма $NaHCO_3$ кристаллари билан мувозанатда бўлган изогидратлар сетка линияларини кесиб ўтгунча давом эттирилади.

$NaHCO_3$ чиққан нур системадаги сув миқдори ва дастлабки система таркибига ("с", "а" ва "b") боғлиқ ҳолда, P_1, P_2 нуқталарини ёки IV - P_1 эгри чизикни кесиб ўтгунча давом эттириш мумкин.

Охирги P_1, P_2 нуқталарини ёки IV - P_1 эгри чизикни кесиб ўтгандаги каттик фазанинг таркиби чегара эгри чизигидаги кесиб ўтиш нуқтаси таркибида билан характерланади.

Икки даврда ҳам кристалларнинг шакли ва ўлчами кристалланиш жараёнинг тезлигига боғлиқ. Кристалланишнингбошланғич даврида қанча кам кристалл ҳосил бўлса, охирида шунча кўп ҳосил бўлади ва уларнинг ўлчами шунча кичик бўлади. Шунинг учун йирик кристалл олиш учун кристалланишнинг бошланғич даврида шундай шароит яратиш керакки, ҳосил бўлувчи кристаллар маркази чегараланган бўлсин.

Сода ишлаб чиқаришда метастабил индуктив давр 10 минутни ташкил этади. Кристал ҳосил бўладиган ўсувчи марказларнинг сонини камайтириш керак. Кристалланиш тезлик доимийси ($K_к$) температура кўтарилиша билан ошади. Жараённи ҳаракатлантирувчи куч (ΔC) температура кўтарилиши билан камаяди. Аммо умуман температура кўтарилиши билан кристаллизация тезлиги

камаяди. Масалан, 20°С да $NHCO_3$ кристалланиш карбонизация даражаси R=122% ва ўта тўйиниш 29 н.д. атрофида бўлганда бошланади. 40°Сда эса кристалланишнинг бошланиши карбонизация даражаси R_c =106% ва ўта тўйиниш 13 н.д. бўлганда бошланади. Шундай қилиб температура 20 дан 40°Сга кўтарилиши ўта тўйинишни 2,2 марта камайтиради, кристалланиш доимийси эса 1,4 марта ошади.

CO_2 нинг ютилиш тезлиги учунқулай шароит 50°С атрофида, аммо ишлаб чиқаришда бу зонада кристаллар сифатига қўйилган талабни инобатга олиб, 60...65°С гача оширилади. Суспензиянинг колоннадан чиқишдаги карбонизация даражаси 18...190%. Бунда карбонизация даражасига эга бўлган суспензиянинг колоннадан чиқишдаги қулай температураси 20°С.

Аммо карбонизация натрийнинг сифатли кристаллини олиш учун суспензиянинг колоннадан чиқишдаги температураси 25...30°С бўлиши керак. Колоннадаги температурани ошириш учун реакция температураси етарли. Карбонизация колоннасининг юқори қисмидаги температура кучсиз газ бериш ҳисобига камайтирилади, чунки бу ҳолда кам иссиқлик ажралади. Индукция даври тугагач, ҳосил бўлган кристални яна ўсишини таъминлаш учун кристаллизация тезлигини ошириш учун температурани пасайтириш керак. Эритма температурасини пасайтириш ва карбонизация қилиш тўйинишни сақлайди. Аммо бикарбонат натрий чўкмага тушиши билан эритмадаги натрий ионлари концентрацияси тушади, тўйиниш камаяди ва карбонизация колоннадан чиқишда нольга яқинлашади. Температура тез пасайса, тўйиниш катта даражада ошади. Углерод диоксид абсорбция тезлиги қанча катта бўлса, тўйиниш ҳам шунча даражада тез ўсади.

Тўйиниш тез ошиши ҳисобига янги ўсувчи кристаллар ҳосил бўлишини олдини олиш учун тез совиш ва CO_2 концентрациясининг ўсишини чегаралаш керак.

$NaHCO_3$ кристалланиш жараёнида кристалларни қисқа цилиндр (бочка) шаклида тўғри ўсиши учун эритмалар секинлик билан бир текис совутилади. Бикарбонатни тўлиқроқ ажратиш учун эритма карбонизация колоннадан чиқиш олдида мумкин қадар паст температурада бўлиши керак.

Аммо кучли совитиш бир вақтда NH_4Cl ни ҳам кристаллга тушишига олиб келади. қулай температура 25-30°С.

Концентрланган углерод диоксиди ҳаракатлантирувчи кучни (ΔC) ошириш учун колоннанинг қуйи қисмидан берилади. Карбонизация жараёнида колонна ички юзаси секинлик билан бикарбонат натрий қатламлари билан ёпилиб (тўлиб) боради. Кристалл чўкиндилари қаттиқ силлиқ юзага бевосита тегувчи суюқ қатламни ҳаракатини секинлаштиради.

Совутувчи юза ва колоннанинг ташқи девори температураси суюқликни умумий массаси температурадан анча кам бўлади. Бу эритманинг тўйиниш даражасини оширади ва бевосита колоннанинг қаттиқ юзасида кристалланиш тезлигини оширади. Юзага ўтирган кристаллар кейинги бикарбонат натрий кристаллари массасининг чўкишини енгиллаштиради. Чўкма қатлами ошиб боради, газ ва суюқликнинг ўтиши учун эркин қирқим юзаси камаяди. Колоннанинг нормал иш режими бузилади.

Чўкма тушган жойларда газнинг чизиқли тезлиги ортади ва суюқликнинг колоннада юқоридан пастга тушишига қаршилик кўрсата бошлайди. Чўкма кўп бўлганда тиқилган қисмлар (соҳалар) орқали суюқлик ўтмаслиги мумкин. Бу соҳадан пастда суспензия ўлчаш идишига кетади. Натижада колоннадаги суюқлик юзасининг қаршилиги камаяди, колоннага кирадиган газ босими камаяди, газ ўлчаш идишида туриб қолади. Шунинг учун уни даврий равишда ювиб туриши керак, яъни колоннани труба ва деворларда ҳосил бўлган битта колоннада 4...6т гача борадиган кристалл массасидан тозалаш керак.

Колоннани ювишдан яна бир мақсад совитиш юзасидаги бикарбонат кристалл чўкмалари уларни иссиқлик ўтказувчанлигини камайтиради, натижада иссиқлик алмашиниш юзаси орқали умумий иссиқлик узатиш доимийси камаяди. Аммо темир юзасини углерод диоксид коррозияга учрамаслиги ва ҳосил бўладиган темир оксиди содани ифлослантирмаслиги учун чўкма қатлами тўлиқ ювилмайди. Колонна, абсорбция бўлимидан келадиган, таркибида эркин аммиак бўлган, аммонийлашган намокоб биан ювилади:

$$2NaHCO_{3(\text{қаттиқ})} + 2NH_4OH_{(\text{эритма})} = Na_2CO_{3(\text{эритма})} + (NH_4)_2CO_{3(\text{эритма})} + 2H_2O \qquad (5.54)$$

Ювишда ҳосил бўладиган натрий карбонат юқори эриш хусусиятига эга бўлади. Ювиш 16-20 соат давом этади, оралиғи 3...4 кун.

Жараён узлуксизлигини таъминлаш учун параллел ишлайдиган бир неча колонна ўрнатилади, ундан 3таси ишласа, биттаси ювилади. Суюқликяхши аралашиши ва чўкма тез эриши учун

ювилаётган карбонизацион колоннага таркибида 35...40% (КСЗ да эса 28-30%) углерод диоксиди бўлган кучсиз газ берилади. Шундай қилиб, ювиш аммонийлашган намокобни дастлабки карбонизация билан бирга олиборилади.

Аммонийлашган намокобни дастлабки карбонизация қилиш, охактош ўтхонасидан чўктириш колоннасига бериладиган газ улушини камайтиради ва бу колоннага бериладиган газдаги CO_2нинг ўртача концентрациясини оширади.

CO_2 концентрациясининг ортиши карбонизация жараёнида натрийни ишлатиш даражасини оширади ва чўктириш колоннасининг унумдорлигиникўпайтиради. Агар чўктириш колоннасининг температураси ортса, аммиакнинг йўқотилиши камаяди. Дастлабки карбонизацияда эритмага CO_2нинг юттириш даражаси эритманинг $NaHCO_3$ билан тўйиниши чегараланади, яъни суюқлиқни чўктириш колоннасига беришдан олдин $NaHCO_3$ нинг кристалланиши бошланмаслиги керак. Карбонизация даражасининг критик нуқтаси 82%.

Замонавий технологик схемаларда қўшимча чуқурроқ карбонизация биринчи колонна газини ювгичда ($К_1Г_{ю}$-1) амалга оширилади. Бу ерда дастлабки карбонизацион колоннадан чиққан эритма чўктириш колоннасидан чиққан газ таркибидаги CO_2 ни ютади. ($ДК_1К_2$ да $CO_2$60 н.д., $К_2Г_{ю}$-1 да 65-72 н.д.).

$К_1Г_{ю}$-1 ни бўлиши углерод диоксидини фойдаланиш даражасини йўқотмаган ҳолда, чўктириш колоннасидан чикадиган газ таркибида CO_2 концентрациясини юкори тутиш имконини беради. Чўктириш карбонизацион колоннадан чикаётган газ таркибидаги углерод диоксидининг концентрациясини ортиши, колоннанинг юкорисида CO_2нинг ютилишини таъминлайди, $NaHCO_3$ нинг кристалланишини тезлаштиради, ҳамда чўктириш колоннасидаги кристаллизация зонаси кенгаяди. $NaHCO_3$ кристалларининг сифатини саклаган холда колонна унумдорлигини оширади. Карбонизация даражаси карбонизацияга узатиладиган газ таркибидаги углерод диоксиди концентрациясига боғлиқ. Газ таркибидаги CO_2 нинг ўртача миқдори канча юкори бўлса, карбонизацион колонна унумдорлиги шунча юкори бўлади, яъни карбонизация қилинадиган эритмадан ўтувчи газ ҳажми шунча кам бўлади. Бу эса аммиак пуфланиши (йўқотилиши) кам ва газ узатиш учун кам энергия сарфланишини таъминлайди.

Кунғирот сода заводидаги аммонийланган намокобни карбонизациялаш бўлимининг технологик схемаси. 5.30-расмда аммонийлашган намокобни карбонизациялаш бўлимининг технологик схемаси кўрсатилган. Абсорбция бўлимида тайёрланган намокоб углерод диоксиди билан тўйинтириб натрий бикарбонат олиш учун бикарбонат бўлимига юборилади. Аммонийланган намокобни карбонизациялаш уч боскичда олиб борилади:

- биринчи боскич дастлабки карбонизация колоннасида E0301d;
- иккинчи боскич регенерация колоннасида E0302;
- учинчи боскич чўктириш колоннасида E0301a,b,c.

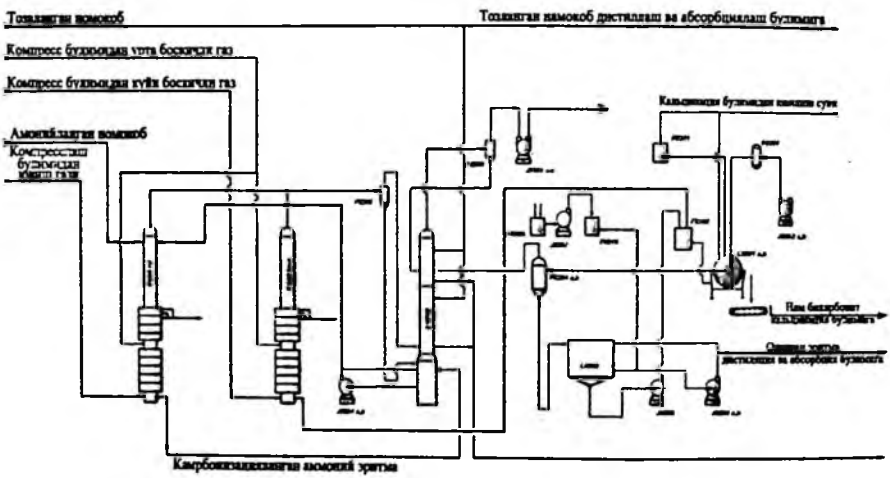
Аммонийланган намокобни карбонизация қилишда карбонизацион колонна деворлари ва совуткич трубаларида натрий бикарбонатнинг қисман чўкиши сабабли газ ва бикарбонат суспензиясини эркин ўтиш қирқимлари кичрайиб боради ва карбонизацион колоннанинг ишлаш ёмонлашади, чунки унумдорлик камаяди. Трубалар оркали иссиклик ўтказиш коэффициенти камаяди. Чўктириш колонналари ҳар 48 соат ишлагач бикарбонат катламларини эритувчи янги аммонийланган намокоб бериш билан дастлабки карбонизация режимига ўтказилади. 4 та карбонизацион колоннадан (E0301a-d) бири 16 соат давомида дастлабки карбонизация режимида ишлайди.

Таркибида ош тузи 22,98% дан, углерод диоксиди 3,3% дан кўп, аммонийлашган намокоб абсорбциядан умумий колонналарга (труба) берилади. Умумий трубадан керакли миқдордаги намокоб дастлабки карбонизация колоннасининг юкори қисмидан берилади. Бу колонна аммонийлашган намокобни углерод диоксиди билан қисман тўйинтириш ва намокобни асосий карбонизация жараёнига тайёрлашдан иборат. Шунингдек бу колонна чўктирувчи карбонизацион колонна сифатида ишлаётган даврда чўккан натрий бикарбонат катламлари эрийди. Бу колонна E0301d пастки қисмида компрессия бўлимининг умумий трубасидан таркибида 40% (CO_2) кам бўлмаган ювиш гази берилади (КСЗда ювиш гази таркибида 28-30% CO_2 бўлади). Аммонийлашган намокоб колоннадан ўтиш давомида газ таркибидаги углерод диоксидини ютади, натижада эритмадаги CO_2 миқдори 5,3% гача ошади. CO_2ютилишида иссиклик ажралиши ҳисобига эритма температураси кўтарилади. Намокобдан аммиакни бўгланишини камайтириш учун дастлабки карбонизаторда суюқликни айланма сув билан совитиш назарда тутилган. Эритма E0301d дастлабки карбонизацион колоннасидан чиқишда 63...110°С температурада бўлади. Колоннадан чиқувчи суюқлик температураси колонна совитиш зоналарида бериладиган айланма сувни автоматик

бошқариш орқали ростланади. Сўнг суюқлик пастки қисмдан E0301d карбонизация колоннасидан чиқадиган газ бериладиган E0302 регенерация колоннасига узатилади.

Таркибида 2,41% углерод диоксиди бўлган E0301d дастлабки карбонизатордан E0302 регенерация колоннасининг сепаратори орқали ўтади. Шу ерга учта қурилмадан чиқадиган газ E0301a,b,c карбонизация колонналаридан чиққан, таркибида 9,94% CO_2 бўлган газ ҳам келади. Бу ерда карбонизациянинг иккинчи босқичи кетади ва суюқлик таркибидаги CO_2 миқдори 5,3%га этади. Регенерация колоннаси бирлаштирилган уч жиҳоздан иборат. Баландлиги - 26,915 м, диаметри - 2,0 м. Колонна дастлабки карбонизацияланган намокобни йиғувчи бакка ўрнатилган. Колоннанинг ўрта қисми карбонизацияга мўлжалланган. Ювиш битта қия қалпоқли, қуйилиш мосламали олтита тарелкада олиб борилади.

Карбонизация гази жиҳознинг пастки қисмидан берилади ва тозаланган аммонийлашган намокобга қарама-қарши, ҳар бир тарелканинг қалпоғи орқали ўтиб юқорига ҳаракатланади. Ювилган газ элаксимон қайтаргич орқали чиқарилади. Колоннанинг тепасида $K_nГ10$ даги тарелкага ўхшаш учта тарелкадан иборат фильтр ҳавосини ювгич (ФҲЮ) ўрнатилган. Фильтр гази пастдан юқорига ҳаракатланади, тозаланган намокоб билан ювилади ва тепадаги штуцердан чиқарилади. Жараённи кузатиб туриш учун жиҳознинг барча қисмларига кузатиш ойналари ўрнатилган.



5.30-расм. Карбонизация бўлимининг схемаси.

Дастлабки карбонизацияланган суюқлик E0302 регенерация колоннасидан J0304a/b насос ёрдамида E0301a,b,c карбонизацион колонналарга тақсимлайдиган трубага берилади. Суюқлик параллел ишлайдиган барча карбонизация колонналарининг юқори қисмидан берилади.

E0301a,b,c карбонизация колонналарида карбонизациянинг учинчи босқичи кетади, натижада натрий бикарбонат кристаллари ҳосил бўлади ва чўкади. Газ компрессия бўлимидан умумий трубага берилади, у ердан E0301a,b,c карбонизация колонналарга автоматик тақсимланади. Газ ҳар бир карбонизация колоннага пастдан ва юқоридан, иккита жойдан киради. Пастки кириш жойидан таркибида CO_2 миқдори 77% дан кам бўлмаган пастки поғона гази, юқори кириш‌дан таркибида CO_2 миқдори 40% дан кам бўлмаган (КСЗ да эса 30...40% CO_2) ўрта поғона гази берилади. Иккинчи кириш икки мақсадга хизмат қилади: биринчидан колонна пастига қуюқ суспензия тушишини олдини олиш;

Газнинг колоннага қаршилигини камайтириш мақсадида E0301a,b,c,d карбонизация колонна ички диаметри 2,5 м, баландлиги 28,794 м, унумдорлиги 100-110 т/сутка. Совутувчи блоклар сони (совуткич зоналар) - иссиқлик узатиш юзаси 782 м² бўлган 9 дона, сувли совутувчи трубалар диаметри - 50х2 мм, узунлиги - 2430 мм. Карбонизацион колонна31 тўсиқдан (отсек) иборат.

Карбонизация колоннаси уч секциядан иборат вертикал цилиндрик жиҳоз. Юқори қисмида газ билан чиқадиган суюқлик томчиларини ажратиш учун икки катта бўш халқа бор. Сепарация зонасидан чиқинди газ чиқиши учун штуцер билан таъминланган. Сепарация днишчесида 9 та тўсиқ

жойлаштирилган. Юқори қисмида карбонизация қилинадиган суюқлик кириши учун икки штуцер бор. Тўсиқлар газ оқими суюқлик ҳажмида таркатиш учун мўлжалланган бўлиб газ ва суюкликни учрашиш юзасини ошишини таъминлайди. Ҳар бир тўсиқ очиладиган чети аррасимон гумбаз шаклидаги қалпоқчали дискдан ташкил топган. Дискнинг диишчесида суюқлик пастга оқадиган марказий тиркиши бор. Газ ўтиши учун диск марказига симметрик 8 тиркиш бор.

Газ қалпоқ охири тишли ва шар шаклида бўлади. Газ қалпоқ атрофида текис тақсимланиши учун қалпоқ ва диск юзаси суюқлик оқиш тарафга оғган бўлади. Натрий бикарбонат кристаллари дискда йиғилмаслиги учун шундай қилинади.

Юкориги секция зангламайдиган пўлатдан ясалган. Ўрта секция титандан ясалган 12 та бир хил тўсиқдан иборат, колоннанинг пастки секциясида сув билан совутувчи 9 та карбонизация қилинадиган суюқликни совитиш ва уни углерод диоксиди билан тўйинтириш учун блок, кобик, труба учун (пласт) совутувчи сув трубаси, О-шаклидаги зичлагич халқа, таянч халқа ва қалпоқлардан иборат. Блок қобикли икки тарафдан труба учун тўғри бурчакли 252 та труба тиркиши очилган панжара ўрнатилган.

Ҳар бир труба икки тарафдан панжарага ўрнатилади ва О-шаклидаги зичлагич ва таянч халка билан зичланади. Трубалар панжараси ички тарафдан тўсиқ бўлган панжарага тегиб, колпоқ ва панжара орасини икки камерага ажратувчи қалпоқ билан ёпилади. Шунинг учун совитиш камерасидаги трубалар совутувчи сув навбат билан харакатланадиган икки труба тўпламига бўлинади. Сув қопқоқ днищесига трубалар панжарасига берилади ва трубалар тўплами бўйлаб харакатланади. Сув камеранинг карама-карши томонидаги камерадан чикиб трубаларнинг бошка тўпламидан чикиб карама-карши йўналишда кайтиб келади. Сўнг кейинги совитиш камерасига ўтади ва х.к. Барча совитиш камерасидан ўтгунча шундай харакатланади.

Совутувчи сувни кириш чикиш штуцерлари сув билан совутувчи блок колпокларининг бирида бўлади. Сув билан совутувчи блоклар бир биридан юкори ва ўрта секцияларлаги сингари тўсиклар билан ажратилган. Пастки секцияда 10 та тўсик ўрнатилган. Колоннанинг асосида газ бериш жиҳози ўрнатилган. Колонна днищесида уриима холда натрий бикарбонат суспензияси чикиши учун штуцер ўрнатилган. Жиҳознинг юкори кисмида газ бериш штуцери 1 бор. Газ тақсимлаш учун конус шаклидаги кайтаргич қўйилган. Колоннанинг 5 ва 6 совитиш камералари ўртасида газни кириш штуцери 2 жойлашган. Пастки секция зангламайдиган пўлат листдан ясалган. Карбонизацион колоннанинг паст қисмига концентланган газ берилганидан колоннадан чикадиган суспензия юкори карбонизация даражасига етади ва натижада натрийнинг ишлатилиш даражаси юкори бўлади. Колоннага бериладиган газ автоматик бошкарилади. Карбонизация жараёнида кимёвий реакция иссиклиги хисобига суюклик 60...70°С гача кизийди. Натрий бикарбонатнинг эрувчанлигини камайтириш ва натрийни ишлатилиш даражасини ошириш учун карбонизация қилинаётган суюклик карбонизация колоннасининг пастки кисмида 28...32°С гача совутилади. Сўнг карбонизацион колоннанинг пастки кисмидан колоннадаги суюклик устуни босимида ўз окимида поз.F0302 сода учун идишга келиб тушади. Поз. Е0401а-с колоннадан чикаётган суспензия температураси колоннанинг совитиш камераларига бериладиган совуклик элткич билан автоматик бошкарилади. Аммонийлашган намокоб бикарбонат абсорбция ва дистилляция бўлимларидаги, бошкарилади. Аммонийлашган намокоб бикарбонат абсорбция ва дистилляция бўлимларидаги, жиҳоз ва трубанинг ички деворини осон коррозияга учратиб уларни ишдан чикаради.Коррозияни камайтириш ва катьонацияланган сода сифатини таъминлаш учун фильтрат эритмасига маълум миқдорда қўшилган натрий сульфид дистилляторда водород сульфид хосил қилиб, гидролизланади. Дистилляция гази билан абсорберга боради ва жиҳозларнинг ички деворида кора рангли темир сульфид химоя катламини хосил қилади.

5-18 расмда компрессия бўлимидан карбонизация бўлимига берилаётган углерод диоксиди газининг таркиби берилган.

5-18 жадвал

Компрессиядан карбонизацияга бериладиган газ таркиби, огир.%

№	Компонентлар	Юкиш гази	Ўрта погона гази	Пастки погона гази
1	Карбонат ангидрид	54,49	54,41	84,62
2	Сув буги	0,81	0,96	1,03
3	Кислород	2,73	2,73	1,41
4	Азот	41,97	41,91	12,95

Қаттиқ натрий сульфид F0309 га солинади ва эритиш учун айланма сув берилади.

J0307насос ёрдамида аралаштирилади ва тайёр эритма F0310 натрий сульфид идишга, у ердан истеъмолга узатилади.

Карбонизация жиҳозлари. Карбонизация бўлимида 820...840 кг CO_2 ютилади. Ундан 77...80% чўктириш колоннасида, 15%- ДК$_а$К$_л$, 2...6% К$_а$ГЮ-1 ва 2% атрофида К$_л$ГЮ-2 да (КСЗ да 77...80% чўктириш колоннасида 15...16% ДК$_а$К$_л$, 3-8% регенераторда) CO_2 ни ишлатиш даражаси 85% этади.

Йўқотилган CO_2 оҳактош қуйдириш ўтхонасининг кучсиз гази ҳисобига компенсацияланади (тўлдирилади). Бу эса карбонизация газининг концентрациясини камайтиради. Суюқлик карбонизация иссиқлиги ҳисобига қизиб кетмаслиги учун К$_л$ГЮ-1 дан олдин ва кейин совутилади. Газ ва суюқлик тескари оқимда ҳаракатланади. Колоннадан суюқликни газ билан баландлик бўйича аралашиш олдини олиш учун бочкалар орасига барботажли тарелкалар ўрнатилган. Бундай тарелкаларда битта қалпоқ бўлади. Колоннанинг паст қисмида суспензия температурасини спасайтириш учун совитиш бочкалари ўрнатилган. Бочка ва барботажли тарелкалар чўяндан ясалган. Совитиш бочкаларидаги юпқа деворли трубалар зангламайдиган, ишқорга чидамли таркибида 0,5% никель, 0,4% хром, 0,4% марганец ва 3,3% углероддан иборат махсус пўлатдан ясалган.

5-19 жадвалда сода ишлаб чиқаришда ишлатилаётган карбонизация колонналарининг асосий тавсифлари берилган.

5-19 жадвал

Ишлатилаётган карбонизацион колонналар тавсифи

Кўрсаткичлар	Ўлчам	Колонналар			
		1	2	3	4
Диаметр	м	1,8	2,3	2,68	3,0
Баландлик	м	23,4	24	26,1	27
Бочкалар сони					
Совитиш	дона	7	9	10	8
Абсорбция	дона	22	20	25	17
Совитиш юзаси	м^2	290	580	960	1345
Унумдорлик	т/кун	60	100	180	250

3) $NaHCO_3$, NH_4HCO_3 ва NH_4Cl учта туз билан тўйинган эритмаларни ишлатиш мумкин эмас, чунки $NaHCO_3$ чўкмаси бу тузлар билан ифлосланган бўлади. NH_4HCO_3 ва NH_4Cl лар мумкин эмас. Шунинг учун $NaHCO_3$ гидрокарбонат натрий билан тўйинган эритмалар ишлатилади. Бундан ташқари бирданига учта туз билан тўйинган эритмани олиб бўлмайди, чунки аммонийлашган эритма $NaCl$ га нисбатан тўйинмаган; шунингдек карбонизация жараёнида бир қисм аммиак йўқотилади.

4) амалда шароит мувозанат қийматларга эришмайди, сабаб вақт қисқалиги, чунки мувозанатга узок вақтда эришилади.

5-20 жадвалда эритма таркиби ва натрийни ишлатилиш даражасини эритма температурасига боғлиқлиги кўрсатилган.

Эритмани карбонизация қилганда мувозанат ҳолатига етганда чўкиши мумкин бўлган бикарбонат натрий миқдорини аниқлаш учун эритманинг температура ва охирги карбонизация даражаси аниқ бўлса Г.И.Микулиннинг эмпирик тенгламасини тавсия этиш мумкин:

$$D = 0,46P + 0,54A + 0,62R - 0,17t - 140 \qquad (5.55)$$

бу ерда: D-чўккан бикарбонат натрий миқдори, эквивалент дастлабки эритмадаги 1000 г сувга; P-хлорид натрий миқдори, экв. дастлабки эритмадаги 1000 г сувга; A-аммиак миқдори эквивалент дастлабки эритмадаги 1000 г сувга; t - карбонизация колоннасидан чиқаётган суспензия температураси, °С; R - карбонизация даражаси, %.

Бунда карбонизация даражаси қуйидагича аниқланади:

$$R = \frac{\left(Z_c + 2X_c^{сазз}\right)\cdot 100}{X_c^{общ}} \qquad (5.55а)$$

бу ерда: $X_c^{общ}$ -суспензиянинг тиниқ қисмидаги умумий аммиак концентрацияси, н.д.; Z_c- суспензиянинг тиниқ қисмидаги углерод диоксид концентрацияси, н.д.

5-20 жадвал

Натрийни фойдаланиш даражасини эритма температурасига боғлиқлиги:

	Эритма таркиби, н.д.	U_{Na}, %

Эритма температураси, °С	$Cl_{умум.}$	$NH^{-}_{фарқ.}$	$NH_{4\,бог}^{+}$	$CO_{2\,умум.}$	
0	96,8	80	71,2	19,2	73,6
15	105	97,2	82,8	28,8	78,8
30	113,8	112,6	95	35,2	83,5
32	115	114	96,5	35,8	84,0

Юкорида келтирилган тенгламалардан келиб чикадики, дастлабки моддалар концентрацияси ошса чўкадиган бикарбонат натрийни миқдори хам ошади.

Бу тенгламаларда карбонизация даражаси карбонизацияда ишлатиладиган газ таркибидаги CO_2концентрациясига боғлик. Углерод диоксидининг ўртача миқдори канча юкори бўлса, карбонизация колоннасининг ишлаб чикариш қуввати шунча юкори. Демак карбонизация қилинаётган эритмадан ўтадиган газ хажми қанча кичик бўлса, аммиакни йўқотилиши ва газни хайдашга кетадиган энергия сарфи шунча юкори бўлади.

Карбонизация даражаси карбонизацияда ишлатиладиган газ таркибидаги CO_2 концентрациясига боғлик:

$$R_e = f(P_{CO_2} - P_{CO_2}^{*}) \tag{5.56}$$

бу ерда: P_{CO2}-газ фазадаги CO_2босими; P_{CO2}^{*}-эритмадаги CO_2 босими, яъни эритма устидаги.

CO_2 манбалари:

-кальцинация ўтхоналари гази концентрацияси 85...90% CO_2.

-охактошни куйдириш ўтхоналари газининг концентрацияси 33...40% CO_2("Кўнғирот сода заводи" УК да 28...31% CO_2).

Ишлаб чикаришдаги CO_2 нинг барча йўқотишлари охактошни куйдириш ўтхоналари гази хисобига тўлдирилади. Шунинг учун CO_2канча кўп йўқотилса, карбонизацияга борадиган газ концентрацияси шунчалик камаяди.

Технологияда CO_2нинг ишлатилиш даражаси:

$$U_{CO_2} = \frac{100 \cdot (CO_{2кир} - CO_{2чик})}{CO_{2кир} \cdot (100 - CO_{2чик})} \tag{5.57}$$

бу ерда: $CO_{2\,кир}$ - ишчи колоннага кираётган газнинг ўртача концентрацияси CO_2, %; $CO_{2\,чик}$ - ишчи колоннадан чиқаётган газ концентрацияси CO_2, %;

Углерод диоксиднинг ишлатилиш даражаси 83...88% ташкил этади. Суспензиянинг температурасини пасайиши гидрокарбонат натрийнинг эрувчанлиги камайиши хисобига чўкмадаги миқдори ошади ва углерод диоксиднинг эритма устидаги мувозанат босими камаяди ва натижада ютиладиган CO_2 миқдори ошади.

Аммо, температураниг пасайиши маълум чегарагаси бўлиши керак, чунки температура камайиши билан хлорид ва гидрокарбонат аммонийларнинг эрувчанлиги камаяди ва улар чўкмага тушади. Карбонизация температураси қанча кичик бўлса $NaHCO_3$ каттик фазага чикиши шунча катта бўлади. Бу температураниг 30 дан 20°С ораликка хос. Карбонизация колонналарининг совутувчи элементларига кирувчи совуқ сувнинг ўртача температураси 20...25°С. Шунинг учун суспензиянинг температураси 25...30°С оралигида ўзгаради.

Карбонизация колоннасининг температура режими на фақат $NaHCO_3$ кристаллар сифатига, балки углерод диоксиднинг ютилиш тезлигига хам таъсир этади. 5.31-расмда карбонизация даражасининг карбонизация жараёнинг оптимал режимига боғликлиги кўрсатилган. Расмдаги эгри чизиклар иккита омилни характерлайди, углерод диоксиднинг ютилиш тезлигини ва актив компонентларни диффузия тезлигини, контакт фазалар юзасига ва карбонизация қилинаётган эритма устидаги углерод диоксиднинг мувозанат босимига боғликлигини ифодалайди.

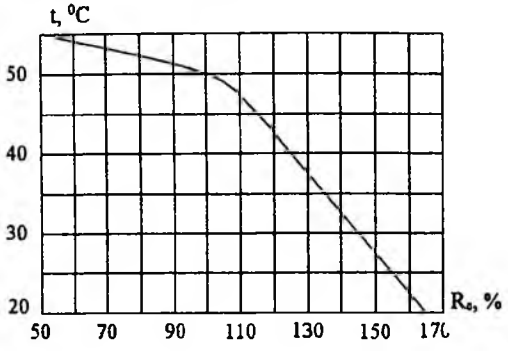
Температура қанча кичик бўлса, карбонизация даражаси шунча юкори бўлади, бирок углерод диоксидининг мувозанат босими унинг ютилиш тезлигига тескари таъсир эта бошлайди. Шунинг учун карбонизация даражаси ошиши билан оптимал температура камаяди (5.31-расм).

Графикдан кўринадики $NaHCO_3$кристалланиш жараёнинг бошланишида карбонизация даражаси 100%, қачонки кристал марказларини хосил бўлиши бошланганда, ютилиш тезлигининг оптимал температураси 50°С ташкил этади, аммо амалда карбонизация колоннасининг бу зонаси

сифатли кристаллар олиш учун 60...68°С температурада тутилади. Колоннадан чикишда суспензиянинг карбонизация даражаси 185...190% ташкил килади.

Юкори карбонизация даражасига эришиш учун колоннадан чикаетган суспензиянинг оптимал температура 20°С дан паст бўлиши керак. Аммо бикарбонат натрий кристаллари сифатига қўйилган талабга асосан температура 25 ...30°С оралиғида тутилади.

Карбонизация колоннасининг баландлиги бўйича температура режимини аникловчи асосий омил, бу натрий бикарбонатнинг сифатидир.



5.31-расм. Карбонизация жараёнинг оптимал температура режими.

Карбонизация дараажасининг ортиши билан углерод диоксиднинг абсорбция тезлиги камаяди (5.32-расм). Карбонизация даражаси пастки соҳада температура ошиши билан абсорбция тезлиги ошади, аммо карбонизация даражаси юқори бўлганда бу боғланиш бузилади.

Карбонизация жараёни-бу абсорбция, кристаллизация жараёни билан мураккаблашувчи кимёвий реакция. Сода ишлаб чиқаришда системаларда ўта тўйинган эритмалар ҳосил бўлиш характерли. Мувозанатда бўлмаган (метастабил) суюқ фаза ҳолатини мувозанатда бўлмаган газ фаза ҳолатидек бўлади. Агарда, эритмага углерод диоксидини бериш тўхтатилса, эритма таркиби ўзгаришда давом этади, чунки бу мувозанатда бўлмаган таркиб. Мувозанатда бўлмаслик сабаблари:

1) аммонизация жараёнида эритма карбамат билан ўта тўйиниш характерли бўлиб, карбамад жуда секин гидролизга учраши;
2) бикарбонат натрийни ўта тўйинган кристалларининг мавжудлиги.

Метастабил система мувозанатдагидан ва газ фаза таркиби бўйича фарқ қилади.5.33-расмда турли температурада карбонизация даражасининг CO_2 нинг парциал босимига боғлиқлиги келтирилган.

CO_2 нинг абсорбция тезлиги:

$$W = x \cdot K_a (P_{CO2} - P_{CO2}^{*}) \qquad (5.58)$$

бу ерда: "x"- кимёвий реакция таъсирини хисобга олувчи коэффициент, K_a- абсорбция тезлик константаси.

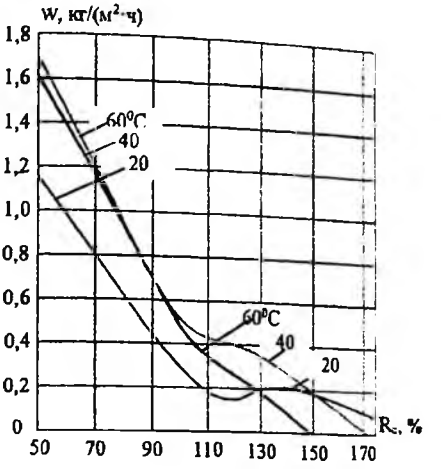
Углерод диоксиднинг учун Генри қонуни ўринли. Бир қанча яқинлаштир иш билан уни аммиак учун хам қўллаш мумкин. Карбонизация даражаси 100% дан кичик бўлганда карбамадга нисбатан ўта тўйинган бўлганлиги учун эритма устидаги эластикли босим мувозанат босимга караганда кичик бўлади.

Карбонизация даражаси 100% ва ундан юқори бўлганда бикарбонатли тўйиниш бошланади. Шунинг учун P_{CO2} тез ўсади ва P_{CO2}^{*} мувозанат босимда анча катта бўлади. Кристалланиш бошланганда P_{CO2} деярли ўзгармайди, сўнгра кристалланиш ва абсорбция тезликлари тенглашади, мувозанат ва метастабил ҳолатлар учун P_{CO2} бир-бири билан бирлашиб кетади.

Карбонизация жараёнида температура режими мураккабдир, бу гидрокарбонат натрийнинг кристалланиш хусусияти билан асосланади. $NaHCO_3$ кристалларининг шакли ва ўлчамларига каттик талаб қўйилган.

Фильтрация ва ювишни таъминлаш учун кристаллар йирик бўлиши шарт. Кристаллар ўлчами 100-200 микрометр бўлиши шарт. Майда ингасимон ёки друз шаклдаги игнасимон ўсган кристаллар ёмон фильтрланади ва ювилади, фильтр матони тирқишларини тўсиб қўяди, кўп сув ва фильтрат

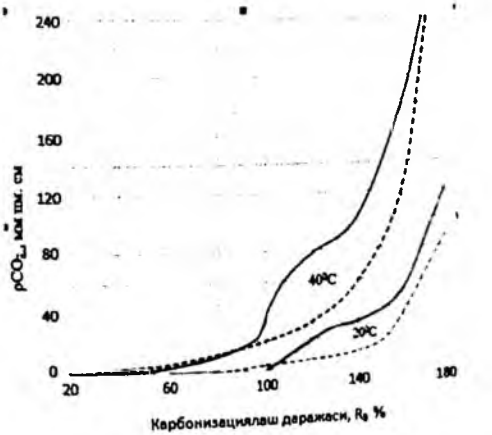
тутиб колади. Бу ўз навбатида кальцинацияда иссиклик сарфини ошириб юборади ва тайёр махсулотдаги хлор ионлари микдорини оширади.



5.32-расм. Аммонийлашган намокобни карбонизациялаш даражасининг абсорбция тезлигига боғликлиги.

Кристалланиш жараёни майда гидрокарбонат натрий кристалларини - кристал марказларини хосил бўлиши билан бошланади, булардан тўғри технологик режим сақланганда киска цилиндр шаклидаги кристаллар - «бочка» хосил бўлади. Нормал технологик режимдан чикилса кристалланиш жараёнида "чақиртикон" - друз шаклидаги ўсимталар хосил килишга мойил узун цилиндрлар хосил бўлади

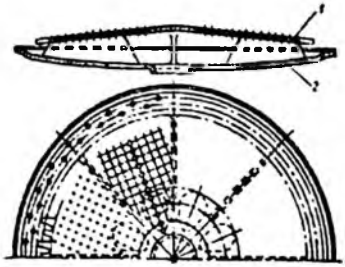
Бу холда кўп миқдорда игна шаклдаги майда кристаллар ва шаклсиз кристал синиқлари хосил бўлади.



5.33-расм Аммонийлашган намокобни карбонизациялашда CO_2мувозанат p^* ва метастабил $p^м$ босимларининг карбонизация даражасига боғликлиги:
CO_2 мувозанатдаги парциал босими - узук узук чизик,
CO_2 метастабил парциал босими - узуксиз чизик

Кристаллар шакли ва ўлчамига карбонизация жараёнида бикарбонат натрийнинг кристал марказлари хосил бўлишидаги температура кучли таъсир курсатади. Тажриба йўли билан

аникланганки, кристаллар ҳосил бўлишида температура қанча катта бўлса, улар шунчалик тўғри шаклда ва йирик бўлади. 60...65°С да ҳосил бўладиган бикарбонат натрий кристаллар деярли тўлиқ



5.34-расм. Карбонизация колоннаси (а) ва барботаж тарелкаси (б).

а) 1-царга-асос; 2- қайта тақсимлаш мосламаси; 3-тарелка тубн; 4 -қўйилиш қисми; 5- қўйилиш пластинкаси; 6-сепарациялаш зонаси; 7- улагич; 8- цапфалар; 9-фитингдар суюқлик оқизиш киришга газ усули чиқиш тўхтатиб учун 10-дистилланган суюқлик чиқиш штуцери.

б) 1-қалпоқча; 2-дишпче.

«бочка» шаклида, а температура қанча паст бўлса, «друз» шаклидаги кристаллар ҳосил бўлади. Кристалларнинг температура режимига юқори даражада сезгир бўлганлиги учун бутун колонна бўйлаб температура режимини қаттиқ сақлаш зарур.

Кристалланиш тезлиги:

$$W_k = K_k \Delta C \tag{5.59}$$

бу ерда: K_k-кристалланиш тезлик константаси; ΔC- кристалланиш жараёнини ҳаракатлантирувчи куч (эритмани ўта тўйиниши)

$$\Delta C = (NaHCO_3)_{н.м.э} - (NaHCO_3)_{м.э}$$

бу ерда: м.б.э. - мувозанатда бўлмаган эритма; м.э. - мувозанатдаги эритма.

Кристаллизация тезлик константаси қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади:

$$\lg K_k = -\frac{724}{T} + 1{,}504 \tag{5.60}$$

Натрий бикарбонатнинг кристалланиш жараёни иккита давр билан характерланади:

1) майда кристалларни ҳосил бўлиши - кристаллар маркази - бу системанинг метастабил ҳолати ёки индукция даври;

2) ҳосил бўлган кристал марказларининг ўсиши-кристалларни ўсиш даври.

Иккала даврда ҳам кристаллар шакли ва катталиги жараёнларнинг кечиш тезлигига боғлиқ. Бошланғич даврда қанчалик кристалл зародишлар ҳосил бўлса, шунчалик кристаллар кўп ҳосил бўлади, аммо уларнинг ўлчами кичик бўлади. Шунинг учун, йирик кристаллар олиш учун бошланғич даврда шундай шароитлар яратиш керакки, унда эритмада ҳосил бўладиган зародишлар сони чегараланган бўлиши керак.

Саноат карбонизация колоннаси.Замонавий колонна диаметри 3 м ва баландлиги 29,6 м, совитиш юзаси2000 м^2 ва йилига 320...350 кун ишлайди (5.33-расм). Карбонат ангидрид газининг янада тўлиқ ютилиши учун фазаларни қарама-қарши ҳаракат қилиш керак. Труба панжарали насадка газ ва суюқ фазалар ўртасида иссиқлик ва масса узатиш жараёнини яхшилаш учун хизмат қилади.

Шундай қилиб, баъзан кепкалар замонавий қурилмалар ва тешикларидан тишлари мавжуд бўлмаслиги мумкин.

Конуснинг кўпиклар йўлида шу мақсадда 12 мм ва ички 25 мм ташқи диаметри устида тешик очиб қўйилган (5.34-расм).

5.7. Натрий бикарбонатни фильтрлаш

Фильтрлаш жараёнида суспензия қуруқ натрий бикарбонат ва фильтр суюқлигига ажратилади. Ажратилган натрий бикарбонат хлоридли ва аммоний углеродли тузлардан (АУТ) тозалаш учун яхшилаб ювилади. Хлоридларни ювиш жараёни осон, аммо аммоний углеродли тузларини ювиш жараёни бирмунча мураккаб. Бунинг асосий сабабларидан бири аммиакнинг маълум бир қисми натрий карбамат (*NaCOONH₂*) тузилишида бўлиб, у натрий бикарбонатнинг кристалл панжараси орасига киради ва ювиш жараёнига бирмунча қийинчилик туғдиради

Одатда фильтрлаш жараёни учун ғоваксимон тўсиклар: жун, пахта, толасимон шиша, металл панжаралар ишлатилади. Фильтр қурилмасининг самарадорлиги бир неча омилларга боғлиқ, улар фильтрлаш юзаси, босимлар фарқи, фильтр тўсикларининг гидравлик қаршилиги ҳисобланади. Суюқликнинг қовушқоқлиги камайган сари фильтрнинг иш унумдорлиги ортиб боради.

Суюқликнинг қовушқоқлиги температура кўтарилиши билан камайиб боради. Лекин шуни ҳам унутмаслик керакки температуранинг ортиши тузларнинг суюқликда эрувчанлигини ўсишига сабаб бўлади, бу эса тузнинг маълум қисми фильтрат билан йўқотилишига олиб келади.

Фильтрлаш жараёни вакуум остида олиб борилади. Фильтр тўсиқ устидаги босим атмосфера босимига тенг. Тўсиқ остидаги босим эса вакуум насос ёрдамида ҳосил қилинган босимга тенг бўлади.Фильтрлаш жараёнида сикилувчи ва сикилмайдиган чўкмалар ҳосил бўлади. Сикилувчи чўкмалар - аморф ва коллоидли, сикилмайдиган чўкмалар - кристалли бўлади. Натрий бикарбонат кристалл чўкма ҳисобланади.

Сода ишлаб чиқариш корхоналарида суспензияларни ажратиш учун айланувчи барабанли вакуум-фильтрлар кенг қўлланилади. Камдан-кам ҳолларда центрифугалар ишлатилади. Барабанли вакуум-фильтрнинг унумдорлиги натрий бикарбонат кристалларининг ўлчамларига боғлиқ. Майда кристаллар фильтр тўсиғини эгаллаб олади, натижада юқори қаршиликни юзага келтиради. Тўсиклардан сув ёрдамида майда кристалларни ювилиши қийин бўлиб, бу ювиш жараёнида кўпроқ сув сарфланишига сабаб бўлади. Бундай ҳолатда натрий гидрокарбонат (*NaHCO₃*) ни қўшимча йўқотилишига олиб келади. Кристаллар ўзи билан кўп сувни ушлаб қолиши, уларнинг ўзаро ёпишиш хавфини туғдиради.

5-21 жадвалда аммонийли намокобни карбонизацияланда ҳосил бўладиган натрий бикарбонат чўкманинг гранулометрик таркибига боғлиқ равишда фильтрланиши келтирилган.

5-21 жадвал

Натрийбикарбонатчукмасиорқалифильтрланиш даражасини, чўкма гранулометрик таркиби (%таркиби) боғлиқлиги

Чўкманинг фильтрланиш кобилияти, %	Заррачалар ўлчами, мкм			
	>100	100 - 60	60 - 40	<40
Яхши	27,7	20,3	25,6	26.4
Қониқарли	25,5	17.0	27.8	29.7
Ёмон	13,1	15,2	33,6	38.1

Жадвалдан кўриниб турибдики заррачалар ўлчами кичиклашган сари фильтрлаш жараёни ҳам секинлашади. Майда натрий бикарбонат заррачалари фильтр тўсиқ юзасини беркитиб қўяди.Чўкма қатлами юқори гидравлик қаршиликни юзага келтириб, фильтрнинг иш унумдорлигига акс таъсир кўрсатади.

Натрий бикарбонатнинг майда кристаллари эритмадан ювилиши қийин, шунинг учун ювишда ишлатиладиган сувни ҳажмини кўпайтириш керак. Бу ўз навбатида натрий бикарбонатни маълум миқдорини оқава сув билан йўқотилишига сабаб бўлади. Майда кристаллар ўзи билан кўп миқдорда намликни ушлаб қолади, натижада фильтрлаш жараёнида нам бикарбонат олинади. Намлик натрий бикарбонатни кальцинациялаш бўлимида ортиқча иссиклик сарфланишига олиб келади. Шу билан бир қаторда тайёр маҳсулот ретурнинг миқдорини ортишига сабаб бўлади. Ортиқча натрий бикарбонатдаги намлик бутун бир кальцинацияланган сода технологиясининг унумдорлигини пасайтиради. Фильтрлаш бўлимининг узлуксиз иш давомийлигини таъминлаш учун белгиланган регламентдан қуввати юқори бўлган фильтр қурилмаларини ишлатиш ёки захира фильтрларига эга бўлишни талаб этади. Иккала ҳолат ҳам маҳсулот таннархи ва капитал харажатларини ошишига олиб келади.

Маҳсулот сифати олинадиган 100 кг нам ҳолдаги *NaHCO₃* га нисбатан белгиланади ва 53 кг (қуруқ масса) ли чиқиш яхши кўрсаткич хисобланади. Фильтрлаш жараёнида *NaHCO₃* ни йўқотилиши 3...4% ни ташкил этади. Натрийдан фойдаланиш коэффициенти эса 2...3% га пасаяди.

$NaHCO_3$ ни ювинди сув билан йўқотилишини камайтириш учун газ ювувчи сода ўтхоналари ва кичик дистилляция бўлимларидан кучсиз скруббер суюқлиги берилади. Бу суюқликда Na_2CO_3 эритмаси бўлиб, у $NaHCO_3$ ни эрувчанлигини камайтиради. Фильтрлаш жараёнида $NaHCO_3$ни йўқотилиши ювувчи суюкликни температураси 45^0C дан кўтарилиши билан ортади. Фильтр тўсикда юз берадиган камчиликлар ҳам $NaHCO_3$ ни йўқотилишига сабаб бўлади.

$NaHCO_3$суспензияси устида CO_2газининг босими пасайиши $NaHCO_3$ ни сарфини оширади. Бунда натрий бикарбонат карбонизация колоннасидан вакуум-фильтрга ўтганда қуйидаги реакция содир бўлади:

$$NaHCO_{3тв} + NH_4Cl_{эр} = NaCl_{эр} + NH_4HCO_{3эр}. \quad (50)$$

Вакуум остида ўтадиган фильтрлаш жараёнида қуйидаги реакция содир бўлади ва углерод диоксиди ажралиб чиқади:

$$2\,NH_4HCO_3 = (NH_4)_2CO_3 + CO_2 + N_2O \quad (51)$$

Суюкликни фильтрлаш жараёнида ҳавога аммиак ажралади. Шунинг учун аммиак ва углерод диоксидини ушлаб колиш мақсадида вакуум-фильтрдаги ҳаво фильтрдаги ҳаво ювгичларига берилади.

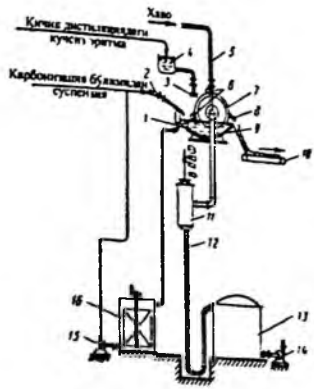
Барабанли вакуум-фильтр юзасидаги чўкмадан аммиакни сув ёрдамида йўқотиш жуда қийин. Ишлатилган ювувчи сувнинг миқдоридан қатъий назар натрий бикарбонат таркибида 4-9 н.д. аммиак колади. Фильтрлаш жараёнида асосий эътиборни олинадиган техник натрий бикарбонат таркибидаги намликка қаратиш лозим. Бу кейинги жараёнлардаги иссиклик сарфи ва маҳсулот ҳажмига таъсир қилади.

Карбонизация колонналардан бикарбонат суспензияси тақсимловчи коллектор 2 га келиб тушади, у ердан вакуум-фильтр 9 нинг тоғорасига узатилади. Тоғорада суспензиянинг қаттиқ фазаси чўкмаслигини олдини олувчи 1 қориштиргич мавжуд. Фильтрловчи барабан 7 тахминан 1/3 тоғорадаги 9 бикарбонат суспензиясига солинган, у ерда суспензиянинг доимий сатҳини ушлаб туришни таъминлаш учун тўплагич 16 га ўтиш бор. Шунингдек, қориштиргич билан жиҳозланган. Тўплагич 16 дан суспензия коллектор 2 дан насос 15 ёрдамида қайтарилади. Вакуу таъсирида фильтрловчи мато оркали барабаннинг ичига суюклик фильтрация зонасидан, ювиш зонасида - сув ва қуритиш зонасида - ҳаво ўтади. Фильтр барабан 7 нинг ички қисмида сепаратор 11 га боради ва у ерда сўнгра ПФВЛ га кетувчи ҳаво суюкликдан ажратиб олинади.

Барабан вакуум-фильтрли фильтрация бўлимининг технологик схемаси расмдакелтирилган. Сепаратор 11 даги бошланғич суюклик ва ювувчи сув барометрик труба оркали фильтрлаш суюклигини тўплагич 13 га, ундан кейин эса насос 14 ёрдамида дистилляция узатилади. Вакуум остидаги сепаратор 11 дан суюклик атмосфера босими остидаги тўплагич ўзи оқиб тушиши учун, вакуум-фильтр ва сепаратор тахминан 19 м баландликда жойлашиши Бу ҳолатда сепаратордаги умумий босим ва барометрик трубадаги суюклик устуни атмосфера бос даражасида бўлади ва сепаратор 11 дан суюклик ўзи оқиб тўплагич 13 га келиб тушади.

Фильтр барабани айланганида фильтрловчи сиртга ёпишган бикарбонат қатлами чўкмаг тирқишларни (улардан барабаннинг ичига сув ва ҳаво ўтиб кетиши мумкин) йўқотиш учун сиқу валик 6 га ўтади. Сикувчи валикдан чиққан бикарбонат чўкмаси 4 бачокдаги кучсиз суюқлик барабаннинг кенглиги бўйича тақсимланадиган тоғора 3 даги сув билан ювилади. Ювувчи суюқ барабаннинг ичидаги фильтрлаш суюклиги билан аралашиб сепаратор 11 га боради.

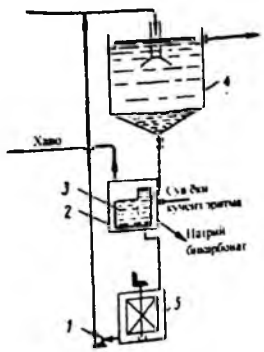
Ювилган бикарбонат сиқувчи валик 6 ёрдамида зичлаштирилади, чўкма қат орасидан сизиб чиқаётган ҳаво билан қуритилади, барабаннинг сиртидан пичоқ 8 ёрдамида кеси ва транспортер 10 га ўтказилади, ҳамда кальцинацияга юборилади. Шундан сўнг, фильтрловчи барабаннинг ички қисмидан трубопровод 5 дан узатиладиган сиқилган ҳаво ёрдамида тоғора чиқарилган фильтратнинг қайта оқими билан ювилади.



5.35-расм. Барабан вакуум-фильтрли фильтрация бўлимининг технологическая схемаси.
1-аралаштиргич, 2-тақсимлаш коллектори, 3-ювиш суви тақсимлаш учун тоғора, 4-ювиш сувининг напорли идиши, 5-сиқилган ҳаво трубаси, 6-сиқилган ҳаво, 7-фильтрловчи барабан, 8-кесиш пичоғи, 9-тоғора, 10-нам бикарбонатгранспортёри, 11- сепаратор, 12-барометрик труба, 13-фильтр суюқлик идиши, 14,15- насослар, 16-суспензия учун аралаштиргичли йиғгич.

Баъзи бир заводларда барабанли вакуум-фильтрлар тўхтовсиз ҳаракатдаги центрифугаларга алмаштирилган. Уларда центрифуга барабани айланганида пайдо бўлувчи марказдан қочувчи куч ёрдамида фильтрларга нисбатан ажратиш тезроқ боради.

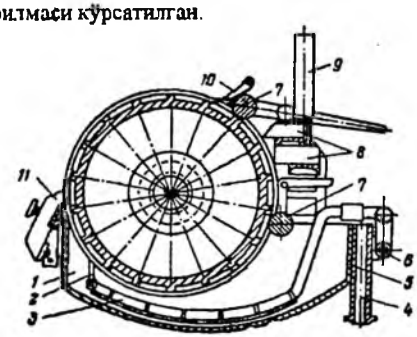
Айрим корхоналарда барабанли вакуум-фильтр ўрнига центрифугалардан фойдаланилади (5.36-расм). Ушбу қурилмада суспензияни фазаларга ажратиш тезроқ содир бўлади, чунки марказдан қочма куч қиймати босимлар фарқи ҳосил қилган кучга қараганда анча катта. Центрифугаланган ва ювилган натрий бикарбонати кальцинацияга ҳайдалади. Маточный суюқлик ва ювиш суви аралаштиргичли йиғгич 3 га тўпланади. Натрий бикарбонати йўқотилишини камайтириш мақсадида насос 4 ёрдамида йиғгич 3 дан суюқлик тиндиргичга қайтарилади. Центрифугалаш жараёнида аммиакни ажратиб олиш учун қурилма қобиғида вакуум (5...10 мм.сув.ст.) ҳосил қилинади. Сўриб олинаётган ҳаво таркибида аммиак бўлгани учун ювишга берилади ва ҳосил бўлган сув абсорбция бўлимига узатилади. Ундан ташқари, барабанли вакуум фильтрдан чиққан ҳом бикарбонат намлиги 15...18%, центрифугадан чиққани эса атиги 3-4% ва энергия сарфи салмоқли равишда кам. Намлик камайиши билан сода таркибида турли аралашмалар камаяди, яъни тоза сода олинади. Лекин, центрифугаларнинг бир камчилиги бор бўлиб, у суспензияда қаттиқ жисм-суюқлик нисбатини Қ:С=1:1,1 талаб қилади. Шунинг учун, центрифугадан аввал тиндиргич-суюқлаштиргич ўрнатилишини талаб этади.



5.36-расм. Тиндиргич ва центрифугалардан фойдаланиб суспензияларни ажратишнинг технологик схемаси.
1-насос; 2-центрифуга; 3-корпус; 4- тиндиргич; 5- аралаштиргичли йиғгич.

Бикарбонат суспензияси тиндиргич-қуюқлаштиргич 1 га юборилади. Тиндирилган (маточная) асосий суюқлик тиндиргич-қуюқлаштиргич 1 нинг юқори қўйилиш жойидан олинади ва қуюқлашган суспензия центрифуга 2 га узатилади. Центрифугадан чиққан ва ювилган натрий бикарбонати кальцинацияга узатилади, асосий суюқлик ва ювиш учун ишлатилган сув аралаштиргичли идиш 3 йиғилади. Сиғимли идиш 3 дан насос 4 ёрдамида қайтадан тиндиргичга ҳайдалади. Центрифугалаш жараёнида ажралиб чиқаётган аммиакни ушлаб қолиш учун қурилма қобиғида кичик вакуум (5...10 мм.сув.уст.) ҳосил қилинади. Сўриб олинаётган ҳаво таркибида аммиак бўлгани учун сув билан ювилади ва у сув абсорбция бўлимига ҳайдалади.

Барабанли вакуум-фильтр қурилмаси. Барабанли фильтр БС-5,6-1,8/1,0 - фильтрлаш юзаси 5,6 м^2, барабан диаметри 1,8 м, узунлиги 1 м. Барабан ички қисми бўш горизонтал цилиндрик шаклда бўлиб, устки қисми чўян панжара билан қопланган. Фильтр матосига зарар келтириш олдини олиш мақсадида панжара устидан копча тўшалади. Қопчага фильтр матоси (байка) ўрнаштирилади.Устки қисмидан зангламайдиган пўлат билан махкамланади. Барабаннинг айланиш частотаси 0,75...3,0 айл/с. Унумдорлиги нам махсулотга нисбатан 9,5...12,3 т/соат. Ҳозирги вактда унумдорлиги катта фильтрлаш юзаси 52 м^2 гача бўлган барабанли вакуум-фильтрлар ишлаб чиқарилмоқда. **5.37-расмда** барабанли вакуум-фильтрлар қурилмаси кўрсатилган.



5.37-расм. Барабанли вакуум-фильтра қурилмаси.

1- тоғора, 2- аралаштиргични илиб қўядиган шарнир, 3- аралаштиргич, 4- чиқариш трубаси. 5- тўсик, 6-иккита подшипникли ўк. 7- сиқувчи ролик. 8- ювиш суви тоғораси, 9-ювиш сувини ўлчагич, 10-сиқиш ролигини тозаловчи пичок, 11- бикарбонат натрий чўкмасини кесадиган пичок.

Барабаннинг ички қисми тўсиклар ёрдамида алоҳида 18 та секторларга ажратилган. Каналлар ўз навбатида фильтрлаш жараёнининг барча цикларини бевосита автоматик равишда бошқарувчи махсус қурилма - бош тақсимлагич билан бириктирилади. Бош тақсимлагичда иккита диск бўлиб, бири айланма ҳаракат қилади, иккинчиси эса кўзгалмас қилиб бириктирилган. Айланма дискда бир қанча тешиклар бўлиб, улар барабаннинг секторларига каналлар орқали трубалар билан бириктирилади. Кўзгалмас дискдан тешиклар, трубалар орқали вакуум насос, ҳамда сиқилган ҳаво берувчи қурилма билан уланган бўлади. Бунинг учун бош тақсимлагичнинг 1- ва 3- тешиклари вакуум насос билан, 2- тешиги эса сиқилган ҳаво берувчи қурилма билан уланган (5.38б-расм). Барабаннинг 1 айланиш даврида тешикларнинг кетма-кетликда уланиши **5.38а-расмда** кўрсатилган.

Барабаннинг ташқи юзасида бир вақтнинг ўзида бир неча жараён содир бўлади. Амалга ошадиган жараёнларнинг хусусиятига кўра барабанли вакуум-фильтрни қуйидаги бўлимларга ажратиш мумкин:

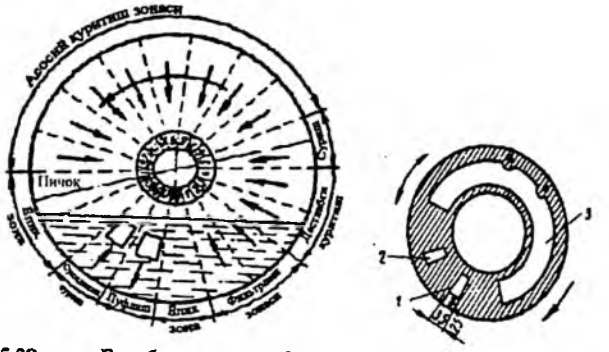
- натрий бикарбонат қатлами ҳосил бўлиши билан кечадиган фильтрлаш бўлими. Вакуум ҳосил қилиш ҳисобига суюқлик барабан ичига сўрилади, натрий бикарбонат кристаллари эса фильтр юзасида чўкма ҳосил қилган ҳолда ушлаб қолинади;
- бирламчи куритиш бўлими. Натрий бикарбонат қатлами орасидан Вакуум ҳисобига суспензия суюқлиги барабан ичига сўрилади.чўкмани бирламчи қуриши содир бўлади;
- чўкмани ювиш бўлими.Барабаннинг ташқи юзасига ювувчи суюқлик берилади, у натрий бикарбонат чўкма қатлами орасидан ўтиб барабаннинг ички қисмигаўтади;
- асосий куритиш бўлими.Бунда сиқилган ҳаво берилади. У натрий бикарбонат чўкма қатлами орасидан ўтиб, таркибидаги намлик миқдорини камайтиради;

- ёпик бўлим. Бу ерда барабан юзасидаги натрий бикарбонат чўкмаси пичок ёрдамида кесиб олинади. Пичок ёрдамида кесиш жараёнида барабан ичига хаво кириши,бу эса вакуум йўқотилиш олдини олади;

- суспензия суюқлигини барабан ичига сўрилиш бўлими. Фильтр материалини хизмат килиш муддатини узайтириш максадида, сикилган хаво ёрдамида тозалаш амалга оширилади;

- тозалаш бўлими. Фильтр материалини иш кобилиятини кайта тиклаш максадида газ-суюклик аралашмаси харакатига карама-карши йўналишда тешиклардан сикилган хаво берилади. Натижада суспензия суюклиги фильтр матосидаги натрий бикарбонатнинг майда кристалларини ўзи билан бирга олиб чикиб кетишдан ташкари, уларни эритиб регенерация жараёнини тезлаштиради. Шундан сўнг фильтр тешиклари сикилган хаво билан тозаланади;

- ўтиш бўлими вакуум бўшлиғига тозалаш учун бериладиган сикилган хавони тушишини олдини олиш учун мўлжалланган.



5.38-расм. Барабанли вакуум-фильтрнинг бир айланишда тешикларнинг уланиш кетма-кетлиги (а) ва бош таксимлагичи (б).
1-3 - ойналар.

Юкорида санаб ўтилган барча босқичларни кетма-кетликда фильтрнинг юза кисмида амалга оширишга асосий сабаб барабаннинг ички кисми тўсиклар ёрдамида алохида секторларга ажратилганлиги. Барабан бир марта айланма харакатни амалга оширса, фильтрлаш жараёнининг барча босқичлари бажарилади. Барабаннининг тахминий суспензияга чўкиш бурчаги 130° га тенг. Бунда бош таксимлагичнинг 1-, 2- ва кисман 3- тешиклари фильтрловчилар хисобланади. Вакуум хисобига суспензия тоғарадан фильтр юзасига тортилади. Фильтрат барабаннинг ички кисмига ўтиб у ердан сепаратор 2 га юборилади, натрий бикарбонат кристаллари эса фильтр юзасида ушланиб колади. Чўкмани намликдан куритиш учун 3- ва 4- тешиклардан хаво берилади, сўнгра сув ёки кучсиз суюқлик ёрдамида бешинчи тешик орқали ювилади. Ювиш жараёнидан сўнг чўкмани такроран 6 дан 13- гача бўлган тешиклар орқали хаво сўриш йўли билан куритилади. 1 дан 13- тешиклача вакуум остида ишлайди.14,15- тешиклар вакуумдан узилган,бу бўлимда натрий бикарбонат пичок билан кесиб олинади. Натрий бикарбонатни пичок билан кесиб олишда вакуум қўллаб бўлмайди. чунки чўкмадан бўшаган фильтр матоси орқали барабаннинг ички кисмига хаво кириш хавфи бор.

Фильтр матони натрий бикарбонатни майда кристалларидан ювиш учун 16- тешик вакуум насосга уланган, бош таксимлагичнинг биринчи ойнаси орқали унга фильтрат берилади. Бош таксимлагичнинг иккинчи ойнаси сикилган хаво билан биргаликда 17- тешикка махкамланган.

Секция ичидаги фильтрат суспензияли тоғорага кайтадан фильтрловчи мато орқали чикариб юборилади, натижада, мато ювилади. Вакуум линиялари ва сикилган хавони ажратиш учун улар орасида ёпик зона (ячейка 18) ётади (5.38а- расм). Ёпик зонадан сўнг цикл кайталанади.

Биринчи сиқувчи ролик 7 фильтрация зонасидан кейин туради, иккинчиси эса - ювиш зонасидан кейин, чўкмага тушадиган босим кучини юк бошкариб туради (5.37-расм). Роликлар мустакил приводга эга эмас. Уларнинг айлана тезлиги барабаннинг айланиш тезлигидан 8% га кўп. бу фильтрнинг тепа кисмидан чўкма чикиб кетишини олдини олади. Олиб қўйиладиган 11 пичок узунлиги 1000 мм ва кенглиги 80 мм.га тенг. Пичокнинг қиялиги ва у билан фильтрловчи мато орасидаги масофа орасидаги масофа винт ёрдамида ростланади. Пичок тиғи ва фильтрловчи мато орасидаги масофа 6...8 мм бўлганида пичок ёрдамида кесиб олинадиган чўкманинг калинлиги 13...15 мм ни ташкил

қилади. Барабаннинг сиртидан ечиб олинувчи пичоқ ёрдамида натрий бикарбонат чўкмаси кесиб олинганидан сўнг, одатда, қалинлиги 5...8 мм бўлган натрий бикарбонат қатлами қолади.

Ювувчи суюқлик 9 ўлчагичга келиб тушади, сўнг ювувчи суюқлик учун мўлжалланган 8 тоғорага узатилади, у ердан эса у чўкманинг сирти бўйлаб бир текисда таксимланади. 1 фильтр тоғорасидаги суспензия сатҳининг доимийлиги 4 қуйиш трубаси орқали таъминланади. Барабаннинг ичига сўриб олинувчи суюқлик ва ҳаво ички ғовак вал орқали сепараторга боради (5.37-расм). Сепаратор қопқоғига трубопровод ўрнатилган бўлиб, ундан фильтрдаги ҳаво фильтрлар ҳавосини тозаловчи ускунага юборилади (ПВФЛ).

5-22 жадвал

Барабанли вакуум-фильтрлар характеристикаси

Кўрсаткич	Россия		Югославия	Болгария	Франция
Фильтрлаш юзаси, м²	5.6	32	13	23	18,7
Унумдорлик, т/сутка	180	650	350	500	300
Сода бўйича нисбий унумдорлик, т/м² соат	1,35	0,9	1,15	0,9	0,67
Габаритлар, м					
узунлиги	4.9	9.2	-	-	-
кенглиги	3,54	4,0	-	-	-
баландлиги	2,75	4,1	-	-	-
Масса, кг	13000	21500	-	-	-
Барабанайланиши тезлиги, айл/мин.	1-3	0,3-1,69	0,5-1,5	0,3-1,8	0,5-2,5
Конструкцион материал	чўян	ОХ17Н13М3Т	Х18Н10Т	чўян	-
Ўрнатилган қуввати, кВт	7.3	11,4	5,7	13,3	-

Вакуум-фильтрнинг унумдорлиги таксимловчи каллак ёрдамида бошқарилиб туради. Бунинг учун бир неча бурчакка ўнгга ва чапга бурилади. Таксимловчи каллак соат стрелкаси бўйлаб бураланганида суспензияли тоғорада жойлашган ва вакуум билан уланган барабаннинг секциялари сони ортади, фильтрация зонаси ўсади, бу эса фильтрнинг унумдорлиги оширади. Таксимловчи каллак соат стрелкасига тескари бураланганида фильтрация зонаси камаяди ва фильтрнинг унумдорлиги ҳам пасаяди, чунки барабан сиртидаги чўкма қатлами қалинлиги камаяди. Бу йўл билан фильтрнинг унумдорлигини 50% га ўзгартириш мумкин.

Фильтрнинг унумдорлигини барабаннинг айланишлари сонини ўзгартириб ҳам ошириш мумкин. Бироқ, бунда шуни билиш керакки, айланишлар сони жуда ҳам ортиб кетганида натрий гидрокарбонат чўкмаси ювиш зонасидан жуда тез ўтиб кетади,бу эса кальцинацияланган соданинг сифати ёмонлашишига олиб келади.

5-22 жадвалда кальцинацияланган сода ишлаб чиқаришда қўлланиладиган барабанли вакуум-фильтрларнинг асосий характеристикалари келтирилган.Фильтрлаш бўлимининг технологик схемаси 5.30-расмда тасвирланган.Карбонизация колоннаЕ030а-с ларида олинган бикарбонат суспензияси F0302 сода сиғимига келиб тушади, у ердан L0301а/в фильтрларга фильтрация учун ўтади. Содани фильтрлаш бошланғич эритмадан натрий бикарбонат кристалларини ажратиб олиш учун мўлжалланган.Фильтрация учун қуйидаги характеристикаларга эга бўлган ротацион барабанли вакуум- фильтри қўлланилади: фильтрлаш юзаси 10 м². фильтрбарабандиаметри 2250 мм; барабан айланиш тезлиги 0,7...3,4 айл/мин; унумдорлик 156...165 т /сутка.Содани фильтрлаш айланувчи барабан, сода эритмасини тўпловчи бак, кросс-секцияси, ювувчи сув баки, валик, куракча, силкитувчи ва узутувчи қурилмалардан иборат.Фильтр барабани фильтрация камераларига ажратилган. Фильтр барабани сирти зангламас пўлатдан қилинган бир нечта элакдан иборат.

Фильтрлашда фильтр барабани сиртида бир вақтнинг ўзида қуйидаги жараёнлар боради:

- натрий бикарбонат ҳосил бўлувчи фильтрация;
- натрий бикарбонат қатлами орқали суюқликнинг тортиб олиниши-биринчи қуритиш;
- натрий бикарбонат қатламини ювиш;
- ювувчи суюқликни тортиб олиш, натрий бикарбонатни қуритиш-асосий қуритиш ва уни куракча билан чиқариб олиш;
- фильтрловчи матони ювиш учун барабан ичига суюқлик тортиб олиш;
- барабан ичидан мато орқали суюқликни сиқиб чиқариш ва фильтр матога сиқилган ҳаво юбориш (фильтр мато регенерацияси).

Фильтр сиртида юқорида санаб ўтилган операцияларни бир вақтда бажаришга фильтр барабанини фильтрация камераси ячейкаларига ажратиш туфайли эришилади.

Натрий бикарбоната суспензияси сода сиғимиF0302дан сода эритмаси филтър барабанининг қуйи қисми кириб турувчи ярим доира сиғими-фильтр L0301a/в тоғорасига келиб тушади. Сода ҳамда суспензияга қисман туширилган барабан мавжуд, унга политетрафторэтилендан қилинган фильтрловчи мато тортилган. Сиғимдаги босим остида бўлган суспензия барабаннинг ичига киришга ҳаракат қилади. Бунда суспензияга туширилган фильтрловчи мато сиртида натрий бикарбонат қолади, бошланғич суюқлик эса барабаннинг ичига кириб кетади.

Барабан айланиши натижасида матода ҳосил бўладиган натрий бикарбонат катлами барабан билан бирга айланади. Сиғимдан чиқишда катлам валик ёрдамида сиқилиқланади,сиғимдан оқиб чиқаётган ювиш учун суюқликда ювилади, бикарбонат қатлами орасидан чиқиб келаётган ҳавода қуритилади ва куракча билан йиғиб олинади. Шундан сўнг, нам ҳолатдаги натрий бикарбонат конвейер V0301га келиб тушади ва кальцинация бўлмасига узатилади.

Натрий бикарбонат куракча билан йиғиб олинадиган майдончадаги фильтрлаш матоси регенерацияланади. Бунинг учун барабанга келиб тушадиган сиқилган ҳаво матога юборилади.

Фильтр барабанидаги фильтрат, ҳамда ҳаво насос F0304а ёрдамида вакуумли сепараторга тортиб олинади ва у ерда газ фильтратдан ажратилади. Фильтрат бош эритма сиғими L0302 га келиб тушади ва у ердан насос J0305 ёрдамида дистилляция бўлмасига юборилади, эритманинг бир қисми эса насос J0306 ёрдамида сода сиғими F0302 га узатилади. Сепаратордаги газ E0302 регенерация колоннасининг юқори қисмига узатилади, у ерда у тузли эритмаларни тозалаш бўлимида тозаланган тузли сув билан ювилади. Тозаланган газ сепаратор F0308 орқали вакуум насоси J0301 ёрдамида атмосферага чиқариб юборилади. Ювувчи эритма ёки тузсизлантирилган сув завод тармоғидан кальцинация бўлимидан ювувчи суюқлик сиғими F0303 га келиб тушади ва у ердан барабандаги натрий бикарбонат чўкмасини ювиш учун сода фильтри ювувчи суюқлик сиғими L0302 га юборилади. Ювувчи суюқлик сиғими ундаги суюқликнинг температурасини ушлаб туриш учун буғ трубаси билан жиҳозланган.

Ҳаво буфер сиғими F0307 орқали газ пуфлагич J0302 ёрдамида фильтрлаш матосидаги натрий бикарбонат қолдиқларини чиқариб ташлаш учун сода фильтри L0302 га узатилади.

Фильтрация жараёнининг қуйидаги параметрлари бошқарилиб туради:

- вакуум-фильтрларининг унумдорлиги- фильтрация зоналарини ва барабаннинг айланишлари сонини ўзгартириш билан;
- ювувчи сув температураси - ювувчи суюқлик сиғимига буғ узатишни ўзгартириш билан;
- натрий бикарбонатни ювиш учун узатиладиган сув миқдори ундаги NaCl ош тузи миқдори, ҳамда сувнинг температурасига боғлиқ.
- фильтрлаш матосини узатиладиган ҳаво ёрдамида тозалаш учун керак ҳаво сарфи;
- вакуум-фильтрлар умумий коллекторидаги вакуум технологик режим нормаларида кўзда тутилган даражада ушлаб турилади.

5-боб. Аммонизация, карбонизация ва фильтрлаш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Аммонизация жараёнида кетадиган реакцияларни ёзинг?
2. Адсорция бўлимига аммиак қайси газлар билан келади?
3. Кальций ва магнийли тузлар абсорбция жараёнига таъсири ва реакцияларини ёзинг?
4. Абсорбцияда жараёнига қайси технологик омиллар таъсир этади?
5. Абсорбцияда қандай жиҳозлар ишлатилади?
6. Қандай абсорберлар бор.
7. Қўнғирот сода заводи абсорбция бўлимини технологик схемасини тавсифланг.
8. Карбонизация жараёнида қандай реакциялар кетади.
9. Карбонизациялаш жараёни қандай аниқланади.
10. Натрий бўйича ишлаб чиқариш унуми нима?
11. Бикарбонат натрийнинг кристаланиш жараёнига қандай факторлар таъсир этади.
12. Қўнғирот сода заводи карбонизация бўлимини технологик схемасини тавсифланг.
13. Карбонизация жараёнига қандай омиллар таъсир этади.

14. Карбонизация жараёнида қандай жихозлар ишлатилади.
15. Карбонизация калонасини ишлаш принципини тушунтиринг.
16. Абсорберни ишлаш принципини тушунтиринг?
17. Фильтрация нима.
18. Қандай турдаги фильтрлар бор.
19. Баробанли вакуум-фильтрни ишлаш принципи.
20. Кўнғирот сода заводи фильтрация бўлимини технологик схемасини ва унинг тавсифи.

5.8. Натрий бикарбонат кальцинацияси

Натрий бикарбонат хом-ашёсини кальцинациялаш жараёнининг физик-кимёвий асослари. Фильтрланган ювилган ва натрий бикарбонат таркиби қуйидагича (%, оғирлик ҳисобида): $NaHCO_3$- 76-80%, Na_2CO_3- 2-6%, умумий NH_3 миқдорда - 0,6-0,8%, умумий Clмиқдорда ($NaCl$ ҳисобида) 0,2-0.4%, H_2O- 14-18%.

Натрий карбонат - Na_2CO_3 натрий бикарбонат (гидрокарбонат) $NaHCO_3$ нинг гидролизи ва эриган $NaHCO_3$ нинг фильтрда вакуум таъсирида декарбонизацияси натижасида ҳосил бўлиши мумкин.

Амалиётда нам кальцинациялаш усули мавжуд бўлиб, бу усул кўпчилик ишлаб чикариш саноати учун сода эритмаси қўлланиладиган ҳолатларда натрий бикарбонатнинг эритмада парчаланишига асосланган. Бунинг учун нам натрий бикарбонати олинади ва ўткир буғ билан қиздирилади. Шу билан бир қаторда декарбонизация жараёни ҳам содир бўлади.

Техник бикарбонат оқ рангда бўлиши талаб этилади. Бикарбонатнинг ранги ўзгариши абсорбция ва карбонизация бўлимларидаги қурилмалардаги коррозияси натижасида кузатилади. Бундай ҳолатда натрий бикарбонат чўкмаси коррозия ҳосиласи бўлган темир оксиди рангини олади.

Натрий карбонатни натрий бикарбонатдан олиш жараёни термик парчалаш - кальцинациялаш орқали содир бўлади. Қуруқ $NaHCO_3$ қиздирилганда қуйидаги реакция тенгламаси бўйича парчаланади:

$$2NaHCO_{3(к)} = Na_2CO_{2(к)} + CO_{2(г)} + H_2O_{(г)} - 125,6кЖ \qquad (5.63)$$

Фазалар қоидасига кўра системанинг эркинлик даражасини жараёндаги мувозанатни бузмасдан ва бир вактнинг ўзида ўзгартиришмумкин бўлган ташки таъсирлар сони аниқланади. Фазалар қоидаси:

$$C = K + N - Ф, \qquad (5.64)$$

бу ерда: C- системанинг эркинлик даражаси, яъни жараёндаги мувозанатни бузмасданўзгартириш мумкин бўлган сон;K-системадаги эркин кимёвий компонентлар сони (айни ҳолат учун K=2);N- фазалар мувозанатига таъсир этувчи ташки омиллар сони (айни ҳолат учун N = 2 - парциал босим ва температура), $Ф$- фазалар сони (айни ҳолат учун Ф=3, 2 та каттик ва 1 та газ).

Берилган маълумотларни тенгламага (5.64) қўйиб қуйидаги қийматга эга бўламиз:

$$C = 2 + 2 - 3 = 1$$

Бундан келиб чикадики, бу система бир ўзгарувчили система, яъни системада фақат битта омилларни ўзгартириш мумкин. CO_2нинг мувозанат босими -P_{CO2} ва у температурага боғликлиги ушбу формула орқали аниқланади:

$$\lg P_{CO_2 \cdot H_2O} = 11,72 - 3525/T \qquad (5.65)$$

бу ерда: T- абсолют температура, К; $P_{CO2+H2O}$- углерод диоксиди ва сув буғларининг натрий бикарбонат устидаги умумий мувозанат босими, мм сим.уст.

Натрий гидрокарбонатнинг 125°С да парчаланишида углерод диоксиди ва сув буғларининг умумий босими 1 атм. ни ташкил этади. Температура ортиши билан реакция мувозанати (5.63) ўнгга силжийди ва реакция тезлиги ошади. Техник бикарбонатнинг (нам) қиздирилишида бошқа реакциялар ҳам содир бўлиши мумкин:

$$(NH_4)_2CO_{3\,(K)} = 2NH_{3(G)} + CO_{2(G)} + H_2O_{(G)} - 172{,}5\ кЖ \quad (5.66)$$

$$NH_4HCO_{3(K)} = NH_{3(G)} + CO_{2(G)} + H_2O_{(G)} - 166{,}8\ кЖ \quad (5.67)$$

$$NH_4Cl_{(K)} + NaHCO_{3(K)} = NaCl_{(K)} + NH_{3(G)} + CO_{2(G)} + H_2O_{(G)} - 145.5\ кЖ \quad (5.68)$$

Натрий карбонатдан сув таъсирида қиздирилганда сода ҳосил бўлади, жараённинг реакция тенгламаси қуйидагича:

$$2NaCO_3NH_{(K)} + H_2O_{(\text{қаттиқ})} = Na_2CO_{3(K)} + 2NH_{3(G)} + CO_{2(G)} - 140{,}7\ кЖ \quad (5.69)$$

100 кг техник бикарбонатдан олинадиган сода миқдори соданинг чиқими деб номланади. У асосан бикарбонатнинг намлик даражасига боғлиқ. Бикарбонат қанчалик намлиги юқори бўлса, соданинг чиқими шунчалик кам бўлади ва намлик йўқолиши учун сарфланадиган иссиқлик миқдори юқори бўлади. Бикарбонатдаги намлик - бикарбонатни тўйинган эритмаси бўлиб, бунда нам бикарбонатнинг газ фазанинг босими натрий бикарбонат эритмаси устидаги мувозанат босими орқали аниқланади. Ушбу температурада система қуруқ бикарбонатдагига нисбатан юқорироқ босимга эга. Шунинг учун ҳам намлиги юқори бикарбонатни қиздиришда аввал эриган бикарбонат газ фазага намлик ва CO_2 ҳосил қилиб парчаланади. Намлик йўқолгандан кейин эса қуруқ бикарбонат устидаги сув буғлари ва CO_2 нинг мувозанат босими камаяди ва бу парчаланишда бир қанча қийинчиликлар туғдиради.

5-23 жадвалда кальцинацияланган соданинг чиқими келтирилган бўлиб, бунда буғланаётган намлик ва иссиқлик сарфининг кирувчи натрий бикарбонатнинг намлигига боғлиқлиги кўрсатилган.

Буғланиш натижасида эритма таркибидан эриган қаттиқ фаза ўтхона деворлари бўйлаб кристалланиш натижасида ўтхона деворларини зич қопловчи қаттиқ қатлам ҳосил бўлади.

5-23 жадвал

Сода чиқимининг техник натрий гидрокарбонат намлигига боғлиқлиги

$NaHCO_3$, % масс.	Соданинг чиқими 100 кг намланган $NaHCO_3$нинг.кг	100 кг сода учун $NaHCO_3$ дан буғланаётган сув миқдори, кг	100 кг сода учун сув буғланиши учун сарфланадиган иссиқлик, кЖ
23.92	48	50	33000
22.23	49	45.5	29400
20.55	50	41.5	26500
19.16	51	37.5	24100
17,58	52	33.8	21000
15. 99	53	30.2	19300
14.31	54	26,5	16900

Соданинг қаттиқ қопламаси иссиқлик алмашинишни ёмонлаштиради ва ўтхонанинг пўлат деворларининг кучли қизиб кетишига сабаб бўлади. Бунинг олдини олиш учун, бикарбонат ҳомашёси кальцинацияланишдан аввал тайёр иссиқ сода (ретур) билан аралаштирилади. Бунда трона ҳосил бўлади:

$$Na_2CO_{3(K)} + NaHCO_{3(K)} + 2H_2O_{(G)} = Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 2H_2O + 21{,}9\ кЖ \quad (5.70)$$

Троналар сочилувчан ва шунинг учун ҳам деворларга ёпишмайди. Иссиқлик таъсирида парчаланиши троналарнинг икки босқичда кечади. Биринчи босқич қуйидаги реакция тенгламаси бўйича содир бўлади:

$$3(Na_2CO_3NaHCO_3 \cdot 2H_2O)_{(K)} = Na_2CO_3 \cdot 3NaHCO_{3(K)} + 2Na_2CO_{3(K)} + 6H_2O - 320{,}3\ кЖ \quad (5.71)$$

Ушбу реакция 111°Стемпературада боради. Бунда сода кристалланган намликни йўқотиб Вегшайдер тузини -$Na_2CO_3 \cdot 3NaHCO_3$ ҳосил қилади. Қиздириш давом эттирилиб, температура

127°С га етганда иккинчи босқич бошланади, бунда қўшалоқ Вегшайдер тузининг парчаланиши қуйидаги тенглама бўйича содир бўлади:

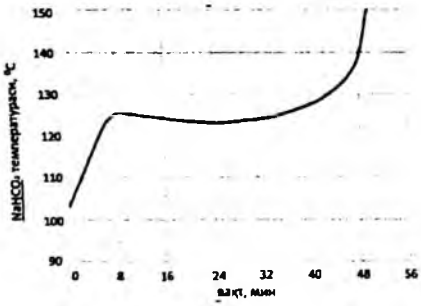
$$2(Na_2CO_3 \cdot 3NaHCO_3)_{(т)} = 5Na_2CO_{3(к)} + 3H_2O + 3CO_2 - 472,6\,кЖ \qquad (5.72)$$

Кальцинация жараёнининг тезлиги нисбатан секинроқ содир бўладиган иккинчи босқичга боғлиқ бўлади. Бикарбонат хомашёсини иссиқ содага қўшилиши натрий бикарбонати кристалл панжарасига киручи натрий карбамат шаклида аммиакнинг ажралишини таъминлайди. Тронанинг ҳосил бўлиш жараёнида натрий бикарбонат панжараси бузилади, бу эса натрий карбаматнинг парчаланишига имкон яратади. Нам натрий бикарбонат ва ретур соданинг нисбати натрий бикарбонатнинг намлигига ва аралаштириш сифати орқали аниқланади. Назарий жиҳатдан, нам бикарбонат таркибидаги 1 кг физик намлик (кристалланган)ни боғлаш учун 100% ли кальцинацияланган содадан 2,94 кг талаб этилади. Агар ретур сода 2% намликка эга бўлса, у ҳолда 1 кг намлик учун унинг сарф 2,94·100/98 = 3,04 кг ни ташкил этади.

Бикарбонат хом-ашёсининг намлиги 18% масс. бўлганда, 1 кг миқдори таркибида 0,18 кг сув саклайди. 0,18 кг намликни ўзига бириктириши учун талаб этилувчи 98% ли сода сарфи 3,04·0,18 = 0,547 кг ни ташкил этади. Ретур соданинг бу миқдори нам бикарбонати ва ретурнинг идеал аралаштирилиши ҳолати учун хисоблашлар натижасида аниқланган. Аммо амалиётда идеал аралаштиришнинг имкони бўлмагани туфайли ретурнинг миқдори 1 кг бикарбонат хомашёсига 0,75-1,0 кг гача ортади. Одатда бугли кальцинатор агар натрий бикарбонат ёки кальцинацияга берилган аралашманинг намлиги 6-7% дан ошмаган ҳолатларда яхши ишлайди.

Нам бикарбонат билан тайёр кальцинацияланган сода билан аралаштирилиш жойига кўра кальцинациялаш жараёнини олиб бориш икки усулга ажратилади:

- ретур билан борувчи жараёнлар, агар натрий бикарбонат ва ретурланган сода кальцинаторга (ёки ўтхона) берилишидан аввал махсус аралаштиргич қурилмада аралаштирилса;
- ретурсиз борувчи жараёнлар, агар нам бикарбонат сода билан кальцинаторнинг ўзида (ёки ўтхона ичида) аралаштирилса.



5.39-расм. Кальцинациялаш жараёнида натрий бикарбонат температурасининг ўзгариши

5-24 жадвал

Натрий бикарбонат парчаланиш вақтининг температурага боғлиқлиги

Парчаланиш температураси,t °С	140	150	170	190
Тўлиқ парчаланиш вақти,мин.	120	55	35	32

Ўтхоналарнинг температура мароми жараённи олиб бориш шароитлари ва шу билан бир қаторда ушбу қурилмада материални термик қайта ишлаш давомийлигига ҳам боғлиқ. Барабанни тўлдирилиш коэффициенти 0,3 бўлганда бугли кальцинаторда жараён давомийлиги - 20...25 мин ни ташкил этади. 5.39-расмда бикарбонат парчаланиши вақтининг (τ) жараён температурасига боғлиқлиги келтирилган.

Графикдан кўриб турибдики (5.39-расм), кальцинацияланш жараёнини 3 та даврга ажратиш мумкин. Биринчи даврда (АБ кесма) температуранинг жадал юқорилаши кузатилади. Бу даврда барча берилаётган иссиклик натрий гидрокарбонатни қиздиришга ва тронадаги кристалланган намликни йўқотишга ва углеаммонийли тузнинг парчалашга сарф бўлади. Иккинчи даврда (БВ кесма)

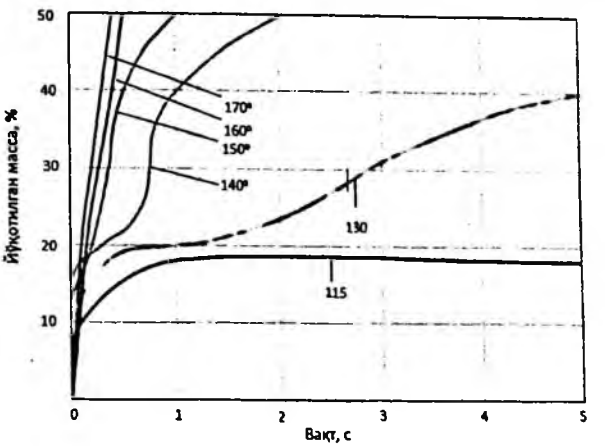
иситилаётган махсулотнинг температураси ўзгармасдан қолади - тахминан 125°С гача. Берилаётган иссиқлик натрий гидрокарбонатнинг термик парчаланишига сарф бўлади. Учинчи даврда (ВГ) температуранинг кескин ошиши содир бўлади. Бу эндотермик хисобланган натрий гидрокарбонати парчаланиши жараёнининг якунланганлигини англатади ва берилаётган иссиқлик кальцинацияланаётган содани қўшимча иситишга сарф бўлади.

Тенглама (5.65) ҳисоблари шуни кўрсатадики, қўшалоқ тузнинг устидаги босими 1 атм. ни ташкил этади 5.39-расмдаги ораликка (БВ кесма) якин температурага якин бўлган 126°Сга тенг. Бундай ҳолатда, кальцинация жараёни 126°С дан паст бўлмаган температурада олиб борилиши керак. Аммо жараённинг тезлигини ошириш учун, шу билан бир каторда кальцинатор ёки сода ўтхонасининг қувватини ошириш учун температурани кўтариш лозим. Амалиётда кальцинация жараёни 140...180°Сда олиб борилади.

Кальцинация жараёни тезлигини ўрганиш учун олиб борилган тадқикотлар шуни кўрсатадики, натрий гидрокарбонатнинг парчаланиши асосан иссиқлик ҳудудида содир бўлади. Демак, парчаланиш тезлиги иссиқликнинг парчаланиш ҳудудига берилиши тезлигига хусусан нисбий иссиқлик алмашиниш юзаси, температура ва гидродинамик шароитларга боғлик. Тахминан 19% намлигибўлган бикарбонатни кальцинацияланиш тезлигига температуранинг таъсири - турли температураларда парчаланиш жараёнида массанинг вакт бўйича йўкотилиши (% хисобида), ретур содаси иштирокидаги жараён 5.40-расмда кўрсатилган. Жараён температураси бикарбонат, аникроқ килиб айтганда Вегшайдер тузи устида ҳосил бўлувчи парчаланиш махсулотлари - углерод диоксиди ва сув буғларининг парциал босими қийматлари орқали аникланади.

Графикдан парчаланиш жараёни 140...150°С дан юкори температурада олиб борилганда жараён тезлиги ортади деб хулоса қилиш мумкин.

Аммо ишлаб чиқариш шароитларида ретур сода иштирокидаги натрий гидрокарбонатнинг тўлиқ парчаланиши учун жараёнда юқоридаги жадвалдагига карагандаузок вакт талаб этилади.



5.40-расм. Турли температураларда нам натрий бикарбонатнинг парчаланиш тезлиги

Ретур қўлловчи кальцинация ўтхонасидан ташқари, ретурсиз ўтхоналар ҳам мавжуд. Бунда нам бикарбонат ўтхона ичига 9...10 м масофага улоқтирилади, иссиқ кальцинацияланган сода билан аралаштирилган ҳолда трона ҳосил бўлади.

Кальцинациялашнинг икки тури мавжуд:

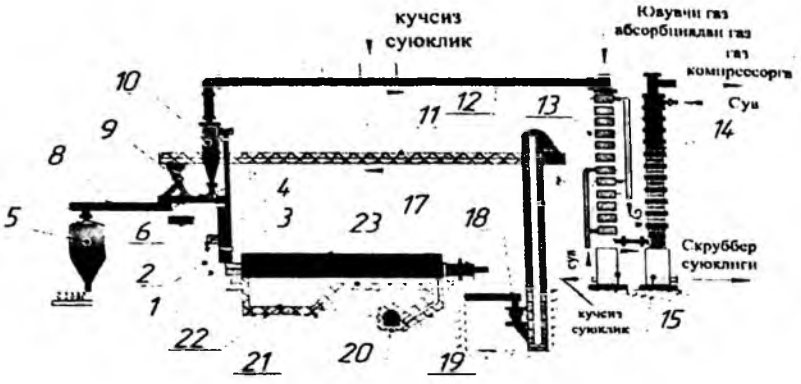
1) аланга билан қиздириладиган - суюк ёки газ ҳолидаги ёкилғи билан ишлайдиган аланга орқали қиздириладиган айланма барабанли ўтхоналардан фойдаланиладиган;

2) буғ ёрдамида қиздириладиган - трубали насадкага эга айланма барабанли кальцинаторлар - буғли кальцинаторлардан фойдаланилади.

Сода ўтхонаси барабанининг тўлдирилиш коэффициенти 0,3 да. ретур содали ўтхонада материални бўлиш вакти 1 соатни, буғ кальцинаторларида эса 20...25 минутни ташкил этади.

5.41-расмда ретурли кальцинация ўтхонаси бўлган кальцинация бўлимидаги технологик схемаси келтирилган. Сидирувчи транспортер нам гидрокарбонатни вакуум фильтрлар орқали

аралаштиргич билан таъминланган қабул қилкичга узатади. Ундан содали ўтхона қабул килкичига, сўнг аралаштиргичга узатилади.



5.41-расм. Ўтхонали ретурли кальцинациялаш бўлимининг технологик схемаси

1 - аралаштиргич, 2 - таъминлагич, 3 - кабул килгич, 4 - сидирувчи транспортер, 5 - бункер, 6 - вакуум-фильтр, 7,11,18,19 - шнекли транспортер, 8,9 - трубалар, 10 - циклон, 12 -коллектор, 13 - газ совуткич; 14 - газ ювгич; 15 - суюклик йиғгич, 16 - элеватор, 17 - шнек. 20 - ўтхонаборлари, 21 -газ ўтказгич, 22 - ўтхона, 23 - ўтхона.

Шнекли транспортер оркали аралаштиргичга ретур иссиқ сода қуйилади. Ҳосил бўлган аралашма кальцинация жараёни борувчи айланма барабанли ўтхонага юкланади. Тайёр сода ўтхонадан шнекли транспортерга юкланади ва у оркали элеваторга узатилади. Элеватор содани шнекка узатади, у ерда соданинг бир қисми тайёр махсулот бункерига йўналтирилади, қолган қисми ретур сифатида жараёнга қайтарилади.

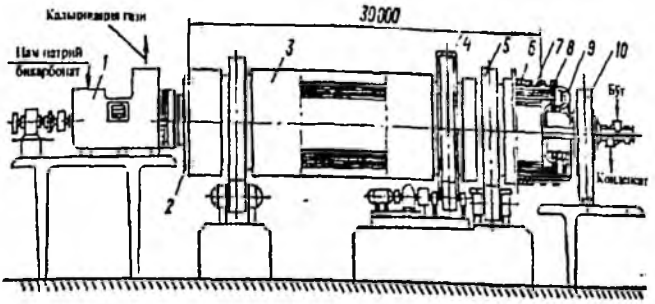
Кальцинация жараёнида ажралувчи газлар таркибида CO_2, H_2O, аммиак ва сода чанги бўлади. Улар циклонга узатилади. Тозаланган газ содали ўтхоналарнинг газ коллекторида кучсиз суюқлик билан ювиш мақсадида юборилади. У ердан газ суюқлик билан бирга содали ўтхоналарнинг газ совуткичига (СПГС) йўналтирилади. Шу билан бирга СПГС га газни абсорбция газини ювишдан чиққан газлар ҳам берилади. СПГСдан совутилган газ содали ўтхоналарнинг газ ювувчиси (СПГЙ) нинг пастки қисмига юборилади ва у ердан компрессорга йўналтирилади.

СПГЙ дан ҳосил бўлган таркибида таҳминан 20 (н.д) аммиак ва 10 (н.д) бирлик улушдаги сода бўлган кучсиз суюқлик йиғгичга тўпланади, у ердан кичик дистилляцияга, бир қисми эса содали ўтхоналарнинг газларини ювиш учун коллектерга берилади.

Кичик дистилляциялашдан ҳосил бўлган конденсат ёки ювгичдан ҳосил бўлган скруббер суюқлиги шаклида ҳосил бўлган сув бикарбонатни фильтрларда ювиш учун узатилади. Соданинг ўтхонада бўлиш вақти таҳминан 2 соатни ташкил этади. 1 т содадан ҳосил бўлувчи ўтхона газларининг таркиби ва миқдори қуйидагича: углерод диоксиди - 400 кг, аммиак - 20 кг, намлик - 500 кг. сода чанги - 20 кг.

Буғли кальцинатор. Содали ўтхона ёки ўтхоналарнинг аланга ёрдамида иситилишидаги асосий муаммолар барабан ташки девори юзасидаги температуранинг юқори (300-400°С) эканлиги ва маълум қисмларнинг исиб кетиши ва кейинчалик девор деформациясига сабаб бўлиб, турли ёриқ ва нотекисликлар ҳосил бўлишига олиб келувчи омил-иссиқликнинг бир текис тақсимланмаганлиги ҳисобланади.

Ҳозирги кунда кальцинация жараёнида иссиқлик ташувчи элткич сифатида юқори босимдаги буғдан фойдаланилади. Бу иссиқлик алмашиниш юзасининг 3000 м^2 гача оширилишига ва бу орқали кальцинаторнинг содали ўтхоналарга нисбатан солиштирма ишлаб чиқаришнинг ҳажм бирлигидаги махсулдорлиги икки баробар ошишига, иссиқликдан самарали фойдаланиш коэффициенти ошишига ва эксплуатацион чиқимларнинг камайишига сабаб бўлади. Бугдан фойдаланишнинг камчилиги унинг суюқ ва газ ҳолатдаги ёқилғиларга нисбатан юқори таннархга эга эканлиги ҳисобланади.



5.42-расм. Бутли кальцинатор

1 - аралаштиргич; 2 - таянч махкамловчилар: 3 - барабан; 4 - шестерня; 5 - обод; 6 - иссиқлик қоплама; 7 - қовурғали труба; 8 - тешикли панжара; 9 -камера, 10 - чиқиш камераси.

Бунда бир хил ишлаб чиқариш қувватига эга бўлганда, кальцинатор эгалловчи иншоот хажми анча кам бўлади. Иссиқликка бардош қимматбаҳо қоплама мўрилар мавжуд эмас. 5.42-расмда буғли кальцинатор қурилмаси келтирилган.

Кальцинатордаги соданинг температураси сода ўтхонасидагига нисбатан юкори бўлади, бу махсулот сочма зичлигининг юкори бўлишини таъминлайди. Бундан ташкари, юкори температурада иситилганда кальцинация жараёнининг юкори тезлигига эришилади. Бутли кальцинаторлар юкори самарали иссиклик алмашиниш юзаси билан фарк килади. Иссиклик алмашиниш юзасини ошириш максадида иситувчи трубалар кальцинаторга унинг узунлиги бўйлаб қовурғаларига ўрнатилади.

5-25 жадвалда саноат кальцинаторларининг асосий техник тавсифлари келтирилган

5-25 жадвал

Кальцинаторларнинг техник тавсифлари:

№	Кўрсаткич	Кальцинатор			
		ФРГ	ФРГ	Польша	Франция
1	Аралаштириш тури	бир ўкли	икки ўкли		
2	Сода бўйича қуввати, т/кун	300	600	600	600
3	Барабандиаметри, м	2,6	3	3	3,6
4	Барабанузунлиги, м	20	30	33	36
5	Иситилиш юзаси, м^2	1280	2780	2820	3120
6	Буғ омиллари: а) босим, атм б) температура,°С	 32 240	 31 260	 35 270	 32-35 270
7	Буғ сарфи, т/т сода	1,7	1.54	1,5	1,4
8	Узатма қуввати, кВт	75	132	160	180
9	Бирсекунддагиайланишсони	7	7	5,3-6,7	2,86
10	Кальцинация газдагиCO$_2$, %	93	93		97
11	Кальцинатормассаси, т	163	210	160	310

Айланма пўлат барабан ичида айланма камеранинг труба панжара деворларига охиридан махкамланган уч қатор қовурғали труба жойлаштирилган

Кальцинатор барабани сода чиқиш томонига бироз оғишган холда ўрнатилади, бунга сабаб кальцинатордан сода чиқариш чўяндишчеси орқали чикади. Буғ айланма буғ камерасига кальцинаторнинг қўзғалмас қисмидан штуцер орқали берилади, сўнг марказий трубага ва ундан 3 та труба орқали қайтарилади. Трубалардаги конденсат буғ камерасига тушади ва ундан халқасимон камеранинг кетма-кет туйнукларидан ва бошқа томонидан конденсатнинг кальцинатордан чикиши учун мўлжалланган туйнук ва ўтказгич труба орқали йўналтирилади. Камеранинг пастки (қуйи) холатида келиб тушган конденсатнинг қуйи қисмида барабан айланиши билан бўлимнинг бошқа томонига ўтказгич труба орқали ҳаракатланади ва штуцер орқали кальцинатордан чиқариб юборилади.

Кальцинатор ретур таъминоти билан ишлайди. Нам гидрокарбонат ретур билан аралаштиргичда аралаштирилади. Кальцинатор ташқи томондан иссиқлик ҳимоясига эга бўлади. Сода чиқариб олувчи камера орқали чиқариб олинади, кальцинация газлари эса аралаштиргич штуцериорқали чиқарилади.

КСЗда нам бикарбонатни кальцинациялаш бўлимининг технологик схемаси. 5.43-расмда КСЗ да нам бикарбонатни кальцинациялаш бўлимининг технологик схемаси келтирилган.

Бикарбонат бўлимига келиб тушадиган нам бикарбонатнинг таркиби: $NaCl$ - 0,34%; H_2O - 17,0%; $NaHCO_3$- 78,17% ;Na_2CO_3- 0,5%; NH_4HCO_3- 3,98% ; эримайдиган моддалар - 0,01%.

Нам бикарбонат бикарбонат бўлимига32°С температурада V0301 лентали конвейер оркалиV0519 а/b винтли конвейерга, сўнг бикарбонат винтли конвейер V0502 а/b габерилади. Кейин бикарбонат L0501 а/b кальцинаторининг бош кисмига келиб тушадиган кальцинатор комплектига кирувчи махсус юкловчи ёрдамида бикарбонат кальцинатор ичига улоқтирилади. Бу ерда бикарбонат қайтарилган (иккиламчи) сода билан бикарбонат намлигини камайтириш орқали қумоқлар ҳосил бўлишининг олдини олиш мақсадида аралаштирилади. L0501 а/b кальцинаторда бикарбонатнинг қиздирилиши натижасида парчаланиб енгил сода олинади.

Кальцинатордан чиқаётган 115°С даги газ таркибида углерод диоксиди, сув буғлари, аммиак ва сода чанги бўлади ва озгина ортиқча босим 0,0013 МПа га эга бўлади. У чанг ва аммиакдан тозалангандан сўнг, компрессия бўлимида ўрнатилган J0703 компрессор билан сўрилади.

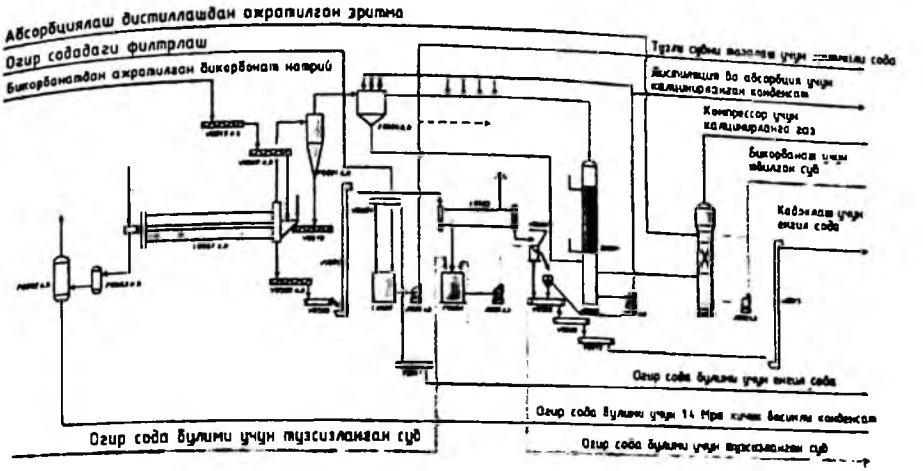
Кальцинатордан чиқаётган газ сода чангидан тозалаш учун F0501 а/b циклонга келиб тушади. Циклонни 0,2 МПа (ортиқча) босимдаги сув буғи билан 135°С гача иситиш назарда тутилган. Циклонга газ айлана уринмаси бўйлаб узатилади ва шу сабабли циклон цилиндри бўйлаб айланма харакат юзага келади ва марказий трубага йўналтирилади. Ҳосил бўлган марказдан қочма куч газ таркибидаги сода заррачаларини идиш деворига урилиб йириклашиши ҳамда циклоннинг конус қисмига чўкишига олиб келади.Циклондан ажралаётган чанг кальцинатор комплектига кирувчи V0510a/b винтли конвейерига келиб тушади ва L0501a/b кальцинаторга қайтарилади. Циклондан ажралаётган 115°С температурадаги газ F0505 а/b юттиргичига аммиакдан тозалаш учун келиб тушади. Юттиргич - бу конуссимон днищчека эга бўлган цилиндр. Конденсатор E0501 да сув буғлари конденсациясида ҳосил бўлган- конденсат билан юттиришда бир қисм аммиак юттирилади ва сода чанги ювилади. Конденсат 45°С температурадаJ0501a/bнасос орқали юттиргичнинг юқори қисмидаги 6 форсункага узатилади. Юттиргичдан чиқаётган конденсат E0501 конденсаторнинг пастки қисмига қайтарилади. Кейинчалик газ конденсат насосJ0501a/b ёрдамидаконденсат бериладиган сув пуркагичли коллекторга юборилади. F0505a/b юттиргичдан чиқаётган 115°С температурадаги газ E0501 конденсаторнинг юқориги қисмига берилади. ва трубалар орқали юқоридан пастга ҳаракатланади.

Конденсат конденсаторнинг пастки қисмида йиғилади ва J0501a/b насос орқали F0505a/b юттиргичга ва абсорбция ва дистилляция бўлимларига узатилади.

Конденсаторнинг пастки қисмидан чиқаётган газ E0502 кальцинация газлари учун скрубберга келиб тушади. Бу насадкали вертикал цилиндр шаклдаги қурилма. Қурилманинг юқори қисми ювувчи эритмани таксимлагич қурилмаси ва қайтаргич элемент билан жиҳозланган. Газ скруббернинг ўрта қисмига берилади. Газни охирги тозалаш босқичи учун таркибида аммиак саклаган кучсиз эритма дистилляция бўлимидан қурилманинг юқори қисмига узатилади.

Аммиакдан ювилган газ, таркибида ҳажмий улуши 85,26% CO_2 ва 0,71% аммиак 45°С температурадаги E0502 скруббердан компрессия бўлимига келиб тушади. Фойдаланилган ювувчи суюқлик, таркибида аммиак, карбонат ангидрид ва кальцинацияланган сода бўлади. Ушбу суюқлик скруббернинг пастки қисмидан J0502a/b насос орқали бикарбонат бўлимига узатилади. Ювувчи суюқликнинг бир қисми J0502a/b насосорқали керак бўлганда E0502 скрубберга қайтарилади.

Кальцинацияланган сода олиш учун натрий бикарбонатнинг кальцинация жараёни иссиқлик ютилиши билан боради - бу эндотермик жараён. Кальцинаторда иссиқлик ташувчи сифатида 3,1 МПа босим ва 236°С температурадаги буғдан фойдаланилади.Ушбу буғларнинг конденсатлари кальцинатордан чиқарилади ва эллиптик қопқоқ ва днищчекисмга эга бўлган вертикал цилиндрик қурилма - F0503a/b конденсат йиғгичининг юқори қисмига келиб тушади.



5.43-расм. Кальцинациялаш технологик схемаси.

F0505a,b-абсорбер; V0519-бурама конвейер; V0502a,b-бикарбонат бурама конвейер; F0501a,b-кальцинацияланган газ сепаратори; V0504-скипли конвейер; L0503-совутилган сода; V0507-енгил сода элаги; E0502-скруббер; E0501-конденсатор; V0520a,b-винтли конвейер; L0501a,b-енгил сода кальцинатори; F0503a,b-конденсат йиғгич; F0502-буғлаткич; V0505-енгил сода элеватори; V0511-енгил сода скипли конвейери; L0502-енгил сода тайёрлаш идиши; J0503-сода эритмаси насоси; F0504-тузсизланган сув идиши; V0506-енгил сода скипли конвейери; V0509-енгил сода скипли конвейери; V0508-енгил сода майдалагичи; J0501a,b-конденсат насоси; J0502a,b-ювилган суюлиқ насоси; V0513-енгил сода элеватори; J0504a,b- тузсизлантирилган сув насоси; V0503-енгил сода скипли конвейери; V0510a,b-енгил сода скипли конвейери.

Конденсатордан ажралаётган 3,1 МПа босим ва 236°С температурадаги буғ йиғгичнинг юқори қисмидан L0501a/b кальцинатор учун буғ етказиб бериш тармоғига узатилади. Лозим ҳолатларда буғни конденсат йиғгичидан атмосферага чиқариб юбориш таклифи кўриб чиқилган. F0503a/b конденсат йиғгичининг пастки қисмидан 3,1 МПа босим ва 236°С температурадаги конденсат F0502a/b буғлаткичга келиб тушади. F0503a/b конденсат йиғгичидаги конденсат сатҳи ўз ўрнида назорат қилинади. Конденсатдан конденсатнинг буғлаткич тармоғига берилишида ўрнатилган сатҳ регулятори орқали ажралаётган буғ F0503a/b конденсат йиғгичига қайтарилади.

0502a/b буғлаткичи ишлаб чиқариш ичидаги конденсат коллекторларини конденсатдан олинган иккиламчи буғ билан таъминлайди. Буғлаткич - эллиптик копқоқ ва диишчекисмдан иборат қайтаргич элемент билан жиҳозланган цилиндр шаклидаги вертикал қурилма. Конденсат буғлаткичга тангенциал йўналиш бўйича келиб тушади ва қайнайди, бунда 1,4 МПа босим ва 197,4°С температурадаги иккиламчи буғ ҳосил бўлади. Бу буғ қурилманинг юқори қисмидан буғ коллекторига келиб тушади ва L0602 оғир содани кальцинаторига берилади.

Буғлаткичнинг пастки қисмидан 1,4 МПа (ортиқча) босим ва 197,4°С температурадаги конденсат оғир сода бўлимидаги F0603 буғлаткичига келиб тушади. Конденсатдан ажратилган буғ конденсатнинг буғлаткичдан чиқиш йўлига ўрнатилган сатҳ регулятори орқали буғлаткичга қайтарилади.L0501a/b кальцинатордан ҳосил бўлаётган енгил сода кальцинаторнинг бош қисмидан 180°С температурада кальцинатор комплекти таркибига кирувчи V0520a/b винтли конвейерига чиқарилади. Енгил сода кейинчалик енгил соданинг V0503 сидирувчи конвейерига узатилади ва у ердан V0505 енгил сода учун элеваторга юкланади. V0505 элеватордан сода қуйидагиларга келиб тушади:- енгил сода совуткичи, L0503;- енгил сода учун скребкали конвейер V504, ундан кейин оғир сода бўлимига узатиб берувчи V511 енгил сода конвейерига узатилади.

L0503 совуткичда сода 70°С гача совутилади. Совуткич - совитувчи сув бериладиган иккита айланувчи куракли роторга эга иссиқлик алмашиниш қурилмадир. Роторлар ўзаро тескари йўналишда айланади. Совуткичининг пастки қисмига корпусига совутилган сув бериладиган қўйлак ўрнатилган.Совуткичга совуқ элткич - 40°С температурадаги тузсизлантирилган сув J0504 a/b насос орқали F0504 тузсизлантирилган сув сиғимидан келиб тушади. Бунда тузсизлантирилган сув 28°С температурадаги айланма сув билан совитилувчи тузсизлантирилган сув учун C0501 пластинкали совуткич орқали ўтади.Тузсизлантирилган сувнинг C0501 совуткичдан чиқишдаги температураси

С0501 совуткични айланма сув узатиш линиясидаги ўрнатилган клапан билан бошқарилади. Тузсизлантирилган сув F0504 сиғимга тузсизлантирилган сув коллекторидан келиб тушади.

L0503 совуткичда совутилган 70°С температурадаги енгил сода V0514в қурилмаси ёрдамида енгил сода учун V0506 сидирувчи конвейерга ёки майда ва йирик фракцияларни ажратиш мақсадида V0507 енгил сода учун айланма элакка узатилиши мумкин. Элакдан ўтган сода бу тайёр маҳсулот - енгил сода. У В0506 енгил сода конвейерига келиб тушади. Элакдан ўта олмаган нисбатан йирик фракция соданинг йирик бўлакларини майдалаш учун V0508 майдалагичга узатилади ва у орқали V0506 конвейерга берилади.

Ундан сўнг 70°С температурадаги енгил кальцинацияланган сода кўтарма-транспорт қурилмасидан қадоқлаш учун енгил содани қадоқлаш бўлимига қуйидаги схема бўйича узатилади: сидирувчи конвейер -V0506; сидирувчи конвейер -V0509; енгил сода элеватори -V0512; қадоқлаш бўлими -V0513. Бундан ташқари лозим бўлганда оғир содани қадоқлаш учун алоҳида қадоқлаш бўлимига узатиш мумкин. Бунинг учун енгил сода V0506 конвейерга V0515 мурувватли шибер ёрдамида №2 V0603 оғир соданинг скребковий конвейерига келиб тушади ва аксинча, оғир сода қадоқлаш учун енгил содани қадоқлаш бўлимига узатилиши мумкин. Бунинг учун V0603 конвейердан V0516 шибер ёрдамида оғир сода V0509 енгил сода конвейерига узатилади.

Намокобни тозалаш бўлимига керакли бўлган кальцинацияланган соданинг эритмасини тайёрлаш учун, енгил соданинг бир қисми V0504 конвейердан L0502 сода эритма тайёрлаш сиғимига келиб тушади. Сода эритмасини тайёрлаш учун оғир сода бўлимида бошланғич даврида ва танаффус вақтида тузсизлантирилган сувдан фойдаланилади. Белгиланган шароитда сода эритмасини тайёрлаш учун J0604 центрифугадан J0605 a/b насос орқали олинадиган ва L0604 фильтрат сиғимидан келиб тушадиган 55°С температурадаги фильтрат ишлатилади.

Сода эритмасини тайёрлаш сиғими L0502 - бу текис қопқоқли, аралаштиргич билан таъминланган цилиндр шаклдаги вертикал қурилма. Сиғимнинг диаметри - 2400 мм, баландлиги - 3000 мм. L0502 Сиғимдан 55°С температурадаги кальцинацияланган сода эритмаси (Na_2CO_3 - 50 н.д.) J0503 a/b насос орқали намокобни тозалаш бўлимига узатилади.

5.9. Оғир сода технологияси

Оғир сода технологиясининг физик-кимёвий асослари. Сода ўтхонасидан ёки кальцинатордан чиқаётган кальцинацияланган соданинг зичлиги 0,48-0,56 т/м³. 5-26 жадвалда "енгил" соданинг намунавий донадорликтаркиби келтирилган. Бундай сода (майда) осон чангланади, катта хажмга ега, кам иссиқлик ўтказади, нам материал билан аралашганда осон кумокланади.

5-26 жадвал

"Енгил" соданинг намунавий донадорлик таркиби

Заррача ўлчами	мм	>0,4	0,4-0,2	0,2-0,1	0,1-0,07	0.07
Заррача миқдори	%	1,0	5,2	28,6	35	30,2

Тўкмадаги зичлиги 0,9...1,0 т/м³ бўлган сода оғир сода дейилади. У моногидрат содасидан $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ олишади. Бунинг учун аввал моногидрат олинади:

$$Na_2CO_3 + H_2O = Na_2CO_3 \cdot H_2O \qquad (5.73)$$

Унинг тўкмадаги зичлиги 1,15 т/м³. Ҳосил бўлаётган моногидрат йирик кристалдаги бақувват структурага эга. Моногидратни қиздиргарнда унинг кристаллик таркиби сақланиб қолади. 5-27 жадвалда моногидрат ва оғир соданинг донадорлик таркиблари солиштирилган.

5-27 жадвал

Моногидратнинг ва оғир соданинг донадорлик таркиби

Заррачалар ўлчами, мм	Заррачалар миқдори, %	
	моногидратда	Оғир соддла
1,2-0,6	1,5-18	13,5
0,6-0,4	1,5-19	11,5
0,4-0,2	46-42	44
0,2-0,1	45-15	22,5

0,1-0,07	5-4,5	4,5
Камида 0,07	1,0-1,5	4

Оғир соданинг енгил содадан афзаллиги шундаки, ундан ва бошқа оғир материаллардан шихта тайёрланганда унинг чангланиши камаяди. Бу эса бир турдаги шихта олиш имконини беради ва жараённи олиб боришни санитар шароитини яхшилайди. Бир турдаги шихта яхши сифатдаги махсулот олиш имконини беради. Ундан ташқари соданинг тўкма зичлигининг катталиги транспорт сарфларини кискартириш имконини беради.

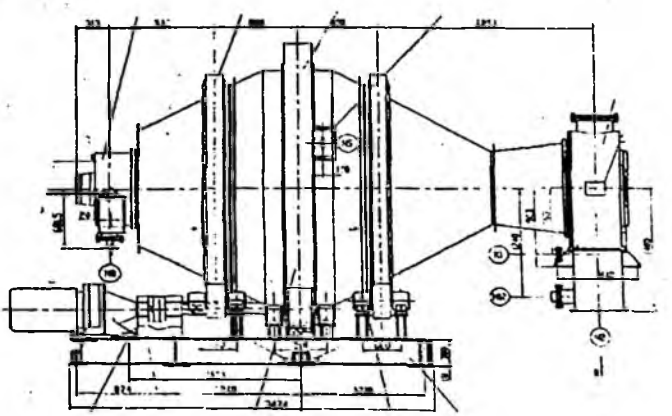
Оғир сода олишнинг бошқа усули мавжуд. Бу усулда енгил содани валли прессда прессланади. Оғир содани прессланда ҳосил бўлган зичпластинкаларни майдалашади ва элакларда фракцияларга эланади. Бу усулда олинаётган махсулот бир турдаги ўлчамли доналарга эга, улар қадоқлаш жараёнида ишқаланиб катта зичликка эга бўлади, бу эса транспортда ташишда ва ишлатишда қулай. Моногидратни оғир сода ишлаб чиқариш қурилмасида гидратация усулида кальцинациялаб ишлаб чиқаришга қараганда пресслаш қурилмалари ихчам ва иқтисодий жиҳатдан анча самарадордир.

Бикарбонатдан оғир содани юқори температура ва босимда киздириш йўли билан олиш ҳақида маълумотлар бор.

КЗС да оғир сода технологиясининг схемаси. Енгил кальцинацияланган сода 70°С температурада кальцинация бўлимидан куракчали конвейерда енгил сода V0511 дан F0602 бункеригаберилади (5.43-расм). Бункер 40 м^3 бўлган конус тубли вертикал цилиндрик идиш. Бункер F0602 дан чиқишида сирпанувчи шибер V0518 ўрнатилган. Бункер F0602 даенгил сода дозаливинтликонвейергакелади ва L0601 гидраторигаюкланади.

Гидратор - цилиндрик айланувчи барабан, юкловчи ва туширувчи қурилмалар билан жиҳозланган (5.44-расм). Гидратор барабанининг айланиш тезлиги - 5,9 айл/мин. Гидраторга юклаш томонидан енгил кальцинацияланган содага сувни бир текис сепиш учун труба уланган. Шунингдек гидраторга юклаш томонидан гидратордаги жараённи температурасини назорати учун олинадиган копкокдан ҳаво кириши мўлжалланган, у температура бўйича ҳаво сарфини ростлашга мўлжалланган.

J0601a/в насосда гидраторга сода моногидрати олиш учун 60°С температурагача C0601 пластинали совуткичда совутилган ювиш сувини F0601 идишдансувберилади. Совуткич C0601 - пластинали иссиклик алмашиниш қурилмасида совитиш элткичи сифатида температураси 28°С бўлган айланма сув ишлатилади.



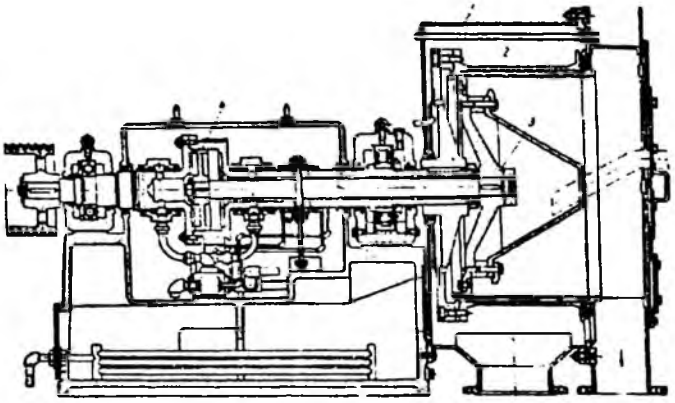
5.44-расм. Гидратор.

Гидратор L0601 га берилаётган ювиш сувнинг сарфи узатиш трубасида ўрнатилган клапанлар билан тартибга солинади.

Намланган енгил сода гидраторда бўлиш вақтида гидратация реакцияси натижасида йирик кристалли нам сода моногидратига айланади, у 92°С температурада гидратордан J0604 центрифугасига колдиқ сувни сиқиш учун ва моногидрат кристалларини ювиш учун берилади.

Кристалларни ювиш учун центрифугага J0604 га J0601а/в насосда **85,73°С** температурали ювиш суви F0601 ювиш суви идишидан берилади. 5.45-расмда центрифуга қурилмаси берилган.

J0604 центрифугасидан фильтрат **92°С** температурада L0604 фильтратидишида йиғилади ва у ердан фильтрат насосида J0605 а/в дан сода эритмасини тайёрлаш учун кальцинация бўлимидаги идиши L0502 га ўтказилади. Фильтрат учун идиш L0604 - аралаштиргичли вертикал цилиндрик жиҳоздир. Ички элакни ювиш учун J0604центрифугага **28°С** температурадаги тўғри айланма сув берилади.



5.45-расм.ФГП типидаги центрифугасининг принципиал қурилмаси
1-юритмали шкив;2-ўчириб ёккич;3-поршень;4-вал;5-тақсимлагич;6-говак вал;7-итарувчи халқаси;8-итарувчи халқаси;9-фильтровчи халқа;11-ростловчи халқа; 12-конус;13-тўкиш патрубкаси;14-центрифуга кобиғи.

Центрифугадан суви сиқилган ва ювилган сода моногидрати L0602 оғир сода кальцинаторига келади, у ерда қиздириш натижасида у сувсизланади ва оғир кальцинацияланган сода ҳосил бўлади. Оғир сода кальцинатори қурилмаси L0602, худди енгил сода кальцинатори L0501а/в қурилмасига ўхшаш бўлади. Кальцинаторнинг бош қисмини қиздириш учун 0,2 МПа босимли ва **113°С**температурали буғ қўлланилади. Сода моногидратини қиздириш учун 1,4 МПа босимли ва **197,4°С**температурадаги буғ қўлланилади.

1,4 МПа босимли буғни 3,1 МПа ўрта босимдаги буғни редуцирлаб олинади. 1,4 МПа (изб) босимли буғнинг бир қисми 0,2 МПа босимгача редуцирланади, бойлерли сув билан намланади, дистилляция ва абсорбция бўлимига берилади. 1,4 МПа босимли ва **197,4°С** температурали буғ конденсати, кальцинатор қиздириш зонасидан чиқиб F0604 конденсат йиғгични юқори қисмига келади.Конденсат йиғгич -эллиптик қопқоқ ва тубга эга вертикал цилиндр. Конденсат йиғгичдан F0604 дан юқори қисмидан ажралиб чиқаётган буғ, кальцинаторга 1,4 МПа босимда узатиш трубаси орқали юборилади.

Конденсат йиғгичнинг ост қисмидан F0604 га конденсат буғлаткичга F0603 га ўтади. Конденсатдан ажралиб чиққан газ, конденсат узатиш трубасига ўрнатилган даражани мувофиқлаштиргичдан ўтиб буғлаткичга тушади ва конденсат йиғгичга қайтарилади. F0603 буғлаткич конденсат цехнинг ички коллекторларини иккиламчи буғ билан таъминлаш учун мўлжалланган. Бу отбойник билан жиҳозланган эллиптик қопқоқ ва тубга эга вертикал цилиндр.

Конденсат тангенсал равишда буғлаткичга тушади ва бунда унинг қайнаш жараёни пастроқ босимда содир бўлади. 0,2 МПа (изб) босимда ва **133,5°С** температурада буғлаткичда ҳосил бўлган буғ, буғлаткичнинг гепа қисмидан умумий завод коллекторига паст босимда (0,2 МПа, изб) келиб тушади.

F0603 буғлаткичнинг пастки қисмидан конденсат 0,2 МПа (изб) босимда ва **133,5°С** температурада умумий завод коллекторига паст босимда юборилади. Конденсатдан 0,2 МПа босимда ажралиб чиққан буғ, буғлатилган конденсатни чиқиш трубасига ўрнатилган мувофиқлаштирувчидан ўтгандан сўнг яна буғлаткичга қайтарилади. L0602 кальцинаторида ҳосил бўлган оғир сода, кальцинаторнинг бош қисмидан 160°С да, кальцинатор комплектига мансуб V0608 дан оғир соданинг винтли конвейерга юборилади.

Винтли конвейер V0608 дан оғир сода, V0602 оғир соданинг сидирувчи элеваторига тушади, ундан сўнг L0603 оғир содани совуткичга ўтказилади ва 70°С гача совутилади. L0603 оғир содани совуткичнинг ишлаш принципи ва тузилиши, L0503 енгил содани совитувчи курилманинг ишлаш принципи ва тузилиши билан бир хил. L0603 совуткичда совитувчи агент сифатида тузсизлантирилган сув ишлатилади C0501 совуткичида 40°С гача совитилган тузсизлантирилган сув поз.L0603 совуткичга кальцинациялаш бўлимидан насосда J0504a/в юборилади. Совиткичдан тузсизлантирилган сув 55°С да F0504 тузсизлантирилган сув идишга кайтарилади. L0603 оғир содани совуткичдан 70°С гача совитилган сода кўшимча жихоз V0514c дан V0603 оғир соданинг сидирувчи конвейерига юборилиши мумкин ёки оғир содани майда ва йирик фракцияланган ажратувчи V0605 айланувчи оғир сода элакка юборилиши мумкин. Элакдан ўтган сода тайёр махсулот саналади ва у V0603 оғир сода конвейерига тушади.

Галвирдан ўта олмаган йирикрок фракциялар V0606 майдалагичга юборилалади ва у ерда соданинг йирик бўлаклари майдалаб юборилади. Майдалагичдан ўтган майда фракциялар V0603 конвейерига бориб тушади. 70°С температурали тайёр кальцинацияланган оғир сода кўтарувчи - транспортли жихозда ушбу схема бўйича калоклаш бўлимига юборилади конвейер V0603 - сидирувчи конвейер, V0604 -оғир сода элеватори V0607 - калоклаш бўлими. Зарур холларда кальцинатланган оғир содани кўтарувчи - транспорт жихозида кальцинация бўлимига калоклашга юбориш мумкин. Бунинг учун V0603 конвейеридан, V0516 шибер ёрдамида оғир сода, енгил сода конвейери V0509 га юборилади. V0602 кальцинациядан 115°С температурала ва гидратордан L0601 90°С да ажралиб чикаётган газлар, ўзида сувли буғлар. соданинг чанги ва хаводан иборат. булар J0602a/в газ сўргичда сўриб, тозалаб олинади ва атмосферага чикариб юборилади.

Газларни тозалаш E0601 насадкали скрубберда амалга оширилади. Курилманинг юкори кисми ювувчи эритмани сочувчи ва кайтаргич элементлари билан таъминланган. Газ скруббернинг ўрта кисмига берилади, унинг юкори кисмидан J0601a/в насос билан F0601 тозаланган сув идишдан 93,83°С даги ювиш суви берилади. Дастлабки ишга туширишда F0601 идишни тўлдиришда тузсизлантирилган сув юбориш назарда тутилган. Ювиш сувиE0601 скруббернинг пастки кисмидан F0601 ювиш сувиидишига кайтарилади.

Сода чанги кўшимчаларидан ювиб ташланган ва совитилган кальцинация гази. 93,83°С да ва 8,2 кПа босимда J0602a/в газ пуркагичида вентиляция сигими F0505 га тўлик тозалаш ва совитиш максадида юборилади. Вентиляцион сигимда газнинг кириш трубаси, куйиш линияси остидан ўтказиб юборилган. Ушбу сигимга J0601a/в насос билан F0501 ювиш суви юборилади, бу схема атмосферага ташланаётган газни сўнгги маротаба ювиш учун кўлланилади. F0506 вентиляцион сигим ювиши сув билан охиригача тўлдирилади. Газ сув катламидан ўтишда тозаланади ва атмосферага чикариб юборилади. Вентиляция идиши F0605 дан окиб тушган ювинди эритма ювинди сув идиши F0601га кайтарилади.

5-боб. Кальцинация ва оғир сода бўйича Мустакил тайёрланиш ва кайтариш учун саволлар

1. Кальцинация жараёнида кандай реакция кетади?
2. Кальцинация жараёнига кайси технологик омиллар таъсир этади.
3. Бикарбонат натрийнинг намлиги кальцинация жараёнига кандай таъсир этади.
4. Реакция тезлиги нима, кандай омиллар таъсир этади?
5. Бикарбонат натрий намлиги юкори бўлса кальцинация жараёнида кандай кўшимча реакциялар кетади?
6. Карбанат ва бикарбонат натрий ўртасида кандай реакциялар кетади?
7. Трона, Вегшайдер тузларини формуласини ёзинг ва хосил бўлиш шароитларини кўрсатинг.
8. Ўтхонали ретурли кальцинациялаш бўлимининг технологик схемасини бзёни.
9. Кўнгирот сода заводи кальцинация бўлимининг технологик схемаси ва унинг бзёни?
10. Кальцинаторлар турлари?
11. Буғли кальцинатор ишлаш принципи.
12. Оғир сода нима?
13. Оғир сода кандай олинади?
14. Гидратор нима унинг вазифаси?
15. Оғир сода олиш технологик схемаси ва унинг тавсифи.
16. Оғир сода олиш қулай технологик омиллар кандай?
17. Гидраторнинг ишлаш принципи?

5.10. Суюқ аммиакнинг регенерацияси (дистилляцияси)

Дистилляция жараёнининг физик ва кимёвий асослари. Аммиакни фильтр суюқлигива бошқа суюкликлардан регенерациялаш дистилляция бўлимида амалга оширилади. Аммиакнинг бир қисми углеаммоний ва аммоний карбамат таркибида бўлади. Шунинг учун аммиак ҳайдалганда углерод диоксиди ҳам бирга ҳайдалади ва улар сода ишлаб чиқаришга қайтиб келади. Карбонизация бўлимидаги фильтратнинг тахминий таркиби: боғланган аммиак NH_4Cl - 66 н.д., NH_4HCO_3 - 12 н.д., $(NH_4)_2CO_3$-13 н.д., $NaCl$ - 24 н.д., Na_2SO_4 - 1,5 н.д., $Cl_{уқум}$ - 90 н.д., тўғрититр - 25 н.д., $NH_{3\ умум.}$ - 91 н.д., $CO_{2\ умум.}$-37 н.д., SO_4^{2-} - 1,5 н.д.

Сода бирлигига 6 м^3/т гача фильтрат тўғри келади ва унинг температураси - 25-27°С.Боғланган аммиак ёки NH_4Cl фақат чўккан бикарбонат $NaHCO_3$ мос келади. Титр ёки ишкорлиги кислоталар билан бевосита титрланадиган туз ва бирикмалар, бу – карбонат кислотаси, аммоний тузи, эриган натрий бикарбонати, эркин боғланмаган аммиак - NH_4OH.

$NaCl$ *ва* NH_4HCO_3 дан ҳосил бўлган эритмадаги таркибидаги кўрсатилгандан ортиқча NH_4Cl миқдорига мувофиқ келиши шарт.

Одатда эриган $NaHCO_3$миқдори ва унга мос келувчи NH_4Cl зътиборга олинмайди.Унга мос келадиган ионлар $NaCl$ *ва* NH_4HCO_3 кўринишида ҳисобланади, яъни тўғрититр тўлиқ карбонат аммоний тузларига тегишли бўлади.

Эритмада NH_4OH кўринишида боғланмаган аммиак бўлмайди, чунки суюқлик таркибида углерод диоксиди миқдори тўғри титрга, яъни аммиакка нисбатан катта.

Ортиқчауглероддиоксиднингбўлишиэритматаркибида NH_4HCO_3 -нордон туз борлигини кўрсатади.

Фильтр суюқлиги таркибида кам миқдорда карбонат ва бикарбонат натрий бўлади. У фильтрда чўккан бикарбонат натрийни ювиш учун ишлатиладиган кучсиз суюқлик билан келади. Бу суюқлик кальцинатор газини совутиш ва тозалашда 1 т содага 0,5 м^3 гача ҳосил бўлади. Унинг таркиби ўзгариб туради, аммо уни тахминан қуйидагича қабул қилиш мумкин:

20 н.д. аммиаква 10 н.д. гача натрий карбонат.

Кучсиз суюқликнинг бошқа манбалари дистилляция конденсаторидаги сув буғлари конденсацияси ва дистилляция гази совуткичида ҳосил бўлади.

Конденсатда аммиак ва углерод диоксиди эрийди ва таркибида 200 н.д гача аммиак ва 170 н.д.гача углерод диоксиди бўлган кучсиз суюқлик ҳосил бўлади. ДСК ва ДСГСларида 1 т содага 0,6...0,7 м^3 конденсат ҳосил бўлади.

Дистилляция вазифаси - аммиакни тўлиқ ажратиш ва жараёнга қайтариш аммиак ҳомашё эмас, ёрдамчи материал ҳисобланади.Бир вақтнинг ўзида дистилляция жараёнида углеаммоний тузларидан углерод икки оксиди ҳайдалади ва бу билан углерод икки оксидини йўқотилишини камайтириб ва шу билан оҳак ва табиий газ сарфини камайтириш мумкин бўлади. Карбонат кислота аммиакли тузлари эритмада гидролизланади. Шундай қилиб оз эрувчи CO_2 газ фазада ажралади, аммиак эса яхши эрувчи сифатида эритмада қолади, мувозанат ўрта туз тарафга сурилади:

$$NH_4HCO_3 + H_2O = NH_4OH + H_2O + CO_2 \qquad (5.74)$$

$$NH_4NCO_3 + NH_4OH = (NH_4)_2CO_3 + H_2O \qquad (5.75)$$

$$2NH_4HCO_{3эр} = (NH_4)_2CO_{3эр} + CO_{2г} + H_2O_ж - 30{,}4\ кЖ \qquad (5.76)$$

$CO_2$35...40°С да эритмадан ажрала бошлайди:

$$NH_4HCO = NH_{3эр} + CO_{2г} + H_2O_ж \qquad (5.77)$$

Аммоний карбонат фильтр суюқлигини к 70-90°С температурагача қиздирилса парчаланади:

$$(NH_4)_2CO_3 = CO_2 + 2NH_3 + H_2O \qquad (5.78)$$

Натрий бикарбонат фильтри суюқлик билан қисман ажралади яъни "ҳўл" кальцинация реакцияси кетади:

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \quad (5.79)$$

Асосан, натрий бикарбонати аммоний хлорид билан реакцияга киришади

$$NaHCO_3 + NH_4Cl = Na_4Cl + NH_4HCO_3 \quad (5.80)$$

Натрий карбонати қиздирганда хлорид аммоний билан хам таъсирлашади:

$$Na_2CO_3 + 2NH_4Cl = 2NaCl + CO_2 + H_2O + 2NH_3 \quad (5.81)$$

Температура ошиши билан эритмада аммиак ажрала бошлайди.5-28 жадвалда фильтр суюқлигидан аммиак ва углерод диоксидининг десорбцияси кўрсатилган. 80°Стемпературада фильтратдан 62% CO_2 ва аммиак фақат 9% да фильтратга ажралади. Аммиакнинг юкори эрувчанлиги сабабли 100°С да ҳам уни суюкликдан ажратиб бўлмайди.

Аммиакнинг эрувчанлигини камайтириш ва уни газ фазага хайдаш учун унинг мувозанат босимини ошириш ва газ фазадаги парциал босимини камайтириш керак.

5-28 жадвал

Аммиак ва карбонат эритмасининг эритма температурасига боғлиқлиги:

Температура,°С	Углерод икки оксиди	Аммиак
50	5,7	0,1
60	10,8	0,2
70	16,1	0,8
80	23	2,1

Десорбцияда жараён кучи берилган газнинг парциал босимига боғлик

$$\Delta p = p^* - p^n$$

Аммиак ва углерод диоксиди мувозанат босимини (p^*) ошириб, газ фазадаги парциал босимини камайтириб(p^n), тезлиги ортишига эришилади.

Аммиак ва углерод диоксиднинг мувозанат босимини ошириш температурани ошириш билан эришилади. Газ фазани буғ билан суюлтириш аммиак ва углерод диоксиднинг парциал босимини камайтиради.

Бунинг учун ўткир сув буғи ишлатилади, дистилляцион колоннанинг қуйи кисмидан берилади, суюқлик қатламини барботаж уни иситади, аммиакнинг мувозанат босимини оширади ва газ фазага ажралади. Газ фазани суюлтириб аммиак парциал босимини камайтиради. Суюқлик таркибида углерод диоксиди бўлиши аммиак босимини камайтиради ва углеаммоний тузи хосил бўлиши хисобига аммиак хайдалишига халақит беради. Шу сабабли эритмада аммиак бўлганда углерод диоксидининг десорбция килиш (хайдаш) хам қийинлашади. Шунинг учун дистиллят суюқлигидан аммиак ажралишида тезлиги ва тўлиқлиги температурага, аммиак босими ва суюқлик таркибига боғлиқ бўлади. Боғланган аммиакни NH_4Clданшунчаки суюқликдан иситиш билан олиш мумкин эмас.Аммоний хлорид аммиак ажралиши учун кучлирок ишкор керак аммоний гидроксидга қараганда. Шу максадда кальций гидроксиддан фойдаланамиз:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O + 24,4\ кЖ \quad (5.82)$$

Шу вақтда ажралган аммиак 95...115°С температурада дистиллаш билан хайдалади. Охактош сутини беришдан олдин уни аммоний карбонатга ажратиб суюкликдан йўқотиш керак

$$(NH_4)_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + 2NH + 2H_2O - 8\ кЖ \quad (5.83)$$

Бу реакция тезлиги охак сутининг дисперслик даражасига боғлик, чунки у унинг эриш тезлигини белгилайди. Охак сутининг юкори дисперслиги аммоний хлориднинг парчаланиш реакциясининг охирида катта ахамиятга эга, качонки аммоний хлор концентрацияси ва ортикча охак сути кам бўлганда, охак сутини эришини қийинлаштирувчи кальций хлорид концентрацияси эса

юқори бўлганда. Бунда ажраладиган аммиак суюқликни ўткир буғ билан 95...115°С гача қиздириб, дистилляция йўли билан хайдайди.

Фильтр суюқлигида кам миқдорда намокобни кальций ва магний сульфатлардан тозалашда бўлган Na_2SO_4 натрий сулфати бўлади. Эритмадаги кальций хлориди бўлганлиги сабабли кальций Ca^{2+} ионлари концентрацияси юқори бўлади.

Кальций сульфатни эрувчанлиги кальций хлоридникидан кам бўлганлиги учун қуйидаги реакция кетади:

$$Na_2SO_4 + CaCl_2 = CaSO_4 + 2NaCl - 3{,}3ккал \qquad (5.84)$$

Кальций сульфат - гипс деярли эримайдиган туз, фақат лойқа бўлади ва чўкмага тушади. Гипснинг кристалланиши мақсадга мувофиқ эмас, чунки гипс асбоб-ускуналар ва қувурларнинг ички сиртидазич қобик кўринишида чўкади.

Бу қурилма ва қувур кесимларининг камайишига олиб келади ва унинг гидравлик қаршилиги ошади.

Шу сабабли дистилляция колоннасини даврий равишда қул меҳнат талаб этиладиган инкрустациядан тозалаш жараёнига тўхташ талаб этилади. Бунинг учун қўшимча жиҳоз зарур.

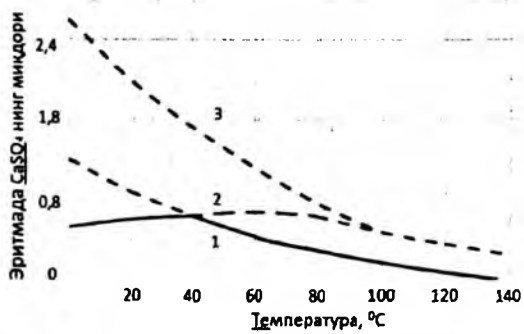
Кальций сулфати температурага боғлиқ равишда сув билан турли даражада кристалланади: сувсиз $CaSO_4$, ярим сувли - $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$, икки сувли гидратли $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

5.46-расмда гипснинг сувда эрувчанлиги кўрсатилган.

97°С дан паст температурада гипс $CaCO_4 \cdot 2H_2O$ ва 97°С юқорида $CaCO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ сифатида кристалланади. Эритмада кальций ва натрий хлорид бўлса ўтиш температураси 93...95°С камаяди. Агар дистилляторда температура 93...95°С дан юқори бўлса, дистиллятор ичи иссиқ, агар паст бўлса совуқ режимда бўлади. Энг хавфли температура ўтиш температурасидир.

Букристализацияжараёниқурилмаларичкитарафигустидакаттиктузларчўкмасиниҳосилқилади. Шунинг учун, гипс қурилмалар сирт устида сақланиши янги кристаллари шаклланиши, ёки бошқа бир модификация ўтиш жараёнида, айниқса интенсив бўлади.

Температура ошиши билан яримгидрат гипс эрувчанлиги тушади ва қаттиқ фазага интенсив ажралади.



5.46-расм. Сувда гипснинг эриши.
1 - $CaSO_4 2H_2O$ учун; 2 - $CaCO_4$ учун; 3 - $CaSO_4 2H_2O$ учун

Шундай қилиб, дистиллаш қурилмаи тозалаган ҳолда этарлича узоқ муддатли ишлашини таъминлаш мумкин. 5-29 жадвалда дистиллятор совуқ режимда ишлагандаги кўрсаткичлар келтирилган.

5-29 жадвал

Совуқ режимда ишлагандаги кўрсаткичлар

Кўрсаткичлар	Тиниш ўринлари	КДС	ТДС	ДС
Суюкликтемпература, °С	юқори	30	63	79
	паст	63	80	96

Газ температура, °С	юкори	62	74	80
	паст	74	80	98
Абсолют босим кПа/мм.сим.уст.	юкори	54,7/410	58,7/440	64,0/480
	паст	58,7/440	64,0/480	90,6/680

93°С температурада фильтр суюкликнинг оҳактош сути билан аралашишида сульфат кальций яримгидратлари кристалланади, дистиляция колоннасидан ўзгаришсиз ўтиб, оз даражада уни ифлослайди.

5-30 жадвал

Иссиқ режимда ишлагандаги кўрсаткичлар

Кўрсаткичлар	Тиниш ўринлари	КДС	ТДС	ДС
Суюкликтемпература, °С	юқори	38-32	74-80	95-97
	паст	74-80	95-97	110-115
Газ температура, °С	юқори	87-90	95-98	95-98
	паст	68-75	87-90	110-115
Абсолют босим кПа/мм.сим.уст.	юқори	-	-	850
	паст	-	790	Н.б. 1290

Агар температура дистилляцион колоннада 93°С паст бўлса унда пайдо бўлган сулфат кальций кристаллари коллонадан узгаришсиз ўтиб қурилма устига оз миқдорда ёпишади. **Айтиб ўтиш керакки дистилляция бўлимининг технологик схемаси ишлаш режимига боғлиқ бўлмайди. Дистилляция бўлими унумдорлиги ишлаш режимига боғлиқ.**

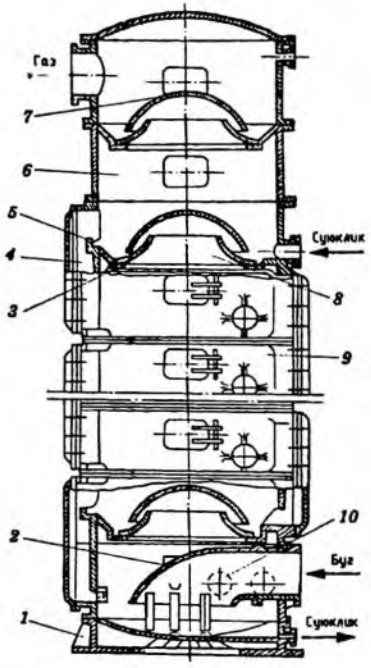
Графикдан кўриниб турибдики, дистиллер элементи унумдорлиги босим ўсишига боғлиқ. Унумдорлик ошиши фақат босимга боғлиқ эмас, яъни тезликка ҳам боғлиқ бўлади. Бу эса фильтрли суюқлик миқдори ошишига олиб келади.Босимни оширганда буғ газли эритма қўлами камаяди ва шунда қурилма унумдорлиги ошади.

Қурилманинг иш фаолиятини оширишга буғ катта миқдорда ўтиш мумкин, шунинг учун ТДС углерод диоксид ҳайдалиши камайтириб углерод диоксиди йўқотилишини камайтиради, ва яна буғ сарфини ҳам аммиак ҳайдашга. Бироқ, дистиллерда суюқлик билан аммиак йўқотилиши ўсади унинг эрувчанлиги сабабли. Умуманолганда, содазаводамалиётида, вакуумостидадистиллашқанқўра, фильтрлисуюқликостидаамалгаошириш яхшироқ. Сульфат ва кальций карбонатлари тўйинган эритма ташкил килишга мойил.

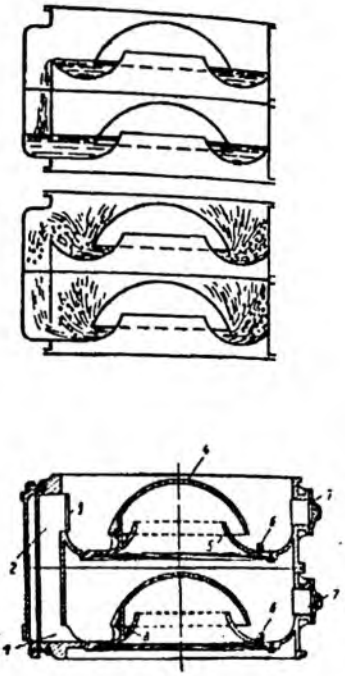
Дистилляторлар. Дистилляция бўлимининг асосий қурилмалари дистиляция колонна, унинг асосий вазифаси аммиакдан фильтрли суюкликни ҳайдаш ҳисобланади. Дистиллер - чўян ёки пўлатдан ясалган барботажли қурилма. Муҳим камчиликлари: дизайнлаштириш мураккаблиги; кўп металл сарфи; таъмирлаш ва тозалаш қийин; катта гидравлик қаршилик.

Катта дистиллаш колоннаси. Дистиллерда ажратиш (ДС), иссиклик дистилляцияси (ТДС) ва конденсатори (СДС) жиҳозланган. Колонна диаметри - 3 м, умумий баландлиги -45,7 м. Қобиғи чўяндан ясалган. ДС- аммиак ҳайдашга мўлжалланган. 3 м диаметрли ва 17,8 м баландликка эга барботажли қурилма. 5.47-расмда дистилляция колоннаси келтирилган.

Янги қурилмаларни - десорбция колонналарини, яъни оқимга қарши контакт мосламаларига, ҳамда пластинали ва юпка қатламли элементларига эга бўлиб, оддий калпоқчали колонналарга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга: қурилма унумдорлиги 1,3...1,7 маротаба юқори; қурилма тозалашлараро ишлаш муддати 2-3 маротаба кўп; оддий контакт мосламаларини қўллаш мумкин; гидравлик қаршилиги кам; тарелкаларни монтаж ва демонтаж қилиш учун колонна бузилмайди.Дистилляция иссиклик алмашиниш мосламаси аммоний карбонатини ажратиб углерод диоксидини йўқотади. Бу фильтрли суюкликни иссиқ ҳаво билан иситишга, дистиллятордан келган билан амалга оширилади.



5.47-расм. Дистиллер.
1 – таянч; 2 - буғ тарқатиш плитаси;3- тарелка; 4 қуйилиш мосламаси; 5-планка; 6 – сепаратор цапфаси;7- томчи қайтаргич; 8-бўйин; 9-кабарик томони, 10-дистиллер суюқлик штуцери.



5.48-расм. Биркалпокли қайнаш дистиллери ва унинг ишлаш схемаси
1 - суюқликнинг тарелкага чиқиши тиркиши;
2 - қуйилиш мосламаси; 3 – ойна;
4- тарелка; 5- бўйин; 6-вилкаси; 7- люк; 8-таянч.

5-31 жадвалда дистилация бўлимининг асосий кўрсаткичлари келтирилган.

5-31 жадвал

Дистиллящия колонналарининг характеристикалари

Параметрлар	дистилляр		ТДС		КДС и ХГДС		
	Қалпоқли	Оқимга қарши	Қалпоқли	Оқимга қарши	Трубали	Пластинали	Юпқа катламли
Унумдорлиги т/сутка	600	900	600	900	600	900	900
диаметри, м	3,0	3,0	3,2	3,2	-	-	2,2
баландлиги, м	17,1	21,7	17,5	16,6	-	-	-
Иссиқлик бериш юзаси, $м^2$	-	-	-	-	2090	1570	1100
Исс.бериш коэфф. $Вт/м^2·К$	-	-	-	-	300	500	700
Масса, т	113	94	122	67	254	75	25
Таннархи, %	100	98	100	80	100	90	70

5-32 жадвал дистилляция бўлими курилмаларининг конструкцион параметрлари келтирилган.

5.11. Тозаланган натрий бикарбонатни қайта ишлаш технологияси (озиқ-овқат содаси)

Натрий бикарбонат $NaHCO_3$ - оқ кристал кукун, ўлчамлари 0.05-0,2 мм,зичлиги 2,2 $г/см^3$, тўкма зичлиги 0,9 $г/см^3$. Унинг сувда эрувчанлиги кам бўлади ва температура ортиши билан нисбати ўзгаради. Таққослаш учун 5-32 жадвалда кальцинацияланган сода эрувчанлиги тўғрисидаги маълумотлар кўрсатилган.

Натрий бикарбонат кам термик хусусиятга эга ва тарқалишда углерод икки оксиди сувга ажралади.

$$2NaHCO_{3тв} = Na_2CO_{3тв} + CO_2 + H_2O_г - 18кЖ \quad (5.85)$$

Бу реакция бўйича сувли эритмани киздирганда натрий бикарбонатни тарқалиши юз беради. Натрий бикарбонат сувли эритмаси жуда кучсиз ишқор бўлиб ўсимлик ва ҳайвонот дунёсига таъсир кўрсатмайди. Натрий бикарбонат эритмасининг зичлиги сувнинг зичлигидан унча фарқ қилмайди.

5-32 жадвал

Натрий карбонат ва бикарбонат эрувчанлиги хакида маълумот.

Температура, °С	0	10	20	30	40	60	80	100
Эрувчанлиги $NaHCO_3$								
а) г/100 г р-ра	6,87	8,11	9,53	11,0	12,54	15,77	19.17	парча-ланади
б) %	6,43	7.5	8.7	9.9	11.14	13,63	16.08	
в) н.д.	16.0	18,8	22,0	25,2	28,7	35,6	42,7	
Эрувчанлиги Na_2CO_3								
а) г/100 г р-ра	6,86	11,98	22,95	39,2	48,9	46,5	45,4	45,2
б) %	6,4	10,7	18,7	28,2	32,8	-	31.2	31,1
в) н.д.	24.3	47,3	83,5	144	182	173	170,5	170

Натрий бикарбонат турли соҳаларда қўлланилади. Тиббиётда дори ишлаб чиқариш, нонвойлик, қандолат ва бошқа саноатларда ишлатиб келинмоқда. Ундан ташқари, ўт ўчириш жихозларида кўпик хосил қилишда қўлланилади.

5-33 жадвал

Натрий бикарбонати учун талаб ГОСТ 2156-76:

Таркиби, %	Нав		
	1-й	2-й	3-й
Натрий гидрокарбонат, камида	99.5	99.0	98.5
Натрий карбонат, кўпида	0.4	0.7	1.0
Натрий хлор хисобидаги хлоридлар, н.ш.	0.02	0.04	0.05
Мышьяк(As)	*	*	нормал эмас
Сувда эримайдиган моддалар, н.ш.	*	*	0.1
Темир (Fe), н.ш.	0.001	0,005	нормал. эмас
Кальций (Ca), н.б.	0.04	0.05	нормал. эмас
SO_4 хисобидаги сульфат, н.ш.	0.02	0.02	нормал. эмас
Намлик н.ш.	0,1	0,2	1.0

*) - синовларга мувофиқ бардошлиги талаб ГОСТ 2156-76. Курук модда жихатидан берилган натрии бикарбонат, натрий карбонат хлорид ва темир таркиби.

Кўпикли ўт ўчиргичларда натрий бикарбонатининг сульфат кислота билан таъсири юз беради. Бу ерда ажраладиган ис гази кўпиксимон модда билан аралашиб кўпик хосил қилади.

ГОСТ 2156-76 га биноан натрий гидрокарбонати (бикарбонат) 3 навда ишлаб чиқилади (5-33 жадвалга қаранг).

Тозаланган натрий бикарбонатининг физик-кимёвий асослари. Техник натрий бикарбонати фильтрация бўлимида чиқаётган кальцинацияланган сода - нам бикарбонат аммоний тузларидан ташкил топган, натрий хлориди, темир тузларини сувда эримайдиган бирикмалари ва бошқалар. Қуритилган натрий бикарбонати таркибида ўзгариш кам бўлади ва 5-34 жадвалда махсулотнинг эрувчанлиги берилган. Тузларни бирикмалардан тозалашнинг энг таркалган усули бу кристаллашдир.

Температура ортиши билан тузларнинг эрувчанлиги ўсади. Агар тузда эримайдиган бирикмалар бор бўлса, уларни фильтрлаб, кейин эритмани совутиб чўкмага туширилади. Кристаллаб чўкмага тушгандан кейин эритмани яна иситиб, уни бошқа тузларни эритиш усулида фойдаланади.

5-34 жадвал

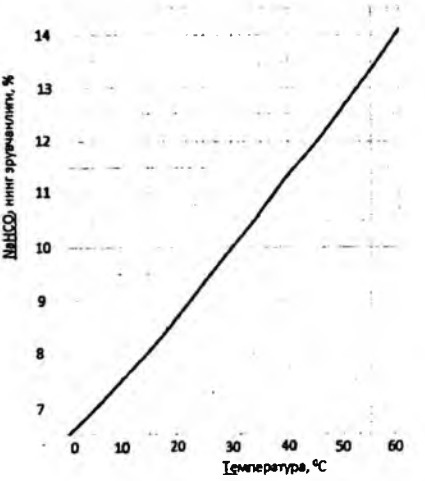
Натрий карбонати иштирокида натрий бикарбонатнинг эриши

Температура,	Эрувчанлиги	Таркиби

°C	$NaHCO_3$, %	Na_2CO_3, %
25	9,3	0,0
	9,1	0,9
	7,8	5,4
	4,9	6,1
	3,9	10,0
	3,3	16,7
50	12,34	0,0
	12,22	0,27
	11,68	1,08
	9,93	4,78
	8,27	10,04
	6,80	14,90

Сувда бикарбонат эрувчанлиги температура ошиши билан кечади.

5.49-расмда натрий бикарбонати эришининг температурага боғлиқлиги кўрсатилган. Лекин натрий карбонатида бўр бўлса, натрий бикарбонатининг эриши пасаяди. Карбонат натрий иштирокида натрий бикарбонати эриши ҳақида маълумотлар 5-35 жадвалда келтирилган.



5.49-расм. Бикарбонат натрийнинг температурага боғлиқ эриши.

Натрий бикарбонатни эриши кам бўлганлиги сабабли натрий бикарбонатни соданинг сувли эритмасини карбонизациялаб олади:

$$Na_2CO_{3\,эр} + CO_{2,г} + H_2O = 2\,NaHCO_{3к} + 52{,}4\,кЖ \qquad (5.86)$$

Бу усул суюқлик кўламини анча камайтиради, маҳсулот олиш учун, чунки натрий карбонат эриши анча юқори натрий бикарбонати эришига караганда. Карбонизация учун керакли содали эритмани икки усул билан олади:

- қаттиқ техник кальцинацияланган сода эриши билан, нам натрий бикарбонат кальцинацияланишда олинган, ёки сувда - «қуруқ» усул билан;
- ажратиш билан - киздирганда техник натрий бикарбонати эритмасининг декарбонизалаш
- «нам» усул.

Натрий гидрокарбонат кам эрувчанлиги сабабли унинг гомоген эритмаси эмас, балки суспензияси сувда фойдаланилади.Саноатда иккита усулдан ҳам фойдаланилади. Намусул анча арзонрок, чунки нам усулга караганда кальцинатор ёки ўтхонада ажраладиганнатрий бикарбонат ажралишига 2,5 маротаба кам иссиқлик сарфланади. Бундан ташқари, натрий бикарбонат тозалашда унинг содали эритмада ажралиш жараёни тушиб қолади. Тўйинган содали эритмадан тоза натрий

бикарбонати ажралади. Бундай кўп айланишида эритмада (суюкликда) бирикмалар йиғилиб колади, бу эса ўз навбатида натрий бикарбонат ифлосланишига олиб келади. Шунинг учун уни хардоим хайдаб туради ва намокоб тозалашга юборилади.

Техник натрий бикарбонат суспензиясини декарбонизациялаб содали эритма олиш. Техник натрий бикарбонати суспензиясини буғ билан киздириб парчалаш декарбонизациялаш дейилади. Декарбонизация жараёни билан биргаликда нам бикарбонатни киздирганда қуйидаги реакциялар кечади:

$$(NH_4)_2CO_{3к} = 2NH_{3г} + CO_{2г} + H_2O_г - 172{,}5\ кЖ \quad (5.87)$$

$$NH_4HCO_{3к} = NH_{3г} + CO_{2г} + H_2O_г - 164{,}8\ кЖ \quad (5.88)$$

$$NH_4Cl_{эр} + NaHCO_{3к} = NaCl_к + NH_{3г} + CO_{2г} + H_2O_г - 145{,}5\ кЖ \quad (5.89)$$

$$2NaCO_2NH_{2к} + H_2O_{ж} = Na_2CO_{3к} + 2NH_{3г} + CO_{2г} - 140{,}7\ кЖ \quad (5.90)$$

Бу ерда ажралган аммиак ва углерод диоксиди коллектор гази кальцинаторига юборилади, кальцинацияланган сода ишлаб чикаришда сода ва натрий хлорид эритмада колади.

Натрий гидрокарбонатини «Нам» парчалашда жараён охиригача кетмайди, чунки реакция (5.85) экзотермик хисобланади. Ле-Шателье принципига мувофик температура ортиши билан унга силжийди. Шунинг учун, декарбонизация жараёни температурасини кайнаш температурасига якин олиб борилади. Шунга карамасдан, юкори температурада хам декарбонизация жараёни охиригача кетмайди. 5-35 жадвалда нам натрий гидрокарбонатини парчалаш даражасининг температурага боғликлиги кўрсатилганн.

5-35 жадвал

Нам натрий гидрокарбонати парчалаш даражасининг температурага боғликлиги

Температура, °С	94	100	102	102	102	102
Ажралиш даражаси, %	41	69	87	90	92	92
Иситиш давомийлиги, дакика	10	20	30	40	50	70

Декарбонизация даражаси жараён тезлигини пасайтиради. Температура кўтарилиши реакцияга ижобий таъсир этади, ва декарбонизация реакция тезлигига караб яхши таъсир кўрсатади.

Жараён тезлашишига эритмадан углерод (2) оксиди олиб ташлаш хам таъсир этади ижобий. 5-36 жадвалда углерод диоксидининг эритмалари босимлари кўрсатилган, таркибида карбонат ва натрий бикарбонати бор, температурага ва карбонизациялаш даражасига боғлик холдаги, 1л эритмада. 1г эквивалент умумий натрий бор. Агар умумий натрий концентрациясини босимини 2 марта кўпайтирсак, унда углерод диоксиди босимини 2,44 марта кўпайтириш керак.

5-36 жадвал

Карбонат ва натрий бикарбонат эритмалари устида углерод диоксиди босими

Декарбонизация даражаси, %	Босим CO_2 в кПа (мм. рт. ст.) температура, °С		
	20	40	60
10	12.6 (95.0)	24 (180.0)	40 (300.0)
75	0.15 (1.1)	0.24 (1.8)	0.37 (2.8)
90	0.01 (0,13)	0.03 (0,22)	0.04 (0.32)

Жадвалдан кўриниб турибдики, декарбонизация даражаси ошиши билан углерод диоксиди эритмаси устидаги босим камаяди, яъни декарбонизация даражаси кўтарилиши билан десорбция жараёни кучи пасаяди, бу эса натрий бикарбонат ажралиш жараёнини секинлаштиради. Шуни эсда тутиш керакки, тозаланган натрий бикарбонати олишга юкори даражали декарбонизация керак эмас, чунки натрий бикарбонат олиш учун декарбонизацияланган эритма яна карбонизацияланади.

Эритмани киздириш учун тўйинган ўткир сув буги керак. Бу буғ-газли фазадаги углерод диоксиди босимини камайтиради ва десорбция жараёнини тезлаштиради.

Карбонизация жараёни тезлиги углерод диоксиди абсорбцияси тезлигибилан белгиланади. Бу тезлик иккита усул билан аниқланади: кимёвий реакция тезлиги ва абсорбция кучи температураси углерод диоксиди босимининг карбонизация газидаги эритма устидаги айирмасига тенг.

Температура ошиши билан кимёвий реакция тезлиги кўпаяди, абсорбция кучи температураси эса камаяди, чунки температура кўтарилиш билан углерод диоксидининг эритма устидаги босими пасаяди. Демак, оптимал температурани тенглаш керак. Бу оптимал температура 80-60°С оралигида бўлади.

Юқори температурада карбонизациялашда натрий бикарбонатини катта кристаллари чўкмага тушади, у эса фильтрация учун жуда қулай. Карбонизация даражаси - чўкмадаги умумий углерод диоксиди миқдорининг ишқордаги умумий миқдорига тенг ва г-экв/л. ўлчанади. Агарумумий натрий концентрацияси эритмада юқори бўлса, температура шунча паст, суспензия ва карбонизация даражаси юқори бўлади. Айтиб ўтиш керакки, суспензияни охирги температурасини бикарбонатни чўккан миқдорига қараб эмас, сифатига қараб аниқлайди.

Температуранинг кристаллизация тезлигига таъсири эритмани интенсив аралаштиришга боғлиқ. Юқори температурада эритма тўйиниши кузатилади, бу эса натрий бикарбонат эрувчанлигини оширади ва кристаллизация тезлигини камайтиради. Шу билан бирга диффузия тезлиги ошади, бу кристаллизация тезлиги кўпайишига олиб келади.

Бикарбонат натрий йирик кристалларини олиш учун кристаллизация тезлиги паст бўлиши керак. Бу тезликни олиш учун эритма температураси 82...86°С гача пасайтирилади ва колоннадаги суюқликда натрий бикарбонат миқдорини ошириш керак.

Йирик натрий бикарбонат кристалларини олишга карбонизация колоннаси конструкциясининг ҳам таъсири бор. Одатда, унда кам миқдорда тарелкалар ўрнатилган бўлади.

Тозаланган натрий бикарбонат олишнинг технологик схемаси. «Нам» ва «қуруқ» усулда олишнинг технологик схемаси фақат асосан содали эритма тайёрланиши билан фарқланади. Содали эритмани нам усулда ёки қуруқда олишда, натрий бикарбонатга айлантириш қуйидагича:

- содали эритма карбонизацияси;
- натрий бикарбоната суспензиясини фильтрацияси;
- нам натрий бикарбонат қуритиш;
- синфланиши, магнит сепарация ва қадоқлаш.

Нам усулда тозаланган натрий бикарбонат олишнинг технологик схемаси. Нам натрий бикарбонати вакуум-фильтрдан кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш фильтрациясига бункер 1 га берилади. дозатор (ростлагич) 2 орқали аралаштиргич 3 натрий бикарбонат суспензиясини тайёрлашга келиб тушади (5.50-расм.).

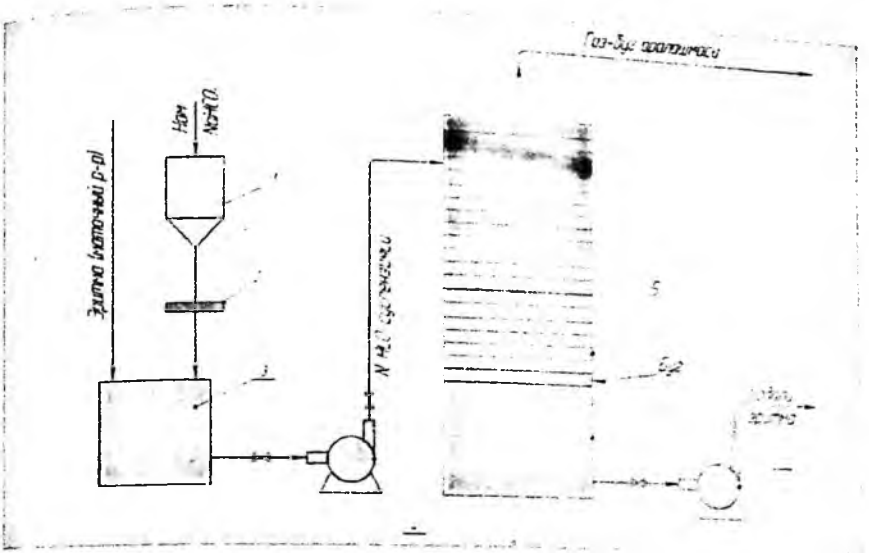
Суюқ фазага содали эритма ишқорга 110-115 н.д. бўлгунча қўшилади, яъни охирида декарбонизация натижасида умумий сода 105...110 н.д. бўлиши керак. Аралаштиргич 3 дан насос 4 орқали декарбонатор 5 нинг юқори тарелкасига берилади. Декарбонатор 5 пастидан ўткир буғ 0.4...0.5 кг·к/см² берилади.

Пайдо бўлган содали эритма декарбонизатор пастки қисмидан чиқади йиғгич 7 ва насос 6 билан карбонизация бўлимига юборилади. Декарбонизатордан чиққан **буғ-газли эритмада** 98% углерод диоксид бўлади. Бу газ кальцинация гази билан аралашади. 1 т содали эритма олишдаги газда тахминан 415 кг углерод диоксид ва 20 кг аммиака бўлади.Содали эритма декорбанизация бўлимидан кейин йиғгичга 3 да тўпланади (5.51-расм.). Окартирилган эритма йиғгич 3 дан иккита ишловчи йиғгич 2 га берилади, у ерда колоннали суюқлик тайёрлаш юз беради, яъни содали эритма концентрацияси умумий ишқорлиги 86 н.д. бўлади.

Бунда эритма концентрацияси абсорбциянинг юқори тезлигини таъминлайди. Бу йиғгич 2 га суюқлик ҳам берилади. Пайдо бўлган колоннали суюқлик насос 1 орқали карбонизация колоннаси юқоридаги 2- тарелкасига берилади. 1- тарелка пуфлагич вазифасини таъминлайди. Ортиқча колоннали суюқлик йиғгич 2 қайтади. Карбонизация колонна пастки қисми 4 дангаз берилади. Охактошўтхонасидан чиққан босим 2,5 атм. ли углерод диоксиди таркибида бўр мавжуд.

Ушбу қўшимча газ ювувчи 14 да механик бирикмалардан тозаланади. Юқори абсорбция тезлиги учун ўтхона газдаги углерод диоксиди 32-39,5% бўлиши керак. Карбонизация колоннасидан чиққан газ углерод диоксиди 16-27% туширилиб, атмосферага ҳайдалади.

Карбонизация колоннасида пайдо бўлган натрий бикарбонат суспензияси 5 га келади, у ерда К:С = 1,0 бўлгунга қадар қуюқлашади.



5.50-расм. Натрий бикарбонатни декарбонизациялаб содали эритма олишнинг технологик схемаси.

1 - бункер; 2- ростлагич; 3- аралаштиргич; 4,6- насослар;
5- декарбонизатор; 7- содали эритма йиғгич.

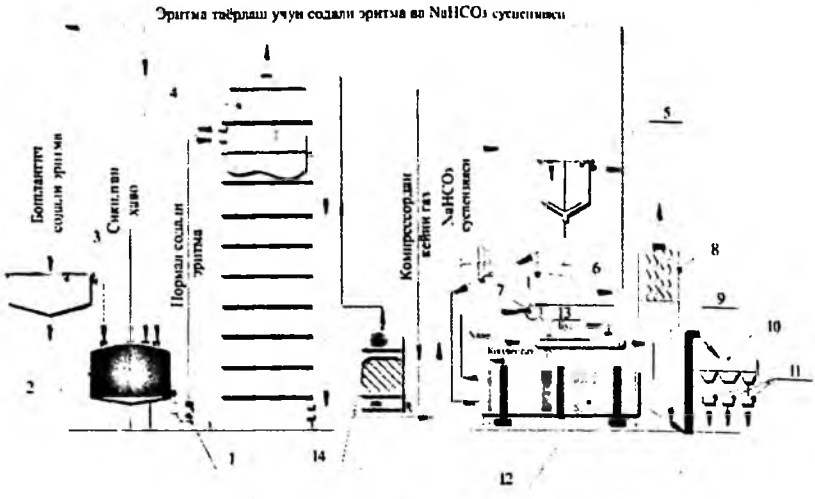
Бу тиндиргич суспензияни центрифугага узатишдан аввал қуюқлаштириш керак. Қуюқ суспензия центрифуга 6 га кетади. Центрифугадан чиққан натрий бикарбонати намлиги 2,5-3,5%. Бикарбонатни қуритиш барабанли қуриткич 12 да температураси 105-110°С ли иссиқ ҳаво билан олиб борилади. Қуритишга берилмасдан олдин ҳаво калориферда сувли буғ билан қиздирилади. Қуриткичдан чиққан ҳаво температураси 55-60°С бўлади. Бу ҳаво вентилятор 7 да сўриб олинади, фильтр 8 га қуруқ гидрокарбонат чангидан тозалашга юборилади ва атмосферага чиқарилади. Қурук бикарбонат қуриткичдан 45-50°С температурада чиқади. Элеватор 9 ёрдамида элак-классификатор 10 га берилади ва у ерда фракцияларга ажралади.Йирик фракциялари такроран элак-классификатордан ўтади. Фильтр 8 дан чанг бикарбонат қуруқ окимга қўшилиб кетади. қуриткичдан чиққан билан қўшилади. Қуруқ бикаробонат элакдан чиқиб, магнитли сепаратор 11 да тозаланиб, қадоқлашга юборилади. **Тозаланган натрий гидрокарбонат «қуруқ» усулда олишнинг технологик схемаси**5.52-расмда келтирилган.

Эритгич сифатида кучсиз суюқликдан фойдаланади, иситкичда 8 да 90...95°С гача қиздирилади. Тайёрланган содали эритма йиғгич 3 га келадива тиндиргич 2 га кетади.Кальцинацияланган сода циклон пастки қисмидан 7 сода бункери 5 га, ундан эриткич 4 га берилади

Эритма тиндиргичдан насос 20 орқали тепасидан карбонизация колонна 9 га кетади. Ортикча эритма карбонизацион колоннадан 19 бакка қуйилади ва насос 20 орқали қайта карбонизацион колоннага қайтади.

Колонна пастидан компрессор орқали ис гази берилади, таркибида углерод диоксиди берилади, таркибида углерод диоксиди бор. Карбонизацион колонна 9 дан чиққан газ пуфлагич орқали ўтиб атмосферага ташланади. Кальцинацияланган сода карбонизациялаш натижасида натрий гидрокарбонат пайдо бўлади, эрувчанлиги анча паст, натрий карбонизацияга қараганда, шунинг учун чўкмага тушади.Натрий бикарбонат суспензияси карбонизация колоннаси 9 дан тиндиргич-қуюқлаштиргич 10 келади. Натрий гидрокарбонат чўкмаси тиндиргичдан центрифуга 12 га берилади.

Нам натрий бикарбонати қуритиш учун иссиқ ҳаводан фойдаланамиз, вентилятор 18 дан.Ҳаво калорифер 16 да сув буғи билан қиздириладн. Қуригандан сўнг ҳаво фильтр 11 га тушади, у ерда натрий бикарбонати чангдан тозаланиб ҳавога чиқарилиб юборилади.Қуруқ натрий бикарбонати қуриткичдан 17 дан элеватордан 13 орқали элак-классификатор 14 га берилади. Фракцияларга ажралгандан сўнг маҳсулот магнитли сепаратор 15 га берилади ва қадокланади.



5.51-расм. Содали эритмадан натрий бикарбонатини «нам» усулдаолинишнинг технологик схемаси.
1-насос, 2-«нормал» содали эритма тайёрлаш учун йиғгич, 3-содали эритма йиғгичи, 4-карбонизация колоннаси, 5-тиндиргич қуюқлаштиргич,6- центрифуга, 7- вентилятор, 8- енгли фильтр, 9- элеватор, 10- элак-классификатор, 11- магнитли сепаратор, 12- барабанли куриткич, 13- калорифер, 14- газ ювувчи.

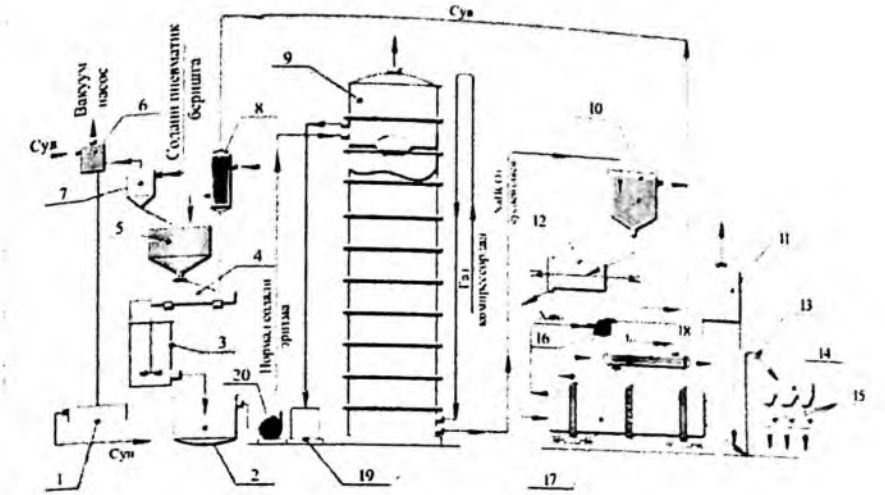
Тозаланган натрий бикарбонати ишлаб чиқаришнинг қурилмалари.Содали эритма тайёрлашнинг «нам» усул билан, асосий қурилмаси декарбонатор ҳисобланади. Барботажли декарбонаторлар ишлатилади, улар икки хил бўлади: тарелкали ва барботажли-скрубберли. Барботажли декарбонатор тарелкаларида думалоқ тишли калпоқчалар бор. Афзаллиги: контакт фазасининг сезувчанлиги; қурилмада суюкликнинг кўп ушланиши, бу эса натрий бикарбонати ажралиш даражасиниоширади. Камчилиги: барботажли-скруббер қурилмага қарагандагидравлик каршилиги юкори.Барботажли-скруббер декарбонатор пастки қисмида насадка, юқори қисмида тарелкалари бўлади. Афзаллиги: гидравлик каршилик анча паст, юқори унумдорлик. Камчилиги: юқори ажралишни натрий бикарбонатнинг олиш қийинлиги, қурилманинг скрубберлик қисми. Суюклик ва буғга жуда сезилувчан.Сода ишлаб чиқаришнинг асосий қурилмаси бу карбонизация колоннасидир. Битта қалпоқча типидаги тарелкали карбонизация колонналари ишлатилади. Тарелкалараро масофа 1,2...1,57 м.

5.12. Каустик сода технологияси

Каустик сода, ўювчи натрий, натрий гидрооксиди оқ қаттиқ масса, у ҳаводан сув буғларини ва углерод диоксиди ютиб олади. Ўювчи натрий молекуляр массаси 39,97, зичлиги 2130 кг/м^3, иссиқлик ажралиши 427 кЖ/моль, эриш температураси 328°С.

Ўювчи натрийнинг қайнаш температураси 1388°С. Сувда ўювчи натрий яхши эрийди. Сув билан кристаллогидратлар пайдоқилади: **гексогидрат** - $NaOH\cdot 7H_2O$ ва яримгидрат $NaOH\,0{,}5H_2O$.Каустик сода жуда кучли ишқор ҳисобланади. Сув эритмаларда, электролит ҳисобланиб Na^+катион ва OH^-диссоциацияланади.Каустик сода ўювчи модда ҳисобланади. Терига тушганда куйдиради. Ҳавода тарқалиш концентрацияси 0,5 мг/м^3 ҳисобланади.Ўювчи натрий қаттиқ ва суюқ ҳолда ишлаб чиқаради.

ГОСТ 2263-79 мос тарзда қуйидаги маркалари ишлаб чиқарилади: КС - қаттиқ симобли, эриган ва КД - қаттиқ диафрагмали (эрийдиган). СЭ - симобли эритма, КЭ - кимёвий эритма, ДЭ - диафрагмали эритма. 5-37 жадвал. ГОСТ 2263-79 тегишли каустик сода маркалари кўрсатилган.



5.52-расм. Натрий гидрокарбонатни «қуруқ» усулда олишнинг технологик схемаси.
1-идиш; 2-тиндиргич; 3-йиғгич; 4-шнекли эритгич; 5-бункер; 6- барометрик конденсатор; 7-циклон; 8- иситгич; 9- карбонизацион колонна; 10- тиндиргич-куюклаштиргич; 11- фильтр; 12-центрифуга; 13- элеватор; 14-элак-классификатор; 15- магнитли сепаратор, 16- калорифер; 17-барабанли қуритгич; 18- вентилятор; 19- идиш, 20 - насос.

Каустик сода олишнинг асосий икки усули мавжуд: кимёвий ва электрокимёвий.Кимёвий усул деганда охакли усулни тушуниш керак.Электрокимёвий усул билан ишлаб чикаришга:темир катод билан электролиз,симобли катод билан электролиз,мембранали электролизлар киради.

5-37 жадвал

ГОСТ 2263-79 тегишли каустик сода маркалари

Кўрсаткич	КС	КД	СЭ	КЭ 1- нав	ДЭ олий нав
Натрий гидроксил массавий улуши, %, камида	98,5	94,0	42,0	45,5	46,0
Ис гази натрий массавий улуши, %, кўпида	0,8	1,0	0,5	1,1	0,6
Хлорли натрий массавий улуши, %, кўпида	0,05	3,5	0,05	1,0	3,0
Темирни Fe_2O_3 хисобида массавий улуши, %	0,004	0,03	0,0015	0,008	0,007
Сульфат натрий массавий улуши, %, кўпида	0,03	0,4	0,03	нормал эмас	
Хлорли натрий массавий улуши %. кўпида	0,01	0,06	0,01	нормал эмас	0,25

Охакли усул. Охакли усулда ўювчи натрий олиш бу дегани кальцинацияланган содага охак сутини таъсир эттиришдир. Бу реакция асосида каустификация реакцияси кечади:

$$Na_2CO_{3эр} + Ca(OH)_{2с} = CaCO_{3т} + 2\,NaOH_{эр} + 0{,}84\,кЖ \qquad (5.91)$$

Бу реакция жуда секин кечади, чунки қаттиқ фазаси бор. Бир поғонали хам содани ёйиб ва охак сути ишлатиш мумкин эмас. Шунинг учун жараён бир нечта поғонада олиб борилади.

Каустификация даражаси-бу сода миқдори ўювчи натрийга ўтган. Каустификация даражаси жараён температурасига унчалик боғлиқ эмас ва температура 80...100°С бўлганда тахминан 97% жараён температурасига унчалик боғлиқ эмас ва температура 80...100°С бўлганда тахминан 97% бўлади. Лекин температурага жараён тезлиги кучли боғлиқ бўлади. Температура 80°С жараён 12 соат олиб борилади, 100°С температурада жараён 3 соатда тугайди.

Электр кимёвий усул. Электр қувват ишлаб чикариш сохаси ривожланганлан кейин ўювчи натрийни электр кимёвий усулда олиш яратилди. Биринчи маротаба саноат сохасида ош тузини эритмасини электролизлаш 1890 йили амалга оширилди. Айниқса, бу усул хлор ва хлорли махсулотларга талаб ошганлиги билан белгиланади. Ўювчи натрийни электр кимёвий усулда олишнинг хом ашёси ош тузи ва сув хисобланади. Ош тузи эритмаси намокоб бўлади, уни электролизлаш олдидан бирикмалардан тозалашга учрайди. Сувли эритмада ош тузи, кучли асоси ва кучли кислота сифатида катион натрий ва анион хлорга диссоцияланади.

$$NaCl = Na^+ + Cl^-$$ (5.92)

Сув эса кучсиз электролит ҳисобланади ва кам даражада водород катионга ва гидроксил анионга диссоцияланади:

$$H_2O = H^+ + OH^-$$ (5.93)

Диафрагмали электролиз. Диафрагмали электролизда катод сифатида темир, анод сифатида - графит ишлатилади. Электролит - ош тузининг сувли эритмаси. Катодли бўшлиқ анодлидан электролизда, асбест диафрагма ёрдамида ажралади. Шу сабабли - диафрагмали деган ном олган. Анодда хлор аниони разрядкаси газли хлор пайдо бўлиши, катодда эса катион разрядкаси водород пайдо бўлиши билан кетади.

Темир анод сифатида ишлатилганда ош тузи эритмаси жараёни қуйидагича:

$$2H_2O + 2NaCl = Cl + H_2 + 2NaOH$$ (5.94)

Электролит ишқорида 110 - 120 г/л ўювчи натрий ва 170 - 180 г/л ош тузи бўлади.

Симобли катод билан электролиз. Бу ҳолда анод сифатида графит, катод сифатида суюқ симоб ишлатилади. Ош тузи эритмасидан электр токини ўтказганда графитли анодда хлор ионлари газли бўлиб ажралади. Симобли катодда қуйидаги реакциялар кечади:

$$Na + e = NanNa + nHg = NaHg_n$$ (5.95)

Анодда ажралган натрий симоб билан аралашиб натрий - амальгамасини пайдо килади. Натрий амальгамаси электролизердан чиқиб сув ажратгичда ажралади:

$$NaHg + H_2O = NaOH + 0{,}5H_2 + Hg$$ (5.96)

Ажратгичдан симоб яна электролиз ваннасига келади.

Мембранали электролиз. Ҳозирги вактда ош тузи эритмаларини мембранали усулда электролиз усулида олиш жуда кенг тарқалган. Мембранали электролизерда пўлатли катодлар, графитли ёки металл анодлар, диафрагммалар ишлатилади,бўшлиқ ўрнига мембранадан фойдаланилади.Мембранали электролиз афзаллиги: ўювчи натрий жуда тозалиги; диафрагма ва симобли усулларга караганда электр энергия сарфи кам; атроф муҳит ифлосланмайди.

5-боб. Аммиак регенерацияси ва каустик сода бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Дистилляция бўлимининг асосий вазифаси.
2. Дистилляция жараёнида кечадиган асосий реакция.
3. Дистилляция жараёнига таъсир этувчи асосий технологик омиллар кайсилари?
4. Кальций сульфатни дистилляция жараёнтга таъсири қандай?
5. Дистилляция жараёнида совуқ ва иссиқ режимлар қандай танланади.
6. Қўнғирот сода заводи дистилляция бўлимининг технологик схемаси ва унинг тавсифи?
7. Дистиллер конструкцияси ва ишлаш принципи.
8. Тоза натрий бикарбонати қаерларда ишлатилади.
9. Тозаланган натрий бикарбонати олишда ишлатиладиган хом-ашёлар.
10. Қуруқ ва ҳўл усулда натрий бикарбонат олиш технологик схемаси ва унинг баёни.
11. Натрий карбонати ва бикарбонатини эрувчангликларини солиштиринг.
12. Каустик содани олиш усуллари ва кимёвий усулда олиш реакциясини ёзинг.
13. Каустик содани электро кимёвий усулда олиш усуллари.

5.13. Ҳаводан азот ва кислород олиш технологияси

Маълумки, атмосфера – бу Ер куррасининг ташки газсимон қобиғи бўлиб, турли газларнинг механик аралашмасидир. Ҳаво таркиби: азот N_2 –78,09%; кислород O_2 – 20,95%; аргон Ar – 0,93%; водород H_2 – $5\cdot10^{-5}$%; неон Ne – $1{,}8\cdot10^{-3}$%; криптон Kr – $1\cdot10^{-4}$%; гелий He – $5{,}24\cdot10^{-4}$%; озон O_3 – $1\cdot10^{-6}$%; ксенон Xe – $8\cdot10^{-6}$%; углерод диоксиди CO_2 – 0,03%, ва оз миқдорда– 0,1-2,0% сув буғлари бор.

Ҳавони компонентларга ажратиш газларнинг қайнаш температураси турлича эканлигига асосланган. Масалан, углерод диоксиди -78,48°С, ксенон -108,8°С, криптон -152,0°С, кислород -182,9°С, аргон -185,7°С, углерод оксиди -191,5°С, азот-195,8°С, неон -246,1°С, водород -252,88°С да қайнайди. Ҳавони ажратиш учун уни аввал қайнаш температураси энг паст газ температурасидан кичик бўлган температурагача совутиб суюқ агрегат ҳолатига эришилади. Сўнг, суюлтирилган ҳаво ректификацион колоннада буғланиш жараёни ёрдамида компонентларга ажратилади.

Ҳаводан азот ва кислород олиш технологияси 3 та жараён: тозалаш ва қисман қуритиш, суюлтириш ва ректификацияларданиборат.

1. Ҳавони тозалаш ва қисман қуритиш. Тозалашга узатилаётган ҳаводан чанг, сув буғлари ва CO_2 лар ажратиб олинади. Чанг мойли фильтрда, CO_2 эса $NaOH$ эритмасида ютиб олиш жараёни қуйидаги реакция бўйича кечади:

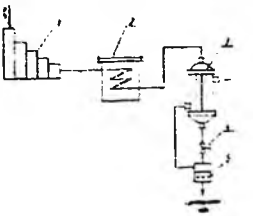
$$2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O \qquad (5.97)$$

Сув буғлари қаттиқ адсорбент (силикагель, алюмогель, цеолит ёки $NaOH$) ли колонналарда ушлаб қолинади.

2. Ҳавони чуқур совутиб суюлтириш. Бу жараён саноат миқёсида 2 та усулда, яъни дроссселлаш ва сиқилган ҳавони кенгайтириш оркали амалга оширилади.

Биринчи усул - бу босими паст ҳажмга кичик диаметрли тешик оркали сиқилган ҳавони ўз-ўзидан ўтиш жараёни бўлиб, дроссселлаш деб номланади. Одатда ушбу жараён дроссел вентиль ёрдамида бажарилади. Ҳавонинг дроссселлаш жараёнида унинг совиш механизми қуйидагича: реал газлар кенгайиши даврида ички энергиянинг бир қисми молекулалар орасидаги тортишиш кучини енгишга сарфланади ва оқибатда газ температураси пасаяди. Агар газни бирмунча совутиб кескин равишда босим пасайтирилса, унинг температураси албатта камаяди. Масалан, агар ҳаво босими 0,5 МПа ва температураси -50°С бўлса, уни иссиқлик копламали ҳажмга ўз-ўзидан кенгайтирилса температураси -72°С пасаяди.

Сиқилган ҳавони дроссселлаш технологик схемаси 5.53-расмда келтирилган.



5.53-расм. Ҳавони суюлтиришнинг технологик схемаси.
1-компрессор; 2-совуткич; 3-иссиқлик алмашинши қурилмаси; 4-вентиль; 5-сепаратор.

Ҳаво компрессор 1 да сиқилади, сўнг эса совуткич 2 да температураси пасайтирилади. Сиқилган ҳаво иссиқлик алмашиниш қурилмаси 3 дан ўтиб совуткич 4 га юборилади. Дроссселлаш вентилидан кейин сиқилган ҳавонинг босими камаяди ва натижада температураси пасаяди. Шу даврда бир қисм ҳаво суюқ агрегат ҳолатига ўтади, қолган газ агрегат ҳолатидаги ҳаво 3 га узатилади ва қайтадан совутилади. Суюқ ҳаво сепаратор 5 да йиғилади.

Иккинчи усул - бу сиқилган ҳавони кенгайтиришда ташқи иш бажариб совиш эффектига асосланган. Сиқилган ҳаво буғ машинасига ўхшаш машинасига узатилганда бир вақтда поршенни ҳаракатга келтириб ёки турбина ғилдирагини айлантириб иш бажаради, кенгаяди ва оқибатда совийди.

3. Суюлтирилган ҳаво ректификацияси. Ушбу жараён суюқ агрегат ҳолатидаги ҳавони компонентларга ажратиб беради. Маълумки, суюқ азот ва кислород исталган нисбатларда аралашади. Аралашманинг қайнаш температураси компонентларнинг ўзаро нисбатига боғлиқ. Масалан, агар аралашмада қайнаш температураси нисбатан паст бўлган компонент улуши қанча кўп бўлса, аралашманинг қайнаш температураси шунча паст бўлади.

5.13.1. Водород олиш технологияси

Аммиак синтези учун зарур бўлган водородни қуйидаги усуллардан бирида олиш мумкин:

1) Метанни ёки унинг гомологларини конверсия қилиш; кейин CO ни ҳам конверсия қилиб;
2) Қаттиқ ёки суюқ ёқилғини газофикация қилишда олинган углерод оксидли сув буғини конверсия қилиб;
3) Газ аралашмасидаги водороддан ташқари ҳамма компонентларни ёқиб кокс газини ажратиш;
4) Сувни электролиз қилиб.

Аввал, водороднинг кўп қисмини қаттиқ ёқилғи (кокс, кўмир) дан олинган, Ҳозирги кунда хом-ашё сифатида табиий, кокс ва йўлдош газлар қўлланилади.

Метан конверсияси. Кўпчилик ер ости конларининг табиий газлари таркибида метан миқдори салмоқлидир. Айрим конларда метан миқдори 98% CH_4. Метанни конверсия қилиб водород ёки азотводородли аралашма олиш бир қатор босқичлардан иборат. Даставвал метан сув буғи ва кислород билан конверсиялари қуйидаги реакция тенгламалари билан ифодаланади:

$$CH_4 + H_2O \rightleftarrows CO + 3H_2 - 206{,}4\ кЖ \quad (5.98)$$

$$CH_4 + 0{,}5O_2 \rightleftarrows CO + 2H_2 + 35{,}6\ кЖ \quad (5.99)$$

Сўнг, углерод оксиди конверсияси ушбу реакция тенгламаси бинoан амалга ошади:

$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2 + 41{,}0\ кЖ \quad (5.100)$$

Ундан кейин газ аралашмаси CO_2 ва қолдиқ углерод оксидидан тозаланади.

Аммиак синтези учун азотводородли аралашма олиш жараёнида талаб этилган азот миқдори метан конверсия даврида кислород билан ёқи газни суюқ азот билан ювиш босқичида киритилади. Ушбу босқичда метан миқдори 0,5% дан ортмаслиги даркор, чунки аста-секин аммиак синтези қурилмаларда йиғилади ва жараён кечишини қийинлаштиради.

Метан конверсияси (5.98) ва (5.99) реакциялар тенгламалари бўйича иссиқлик ютиш ва ҳажми ортиши билан характерланади. Шу сабабли температура ортиши ва босим пасайиши водород ва углерод оксидларининг мувозанат концентрацияси ўсади, метан миқдори эса камаяди. Метаннинг тўлиқ айланиши газ аралашмасидаги сув буғларининг ортишига тўғри пропорционалдир. Метан конверсияси одатда атмосфера босимига яқин ёки юқори босимда ўтказилиши мумкин.

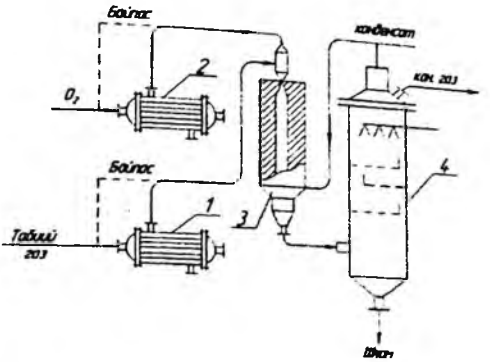
Босим ортиши билан газ аралашмасида метаннинг мувозанат миқдори кўпаяди, бундай ҳол минимал метан қолдиқ миқдорига эришиш учун юқори температурани талаб этади. Лекин метан конверсиясини юқори босимда ўтказиш самаралидир, чунки бунда бошланғич газ ўзининг табиий босимида қурилмага хайдалади. Бу эса газни сиқиш учун сарфланадиган энергияни тежаш имконини беради. Жараённи юқори босимда олиб бориш қурилма ва труба қувурлари ҳажмини камайтиради. Метан конверсияси 800...1100°С температурада катализатор иштирокида (CH_4 каталитик конверсия) ва 1350...1400°С температурада катализаторсиз (юқори температурали конверсия) олиб борилади.

Юқори температурали (бир босқичли) метан конверсиясида табиий газ ва кислород билан бойитилган ҳаво даставвал қиздирилади ва кейин метан кислород билан (5.99) да келтирилган реакция бўйича конверсияси кечади (5.54-расм).

Реакция зонасида 1350...1400°С температура таъминлади. Шуни таъкидлаш лозимки, бу усулда метан конверсия қилинганда ишга тушириш ва тўхтатиш даврида қоракуя ҳосил бўлади. Бунга сабаб, метаннинг термик парчаланишидир, яъни:

$$CH_4 \rightarrow C + 2H_2$$

Конверсия даврида олинган газ қоракуядан иссиқ сув билан сатурацион минорада тозаланади. (5.101)



5.54-расм. Метанни юқори температурада конверсия қилиш технологик схемаси.
1-табиий газ иситкичи, 2-кислород иситкичи, 3-метан конвертори, 4-скруббер.

Углерод оксиди конверсияси. Метан конверсия туфайли олинган конвертирланган газ, ҳамда генератор гази таркибида 20 дан 40% гача *CO* бўлади. Углерод оксиди сув буғи билан ўзаро таъсирда бўлганида водород (5.99) реакция тенгламаси бўйича олинади. Малумки, ушбу реакция бўйича *CO* конверсиясида газ ҳажми ўзгармайди. Демак босим ўсиши бир оз жараён тезлигини оширади ва углерод оксиди айланишининг мувозанат константасига таъсир қилмайди. Сув буғи миқдорини ошириш реакция мувозанатини чапдан ўнгга суради, яъни жараён тўлиқ ўтишини таъминлайди. Реакция экзотермик бўлгани учун температура ўсиши конвертирланган газ таркибида қолдиқ *CO* ни оширади. Лекин, паст температураларда бу реакция катализатор (темир оксиди+хром, алюминий, калий, кальций оксидлари) иштирокида ҳам жуда секин кечади. Бу турдаги катализаторлар фақат 450...500°С температура яхши кўрсаткичларни беради, лекин газ аралашмада *CO* нинг миқдори 2...4%. Углерод оксиди миқдорини катталиги газни тозалашни мураккаблаштиради ва тозалаш тизими қўпол қилишига сабабчи бўлади. Ундан ташқари, *CO* синтез аммиакида қўлланиладиган катализаторларга захарлидир.

Паст температурали катализаторда (цинк+хромли мис) жараённи 250...300°С температура амалга оширилади. Натижада углерод оксиди конверсияси реакциясининг мувозанатини водород ҳосил бўлиш томонига суралади ва газ таркибидаги қолдиқ *CO* миқдори 0,2...0,4% бўлишига эришиш мумкин. Бу даражада *CO* миқдорининг кам бўлиши газни CO_2 дан тозалагандан сўнг *CO* ни каталитик гидрирлаш ўтказиб метан олинади.

Шуни таъкидлаш лозимки, паст температурали катализаторлар олтингугуртли бирикмаларга ўта сезгир. Шу сабабли газларни олтингугуртли бирикмалардан тозалашга катгиқ эътибор берилади.

Газларни тозалаш на фақат юқорида қайд этилган бирикмалардан, балки инерт газлардан ҳам тозалаш талаб қилинади. Газларни турли бирикмалардан тозалаш қуйидаги адабиётларда батафсил келтирилган [1-3, 5, 16, 21, 156].

5.14. Аммиак синтези

Азот ва кислород ишлаб чиқариш. Техник азот ва кислород суюк агрегат ҳолатидаги ҳаводан уни ректификация қилиш йўли билан олинади. Албатта, азот олиш учун мўлжалланган ҳаво тоза, яъни таркибида чанг, сув буғлари, углерод диоксиди, азот оксидлари, ацетилен ва бошқа моддалар бўлмаслиги керак.

Ҳаво аста-секин сув буғлари, углерод диоксиди ва ўзи суюкланмагунча совутилади. Жараён қўшалоқ ректификацион колоннада суюлтирилган ҳавони ректификация қилиш билан якунланади. Ректификация жараёни натижасида колоннанинг юқори қисмидан 99,8...99,9% ли азот N_2 буғлари

олинади, паст қисмидан эса - 90...93% ли суюқ кислород O_2 чиқади. Ҳаво таркибидаги аргон ва бошқа инерт газлар азот ва кислород билан чиқади; саноат миқёсида уларни ажратиб олиш қурилмалари мавжуд.

Шундай қилиб, ҳаводан азот ажратиб олиш жараёнида катта ҳажмда кислород ҳам ҳосил бўлади. Маълумки кислород пайвандлаш, металларни кесиш, металлургия ва кимё саноатида кўпгина жараёнларни интенсивлаш учун, ҳамда медицина ва фармацевтика ва бошқа соҳаларда кенг кўламда қўлланилади. Соатига 50000 м^3 ҳавони қайта ишлаш замонавий технологияларида 1 м^3 кислород олиш учун электр энергия сарфи 0,43...0,47 кВт·соатни ташкил этади. Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, тоза кислород миқдори 99,5% ни, азотники эса – 99,98%. Агарда, технологига қўшимча колонналар ўрнатилса, камёб неон, аргон ва бошқа инерт газлар ажратиб олинади.

Боғланган азот технологияси. Саноат миқёсида атмосферадаги азотни ажратиб маҳкамлашнинг энг биринчи усули бу кальций цианамид кўринишида бўлди. Бу усулга биноан ҳавони юқори температурада NO шаклда ажратиб маҳкамлаш қуйидаги реакцияга асосланган:

$$N_2 + O_2 \Leftrightarrow 2NO - 181,3\ кЖ \qquad (5.102)$$

Ушбу усулнинг асосий камчилиги – юқори температурада жараён кечиши.

Ўтхонада ҳавони 1500°С температурада қиздириб метан, бутан ёки пропанни ёқиб азот оксидини олиш усули ҳам мавжуд. Бунда температурани янада оширилиши мумкин. Юқори температура олиш учун атом, плазма ва бошқа энергиялардан фойдаланса бўлади. Лекин, иқтисодий жиҳатдан энг самарадор усул бўлиб азотни водород билан боғлашдир, яъни бунда аммиак ҳосил бўлади. Ҳозирги кунда боғланган азотнинг 85% ушбу усулда олинади.

Аммиак синтези ушбу реакция (500°С ва 30 ат.) бўйича амалга оширилади:

$$N_2 + 3H_2 \Leftrightarrow 2NH_3 + 55,3\ кЖ \qquad (5.103)$$

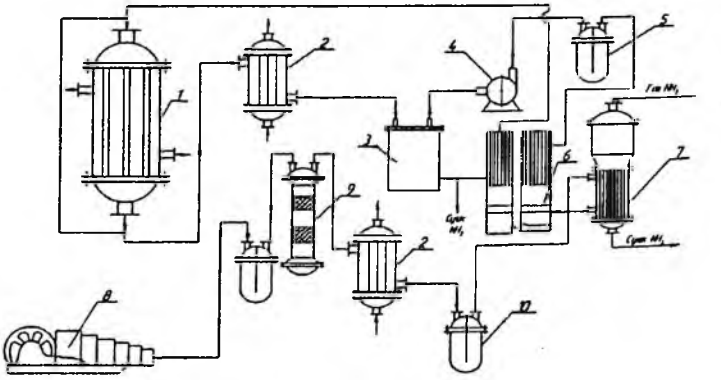
Маълумки, ушбу реакцияда ҳажм камайиши ва иссиқлик ажралиб чиқиши кузатилгани учун ***Ле-Шателье*** принципига биноан аммиак унумдорлигини ошириш учун жараённи юқори босим ва паст температурада ташкил этиш керак. Албатта, реакция юқори ғовакли ва майда кристаллик таркибли темир катализатор иштирокида олиб борилади.

Азот-водородли аралашма босимига қараб аммиак синтези тизими 3 гуруҳга бўлинади:

1. Паст босимли ~100 ати;
2. Ўрта босимли ~300 ати;
3. Юқори босимли 600-1000 ати.

Ўрта босимда ишловчи аммиак синтезининг принципиал схемаси 5.55-расмда келтирилган.

Бошланғичазот-водородли аралашма компрессор 8 дан мой ажратгич 5, сўнг дастлабки катализ 9 узатилади ва у унда углерод оксиди ва кислородни CH_4 ва H_2O га айланиши содир бўлади.



5.55-расм. Ўрта босимда аммиак синтези схемаси.

1-аммиак синтези колоннаси; 2- конденсатор; 3-сепаратор; 4-насос; 5-мой ажратгич; 6-конденсацион колонна; 7-буғлатгич; 8-компрессор; 9-дастлабки катализ колоннаси; 10-сув ажратгич.

Кейин аралашма сувли совуткич 3 ва сув ажраткич 10 дан ўтказилади ва конденсатордан чиқиб циркуляция қилаётган азот-водородли аралашмабилан аралашиб аммиак буғлаткичи 7 га узатилади. Унда газ аралашмасининг температураси -5°С гача трубалараро бўшлиқда 2 ати. босимда буғланаётган аммиак ҳисобига совийди.

Буғлатиш қурилмасидан аралашма конденсация колонна 6 нинг пастки қисмига узатилади ва у ерда аммиак ажратилади. Конденсацион колонна сепарацион бўлимидан ўтиб совитиш бўлимининг трубалар бўшлиғига юборилади. Бу бўлимда совук газ ўз совуқлигини қарама-қарши йўналишда ҳаракатланаётган газга бериб буғлатиш қурилмасигайўналтирилади. Циркуляция қилаётган аралашма 30°С гача қизийди ва совугандан кейин таркибида 2...3% аммиак бўлади. Совуткич трубаларидан чиқаётган аралашма аммиак синтези колоннаси 1 га узатилади ва унда реакцияга киришиб сувли конденсатор 2 да 35°С гача совутилади.

Сўнг, сепаратор 3 да 60% гача аммиак ажратиб олинади. Сепаратордан чиққан газ аралашмаси циркуляцион насос 4 да босими ишчи босимгача кўтарилиб, мой ажраткич 5 дан ўтади ва конденсацион колонна 6 нинг трубалараро бўшлиғи 6 га юборилади. Бу колоннадан чиққан газ янги газ билан аралашади ва жараён давом этади.

5.14.1. «Навоиазот» АЖ да NH_3 олиш технологияси

Аммиакнинг техник характеристикалари

Техник номи : суюлтирилган сувсиз аммиак.

Давлатлараро стандартнинг номи, маҳсулотларга қўйилган техник талаблар рўйхати

Суюлтирилган сувсиз аммиак ГОСТ 6221-90 "Суюлтирилган сувсиз аммиак. Техник шартлар".

ГОСТ 6221-90 бўйича маҳсулотнинг асосий хоссалари:

Мақсад ва қўлланишига қараб, суюлтирилган сувсиз NH_3 учта навда чиқарилади: А, Ак ва Б.

А – HNO_3 ишлаб чиқариш, азотлаш учун, совутувчи элткич ва химоя муҳити сифатида;

Ак – экспортга чиқариш ва асосий аммиак қувури орқали узатиш учун;

Б - ўғит ишлаб чиқариш ва қишлоқ хўжалигида азотли ўғит сифатида фойдаланиш учун.

5-38 жадвал

Техник талаблар

Кўрсаткич номи	Нав учун стандарт		
	А	Ак	Б
	ОКП 21 1461,0100	ОКП 21 146,0200	ОКП 21 8192,0100
1. Аммиакнинг масса улуши, %	≥99.9	≥99.6	≥99.6
2. Азотнинг масса улуши, %	-	≥82	≥82
3. *Сувнинг масса улуши (қолдик), %	-	0,2-0,4	0,2-0,4
4. Сувнинг масса улуши (Фишер усули), %	≤0,1	-	-
5. Мойнинг масса концентрацияси, мг/дм^3	≤2	≤2	≤8
6. Темирнинг масса концентрацияси, мг/дм^3	≤1	≤1	≤2
7. Умумий хлорнинг масса улуши, ппм (мг/кг)	-	≤0,5	-
8. Углерод оксидининг масса улуши, ппм (мг/кг)	-	≤40	-

Жадвалга эслатма: Танкларда ташиладиган суюқ аммиакдаги сувнинг массавий улуши 0,2% дан кам бўлишига рухсат берилади ва порт қошидаги заводларда 0,2-0,4% гача еткалиади.

Амалдаги маълумотлар ГОСТ 6221-90 га мос келади.

Асосий, ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятларини, ишлаб чиқарилган маҳсулотлар таркиби ва сифатини акс эттирувчи, физик-кимёвий хоссалари ва константалари.

Аммиак рангсиз газ бўлиб, ўткир аммиак ҳидига эга ва сувда яхши эрийди. Кимёвий формула: NH_3. Оддий температура ва босимда у газсимон ҳолатда бўлади. Газсимон аммиак ёнувчи газдир.

Унинг автоматик ёниш температураси 650°С ни ташкил қилади.

$$CO_2 + H_2 \rightleftarrows CO + H_2O$$
$$CO_2 + H_2S \rightleftarrows COS + H_2O \quad (5.105)$$

Шунинг учун, CO, CO_2 *ва* H_2O мавжудлиги олтингугуртнинг олтингугуртни ютиш қурилмасидан чиққан қуйи оқимида киришига таъсир қилади.

Катализатор оксид шаклида бўлиб, реакторда сульфидланиш орқали фаоллашади. Сульфидланган ҳолатда катализатор пирофоб хусусиятларга эга ва 70°С дан юқори температураларда ҳаво билан алоқа қилмаслиги керак.

Катализатор таркиби: Al_2O_3 -80-90%, MoO-3,7-13%, NiO-1-3%.

Органик олтингугурт бирикмаларининг суст конверсиясига ва олтингугуртнинг риформинг бўлимига ортиқча кириб боришига йўл қўймаслик учун катализатор 300°С дан ортиқ температурагача қизиган водород бўлмаган ҳолда углеводородлар билан алоқа қилмаслиги керак.

Водород сульфиднинг ютилиши. H_2S ни ютиш жараёни олтингугуртни ютиш қурилмаларида амалга оширилади.

Олтингугуртни ютиш қурилмаларида адсорбент сифатида рух оксидига асосланган олтингугуртни ютиш катализатори ишлатилади. Рух оксиди водород сульфид ва карбонил сульфиди билан қуйидаги мувозанат реакцияларига киришади:

$$COS + H_2O \leftrightarrows H_2S + CO_2$$
$$ZnO + H_2S \leftrightarrows ZnS + H_2O \quad (5.106)$$

Олтингугуртни ютиш мосламаларида ҳар бирининг ҳажми 20 м^3 бўлган бир хил миқдордаги катализатор мавжуд. Катализатор тўрт миллиметрга тенг экструдатлар кўринишида бўлиб, таркиби: ZnO - 99%, CuO-0,5-1% бор.

Десульфурлашдан кейин табиий газнинг олтингугурт миқдори миллионга 0,05 қисмдан ошмайди.

Риформинг жараёни. Риформинг жараёнида олтингугуртсизлантирилган табиий гази углеводород аралашмасини буғ билан каталитик риформинг ва ҳаво қўшиш орқали синтез газига айланади .

Риформинг жараёни икки босқичда амалга оширилади:

- бирламчи риформинг қилиш ўтхонасида бирламчи риформинг;
- иккиламчи риформинг ўтхонасида иккиламчи риформинг.

Риформинг жараёни қуйидаги реакциялар бўйича амалга оширилади:

$$C_nH_{2n+2} + 2H_2O + Q \rightleftarrows C_{n-1}H_{2n} + CO_2 + 3H_2$$
$$CH_4 + 2H_2O + Q \rightleftarrows CO_2 + 4H_2 \quad (5.107)$$
$$CO_2 + H_2 + Q \rightleftarrows CO + H_2O \quad (5.108)$$

Реакция юқори углеводородларни риформинг қилиш механизмини тавсифлайди, улар босқичма-босқич қуйи ва пастки углеводородларга, метангача, реакцияда кўрсатилганидек риформинг қилинади.

Ўтхона 3 да бирламчи риформинг.

Бирламчи риформинг қилиш ўтхона 3 да риформинг реакцияси учун зарур бўлган иссиқлик табиий газ, дроссел гази ва чиқинди газдан иборат ёқилғи газининг ёнишидан ҳосил бўлган иссиқликни билвосита узатиш орқали амалга оширилади.

Бирламчи реформинг ўтхонада катализаторлар юкланадиган вертикал қувурлар мавжуд, улар орасида: шпинель ($Mg(AlO_2)_2$) - 55-70%, диалюминий триоксид (Al_2O_3) - 15-25%, никел моноксиди (NiO) - 6-15% ва кальций оксиди (CaO) - 1-4%.

Углерод (углерод қуйинди қатлами) бирламчи риформинг ўтхонанинг катализатор заррачалари ташқи юзаси ва/ёки ичида ҳосил бўлади. Углероднинг заррачалар ташқарисида чўкиши катализатор қатламида босимлар фарқининг ортишига олиб келади, катализатор заррачалари ичида чўкиши эса, катализаторнинг фаоллиги ва механик мустахкамлигини пасайтиради. Углерод ҳосил бўлишини камайтириш учун сув буғининг углеродга ҳисобланган нисбати 3,0 га тенг деб қабул қилинади.

Ўтхона 4 да иккиламчи риформинг

Иккиламчи риформинг ўтхонаси 4 га 29,4 м³ ҳажмли катализаторлар юкланади ва улар қуйидаги таркибга эга: шпинель ($Mg(AlO_2)_2$) - 75-85%, диалюминий триоксид (Al_2O_3) - 5-15%, никель моноксиди (NiO) - 7-13%.

Фаоллашган катализатор ўз-ўзидан қизиб кетмаслиги учун 100°С дан юқори температураларда тоза ҳавога аралашиши ёки тўкнашмаслиги керак.

Оксидланиш иссиқлиги иккиламчи риформинг ўтхонаси 4 дан чиқариб бўлмаслиги сабабли, бу катализаторнинг ҳаддан ташқари қизиши ва парчаланишига олиб келиши мумкин.

Катализаторни бевосита олов билан тўғридан-тўғри алока қилмаслиги ва ҳимоя қилиш учун катализатор алюминий оксиди шарлари катламига жойлаштирилади ва катализатор устига алюминий оксид плиталари ётқизилади.

Иккиламчи риформинг ўтхонасида бевосита газ-ҳаво аралашмасининг ёнишидан олинган иссиқликдан фойдаланади.

Ҳавони узатиш азот-водород аралашмасини ҳосил қилиш учун зарур бўлган азот миқдорини таъминлайди. Тозаланган синтез-газдаги H_2/N_2 молар нисбатини 3/1 га яқин даражада ушлаб туриш учун ҳаво миқдори белгиланган бўлади. Бирламчи риформинг ўтхонасининг юкланишини ростлаш риформинг реакцияси кечишини назорат қилиш имконини беради ва бу эса иккиламчи риформингдан метан сизиб чиқишини ҳам назорат қилиш мумкин.

Технологик газнинг ҳаво билан ёниши иккиламчи реформинг ўтхонанинг юқори қисмида температурани 1100-1200°С гача оширади. Метан реформинг реакцияси иссиқликни ютганлиги сабабли, газ катализатордан ўтганда температураси пасаяди. Ёниш зонасидан газ катализатор катлами орқали пастга ўтади, бу ерда риформинг жараёнининг якуний боскичи содир бўлади. Иккиламчи реформинг ўтхонанинг чиқишидаги технологик газнинг температураси тахминан 954°С, метан концентрацияси эса - 0,60% (курук) бўлади.

Иккиламчи реформингидан чиқадиган газ тахминан 12,86% CO ва 7,59% CO_2 ни ўз ичига олади. Шунинг учун қуйидаги Будуар реакциясига кўра углерод чўкишининг назарий хавфи мавжуд:

$$2CO \leftrightarrows CO_2 + C \text{ (коракуя кўринишида)} \qquad (5.109)$$

Реакция учун пастки температура чегараси 550°С ни ташкил қилади, чунки паст температураларда реакция тезлиги сезиларли даражада камаяди.

Бирламчи риформинг ўтхонасидан чиқадиган газда тахминан 780°С температурада тахминан 14,52% (курук) метан бор.

Метан аммиак синтези жараёнида инерт газ бўлганлиги сабабли, инерт газ даражасини паст даражада ушлаб туриш учун синтез газидаги метан миқдорини имкон қадар паст кўрсаткичга тушириш керак. Синтез газидаги метан миқдори 1080°С температурадаги риформинг реакциясининг мувозанати ва катализаторнинг фаоллиги билан белгиланади.

Риформинг реакциясига биноан, инерт газлар миқдорини паст даражада ушлаб туриш учун температурани ошириш, босимни пасайтириш ёки буғ қўшиш орқали паст миқдорли метан таркибига эришиш мумкин. Бошқа томондан, нисбатан юқори босимли риформинг синтез газининг кейинги сиқилиши учун зарур бўлган энергияни сезиларли даражада тежашга олиб келади. Бирламчи риформинг қилиш ўтхонасининг кириш қисмида ишчи босимини 3,43 МПа кўрсаткичда назорат қилиш оқилона муросага эришишга имкон беради.

Бирламчи риформинг чиқишидаги конверсия газдаги метаннинг ҳажмий улуши қуйидаги:

- бирламчи риформинг температураси;
- ишчи босими;
- буғ/углерод нисбати;
- катализаторнинг имкониятлари ва фаоллигига боғлиқ бўлган назарий мувозанатга яқинлашиши билан параметрлар билан белгиланади.

Оптимал метан ҳажмий улушига эришиш учун барча реакция трубаларидан чиқишда бир хил температурага эга бўлиши керак. Шунинг учун ўтхонанинг ёниши ҳар бир иссиқ коллекторда иложи борича бир хил температурани саклаб турадиган тарзда созланиши керак.

Катализатор фаоллиги пасайганда, конверсия қилинган газнинг мувозанатга яқинлашиш кучаяди ва метаннинг ҳажмий улушининг ортишига олиб келади.

Углерод оксидининг конверсиялаш жараёни. Ушбу жараён технологик газ таркибидаги углерод оксидини иссиқлик чиқиши билан карбонат ангидрид ва водородга айлантириш учун мўлжалланган.

CO ни конверсиялаш жараёни қуйидаги реакцияга мувофиқ амалга оширилади:

$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2 + Q \qquad (5.110)$$

Силжиш реакциясининг мувозанати паст температураларда ва кўпроқ сув буғида CO нинг юқори конверсияси томон сурилади. Бироқ, юқори температураларда реакция тезлиги ортади. Силжиш реакцияси учун оптимал температура катализатор фаоллиги ва газ таркибига боғлиқ.

Риформинг жараёнидан сўнг, технологик газ тахминан 12,86% CO (қуруқ оғирлик) ўз ичига олади ва CO конверсия жараёнидан сўнг CO миқдори тахминан 0,27% гача камаяди.

Конверсия реакцияси юқори температурали CO конвертори 5 да ва паст температурали CO конвертори 7 да, ҳар бир конвертордан кейин технологик газни босқичма-босқич совитиш орқали амалга оширилади.

Юқори температурали CO конвертори 5 да технологик газдаги CO миқдори 3,01% гача камаяди ва температура 360°C дан 429°C гача оширилади. Юқори температурали CO конвертор 5 оқимидаги иссиқлик метанатор ёрдамчи иситгичида , тоза газ иссиқлик қозонида ва таъминловчи қозон сув иситгичида ишлатилади.

Кейин технологик газ 205°C гача совутилади ва паст температурали CO конвертори 7 га берилади, бу эрда CO миқдори тахминан 0,27% гача камаяди ва температура 226°C га оширилади. Паст температурали CO конвертори 7 нинг оқимидаги иссиқлик таъминловчи қозон суви иситгичида ишлатилади.

Юқори температурали CO конвертори 5 ҳажми 63,4 м^3 катализатор билан юкланган темир/хромга асослянган, мис билан таъминланган, диаметри 6 мм ва баландлиги 6 мм бўлган гранулалар шаклида, юқори фаоллик ва юқори механик мустаҳкамликка эга. Катализатор таркиби : мис (II) оксиди – 1-2%, темир (II) оксиди – 80-90%, хром (III) оксиди – 8-13%.

Фаоллаштирилган катализатор 320°C дан 480°C гача бўлган температура оралиғида доимий равишда ишлатилиши мумкин. Янги катализатор тахминан 360°C гача бўлган киришдаги газда ишлатилиши керак. Кейинчалик, катализаторнинг фаоллиги пасайиши билан киришдаги оптимал кириш температураси ортиши билан чиқиш температураси 460°C га етмагунча катализатор фаоллиги секин пасаяди. Хлор ва ноорганик тузлар катализатор учун заҳарли ҳисобланади. Технологик газдаги хлор миқдори миллиондан 1 қисмдан анча паст бўлиши керак. Иссиқ катализаторнинг сув билан тўқнашишига йўл қўйилмасин, чунки бу катализаторнинг бузилишига олиб келиши мумкин.

Фаоллаштирилган катализатор пирофорен бўлгани учун, тўкиш жуда эҳтиёткорлик билан амалга оширилиши керак.

Мис катализаторлари паст температурали CO конвертори 7 га юкланади. Мис, цинк ва алюминий оксидлари асосидаги катализатор юқори фаоллик билан ажралиб туради, паст температурали CO конвертори 7 да катализатор ҳажми 84,7 м^3 ни ташкил қилади . Катализатор таркибида: мис (II) оксиди – 18-24%, алюминий (III) оксиди – 25-43%, рух оксиди – 18-31% ва мис карбонати – 2-5% бўлади.

Катализатор 0,2-2% водород бўлган айланма азотда 150-200°C температурада фаоллашади. Фаоллаштириш жараёнида мис оксиди водород билан реакцияга киришиб, эркин мис ҳосил қилади. Катализатор 185-250°C температура оралиғида ишлайди.

Технологик газда ушлаш мумкин бўлган хлорни ажратиш ва суюқлик томчиларининг катализаторга тушишига йўл қўймаслик учун қўшимча катализатор қўлланилади, у юқори қатлам сифатида жойлаштирилади. Ушбу катализаторнинг паст температурали CO конвертори7 даги ҳажми 6,7 м^3 ни ташкил қилади .

Катализатор олтингугуртга жуда сезгир бўлганлиги сабабли, ғишт қопламаси ва иккиламчи риформинг ўтхонаси 4 дан чиқиши мумкин, катализатор дастлабки босқичда барча олтингугурт газдан тозаланмагунча ишлатилмайди.

Олтингугуртдан ташқари, хлоридлар ва кремний диоксиди ҳам катализатор учун оғир заҳарлидир. Иссиқ катализатор ҳеч қандай шароитда суюқ сув билан алоқа қилмаслиги керак, чунки бу унинг йўқ қилинишига олиб келади. Катализатор фаоллаштирилганда пирофорендир, шунинг учун тушириш вақтида махсус эҳтиёт чораларини кўриш керак.

Карбонат ангидридни ажратиш жараёни. CO_2 ни олиб ташлаш жараёни икки босқичли карама-карши оқим ютилиш жараёнига асосланади, бу эрда метилдиэтаноламин (МДЭА) CO_2 ютилиши учун хал килувчи сифатида ишлатилади

CO_2 газдан МДЭА массаси бўйича 40% ни ўз ичига олган сувли МДЭА эритмасида абсорбция йўли билан чикарилади. МДЭА эритмаси CO_2 нинг газ холатидан суюк фазага ўтиш тезлигини оширадиган активаторни ўз ичига олади.

Конверсия газини фаоллаштирилган ютиш воситаси МДЭА ёрдамида карбонат ангидриддан тозалаш қуйидаги реакцияларга асосланади:

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3 \qquad (5.111)$$

газдан CO_2 нинг асосий хажми МДЭА эритмаси билан олинади.

$$R_2 - N - CH_3 + H_2CO_3 \leftrightarrow \left[R_2 - NH - CH_3\right]^+ + \left[HCO_3\right]^- \qquad (5.112)$$

бу ерда R - гуруҳ $HOCH_2\ CH_2$

Паст кисман босимда (абсорбернинг юкори кисмида) конверсия газдан CO_2 нинг ютилиш даражасини ошириш учун абсорбентга модификация килувчи қўшимча (пиперазин) киритилади:

$$R' = N - H + H_2CO_3 \leftrightarrow \left[R = NH_2\right]^+ + \left[HCO_3\right]^- \qquad (5.113)$$

бу ерда R - гурух $HN(CH_2CH_2)_2$

Кўрсатилган реакциялар тескари.

Паст ва ўртача температураларда ва CO_2 ютувчи 9 нинг кисман босими ортиб кетганда, реакциялар чапдан ўнгга, яъни CO_2 нинг ютилиши билан давом этади

МДЭА эритмасининг карбонатланиш даражасини ошириш регенерация учун иссиклик сарфини камайтириш ва тизимдаги эритманинг айланишини камайтириш имконини беради.

Абсорбентнинг тўйинган эритмасидаги со: миқдори 65-85 г/дм^3 ни ташкил килади. Тозаланган конвертация килинган газдаги CO_2 миқдорини назорат килиш учун абсорбери 9 нинг юкори кисмидан газ чикариш линиясида автоматик анализатор ишлатилади.

Конвертация килинган газ чангни ютиш воситаси - метилдиэтаноламиннинг масса улуши 37,5-40% ва пиперазиннинг 4,0-6,0% бўлган МДЭА эритмаси ёрдамида CO_2 дан тозаланади ва кейинчалик юкори босимли буғланиш барабанида эритма регенерация килинади, паст босимли колоннада CO_2 дан стриппер 8 да тозаланади.

Асосий технологик жараён икки босқичли CO_2 ютгичи 9, CO_2 ажратқичи 8 ва иккита буғланиш танкида амалга оширилади: юкори босимли қайнаш ва паст босимли идишлар.

Метанизация жараёни. Метанизация жараёни қайтарилган водород ёрдамида колдиқ углерод оксидларини метанга айлантиришни ўз ичига олади. Метанизация жараёни қуйидаги реакциялар орқали амалга оширилади:

$$CO + 3H_2 \rightleftarrows CH_4 + H_2O + Q$$

$$CO_2 + 4H_2 \rightleftarrows CH_4 + 2H_2O + Q \qquad (5.114)$$

Жараён содир бўлган реакциялар қайтар реакциялардир.

Метан аммиак синтези халқасида қўшимча газ сифатида ишлатилади ва иккиламчи реформингда хам ёқилади.

Метанизация реакцияларининг аниқловчи параметрлари катализатор таъсиридан ташқари: температура, босим ва технологик газидаги сув буғининг миқдори. Паст температуралар, юкори босим ва паст сув буғлар миқдори метанизация мувозанатига ёрдам беради. Бирок, тавсия этилган 280-400°С температура оралиғида мувозанат шароитлари шунчалик қулайки, катализаторнинг таъсири метанизация жараёнининг самарадорлигини аниқлайдиган деярли ягона параметрдир.

Метанизация жараёни метанатори 10 да содир бўлади, унга катализатор 23,4 м^3 хажмли бир қатламда юкланади. Катализаторда тахминан 27% никель, 60% алюминий оксиди ва 5 % никель оксиди мавжуд. Метанизация реакцияси 280°С дан паст температурада бошланади ва катализатор қатламидаги температура ошади. Температуранинг ортиши технологик газ таркибидаги СО ва CO_2 таркибига боғлик. Метанизация катализатори узок вакт давомида 420°С дан юкори температурага таъсир қилмаслиги керак.

Катализатор олтингугурт ва хлор бирикмаларига жуда сезгир. Таркибида водород бўлмаган буғ катализаторни оксидлайди ва шунинг учун иситиш, совитиш ёки тозалаш учун ишлатилмаслиги керак.

Бунга қўшимча равишда, катализаторни конденсация қилувчи буғга таъсир қилмаслик керак, чунки бу унинг парчаланишига олиб келиши мумкин.

Эскириши билан катализатор фаоллигини йўқотиш кириш температурасини ошириш орқали қопланиши мумкин. Катализаторни технологик газида ёрдамида иситиш орқали фаоллаштирилади. Фаоллаштириш вақтида газдаги CO ва CO_2 ларнинг миқдори имкон қадар паст бўлиши, (тахминан 1% дан кам (қуруқ шаклда) $CO + CO_2$) температура ортишини минималлаштириш учун зарур.

Метанизация жараёнидан сўнг тозаланган газда H_2, N_2 ва тахминан 1,37% (қуруқ) аргон ва CH_4 каби инерт газлар аралашмаси мавжуд. Синтез газидаги H_2, N_2 нинг моляр нисбати тахминан 3:1 ни ташкил қилади.

Нормал иш пайтида катализатор қатламининг температурасининг кўтарилиши тахминан 22°C бўлиши керак, бу чиқишдаги температура тахминан 322°C га тўғри келади.

Аммиак синтези жараёни. Аммиак синтези жараёнида азот ва водород аммиакга айланади. Аммиак синтези жараёни аммиак синтези колонна 11 да қуйидаги реакцияга мувофиқ амалга оширилади:

$$3H_2 + N \rightleftarrows 2NH_3 + Q \qquad (5.115)$$

Бу реакция тескари бўлиб, газ катализатор қатламидан ўтганда водород ва азотнинг фақат бир қисми аммиакга айланади. Юқори босим ва паст температура аммиакнинг юқори мувозанат концентрациясига ёрдам беради.

Аммиак синтези колоннаси 11 да кам миқдорда қайтарилмайдиган оксидларни ўз ичига олган мустаҳкамланган темир катализатори ишлатилади.

Катализатор заррачаларининг катталиги 1,5-3 мм. Кичик заррача катталиги катализаторнинг жуда юқори фаоллигини таъминлайди.

Олдиндан қайтарилган катализатор ишлаб чиқариш жараёнида сирти оксидланиши билан барқарорлашади. Қисман оксидланган катализатор ҳажми бўйича тахминан 2% кислородни ўз ичига олади. Катализаторни мўътадиллаш 90-100°C гача пирофорсиз қилади, лекин 100°C дан юқори температурада катализатор кислород билан реакцияга киришади ва қизийди.

Катализатор темир оксидининг сирт қатламини камайтириш, темирни бўшатиш ва бир вақтнинг ўзида сув ҳосил қилиш орқали фаоллашади. Фаоллаштириш айланма синтез гази орқали амалга оширилади. Керакли температура даражасига аммиак синтези колоннаси 11 да бошланғич иситгичи ёрдамида эришилади.

Катализаторни фаоллаштириш учун водород ва азот нисбати тахминан 3:1 бўлган сингаздан фойдаланиш иккита афзалликларга эга:

–Биринчиси, аммиак синтезининг тезлаштирилган бошланиши. Реакция натижасида ҳосил бўлган иссиқлик синтез газининг айланишини кучайтиради, бу эса қолган катализаторни фаоллаштиради;

–иккинчидан, олинган сув суюқ аммиакда эриган ҳолда айланма газдан чиқарилади ва аммиак ажратгич орқали суюқ аммиак билан синтез схемасидан чиқади. Бу жуда муҳим, чунки сув катализатор учун заҳарли бўлиб, буғлаштиргичларда музлаши мумкин.

Оддий режимда катализатор фаоллиги секин пасаяди. Деактиватсия тезлигига катализатор қатламидаги температура ва аммиак синтез колоннаси 11 нинг кириш қисмидаги катализатор заҳарларининг концентрацияси таъсир қилади. Шунинг учун катализатор температураи, айниқса, умумий конверсияни аниқлайдиган учинчи қатламда имкон қадар паст бўлиши керак.

Кислород ўз ичига олган барча бирикмалар: сув (H_2O), углерод оксиди (CO) ва карбонат ангидрид (CO_2) катализатор учун зарарли бўлиб, бу моддаларнинг кичик миқдори ҳам оксидланиш натижасида катализаторнинг фаоллигини сезиларли даражада камайтиради.

Олтингугурт, хлор ва фосфор бирикмалари кучли заҳарлар бўлиб, катализаторнинг доимий равишда ишдан чиқишига олиб келади. Шунинг учун аммиак синтез колоннасига кирадиган синтез гази билан алоқа қилиш мумкин бўлган нефт ушбу бирикмалардан тозаланиши керак.

Аммиак синтези колоннаси 11 да азот ва водороднинг тахминан 30% аммиакга айланади. Синтез газининг реакцияга киришмаган қолдиғи аммиак сепараторида суюқ аммиак ажратилгандан сўнг яна аммиак синтез колоннасига қайтарилади. Аммиак синтези колоннаси 11 га киришда 18,63

МПа нормал босимда ишлашга мўлжалланган. Босим катализатор юкланиши ва фаоллигига караб фарқ қилиши мумкин. Юкнинг камайиши билан контактларнинг занглашига олиб келадиган босим пасаяди.

Оддий иш температураси аммиак синтез колоннаси 11 да биринчи катлам учун 365-505°С, иккинчи катлам учун 420-475°С, учинчи қатлам учун 415-455°С оралиғида бўлади. Реакция натижасида ажралиб чикадиган иссиқлик ҳажми аммиак синтез колоннаси 11 да чикинди газ иссиқлик қозонида юқори босимли буғ ҳшлаб чиқариш учун ва қозонли сув иситгичида юқори босимли қозон таъминловчи сувини олдиндан қиздириш учун ишлатилади.

Аммиак синтез колоннасидан чиқадиган газ аста-секин: биринчи навбатда синтез газини кайта тиклаш қозонида 452°С дан 340°С гача, кейин Е-52 қозонида 261°С гача, сўнгра иссиқ иссиқлик алмашиниш қурилмасида 65°С гача совутилади.

Шундан сўнг, синтез гази сув совуттичида 42°С гача, сўнгра аммиак синтез колоннаси 11 нинг қўшимча таъминловчи газини олдиндан қиздириш учун ишлатиладиган совутичда 28°С гача пасайтирилади.

Тозаланган синтез газида оз миқдордаги аралашмалар мавжуд, асосан инерт газлар *Ar ва CH_4*. Ушбу инерт газларнинг тўпланишига йўл қўймаслик учун биринчи аммиак буғлатгич ва иккинчи аммиак буғлатгич ўртасида синтез гази контуридан узлуксиз пуфлаб тозалаш керак. Аммиак синтези колоннаси 11 га киришда газ таркибида 8% ҳажмдаги инерт газлар бўлиши керак *($Ar+CH_4$)*. Қўшимча синтез гази биринчи аммиак буғлатгич ва иккинчи аммиак буғлатгичлар ўртасидаги занжирга киритилади.

Синтез газини якуний совитиш биринчи аммиак буғлатгич ва иккинчи аммиак буғлатгичда амалга оширилади. Натижаси аммиак температураси 0°С гача пасаяди ва аммиак ажраттичга узатилади.

Конденсацияланган аммиак аммиак сепараторида айланма синтез газидан ажратилади. Аммиак сепараторидан олинган синтез газ компрессорнинг 4-рециркуляция боскичининг иссиқлик алмашиниш қурилмалари орқали аммиак синтез колоннаси 11 га қайтади.

Қўшимча синтез газидаги сув буғининг концентрацияси тахминан 200-300 (ҳажм) қисмлари *CO ва CO_2* изларини ташкил қилади. Қўшимча газ азот-водород аралашмаси буғлатгич ва азот-водород аралашмаси ажраттич орқали ўтади. Бу ерда сувнинг катта қисми чиқарилади ва колдик сув конденсацияланган аммиакда абсорбция йўли билан чиқарилади.

Қўшимча газ таркибидаги карбонат ангидрид газсимон ва суюк аммиак билан реакцияга киришиб аммоний карбамат ҳосил қилади:

$$2NH_3 + CO_2 \rightleftarrows NH_4 - CO_2 - NH_2 \qquad (5.116)$$

ҳосил бўлган аммоний карбамат конденсацияланган аммиакда эритилади.

Углерод оксиди аммиакда озгина эрийди, шунинг учун у аммиак синтези колоннаси 11 га кайта ишланадиган газ билан бирга киради ва у ерда сув ва метанга гидрирланади (метанизация реакцияси). Кислородли бирикмалар аммиак синтези катализаторини фаолсизланганлиги сабабли, синтез газидаги карбонат ангидрид миқдори минимал бўлиши керак.

Аммиак ва водородни камайтириш жараёни. Аммиакни кайта тиклаш жараёни тозалаш ва чикинди газлардан аммиакни ажратиб олиш ва 99% ҳажмий концентрацияли суюк аммиак ишлаб чиқариш учун мўлжалланган. Ушбу жараёнда қуйидаги технологик ускуналар қўлланилади:

- 12,26 МПа босимда ишлайдиган газни тозалаш абсорбери 13 ;
- 1,49 МПа босимда ишлайдиган чиқинди газ абсорбери 14 ;
- дистиллаш колоннаси 15, босим 2,55 МПа да ишлайди.

Газ абсорбери 13 да аммиак юқори босимли тозалаш газидан сувга абсорбция орқали ажратилади. Тозаланган газ водород олиш қурилмасига юборилади. Газ абсорберида аммиак цистернадаги бак газларидан чикарилади ва инерт газлар сувга абсорбция орқали ажратилади. Тозаланган газ ёқилғини риформинг тизимига юборилади.

Абсорбер 13 дан чиққан аммиакнинг тўйинган эритмаси ва абсорбер 14 дан бойитилган аммиак эритмаси дистиллаш колоннаси 15 да қайта тикланади.

Паст концентрацияли эритма дистиллаш колоннаси15 нинг пастки қисмидан олинади. 99% ҳажмий концентрацияли суюк аммиакни ажратиш блокининг дистиллят идишидан олинади. Водородни қайта тиклаш мосламаси водородни қайта тиклайди ва уни синтез газ компрессори

орқали аммиак синтези занжирига қайтаради. Водородни қайта тиклашдан сўнг хом-ашё оқимининг мувозанатидан иборат бўлган газ риформинг ёкилғи тизимига берилади.

Ёрдамчи технологик жараёнлар. Аммиак ишлаб чиқариш зонасида асосий технологик жараёнларни амалга ошириш учун қуйидаги ёрдамчи тизимлар тақдим этилади:

- Сиқиш тизими;
- Қозонли сув таъминоти тизими;
- Технологик конденсатини қайта ишлаш тизими;
- Ёқиш ва дренаж тизими.

Табиий газни сиқиш. Табиий газни сиқиш компрессорда амалга оширилади. Компрессорда 1,8-2,2 МПа босимгача сиқилган табиий газ сепаратордан ўтиб, яна сиқилгандан кейин табиий газнинг босими 4,02 МПа гача ортади.

Аммиакни сиқиш. Аммиакли компрессор икки қобиқли, уч босқичли марказдан қочма компрессор бўлиб, буғ турбинаси томонидан бошқарилади. Паст босимли қобиқ сиқилишнинг биринчи ва иккинчи босқичларини, юқори босимли қобиқ эса учинчи босқични ўз ичига олади.

Компрессорнинг мақсади аммиакни совитиш ва аммиак конденсациясилаш қурилмаларида керакли босимни сақлаб туришдир.

Аммиак компрессоридан аммиакни совитиш ва конденсациялаш. Аммиак компрессоридан газсимон аммиакни конденсациялаш конденсаторларида труба каналларида айланма сув билан совутилади. Трубаларни босим ошиб кетишидан ҳимоя қилиш учун конденсаторлардан қайтиб келадиган сув линияларига 0,78 МПа босимда очиладиган хавфсизлик клапанлари ўрнатилган ва у очилганда сув канализацияга тушиб кетади.

Технологик конденсатни тозалаш тизими. Синтез газидан ажратиб олинган технологик конденсат технологик конденсатни ажратиш колоннасида тозаланади.

Иккинчи реформинг ўтхонаси 4 да кичик ҳажмдаги аммиак, паст температурали CO конвертори 7 да эса кичик ҳажмдаги метил спирти ҳосил бўлади.

Ярим чала синтез газида карбонат ангидрид билан биргаликда ушбу кимёвий бирикмалар қуйидаги мувозанат реакцияларига мувофиқ технологик конденсатга киради:

$$\begin{gathered} NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^- \\ CO_2 + H_2O \rightleftarrows H^+ + HCO_3^- \\ HCO_3 \rightleftarrows CO_3^+ + H^+ \\ NH_3 + HCO_3^- \rightleftarrows NH_2COO + H_2O \end{gathered} \qquad (5.117)$$

Метил спирти технологик конденсатда осон эрийди.

Деминерализация қурилмасида қайта тикловчи кимёвий моддалар қўллашни камайтириш учун конденсат ўртача босимли буғ билан тозаланади.

Технологик конденсатни тозалаш колоннаси 3,63 МПа (ортиқча) босим ва 223°С температурада ишлайди. Технологик конденсат тозалаш колоннасининг юқори қисмидан чиқарилган буғ жараённинг бошига қайтарилади ва реформинг қисми учун технологик буғ сифатида ишлатилади. Стриппинг бўлимида метанол ва аммиак кимёвий реакцияга киришади ва азот, водород ва углерод оксиди ҳосил қилади. Тозаланган конденсатнинг иссиқлик алмашиниш қурилмаларда технологик конденсат тахминан 89°С температурагача совутилади.

Технологик конденсатни тозалаш. Иккита абсорбердан чиққан тўйинган эритмадан аммиакни дистиллаш колоннаси 15 да амалга оширилади. Бунда аммиак рибойлерда олинган буғ ёрдамида тозаланади.

Ажратиш колоннаси танкига уланган, шунинг учун аммиак дистиллаш колонна ва танк идишидаги босим қийматлари бир хил. Шунинг учун аммиак оқими насосининг ишлаши пайтида тизимда босим тенглиги сабабли, техник хизмат кўрсатиш учун махсус шартлар мавжуд эмас, чунки насос аммиакни ҳам тозалаш устунига, ҳам танк танкига етказиб беради.

5.15. Азот кислота технологияси

Техник азот кислота бу HNO_3 ва сувнинг аралашмаси бўлиб, таркибида оз миқдорда турли аралашмалар бўлади. Саноат миқёсида суюлтирилган 50...60% ли ва концентрланган 94...98% ли HNO_3 ишлаб чиқарилади.

Даставвал, яъни XX асргача азот кислотани чили селитрасига сульфат кислота таъсир эттириб қиздириш йўли билан ушбу реакция орқали олинар эди:

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3 \qquad (5.118)$$

Азот кислота буғлари конденсацияланиб, юқори концентрацияли (95% ва ундан ортиқ) кислота хосил бўлади.

1904 йилдан азот кислотани ёйли усулда ишлаб чиқариш бошланди. 1910 йилдан азот кислотани аммиакдан фойдаланиб олиш усули кенг тарқалди. 1916 йили илк бор азот кислота аммиакни контакли оксидлаб икки босқичда олишга эришилди. Биринчи босқичда:

$$4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O + 907,13\ кЖ \qquad (5.119)$$

Иккинчи босқичда CO гази CO_2 гача оксидланади ва сув билан абсорбцияланиб азот кислотага айланади. Аммиакнинг оксидланиши катализатор иштирокида ёки катализаторсиз ҳам кечиши мумкин. Катализаторсиз реакция қуйидагича боради:

$$4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O + 1269,1\ кЖ \qquad (5.120)$$

Жараённинг бундай кечишининг фойдаси йўқ, чунки бунда азотнинг қайта чиқиши (**дефиксация**) содир бўлади. Катализаторни тўғри танлашдан максад, унинг иштирокида кечиши мумкин бўлган реакцияларнинг энг самаралиси аниқлашдир. Ундан ташқари, маълумки катализатор реакцияни тезлаштиради. Шу кунгача энг яхши катализатор - бу платинадир. Агарда катализатор сифатида унинг қотишмаси, яъни платинани родий (3%) ва палладий (4%) ёки фақат родий (10%) бўлса, катализатор хоссалари жуда кескин яхшиланади. Бу турдаги катализаторда NO нинг NH_3 га айланиши 97...99% ни ташкил этади.

Платина родийли катализатор фаоллигини фосфорли водород катта салбий таъсир ўтказади. Агарда, унинг миқдори 0,00002% бўлганда айланиш даражасини 95 дан 80% гача пасайтиради. Катализатор ашаддий душманлари қаторига водород сульфид, мой буғлари, чанг ва бошқалар киради. Шу сабабли NH_3 ни оксидлаш даврида тоза газлар қўлланилади. Таркибида платина бўлмаган катализаторларда айланиш даражаси 90% дан кам ва жараён жуда секин кечади.

Платинали катализаторда жараён ўта тез ва контакт вақти 0,001...0,0001 секундни ташкил этади. Шунинг учун катализатор миқдори кам бўлиши мумкин. Бу эса ўз навбатида унинг шаклини белгилайди – катализатор тўр кўринишида бўлиб диаметри 0,045...0,09 мм, 1 $см^2$ да 3600 тагача тугунлар, тешиклар юзаси 50...60% ли қилиб ясалади. Жараён катта тезлиги юқори температура (700...900°С) ёрдамида эришилади.

Газ оқими платинали катализатор орқали 0,3 м/с тезликда ўтади. Агарда тезлик бу қийматдан катта бўлса, NH_3 катализатор билан контакт қилмасдан ўтиб кетади ва унумдорлик пасайишига олиб келади, чунки NH_3 аммиак NO билан оксидланиш реакцияси боради:

$$4NH_3 + 6NO = 5N_2 + 6H_2O \qquad (5.121)$$

Қуйидаги тенгламадан

$$NH_3 + 2O_2 = HNO_3 + H_2O \qquad (5.122)$$

кўриниб турибдики, ҳаво ўрнига кислород ишлатиб аммиак миқдорини 33% гача етказиш мумкин. Аммо аммиак миқдорини ошириш унинг портловчанлиги билан чегараланади, чунончи унинг ҳаво билан аралашмасининг концентрацияси 13% дан ортиши портлаш хавфини туғдиради. Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, портлашнинг юқори ва пастки чегаралари мавжуд. Лекин шуни инобатга олиш керакки, температура ортиши, босим, кислород миқдори, намлик ва бошқа аралашмалар ушбу чегара кенгайишига олиб келади. Портлаш чегарасига қурилманинг шакли, оқимнинг ҳаракат йўналиши, яъни юқорига ёки пастга (юқорига ҳавфли). Агар, газ тезлиги портлаш тўлқини тарқалишининг тезлигидан юқори бўлса, портлаш хавфи бартараф қилинади. Амалиетда

бу муаммо газ аралашмасининг концентрациясини пасайтириш ва аммиак концентрацияси талаб кўрсаткичидан ортса газ узатилишини автоматик мослама ёрдамида тўхтатиш орқали хал килинади.

Газни чангдан тозалаш учун говаксимон керамик фильтр ёки бошка самарали фильтр курилмалардан фойдаланади.

Маълум вакт эксплуатация килинган платина асосли катализаторюзаси говаксимон бўлиб, юзаси ва фаоллиги ортади. Натижада платина симлар ташқи юзасидан платина майда дисперс заррачалар холида газ окими билан учиб кетади. Атмосфера босимида 1 тонна HNO_3 олишда платина катализатор йўкотилиши 0,05 г, 8 атмосфера босимда эса – 0,2 г ни ташкил этади. Платина тўрлар едирилиши уларни вакти-вакти билан алмаштиришни талаб килади. Газ оқими билан чиқиб кетаётган платинанинг заррачаларининг бир кисми махсус фильтрларда ажратиб олинади.

Одатда аммиакни оксидлаш атмосфера босимида олиб борилади, чунки реакция хажм ортиши билан кечади. Лекин, айрим холларда оксидлаш жараёни юкори босим (7...9 ата.) да ташкил этилади. Бунда азотнинг оксидланиш тезлиги ва HNO_3 хосил бўлиши ортади, технологик схема ва унга хизмат кўрсатиш соддалашади; HNO_3 концентрацияси ўсади, аммо платина йўкотилиши хам ортади.

Мухим муаммолардан бири бу қисман ёки тўлиқ хавони кислородга алмаштиришдир. Бу аммиак концентрациясини ошириш, хамда азот оксидини оксидлаш ва абсорбция жараёнларини жадаллаш ва арзонлаш имконини беради. Аммо бунга аралашманинг портлаш хавфи тўскинлик килади. Ушбу хавфни бартараф килишнинг бир нечта усли таклиф этилган. Улардан энг самаралиси жараённи катта хажмдаги сув буғи иштирокида олиб бориш аммиак концентрациясини суюлтириш ва натижада портлаш чегарасида пастрок соҳада ишлаб чикариш имконини яратади.

5.15.1. Азот оксидидан азот кислота олиш технологияси

Аммиакни оксидлаш даврида олинган азот оксиди, контакт курилмасидан кейин NO_2 гача оксидланади:

$$2NO + O_2 \Leftrightarrow 2NO_2 + 112,3\ кЖ \qquad (5.123)$$

Ушбу реакция мувозанати температура ва босимга боғлиқ.

Реакция хажм камайиши ва иссиклик ажралиб чикиши билан кечгани учун ***Ле-Шателье*** принципига биноан температура пасайиши ва босим ортиши билан реакция NO_2 хосил бўлиш томонига сурилади. (8) формуладаги реакция тезлигига газнинг таркиби ва босим катта таъсир кўрсатади. Маълум айланиш даражага эришиш учун зарур вакт азот оксида ва кислород концентрациялари квадратига тескари пропорционал, босимнинг эса учинчи даражасига; шу сабабли босимни ошириш NO ни NO_2 га оксидланишини жадаллаштиради.

Оксидланиш жараёнида олинган азот диоксиди ушбу реакция бўйича N_2O_4 гача полимерланади:

$$2NO_2 \Leftrightarrow N_2O_4 + 56,9\ кЖ \qquad (5.124)$$

Температура пасайиши ва босим ортиши билан реакция мувозанати ўнгга сурилади.

Шундай килиб, совутилган нитроз газлар таркибида асосан N_2O_4 бўлади. NO ва NO_2 ларнинг ўзаро таъсири окибатида маълум миқдорда N_2O_3 хосил бўлади.

$$NO + NO_2 \Leftrightarrow N_2O_3 + 40,2\ кЖ \qquad (5.125)$$

Температура 0°С дан юкори бўлганда реакция мувозанати чап томонга жуда кўп сурилган ва газ таркибида N_2O_3 молекулаларининг концентрацияси жуда кичик бўлади.

N_2O_4 нинг сув билан реакцияси қуйидагича кечади:

$$N_2O_4 + H_2O = HNO_3 + HNO_2 + 59,0\ кЖ \qquad (5.126)$$

Азотли (азотистая) кислота нотурғун ва у қуйидаги реакция бўйича кейинги айланишларга дучор бўлади:

$$3HNO_2 = HNO_3 + 2NO + H_2O + 75,8\ кЖ \qquad (5.127)$$

(5.126) ва (5127) реакциялар тез кечади ва уларнинг натижаси ушбу тенглама орқали ифодаланади:

$$3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO + 136,2\ кЖ \qquad (5.128)$$

Шундай қилиб, ютилган NO_2 нинг учдан бир қисми NO кўринишида газга ажраб чиқади. Уни абсорбция қилиш учун яна NO_2 гача оксидланиши керак.

Азот оксидини сув билан реакцияси жуда тез кечади ва HNO_3 хосил бўлишига олиб келади. NO_2 ни HNO_3 нинг сувли эритмаси билан ютилиши босим ортиши билан кўпаяди ва температура ва HNO_3 концентрациялар ортиши билан пасаяди. Концентрациянинг 50% дан ортиши абсорбция жараёнини кескин равишда секинлаштиради. Хулоса қилиб айтганда, концентрланган HNO_3 олишнинг шартлари қуйидагича:

- босимни ошириш;
- температурани пасайтириш;
- қувватланган нитроз газлар мавжудлиги;
- газ ва суюқлик фазаларининг яхши контакти бўлиши.

Температурани пасайтириш учун абсорберлар сунъий равишда совутилади.

1 тонна HNO_3 олиш учун атмосфера босими ва бошланғич концентрация 9...10% да NO_2 ни 98% ютилиши учун абсорбция жараёни кечиши учун 100 м^3 ҳажм даркор. Колоннанинг ишчи ҳажмини камайтириш учун сувли эритма билан абсорбциялаш 92...94% гача олиб борилади ва колган азот оксиди эса ишқор ёрдамида ютилади. Қайд этилган жараёнлар қуйидаги реакциялар содир бўлади:

$$2NO_2 + Na_2CO_3 = NaNO_3 + NaNO_2 + CO_2 \qquad (5.129)$$

$$NO_2 + NO + Na_2CO_3 = 2NaNO_2 + CO_2 \qquad (5.130)$$

Сувли эритмага караганда ишқорий муҳитда абсорбциялаш 1,5...2 маротаба тезроқ кечади, чунки азот оксиди ажралиб чиқмайди. Шундай қилиб, абсорбциялаш даражаси 98...98,5% га етказилади ва оқибатда колоннанинг абсорбция кечадиган ҳажми 3 баробарга камаяди.

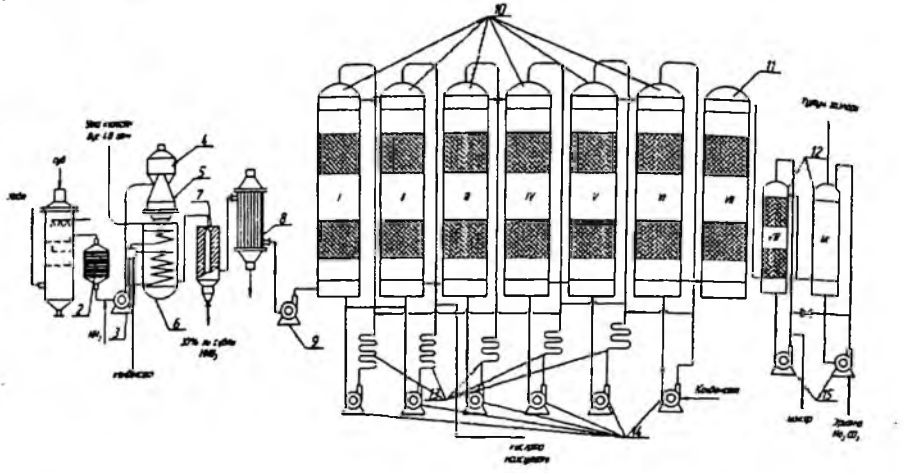
Атмосфера босимида HNO_3 олиш технологияси 5.57-расмда келтирилган. Ҳаво скруббер 1 да чанг ва бошқа аралашмалардан сув ёрдамида, матоли фильтр 2 да механик заррачалардан тозаланиб аммиакни узатиш вентилятори 3 га йўналтирилади. Ҳаво ва аммиак аралашмаси картонли фильтр 4 дан катализатор тўрли контакт қурилма 5 га ва ундан кейин қозон-утилизатор 6 га юборилади. Олинган сув буғлари сепаратор ва буғ қизиткичдан ўтказилиб 4 МПа ва 400°С да буғ тизимига узатилади. Иссиқ нитроз газлари қозон-утилизаторда 150°С гача ва ундан кейин тезкор совуткич 7 да 40°С совутилади. Бу ерда сув буғининг бир қисми конденсацияланади ва конденсат кўринишидаги 3% ли HNO_3 ҳосил бўлади. Иккинчи совуткич 8 да 25...30% ли HNO_3 йиғилади. Бундан кейин газлар вентилятор ёрдамида абсорбцион минора 10 га ҳайдалади. У ерда тоза сув билан, охирги минорада эса – аввалги минорада ҳосил бўлган азот кислота билан ютилади.

Суюқ фаза циркуляцияси совуткич 13 лар орқали насос 14 ёрдамида амалга оширилади. 48...52% ли кислота биринчи ёки иккинчи абсорбцион минорадан омборга хайдалади.

Нитроз гази вентилятори 9 ҳавони шундай миқдорда узатадики, чиқиб кетаётган газ таркибида кислород миқдорини 5% гача бўлишини таъминлайди. Сувли абсорбция тизимидан чиқиб кетаётган газлар ичи бўш оксидлаш минораси 11 дан ишқорий абсорбер 12 лардан ўтаётганда карама-карши йўналишда оҳак сути (80...100 г/л) ёки сода эритмаси (200...250 г/л) насос 15 пуркалади.

Технологиядаги абсорбцион минораларнинг кўпчилигида жараёнлар иссиқлик ажралиб чиқиши, яъни экзотермик реакциялар бўлишига боғлиқ. Шу сабабли, паст температуралар жараён кечишиги ижобий таъсир кўрсатади. Масалан, агар жараён температурасини 40 дан 20°С га пасайтирсак азот кислота чиқиши 1,5 баробар, 40 дан 0°С га пасайтирилса азот кислота чиқиши 2,0 маротаба ортади.

Азот кислота ишлаб чиқариш технологиясида асосий қурилма бўлиб контакт қурилма ҳисобланади. Атмосфера босимида ишловчи контакт қурилманинг диаметри 3 м бўлиб, аммиак-ҳаво аралашмаси тепадан пастга қараб йўналтирилади. Контакт қурилмага киришдан аввал газ фильтр орқали ўтказилади.



5.57 - расм. Атмосфера босимида суюлтирилган азот кислота олиш технологиясининг схемаси.
1 - скруббер; 2-матоли фильтр; 3- вентилятор; 4 - картонли фильтр;
5- контактли қурилма; 6-утилизация қозони; 7,8,13- совуткич;
9 - нитроз газ вентилятори; 10 - абсорбцион колонна; 11 - оксидлаш минораси; 12 - ишқор абсорбери; 14,15 - насослар;

Сўнг, газ учта тўр пардадан ўтади. Қурилмадан чиқаётган нитроз газининг температураси 700...800°С бўлиб, ундан сув буғи олишда фойдаланилади. Трубали қозон-утилизатор қурилманинг пастки қисмида жойлаштирилган. 1 тонна аммиакни ишлаб чиқаришда 2...3 тонна буғ олиш мумкин.

Кимё саноатининг бир қатор корхоналари комбинацияланган тизимда, яъни фазалар контакти атмосфера босимида, абсорбция жараёни эса юқори босимда ёки ҳамма жараён юқори босимда ўтказилади. Ушбу тизимда босим ва концентрацияга қараб абсорбцион ҳажм 2,6...4 $м^3/т$ га камаяди.

Жараён босими 0,8 МПа да азот кислота олиш технологияси 39-расмда келтирилган. Босим 0,35...7,0 МПа бўлганда ҳам таҳминан шундай технологияда тайёр маҳсулот олинади.

Даставвал ҳавони минора 1 да сув билан ювилади, сўнг матоли фильтр 2 дан ўтказилиб турбокомпрессор 4 да сиқилади. Кейин яна бир маротаба асбест ёки картон фильтр ёрдамида тозаланади (5.58-расм).

Буғлаткич 10 дан 70°С температурада чиққан аммиак фильтр 11 да тозаланади. Турбокомпрессорда сиқилган ва температураси 110...120°С ли ҳаво аралаштиргич 12 да аммиак билан аралашма ҳосил қилиб контакт қурилма 13 га узатилади. У ерда платинародийли катализаторда 880°С температурада аммиак NO гача оксидланади.

Контакт қурилма пастки қисми ва бирлаштирувчи труба сув билан совутилади. Қозон-утилизатор 14 дан ўтган нитроз газлари 250°С гача совутилиб, сувли совуткич-конденсатор 16 га юборилади. Нитроз газларини конденсаторга киришдан аввал платина ушлаб қолиш учун шиша момиғли фильтр ўрнатилган.

Нитроз газларини совуткич-конденсатор 16 да 40°С гача совитиш жараёнида 53...56% ли HNO_3 ҳосил бўлади.Совуткич-конденсатор 16 дан чиққан нитроз газлари ютиш колоннаси 18 га узатилади. Сепараторда ажратилган кислота эса концентрлашга ёки омборга юборилади. Тизимни ишга тушириш учун вентилли 7 эжектор 9 мавжуд.

Босим остида азот кислота олиш технологиясида абсорбция жараёни учун калпоқча ёки элаксимон тарелкали колонналар қўлланилади. Колонна диаметри 3 м бўлиб, легирланган хромникелли пўлатдан ясалади.Реакция иссиқлигини ажратиб олиш учун колонна пастки қисмида сув билан совутиладиган совитиш зонаси мавжуд. Колонна тепа қисмида тозаланган сув ёки конденсат пуркалади. Газ фаза пастдан юқорига қараб ҳайдалади ва у азот кислота эритмасида

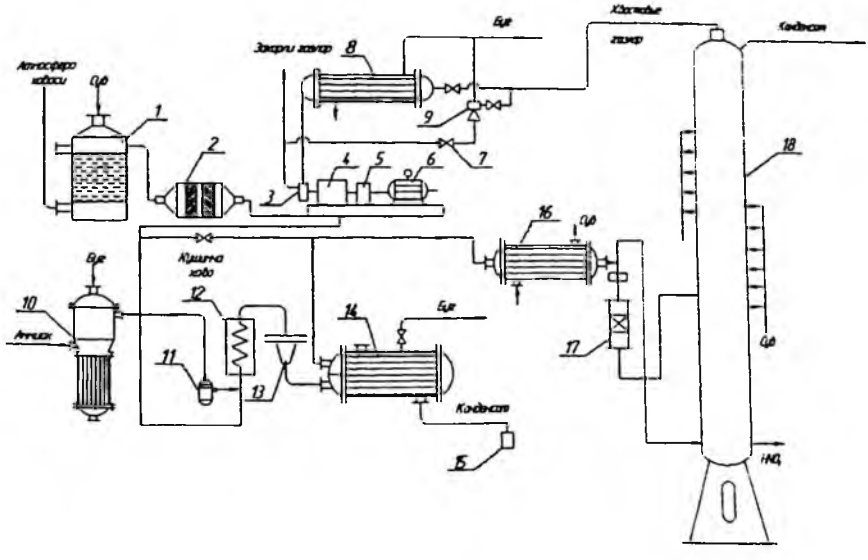
билан тарелкаларда тўқнашиб азот оксидларини ютади ва концентрацияси 56...60% гача кўтарилади. Ютиш колоннасидан чиқаётган нитроз газларида азот оксидининг концентрацияси 0,2...0,3% ни ташкил этади, бу эса 97...98% ли кислотага тўғри келади. Ушбу технологияда атмосфера босимида азот кислота олиш технологиясига қараганда газларга ишқорий ювиш жараёни йўқ бўлиб, ўрнига иситкич 8 да буғ билан қиздириш белгиланган. Айрим ҳолларда газлар турбокомпрессор билан бир ўққа ўрнатилган рекуперация турбинаси 3 га узатилади ва у ерда ҳавони сиқишга сарфланган 25...40% энергиясини беради.

Абсорбцион тизимдан чиқаётган газлар таркибида 0,2% азот оксида бўлиб, бу умумий миқдорнинг 2% ни ташкил этади. Чиқинди газларни зарарсизлантириш ва йўқотилишини камайтириш энг долзарб муаммолардан бири бўлиб келмоқда.

Товар маҳсулот кўринишидаги азот кислотада 2...4% азот оксиди бўлиб, у ҳаво билан пуфланиши керак. 1 тонна HNO_3 олиш учун қуйидагич сарфлар қилинади:

- аммиак - 0,29...0,295 т;
- платина - 0,15...0,2 г;
- электр энергия - 350...500 кВт;
- буғ - 0,2...0,6 г;
- сув - 110...170 м³.

Кўриниб турибдики, нитроз газларидан концентрацияси 60...70% дан юқори бўлган HNO_3 олиш анча мураккаб ва қийин.



5.58 - расм. P=0,8 МПа босимда суюлтирилган азот кислота олиш технологик схемаси.
1 - минора; 2-матоли фильтр; 3-ажраткич; 4 -турбокомпрессор; 5-редуктор; 6-электр юритгич;7- вентиль; 8 - совуткич; 9 - эжектор; 10-буғлатгич; 11-фильтр; 12 -аралаштиргич; 13 – контакт қурилма; 14, 18 -қозон-утилизатор; 15-насос; 16-совуткич-конденсатор;17– платина фильтри.

Шунинг учун суюқ азот тўрт оксиди, сув ва газсимон кислородлардан юқори концентрацияли HNO_3 ни ушбу реакция асосида олиш мумкин:

$$2N_2O_4 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3 + 59,5\ кЖ \qquad (5.131)$$

Ушбу реакция 5 МПа босим ва 60...80°С температурада кечади. Шуни таъкидлаш лозимки, N_2O_4 стехиометрик нисбатга қараганда ортиғи билан берилади. Жараён учун нитроз газларидан

ажратиб олинган тоза N_2O_4 керак. Буни 2 усулда олиш мумкин. Биринчи усулга биноан газ аралашмасидан
-10°С (босим 0,5...1,0 МПа) да конденсация қилиб ёки иккинчи усулда NO_2 ни совуқда абсорбция қилиб олиш усуллари мавжуд.

Тенглама (16) дан кўриниб турибдики, 100% ли кислота олиш учун 1 моль NO га 0,5 моль сув керак, бу эса аммиак оксидлангандан кейинги нитроз газларидаги сувнинг 0,33 улушига тенг. Шу сабабли, қозон-утилизатордан чиққан нитроз газларини совитиб 0,66 улуш миқдоридаги сувни конденсат кўринишида ажратиб олинади. Бу жараён тезкор совуткичларда ўтказилашига сабаб, NO оксидланиб NO_2 га ўтиб кетмаслиги керак, чунки NO_2 сув билан таъсирга киришса азот кислота хосил бўлиб конденсат билан чиқиб кетади ва йўқотилишларга олиб келади.

Азот кислота ишлаб чиқаришда энергия сарфини камайтириш энг илғор йўналишдир. Буни қуйидагича амалга ошириш усуллари ишлаб чиқилган: иссиқ нитроз газлари энергиясини регенерация қилиш учун газ турбиналарини қўллаш; бунда электр энергия сарфини минимал даражага тушириш мумкин ва HNO_3 олиш учун қўшимча электр энергия талаб қилинмайди.

5.15.2. Азот кислота технологияси

«CASALE» компаниясининг қўшалоқ босимли технологияси бўйича азот кислота олиш қуйидаги жараёнларга асосланган:

- паст босимда аммиакни ўзгартириш (преобразование);
- юқори босимда NO_x ни абсорбциялаш;
- чиқинди газдаги қолдиқ NO_x ни селектив каталитик усулда ажратиб олиш.

Ушбу технологияга биноан суткасига 1500 тонна 100% ли азот кислота олинади. Аммиакни оксидлаш паст босимда оптимал бўлиб, нитроз газ ва кислота ҳосил қилишда эса юқори босим абсорбция жараёнини тезлаштиради.

Ҳаво-аммиакли аралашма тайёрлаш бўлими атмосфера ҳавоси иситкич 1, фильтр 2 ва компрессор 3 дан ўтганда босими 0,52 МПа ва температураси 227,5°С гача кўтарилади (5.59-расм). Сиқилган газ оқими 85% (ҳажмий) бирламчи ва 15% (ҳажмий) иккиламчи ҳаводан ташкил топган бўлади.

Аммиакни бугланиш бўлими:

- аммиакни бугланиш қурилмаси 1А;
- аммиакни бугланиш қурилмаси 1В;
- аммиакни ёрдамчи бугланиш қурилмаси 23;
- аммиакнинг оғир фракциялари учун экспандер 30,

каби қурилмалардан иборат ва каталитик ёниш реакторида аммиакни оксидлаш учун етарли миқдорда газсимон аммиак етказиб беради.

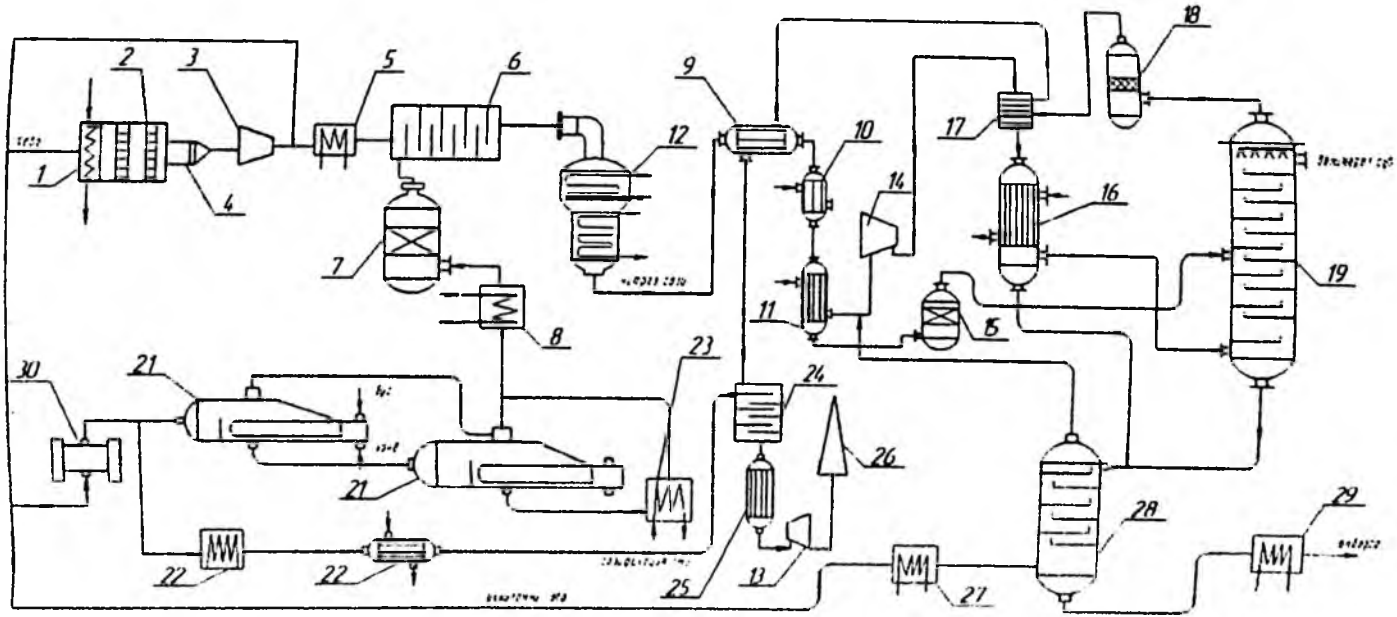
Фильтр 20А/В дан ўтган суюқ аммиак бугланиш қурилмаси 21А дан ўтиб иккинчи бугланиш қурилмаси 21В дан чиқади. Бунда 50% аммиак суюқ агрегат ҳолатида ва унинг температураси 15°С бўлади.

Аммиакнинг кичик бир қисми (умумий миқдорнинг ~0,25%) 22А, қолган қисми 22В қиздирилади ва каталитик реактор 25 га ҳайдалади.

21А/Е-21В лардан чиққан газсимон аммиак босими 0,677 МПа, температураси 14,3°С ва ёрдамчи бугланиш қурилмаси 23 дан эса босими 0,677 МПа, температураси 76,4°С бўлган аммиак 8 да 180°С температурагача қиздирилади.

Аммиак ва ҳаво аралашмасини ростлаш бўлимида 8 дан ўтган газсимон аммиак 182°С ва 0,677 МПа парметрлар билан фильтр 7 орқали бирламчи ҳаво билан статик аралаштиргич 6 аралаштирилади ва 221,2°С ва 0,507 МПа босимда каталитик ёниш реактори 12 га узатилади. $NH_3/(NH_3+$ҳаво$)$ нинг оптимал нисбати 9,85% (ҳажмий) ни ташкил этади.

Аммиакни каталитик оксидлаш бўлими 200°С температурали аммиак-ҳаволи аралашма реактор 12 га ҳайдалади ва бир текисда каталитик тўр юзаси бўйлаб тарқалади. Аммиакни оксидлаш жараёнини бошлашдан аввал платинали каталитик тўрни фаоллаштириш учун қурилмага водород ҳайдалади. Нормал шароитда аммиакнинг ёниш температураси 890°С ни ташкил этади. Оптимал температурани ушлаб туриш учун аммиак ва ҳаво нисбатини орқали ростланади.



5.59-расм. "CASALE" компаниясининг самарали азот кислота олиш технологик схемаси.

E-136-технологик ҳаво иситкич; F-101-ҳаво фильтри; C-101A-ҳаво компрессори; Z-103-ҳаво компрессорининг шовқунини ютқич; E-137-ҳаво иситкич; H-101-ҳавони аммиак билан аралаштиргич; F-102-аммиак буғи фильтри; E-104-аммиак иситкич; E-110-чиқинди газ иситкичи; E-108-экономайзер; E-109-конденсатор-совуткич; R-101-каталитик ёниш реактори; C-101C-турбоэкспандер; C-101B -нитроз газ компрессори; F-109-концентрацияси паст азот кислота фильтри; E-111 - конденсатор-совуткич; E-118-чиқинди газ иситкичи; F-107-чиқинди газ фильтри; R-102-абсорбер; F-113A/B-суюқ аммиак фильтри; E-103A/B -аммиак буғлатқичи; E-117A/B -аммиак иситкичлари; E-105-аммиак учун ёрдамчи иситкич; H-103-аммиакни чиқинди газ билан аралаштиргич; R-104-каталитик реактор; H-102-қолдиқ газ чиқиш мосламаси; E-102-иккиламчи ҳаво совуткичи; R-103-оқартириш минораси; E-114-тайёр маҳсулот совуткичи; F-111-аммиак оғир фракциялари учун экспандер.

Аммиакни тайёрлаш. Суюк аммоний тахминан 17,7 т/соат сарфи ва камида 16,0 кг·к/см² ортикча босим билан уланиш чегарасидан келади ва буғланишдан аввал каттик заррачаларни ажратиш учун 20А/В суюк аммоний фильтрларидан ўтказилади (5.60-расм).

Сўнг суюк аммиак 21А суюк аммиак буғланиш қурилмасига йўналтирилади, у ерда айланма техник сув туфайли буғланади. Суюк аммиакнинг 21А қурилмада буғланмаган қисми (тахминан 81,0% ёки 14,3 т/соат) оғирлик кучи таъсирида иккинчи буғланиш қурилмаси 21В га ва айланма сув хисобига буғланади.

Буғланиш қурилмасида аммиакнинг қолган миқдори (умумий миқдорнинг тахминан 0,25% ёки 37,0 кг/соат) буғланади. 22А ва 22 ўта қиздириш қурилмасида температура камида 175°С гача кўтарилади ва кейин каталитик тозалаш 25 реакторига юборилади.

Сув ва аралашмалар буғланиш йўли билан концентрациясининг ортиши сабабли аммиакнинг бир қисми (тахминан 5%) буғланиш қурилмаси 21Б да буғланади ва ёрдамчи 23 аммиак буғлатгичга узатилади. Бу қурилмада юкори температурада ва паст босимли буғ туфайли буғланиш содир бўлади. Ёрдамчи буғланиш қурилмаси 23 даги суюк фаза сатхи (60-65)% даражада назорат клапан ёрдамида сакланади.

Қурилма 23 остидаги қолган сув-мой аралашмаси кунига бир маротаба дренаж қилинади ва паст босимли буғ билан иситиладиган 30 оғир фракциялари аммиак кенгайтиргичида буғланади.

Аммиак (5,7-6,0) кгк/см² ортикча босимда буғланади.

Буғланиш иссиклик алмашиниш қурилмаларида газсимон аммиак ўртача босимли буғ билан 8 аммиакли ўта самарадор иситгичда 180°С гача қиздирилади. Кейин аммиак газининг умумий оқими фильтри 7 дан ўтказилади ва ҳаво-аммиак аралаштиргичи 6 га йўналтирилади.

Аммиак-ҳаво аралашмасини тайёрлаш. Тахминан 250 000 м³/соат ҳажмдаги атмосфера ҳавоси фильтри 2 оркали ўтиб, ҳаво компрессори 3 да тахминан 5,2 кгк/см² абсолют босимгача сикилади ва температураси (225-228)°С кўтарилади. Умумий сикилган ҳаво оқими иккига, яъни бирламчи ҳавога (умумий ҳажмнинг тахминан 85%) ва иккиламчи оқимга (умумий ҳажмнинг тахминан 15%) бўлинади.

Иккиламчи оқим иккиламчи ҳаво совутгичи 27 да буғ турбинасидан буғ конденсатини аввалдан қиздириш оркали тахминан 100°С гача совутилади. Иккиламчи ҳаво оқими тозалаш минораси 28 да нитрат кислотаси билан оқартириш учун ишлатилади.

Иссиқ бирламчи оқим ҳаво-аммиакли статик аралаштиргич 6 га йўналтирилади. Агар керак бўлса, қишда иситиш мосламаси 5 га кириш жойида ўрта босимли буғ линиясига ўрнатилган бошқарув клапанини бир оз очиш оркали бирламчи ҳаво оқими ҳаво иссиқлик алмашиниш қурилмаси 5 да 225°С температурагача қиздирилади.

Биринчи оқим сарфи Вентури трубкаси ёрдамида ўлчанади. Ушбу ҳаво оқими аммиак ҳаво аралашмасидаги нисбатни ростловчи параметрдир. Лойиҳавий қувватга биноан аммиак+ҳаво нисбати тахминан 9,8% нисбатда пластинали тўрда 890°С температурада бўлиши керак.

Босими 4,6 кгк/см² ва температураси 890°С ли ҳаво+аммиак аралашмаси контакт қурилмаси 12 нинг пластинали листлардан ўтиб, платина родий қотишмасидан ясалган каталитик тўрга йўналтириш учун бир текисда тақсимлаб беради. Аммиак конверсиясининг самарадорлиги юкори ва катализатор йўқотилишини минимал бўлишини таъминлаш учун газ тақсимланиши, тезлиги, контакт давомийлиги ва оксидланиш температураси оптималлаштирилган. Оксидланиш реакцияси 890°С температурада кечади ва самарали NO хосил қилади.

Конверсия даражаси 96,3% бўлиши керак. Иккиламчи катализатор одатда тўр остига ўрнатилади ва у газ таркибидаги N_2O миқдорини камайтириш учун хизмат қилади.

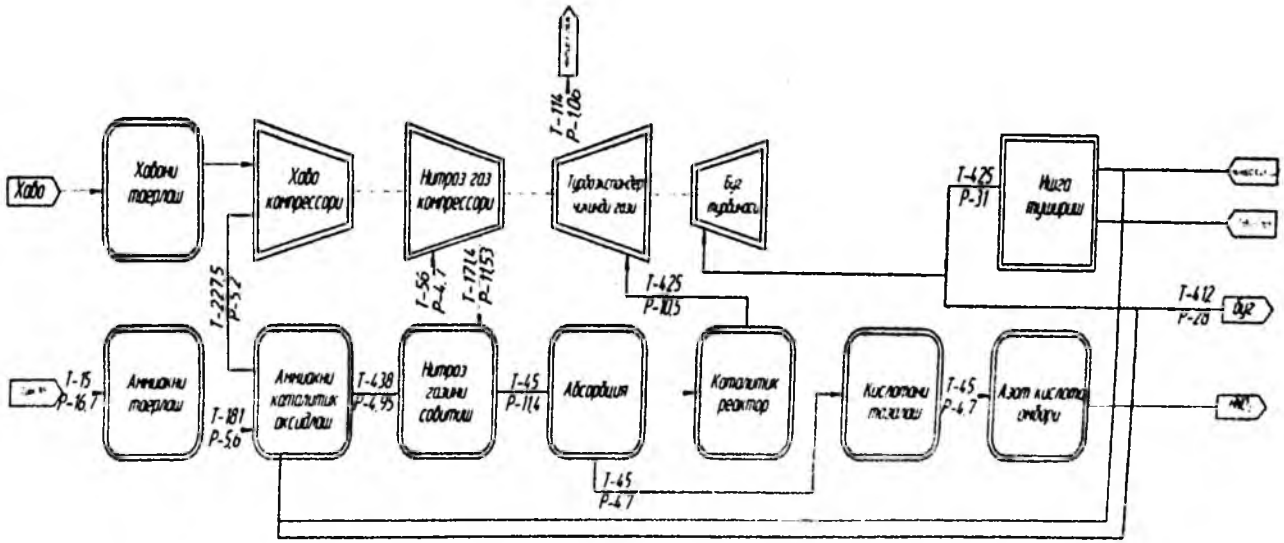
$$NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O + 904\ кЖ \qquad (5.132)$$

Асосий реакция параллел равишда иккиламчи реакция ҳам кечади:

$$4NH_3 + 4O_2 \rightarrow 2N_2O + 6H_2O + 1104,4\ кЖ \qquad (5.133)$$

$$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O + 1268,8\ кЖ \qquad (5.134)$$

Бир вақтда параллел ва кетма-кет реакциялар кечиши мумкин ва натижада молекуляр азот хосил бўлади:



5.60-расм. Азот кислота технологиясининг таркибий схемаси.

$$4NH_3 + 6NO \rightarrow 5N_2 + 6H_2O + 1810,6\ кЖ \qquad (5.135)$$

(5.132) реакция асосий бўлиб, кислота олиш агрегатининг самарадорлигини белгилайди.

Азотли газни совитиш. Контакт қурилмаси 12 нинг қобиғи вертикал равишда жойлашган ва юқори қисмдан (қопқоқ) ва пастки қисмдан (чиқинди иссиқлик қозони) иборат. Идишнинг иккала қисми ҳам фланецли бирикма орқали бир-бирига боғланган. Каталитик тизим қопқоқ ва чиқинди иссиқлик қозони ўртасида жойлашган. Каталитик тизимнинг тепасида тўрларни иситиш учун ўрнатилган айланадиган H_2 ёндиргич тизими мавжуд.

Чиқиндиларни иссиқлик қозони NH_3 + ҳаво аралашмасининг платина тўрларида 890°С да каталитик ёниши жараёнида ҳосил бўлган азотли газни ёқиш температурасидан 430°С пастроқ температурагача совитиш учун иссиқлик алмашиниш мосламаси сифатида утилизация қозони хизмат қилади.

Коррозиянинг аввали олиш учун баъзи муҳим мослама ва жиҳозлар (масалан, катализатор савати температурасини ўлчаш портлари) технологик ҳаво билан доимий равишда тозаланади.

Чиқиндиларни иситиш қозони қуйидаги қисмлардан иборат:

- Ўта қиздиргич;
- Асосий буғланиш қурилмаси;
- Ростловчи буғланиш қурилмалар.

Утилизация қозонидан нитроз газ NO қувурида NO_2 оксидланиш реакцияси кечади ва унинг температураси 430 дан 462°С гача кўтарилади. Сўнг, ушбу газ иситкичи 9 нинг трубалар бўшлиғига узатилади ва 462 дан 244 °С гача совутилади. Трубалараро бўшлиқдаги газ эса 430°С гача кўтарилади.

Бу қурилмадан чиққан газ экономайзер 10 га юборилади ва унда 161°С температурагача совутилади, совутувчи элткичнинг температураси эса кўтарилади. Экономайзер нитроз гази таъсирида коррозияга учрамаслиги учун нитроз газ температураси шудринг нуқтаси (162°С) дан паст температурада бўлишини таъминлайди.

Экономайзер 10 дан чиқаётган 161°С ли ва паст босимли нитроз гази оксидланиш ҳисобига 162°С га чиқади. Сўнг, ушбу газ 11 да техник сув билан конденсаторда 55-57°С гача совутилади. Оқибатда, конденсация жараёни натижасида концентрацияси 43% ли азот кислота ҳосил бўлади. HNO_3 нинг барпо бўлиши сув ва NO_2 реакциясининг кечиши туфайли содир бўлади. Кейин HNO_3 нитроз газидан сепараторда ажратилади ва паст концентрацияли азот кислота фильтр 15 га платина катализатор заррачаларини ушлаб қолиш ва кейин абсорбцион колоннанинг 6,7,8,9 тарелкаларига юборилади.

Платина заррачали шлам фильтр 15 дан олиб ажратиш учун узатилади.

Сув ва паст концентрацияли азот кислота нитроз газига қараб юқори тарелкадан оқиб тушади. Азот кислотани ишлаб чиқариш абсорбцион колонна тарелкаларида содир бўлади. Бунинг учун сув ва нордон азотли конденсатда NO_2 (азот диоксиди) ва N_2O_4 (азот тетраоксиди) ютилиши вав а реакцияси кечиши лозим.

Абсорбцион колоннада қуйидаги реакциялар кечади:

$$NO_2(N_2O_4) + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$$

$$HNO_2 \rightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O \qquad (5.136)$$

Азот кислота ҳосил бўлишининг умумий реакцияси:

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

$$Q = -594\ кЖ / кг\ HNO_2 \qquad (5.137)$$

NO_2 ни сув билан тарелкада азот кислота хосил бўлади. Сўнг, NO тарелка ва тарелкалараро бўшлиқда NO_2 ва N_2O_4 хосил бўлиб, улар сув билан реакцияга киришади. N_2O_4 нинг реакцияга киришиш кобилияти NO_2 никига караганда юкори бўлгани учун, абсорбция тезлиги N_2O_4 концентрациясига тўғри пропорционал. Ушбу реакция қуйидаги кўринишга эга:

$$3N_2O_4 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO \qquad (5.138)$$

Кислота концентрацияси 0 дан 60% гача узлуксиз равишда ортиб боради. Олинган HNO_3 нинг таркибидаги эриган нитроз газлари иссиқ ҳаво билан дегазация қилинади.

Азотли газнинг сиқиш ва ютилиши. Азотли компрессор 3 да газ аралашмаси 3,7 кгк/см^2 ортиқча босимгача сикилади. 10,5 кгк/см^2 ортиқча босимгача сиқиш натижасида азотли газ 57°С температурадан 155°С гача кўтарилади. Азотли газни сиқиш жараёни азот тетроксиди N_2O_4 ни NO_2 га ўтиш кимёвий реакцияси билан бирга кечади. Бу азотли газнинг сиқиш температурасини чеклайди, чунки реакция эндотермик, яъни иссикликни ютиш билан боради.

Нитрат тузи колдиқларидан азотли компрессор гилдиракларини ювиш учун технологик сув линияси мавжуд.

Азотли компрессорнинг чиқинди газ иситгичига тушириш линиясида азотли газ температураси NO нинг NO_2 га оксидланиши туфайли 155 дан 171°С гача кўтарилади.

Е-118 қуйма газ иситгичида нитроз гази 120°С температурагача совутилади. Кейин, Е-120 чиқинди газ иситгичида азотли гази 81°С температурагача совутилади. Е-120 иситгичидаги чиқинди гази 23°С температурадан 81°С гача, сўнгра иситгичи 17 да 141°С температурагача қиздирилади. Иккала иссиклик алмашиниш қурилмасида азотли газ труба бўшлиғида, чиқинди газ эса кувурлар оралиғида ҳаракат қилади.

Кейинчалик юкори босимли азотли газни 40-45°С температурагача совитиш совутгич-конденсатори 16 да айланма сув билан содир бўлади. Совуткич-конденсаторида азотли газдан конденсацияланган реакция суви билан азот диоксиди (NO_2) реакцияга киришиши натижасида контцентрацияси тахминан 60-63% ли нитрат кислота хосил бўлади. Кислота конденсатори 11 нинг чиқиш штуцеридаги кислота сепараторидаги азотли газдан ажратилади ва босим тушиши таъсирида тўғридан-тўғри тозалаш колоннаси 28 нинг юкори тарелкасига юборилади.

Конденсатор 16 дан кейин 10,39 кгк/см^2 ортиқча босимли ва 45°С температурада азотли газ шамоллатиш колоннаси 19 нинг пастки қисмига узатилади.

Чиқинди газни каталитик тозалаш. 23°С температурали чиқинди гази, 9,67 кгк/см^2 ортиқча босим ва 300 ppm дан кўп бўлмаган NOx абсорбцион колонна 28 нинг чиқиш штуцеридан газ таркибидаги кислота томчиларини ажратиш ва тўплаш учун уч боскичли ажратгичдан ўтади. Чиқинди газдан ажратилган кучсиз нитрат кислота гравитация таъсирида паст босимли сепараторга туширилади.

Турбоэкспандер 13 да чиқинди газининг кенгайишида иссиклик энергиясини максимал даражада утилизация қилиш учун чиқинди газ қуйидаги иссиклик алмашиниш қурилмаларида иситилади:

- чиқинди газ иситгичи Е-120 да - 23°С дан 81°С гача, юкори босимли азотли газ совутилганда;
- чиқинди газли иситгич 17 да - 81°С дан 141°С гача, юкори босимли азотли газ совутилганда;
- паст босимли азотли газни совитиш пайтида 141°С дан 433°С гача бўлган чиқинди газ иситгичида.

Иссиклик алмашиниш қурилмаси 9 да 433°С гача кўтарилгандан сўнг, тахминан 201000 м^3/соат хажмдаги чиқинди гази камида 175°С температурада, 13,2 кгк / см^2 ортиқча босим билан 48-50 м^3/соат миқдорида газсимон аммиак билан аралаштирилади. Бугланиш қурилмаси 22 дан ва аралаштиргичдаги 22 ўта қиздиргич 21 дан ўтиб, каталитик тозалаш реактор 25 га берилади ва унда NOx нинг газсимон аммиак билан реакцияси содир бўлади.

5-боб. 5-13...5-15 параграфлар бўйича
Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Ҳавонинг таркиби ва элементларнинг физик-кимёвий хоссалари.
2. Ҳавонини чуқур совитиш ва уни суюлтириш усуллари.
3. Ректификация усулида суюқлик фазасидаги ҳавони компонентларга ажратиш.
4. Водород олиш усуллари.
5. Метан конверсияси реакциясини ёзинг.
6. Азот оксиди қандай олинади?
7. Ле-Шателье принципи таърифланг.
8. Ректификация жараёни колоннанинг юқори қисмидан қанча кислород олинади?
9. Ректификация жараёни колоннанинг юқори қисмидан қанча азот олинади?
10. "Навоиазот"АЖ да аммиак технологияси ўз ичига қайси босқичларни олади?
11. Аммиак ишлаб чиқариш технологиясини таърифлаб беринг.
12. Технологик жараёнлар кетма-кетлигини ёзинг.
13. Водород сульфиднинг ютилиш реакциясини ёзинг.
14. Риформинг жараёни реакцияларини келтиринг.
15. Будуар реакциясини ёзинг ва таърифини беринг.
16. Ушбу реакция натижасида ҳосил бўлган углерод қандай кўринишда бўлади?
17. Метанлаш жараёнининг мо=ияти ва унинг реакцияси.
18. Мамлакат кимё саноати файси концентрацияли азот кислота ишлаб чиқарилади?
19. Концентрланган азот кислота олиш шартлари қандай?
20. Атмосфера босимида азот кислота олиш технологияси чизинг.
21. P=0,8 МПа босимда суюлтирилган азот кислота олиш технологик схемасини чизинг ва таърифини беринг.
22. "CASALE" компаниясининг самарали азот кислота олиш технологик схемаси.
23. 1 тонна азот кислота олиш учун канча аммиак сарфланади?
24. 1 тонна азот кислота олиш учун канча электр энергия, сув ва буғ сарфланади?
25. Азотли газ қайси босимгача сиқилади?
26. Азот кислота ҳосил бўлиш реакциясини ёзинг.

5.16. «Навоиазот» АЖ да ацетилен олиш технологияси

Махсулот номи: ацетилен гази.

Газсимон ацетилен рангсиз газ, зичлиги 101,3 кПа (760 мм.сим.уст.) да ρ=1,173 кг/м³.

Кимёвий формуласи - C_2H_2

Молекуляр массаси - 26,038.

Физик ва кимёвий параметрларга кўра, газсимон ацетилен 5-39 жадвалда кўрсатилган стандартларга мос келиши керак.

5-39 жадвал

т/р	Кўрсаткич номи	Норма
1	Компонент таркиби, % ҳажм	
	- ацетилен (C_2H_2)	≥98.6
	- m - (C_3H_4)	≤0,01
	- p - (C_3H_4)	≤0,05
	- винилацетилен (C_4H_4)	≤20 ппм
	- диацетилен (C_4H_2)	≤0,01
	- карбонат ангидрид (CO_2)	≤0.2
2	Температура, °С	атроф-мухит
3	Босим, МПа (абс.)	0,140

Ацетилен ишлаб чиқаришда қўшимча махсулот - синтез газ.

Физик-кимёвий кўрсаткичлар бўйича синтез гази 5-40 жадвалда кўрсатилган стандартларга мос келиши керак.

5-40 жадвал

т/р	Кўрсаткич номи	Норм
1	Компонент таркиби, % ҳажм :	
	- водород (H_2)	58-61
	- углерод оксиди (CO)	26-29
	- метан (CH_4)	3,2-4,5
	- карбонат ангидрид (CO_2)	4,5-5,5
	- ацетилен (C_2H_2)	≤0,3
	- этилен (C_2H_4)	≤0,5
	- кислород O_2 .	≤0,6
	- азот + аргон (N_2 + Ar)	2,5-3,5
2	Температура, °С	15
3	Босим МПа (абс .)	0,65-0,7

ёнғин ва портлаш хавфи ва заҳарлилигини тавсифловчи хусусиятлар "Ишлаб чиқаришни хавфсиз ишлатишнинг асосий қоидалари" бўлимида келтирилган.

Қўллаш соҳалари. Тайёр махсулот газсимон ацетилендан кам бўлмаган ҳажмли улушга эга 98,6% ПВХ (поливинилхлорид) синтези учун хом ашё сифатида ВХМ (винилхлорид мономер) берилади. Қўшимча махсулот, синтез гази метанол ишлаб чиқариш курилмасига хом ашё сифатида берилади.

Ацетилен ишлаб чиқариш қуйидагиларни ўз ичига олади:

- ацетилен ишлаб чиқариш блоки;
- сиқиш;
- қоракуяни совутувчи;
- газгольдер;
- қисман оксидланиш;
- концентрлаш;
- тозалаш;
- қоракуяни ажратиш.

Ацетилен технологиясининг назарий асослари

Қисман оксидланиш йўли билан табиий газдан ацетилен ишлаб чиқариш қисман оксидланиш, қоракуяни ажратиш, сиқиш ва концентрлаш, ацетиленни тозалаш, эритувчини қайта ишлаш ва сақлаш жараёнларини ва коммунал иншоотларни ўз ичига олади. Ишлаб чиқариш жараёнида ацетиленнинг босими унинг парчаланишига йўл қўймаслик учун 0,14 МПа (абс.) дан юқори бўлмаслиги керак.

Қисман оксидланиш ва қоракуяни ажратиш жараёни асослари. Қисман оксидланиш йўли билан табиий газдан ацетилен олиш жараёнида хом ашё сифатида табиий газ, ёрдамчи хом-ашё сифатида кислород ва катализатор ишлатилади, ҳамда ёниш жараёнида иссиқлик элткич бўлмаган реакция амалга оширилади. Қисман оксидланиш усули деганда газнинг кислород билан бир вақтнинг ўзида битта бўшлиқда ёниши тушунилади. Ундан ташқари, ёнишдан чиқадиган иссиқлик газни парчалаш учун мўлжалланган. Газнинг ёниши ва парчаланиши бир вақтнинг ўзида ацетилен ўтхонасида бир жойда амалга оширилиши билан бирга, оксидланиш реакциясининг тезлиги парчаланиш реакциясига қараганда тезроқ бўлади. Шунинг учун иккала реакция ҳам бир хил бўшлиқда содир бўлиши мумкин. Ёниш ва парчаланиш жараёнида асосий реакциялар оксидланиш реакцияси, парчаланиш реакцияси, сув гази реакцияси ва ацетиленнинг парчаланиши ва бирикма реакциясидир. Асосий реакциялар қуйидаги 5-41 жадвалда келтирилган:

5-41 жадвал

Бирламчи реакция:		
Оксидланиш реакцияси (экзотермик):	$CH_4+O_2 \rightarrow CO+H_2O+H_2+278,0$ кЖ	(5.42а)
Максадли реакция (парчаланиш реакцияси):	$2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_{23} - 381,0$ кЖ	(5.42б)
Сув газининг мувозанат реакцияси:	$CO+ H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 + 41,98$ кЖ	(5.42в)
Иккиламчи реакция:		
Парчаланиш реакцияси :	$C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2 + 227$ кЖ	(5.42г)

Шу билан бирга, паст трансформация коэффициентига эга бўлган иккиламчи реакция ҳам ишлаб чиқарилади, бунда бутадиен, юқори углеводородлар ва диен ҳосил бўлади.

5-42 жадвал

Номланиши	Молекуляр формула	Таркиб, % ҳажмий
Этилен	C_2H_4	0,3
Метилацетилен	м-C_3H_4	0,1
Аллен	р- C_3H_4	0,03
Бутадиен	C_4H_2	0,21
	C_4H_4	0,06
1,3 - бутадиен	C_4H_6	
	C_5H_6	
	C_6H_2	
	C_6H_4	
Дивинил ацетилен	C_6H_6	0,15
Бензол	C_6H_6	
Нафталин	$C_{10}H_8$	
Текширилмаган моддалар:		
Фенилацетилен	C_8H_6	
Фенстилен	C_8H_8	
Инден	C_9H_8	
1, 2 метилнафталин	$C_{11}H_{10}$	
Аценафтилен	$C_{12}H_8$	
Аценафтен	$C_{12}H_{10}$	
Антрацен, фенантрен	$C_{14}H_{10}$	
Пирен	$C_{16}H_{10}$	
Гексабензобензол	$C_{24}H_{12}$	

Қуйидаги оксидлар топилди		
Метанал	CHOH	
Метан кислота	HCOOH	
Фенол	C_6H_5OH	

Табиий газ таркибидаги олтингугурт крекинг газида H_2S ва SO_2 шаклида хосил бўлади, азот оксиди табиий газ ва кислороддаги азотдан хосил бўлади. Қоракуянинг катта кисми ацетилен ўтхонасидан сув қуйиш оркали чикарилади.

Умумий реакция:

$$45CH_4+30,25O_2 \rightarrow 8C_2H_2+3,5CO_2+25,5CO+54H_2+28H_2O \quad (5.139)$$

Ҳақиқатда барча метан парчаланмайди, агар 8% ацетилен олиниши кутилса, у холда 6 % метан парчаланмайди, реакцияга киришмаган кислород 0,5% дан кам бўлади,

$$51CH_4+30,25O_2 \rightarrow 8C_2H_2+3,5CO_2+25,5CO+54H_2+28H_2O+6CH_4 \quad (5.140)$$

Реакция эндотермик реакция бўлиб, унинг иссиклиги реакция оркали таъминланади. Агар реакция вакти жуда узок бўлса, ацетиленнинг парчаланиш реакцияси содир бўлади. Ацетиленнинг самарали ишлашига эришиш учун нафакат хом газни олдиндан киздириш ва температурани 1300°С дан юкори созлаш, балки реакцияни бир неча сония ичида якунлаш учун реакция камерасининг чикишига совутувчи сувни пуркаш керак.

Алохида ўтхонада 650°С гача киздирилгандан сўнг кислород ва табиий газ ацетилен ўтхонасининг аралаштиргичига 1300-1500°С температурада киради. Ацетилен кисман оксидланади ва парчаланади, сўнгра 8,0% ацетилен билан крекинг гази олинади. Сўнгра сув билан совитилади, реакция вакти 2-3 с ни ташкил килади. Ундан кейин крекинг гази 87°С температурагача совук сув билан совутилади.

Ацетилен ўтхонадан чикадиган крекинг гази совитиш минорасининг пастки кисмига 60°С гача совитиш учун хайдалади. Сўнг, қоракуя электр фильтр томонидан чикарилади, газ охирги совитиш учун совитиш минорасининг юкори кисмига кайтади 35°С. Бу вактда крекинг гази 6 кПа босимда бўлади. Кейин сикиш жараёнига узатилади.

Сикиш ва концентрлаш жараёнининг техник асослари. Крекинг гази винтли компрессор билан сикилади ва эритувчи билан концентрацияланганда N - метилпиролидон кайта-кайта ва танлаб ютилади ва десорбцияланади, шундан сўнг ацетилен, чикинди газлар ва алкин газлар ажратилади.

Эритувчида баркарор полимер концентрациясини саклаб туриш учун десорбцион эритувчи таркибидаги полимернинг бир кисми сўрилиши ва кайта ишланиши керак. Эритувчини кайта ишлаш жараёни икки боскичга бўлинади: доимий вакуумли хайдаш ва узлукли вакуумда курук хайдаш. Кайта тикланган эритувчи ютилиш тизимига кайтарилади.

Чикинди газлари таркибига CO ва H_2 киради, улар метанол ишлаб чикариш блокига синтез хом-ашё сифатида юборилади. Концентрация жараёнидан сикилган ацетилен ацетиленни тозалаш жараёнига киради. Алкин газлари ёниш учун оловга берилади.

Компрессордан 11% ацетиленли крекинг гази биринчи навбатда ювиш колоннасига узатилади. Колоннага крекинг гази томонидан киритилган бут пастки кисмида конденсацияланади ва ажратилган иссиклик эритувчи циркуляцияси оркали совуткичга берилади. Асосий тизимга ифлосликнинг кириб келишига йўл қўймаслик учун колоннанинг ўрта кисмидан осонгина эрийдиган компонентлар чикарилади, қўшилган эритувчи колоннанинг юкори кисмида бирламчи тўйиниб, циркуляция оркали совуткичларга иссиклик беради.

Иккиламчи оралик совитишдан ўтиб, сўнг эритувчи кўпрок юкори алкинларни эритишга кодир бўлади ва натижада камрок эритувчи ишлатилади. Юкоридагилардан келиб чиккан холда, тозалаш мосламаси юкори регенерация тезлигида ишлаши мумкин ва эриган моддага эга бўлган эритувчининг бир кисми бирламчи ювиш колоннасининг пастки кисмидан тозалаш колоннасига хайдалади.

Бирламчи ювиш колоннасидан чикадиган эритувчи таркибида ацетилен ва кирувчи компонентларнинг катта кисми (бензол, диацетилен, нафталин) мавжуд.

Шу муносабат билан эриган модда билан эритувчида босим 0,1 МПа (абс.) камаяди. Бундан ташқари, маълум миқдордаги чиқинди газ колоннанинг пастки қисмига юборилади, шунда ацетиленнинг кўп қисми тозаланади, аммо диацетилен ва нафталин қолади.

Бирламчи ювиш колоннасида ювилган крекинг гази асосий ювиш колоннасига киради. Колоннада крекинг гази таркибидаги ацетилен ва осон эрийдиган компонентлар эритувчида 1,16 МПа босимда эритилади. Ацетиленга қараганда эриши қийинроқ бўлган компонентлар скрубберда ювилади ва кейинги қурилмага юборилади.

Реакцияга киришмаган (хвостовой) газда 90% водород ва углерод оксиди мавжуд.

Эриган моддани ўз ичига олган эритувчи босим пасайтирилгандан сўнг тозалаш колоннасига киради.

Қарама-қарши оқимли тозалаш колоннасида газсизлантириш (деаэрация) колоннасидан чиқиб, таркибида ацетилен бўлган қайта ишланадиган газ асосий ювиш колоннасидан чиққан ацетилен ўз ичига олган эритувчи билан тўқнашиш орқали тозаланади.

Қолдиқ суст эрийдиган композиция, чунончи, карбонат ангидрид, қарама-қарши оқимдаги тозалаш колоннасининг пастки қисмидан ацетилен билан тозаланади. Шунинг учун колоннанинг юқори қисмида, суст эрийдиган таркибга қўшимча равишда, аралашмага ацетилен ҳам киради.

Дастлабки газсизлантириш колоннасидан ацетиленли аралаштирилган газ қарама-қарши оқимдаги тозалаш колоннасининг пастки қисмига узатилади. Шу билан бирга, ацетилендан яхшироқ эрийдиган ифлослантирувчи моддалар ютилади. Натижада ацетилен таркибида жуда оз миқдорда ифлослантирувчи моддалар қолади. Юқори алкинлар эритувчида яхши концентрланади.

Ацетиленнинг энг юқори концентрацияси қарама-қарши оқимли тозалаш колоннасининг ўрта қисмидан ацетилен маҳсулоти олинади.

Тежамкорликни ҳисобга олган ҳолда, колоннанинг пастки қисмидан насос ёрдамида сўриб олинган эритувчи икки босқичли усулда газсизланади. Аввало, таркибида эриган моддалар бўлган эритувчи колоннанинг пастки қисмида қиздирилади ва босим 0,13МПа (абс.) га туширилади. Бир вақтнинг ўзида ацетиленнинг катта қисми чиқарилади, сўнгра босим билан пасайган эритувчи вакуумли газсизлантириш колоннасига юборилади. Якуний сувсизлантириш ва газсизлантириш колоннанинг пастки қисмида температура 116°С ва босим 0,024 МПа (абс.) бўлганда амалга оширилади. Дегидрация ва газсизлантириш жараёнида қолган намлик эритувчидан бутлатиб ажратилади, бунда эритувчида қолган намлик миқдори 3%.

Эритувчи юқори қайнаш нуқтасига эга ва температура қанчалик юқори бўлса, ифлосланиш даражаси шунчалик юқори бўлгани учун дегазация паст босимда амалга оширилиши даркор.

Газсизлантирилган эритувчи 20°С га совутилади ва кейинги фойдаланиш учун ювиш колоннасига юборилади. Колоннанинг юқори қисмидаги буғ ацетиленга қўшимча равишда, асосан буғ ва ундан юқори алкинларни ўз ичига олади, Улар совуткичда 40°С гача совутилади, эритувчи ҳам ҳавода совутилади, Кейин совутувчи элткич ҳаво вакуумли пуфлагич билан сиқилади ва дастлабки газсизлантирувчи колоннада аралаштирилади, сўнг газ қарама-қарши оқимли буғ колоннага берилади.

Юқори алкинлар колоннанинг пастки қисмида энг юқори концентрацияга етади. Шу ерда ён оқим олиниб, юқори алкинли тозалаш мосламасида диацетилен, бензол ва нафталинни ацетиленни ажратувчидан келадиган эритувчидан олиб ташлаш учун ишлатилади .

Қурилма тепа қисмдан чиққан юқори алкинлар ювиш колоннаси ва совуткичдан ўтиб, учинчи босқичли буғ оқимчали насос билан сўрилади ва сиқилади. Хавфсизлик нуқтаи назаридан, сиқилиш пайтида юқори алкинлар чиқинди ва табиий газ билан суюлтирилади ва ёндирилади.

Концентрация блокидан чиқадиган газда эритувчи буғи мавжуд бўлиб, у йўқолмайди, шунинг учун у ювиш колонналарида конденсат билан чиқарилади. Крекинг гази билан олиб кетилган сув вакуум қурилмаларининг циркуляция буғлатқичидан чиқарилади ва колоннанинг тепа қисмидан юқори алкинлар билан бирга конденсаторда совитиб конденсациялаш учун чиқарилади.

Ацетиленни тозалаш жараёнининг технологик асослари. Олий навли ацетилен олиш учун тозалаш жараёнида дағал тозаланган ацетилендан турли қўшимчаларни олиб ташлаш учун абсорбция жараёни қўлланилади.

Ацетиленни концентрлаш жараёнига келадиган ацетилен конденсаторга юборилади, бу ерда ундан сувнинг бир қисми чиқарилади ва сульфат кислота олиш учун абсорбцион колоннасига узатилади. Ушбу колоннада, юқори алкинлар сульфат кислота билан ажратиб олинади. Сўнгра, кислотали газ абсорбция колоннасидан ўтиб, ишқор билан тозаланган ацетилен ВХМ блокига юборилади.

Технологик жараён тавсифи. Қисман оксидланиш. Кисман оксидланиш жараёни 5 та ишлаб чиқариш линияларидан ташкил топган бўлиб, уларнинг қурилмалари, жиҳозлари ва коммуникациялари ўхшашдир. Ҳар битта линиянинг ацетилен бўйича қуввати 30 тоннани ташкил этади.

Табиий газ билан иситиш. Табиий газ 0,7 МПа босимда магистрал қувурдан келади, намлик ажратувчи сепаратор ёрдамида ажратилади, босим 0,30 МПа гача камаяди. Агар табиий газ босими паст бўлса, қисман оксидланиш жараёни кечмайди. Табиий газ босими 0,48МПа бўлса, газ иситгичида босим ошиб кетмаслиги учун олдинги клапан очилади.

Паст босимдаги табиий газни иситиш учун олдиндан қиздириш ўтхона қурилмасига узатилади. Газ олдиндан иситиладиган ўтхонага киргунга қадар, темир оксид (занг) ни юқори температурада темирга айланишнинг олдини олиш учун газ фильтрида занг ва бошқалардан тозаланади. Бунга сабаб, агар темир ҳосил бўлса, ацетилен ўтхонасига кирганда кислород билан бирлашса, у аралаштириш камерасида ёниб кетади. Дастлабки даврда нотекис иситиш ва ёниш туфайли табиий газнинг карбонатланишига йўл қўймаслик учун олдиндан иситувчи ўтхонанинг кириш линиясидаги табиий газга буғ қўшилади.

Юқори алкинларнинг парчаланишини бартараф қилиш учун олдиндан иситиш ўтхонасида газ 30 дан 650°С гача иситилади (иситиш температураси 650°С дан юқори бўлиши мумкин эмас, чунки табиий газнинг кислород билан қайнаш нуқтаси тахминан 650°С, табиий газ ва кислород аралаштирилганда, ўз-ўзидан ёниш бўлади).

Кислородни иситиш. Кислородни бирламчи иситиш ўтхонасида 650°С га қадар аста-секин исиши учун юқори тезликдаги хаво фойдаланилади. Дастлабки иситиш ўтхонасидан чиқадиган кислороднинг босими 0,135МПа ни ташкил этади.

Ацетилен ўтхонасидаги реакция. Энг юқори температура 650°С, босим 0,135 МПа га қадар қиздирилган кислород ва табиий газ ацетилен ўтхонасининг юқори қисмидаги аралаштиргичга киради ва аралаштирилади. аралаштириш пайтида, қуйидаги сабабларга кўра эрта ёниш содир бўлади, яъни маҳаллий кислород миқдори юқори, узоқ вақт ёнишда бундай жараён содир бўлади:

Реакция камерасига кирадиган аралаш газ қисман оксидланиш реакциясини келтириб чиқаради. Ацетиленнинг юқори даражада парчаланишига йўл қўймаслик ва ацетиленнинг маҳсулдорлигини ошириш учун реакциядан сўнг уч катламли ҳалқали соплодан келадиган сувни пуркаш орқали дарҳол совутилади, сўнгра реакция тўхтайди. Ювиш идишида коракуя ажратилгандан кейин сувнинг бир қисми юқори ва пастки ҳалқага оқиб, ацетилен ўтхонасига қайтади.

Сувнинг қолган қисмини совитиш учун совутиш минорасига юборилади ва совуқ сув сифатида қувур линиясининг пастки ҳалқа чизиғига киради. Тоблаш пайтида крекинг гази тахминан 87°С гача пасаяди ва тоблаш суви тахминан 84°С га қадар исийди.

Тоблаш ва совитишдан сўнг крекинг газидан қоракуяни олиб ташлаш учун совитиш минорасига ҳайдалади.

Крекинг газини совитиш ва тозалаш. Ацетилен ўтхонасидан чиқадиган ва буғ билан тўйинган крекинг газининг температураси тахминан 87°С ва босими тахминан 0,108 МПа. У совитиш минорасининг пастки қисмига киради ва тўғридан-тўғри пуркалади ва коракуя суви билан совутилади. Крекинг гази совитиш минораси орқали пастдан юқорига ўтади ва тахминан 60°С га қадар совутилгандан сўнг, совитиш минорасининг пастки қисмининг юқорисидан электростатик чўктиргичга боради, у ерда коракуя яна чўктирилади. Икки электрод ўртасидаги газ оқимидаги коракуя манфий зарядланган сувнинг кичик томчилари ва ионланган сув билан ўралган коракуя зарралари чўкинди электрод пластинкасига етказилиши учун электрофильтр юқори қисмига оз миқдорда сув пуркалади, сўнгра доимий сув юпқа қатлами билан ювилади. Ювиб бўлгандан сўнг коракуя суви пастки қисмдан чиқарилади ва тоза крекинг гази совитиш минорасининг юқори қисмига қайтади.

Ацетиленни концентрлаш. *NMP* (N-метилпиролидон) эритувчиси билан селектив адсорбция қилинганидан сўнг крекинг гази уч турдаги газларга: чиқинди гази, ацетилен маҳсулоти ва юқори алкин газларига бўлинади.

11% ацетилен бўлган крекинг гази сиқилишдан сўнг 1,18 МПа босимда дастлабки ювиш колоннасига узатилади. Ушбу колонна, асосий ювиш колоннаси каби, ювиш ва адсорбция учун бир хил NMP эритувчидан фойдаланади. Крекинг газ томонидан олиб бориладиган буғнинг катта қисми дастлабки ювиш колоннасининг пастки қисмидан ва ажралган иссиклик айланма эритувчи совуткич томонидан чиқарилади. Ифлослантирувчи моддаларнинг асосий абсорбция тизимига киришига йўл қўймаслик учун дастлабки ювиш колоннасининг ўрта қисмидан осон эрийдиган

компонентлар (масалан, нафталин, диацетилен, юқори углеводородлар) ажратилади. Қўшимча тозалаш эритувчиси колоннанинг юқори қисмида ацетилен билан олдиндан тўйинган ва эритманинг иссиқлиги эритувчи совуткич ёрдамида олинади.

Дастлабки ювиш колоннасининг пастки қисмидаги эритувчи, нафталин, диацетилен ва ундан юқори углеводородлардан ташқари, ацетиленнинг юқори қисмини ҳам ўз ичига олади. Қайта тиклаш коэффициентини ошириш учун юқорида кўрсатилган эритувчилар тозалаш колоннасида 0,105МПа босимни пасайтиради, шу билан бирга, маълум миқдорда чиқинди гази пастки қисмга берилади. Шунда ацетиленнинг катта қисми десорбцияланади, диацетилен ва нафталин эритувчида қолади. Юқори газ крекинг газ компрессорининг сўриш линиясига айланма газ сифатида юборилади.

Нафталиннинг паст температурада эритувчида ажралиши, ифлосланишига йўл қўймаслик учун ювиш колоннасининг пастки қисмидаги эритувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаси томонидан қиздирилади ва кейин га юборилади. Пастки қисмдаги эритувчи юқори алкинли газни тозалаш мосламасида қиздирилади ва у ерда юқори алкин гази десорбцияланади.

Колоннадан дастлабки тозаланган крекинг гази асосий ювиш колоннасига) киради. Ацетилен ва ундан кўп эрувчан компонентлар 1,16 МПа босим остида эритувчида эрийди. Ацетилендан кўра эриши қийинроқ бўлган компонентлар чиқинди гази сифатида ишлатилади ва эритувчи билан ювиш учун колоннага юборилади, сўнгра хом ашё сифатида метанол ишлаб чиқаришга юборилади.

Ацетилен эритилган эритувчи-ташувчи қарама-қарши оқимли десорбция колоннасининг юқори қисмига киради ва дастлабки дегазация колоннасидан юборилган ва ацетилен билан бойитилган газ асосий ювиш колоннасидан келган эритувчи-ташувчи билан қарама қарши оқимли десорбцион колоннада тозаланади. Ацетиленнинг юқори концентрацияси туфайли қарама-қарши оқимли десорбция ва газсизлантириш колонналари паст босимда ишлайди.

Ацетиленга қараганда эритиш қийинроқ бўлган крекинг газ компонентларининг кўпчилиги эритувчи оқимида колоннанинг юқори қисмида бугланиш орқали чиқарилади.

Қолган оз миқдордаги эрувчан моддалар, айниқса карбонат ангидрид, ацетилен газига бойитилиб тескари оқим билан тўкнашиб десорбцияланади ва колоннанинг юқори қисмидан чиқарилади. Қарама-қарши оқимли десорбция колоннасининг юқори қисмидаги газ аралашмаси нафақат эрувчанлиги паст бўлган компонентларни, балки ацетиленнинг юқори қисмини ҳам ўз ичига олади. Колоннанинг юқори қисмидаги газнинг бу қисми айланма газ сифатида ишлатилади ва ацетилен йўқотилишини камайтириш учун крекинг газ компрессорининг сўриш линиясига қайтарилади. Дастлабки газсизлантириш колоннасидаги ацетиленга бой газ таркибида ацетиленга қараганда осонроқ эрийдиган ва колоннанинг пастки қисмидан чиқариладиган оғир компонент мавжуд. Ишлов берилмаган ацетиленда камроқ оғир компонентлар мавжуд. Шундай қилиб, юқори алкинли газ эритувчида юқори даражада концентрланган ва вакуумли газсизлантириш колоннасининг пастки қисмида кўп миқдорда десорбцияланади.

Ацетилен концентрациясининг энг юқори нуқтаси қарама-қарши оқимли десорбция колоннасининг ўрта қисмида бўлиб, у ерда ишлов берилмаган ацетилен йиғилади, унинг концентрацияси 98,60% дан юқори (хажмий, инерт газлардан ташқари).

Қарама-қарши оқимли десорбция колоннасидан тўйинган эритувчи икки босқичда газсизланади. Биринчидан, эритувчи вакуумли газсизлантириш колоннасининг пастки қисмидан тозалаш эритувчиси билан иситилади ва кейин орқали 105°С буғ билан иситилади ва босим 0,134МПа га туширилади ва дастлабки газсизлантириш колоннасига киради. Бу вақт ичида эритувчида эриган кўп миқдорда ацетилен десорбцияланади. Ацетилена десорбцияланган сўнг, эритувчи қўшимча босим тушурилади ва вакуумли газсизлантирувчи колоннага юборилади. Колоннанинг пастки қисмида эритувчида эриган барча газларни олиб ташлаш учун циркуляцион буғлаткичда эритувчи қайнаш нуқтасига қадар иситилади. 116°С температурада ва 0,024 МПа босимда ортиқча сув эритувчидан тахминан 3% сув миқдорини сақлаб қолиш учун бугланади. NMP эритувчисининг қайнаш нуқтаси юқори бўлганлиги сабабли, юқори алкин полимеризациясининг ифлосланиш даражаси температура ошиши билан ортади, шунинг учун колонна қайнаш нуқтасини пасайтириш учун манфий босим остида ишлайди. Газсизланган эритувчи совитиш сувида совутилган эритувчи ва совутилган сув билан 20°С гача совутилади, танкга ва асосий тозалаш тизимига қайтарилади. Вакуумли газсизлантирувчи колоннанинг юқори қисмида жойлашган буғ ацетилендан ташқари қўшимча равишда, асосан, сув буглари, эритувчи буғлари ва юқори алкинларни ўз ичига олади, улар эритувчи конденсаторда 40°С гача совутилади, эритувчи буғининг кўп қисми конденсацияланади.

Совутиш гази вакуумли пуфлагичда сикилади ва эритувчининг кайтиш оқими билан тўкнашиш учун дастлабки дегазация колоннасига кайтарилади. Юкоридан олинган аралашма ацетилен гази колоннасида тозалаш гази сифатида ишлатилади.

Вакуумли деазрация колоннасининг ўртасида юкори алкинлар максимал концентрацияга етади ва ён томон линиясидан ажратиб олинади. Бу газ тозалагич колоннасига киради ва ацетиленни тозалаш колоннасидан келадиган эритувчидан нафталин, диацетилен ва ундан юкори углеводородларни ажратиб олади.

Эритувчини якуний дегазация килиш ва ортикча сувни олиб ташлаш буғланиш иссиклик алмашиниш курилмасида кайнаш нуктасига кадар иситиш, сўнгра тўлик газсизлантириш ва юкори углеводородларни тозалаш колоннасининг пастки кисмида буғланиш оркали амалга оширилади. Ниҳоят дегазланган эритувчи насос билан сўриб олинади ва эритувчидаги полимерларни ажратиш учун эритувчини кайта ишлаш жараёнида узлуксиз ректификация тизимига юборилади. Иккинчи кисми эса эритувчи совуткич оркали техник сув билан совутилади ва яна дастлабки ювиш колоннасига юборилади.

Юкори алкинлар колоннасининг тепа кисмидан чикадиган юкори алкин ювиш колоннасидан ва аралаш совуткичдан ўтади ва учинчи боскичли буғ эжектори томонидан хайдалади, сўнгра атмосфера босимида сикилади ва ёндиришга чикарилади. Олинган газ буғ эжекторида уни хайдаш ва сикиш пайтида чиқинди газ ёки табиий газ билан суюлтирилади.

Концентрация жараёнидан ўтган газ оқими хали ҳам бир оз эритувчи буғини ўз ичига олади, шунинг учун у ювилади ва конденсат билан колоннага юборилади ва ювилган конденсат тўғридан-тўғри аралаш конденсат йиғиш идишига ёки эритувчи идишга юборилади. Ювиш колоннасидан киритилган ва крекинг гази билан тизимга олиб борадиган сув вакуумли газсизлантирувчи колоннада ва ундан юкори алкинли тозалаш колоннасида хайдалади. Буғ колоннанинг тепа кисмидан юкори ацетилен гази билан бирга чикарилади, унинг кўп кисми конденсаторда конденсацияланади.

Узлуксиз ректификация. Узлуксиз вакуум ректификация тизими, битта буғлаткич, иккита киздиргич , биттта конденсатор, уч боскичли буғ эжектори комплекси, ва сепараторни ўз ичига олади. Катта миқдордаги эритувчи циркуляцион насос оркали иситкич ва буғлаткичга юборилади.

Юқори температурада осонгина полимеризация килинганлиги сабабли, ишлов бериладиган эритувчи аста-секин киздирилиши керак. Шунинг учун буғ сатураторлдаги температурани пасайтириш учун буғ биринчи навбатда конденсат билан тўйинтирилади. Иситкичлар икки гурухга бўлинади: бири ишлаш учун, иккинчиси захира сифатида, уларни тозалаш максадида уларни навбатма-навбат ишлатиш мумкин. Ҳар бир гурух мажбурий циркуляцион иситиш учун кетма-кет уланган иккита горизонтал кувурли иссиклик алмашиниш курилмасидан иборат. Буғланиш иссиклик алмашиниш курилмаси тахминан 0,003 МПа босим остида ишлайдиган вертикал курилма бўлиб, босим остида суюклик босими пасайганда тўсатдан кенгаяди ва суюкликни буғдан ажратади.

Буғланиш иссиклик алмашиниш курилмаси буғлари конденсаторда конденсацияланади ва конденсат (эритувчи) йиғиш идишига тушади. Ушбу йиғиш идиши ортикча эритувчини вакуумли газсизлантириш колоннасининг пастки кисмидаги танкга юбориш учун ўтказиш трубкаси билан жиҳозланган.

Эритувчи буғи ва сирт конденсаторида конденсацияланганлиги сабабли, эритувчи буғи иккинчи боскич эжекторига сўрилмайди ва эритувчининг йўқотилиши кичикдир. Конденсатордан конденсат чикиш линияси конденсатнинг тозалигини ва вакуумли дистиллашнинг текшириш учун кўриш ойнаси билан жиҳозланган.

Узлуксиз вакуумли дистилляцда вакуум учинчи боскичли буғ эжектори ёрдамида яратилади. Буғ инжекторлари тўғридан-тўғри ёрдамчи аралаштириш конденсаторининг устига ўрнатилади. Аралаш конденсаторидан конденсат чикариш трубкаси азотни тозалаш билан сув зичлагичга киритилади.

Полимер билан эритувчи айланма насоснинг чикариш линиясидан чикарилади ва циклон сепаратор оркали хайдаш тизимига киради. Сепаратор каттарок полимер зарраларини узлуксиз хайдаш айланма эритувчидан юкори сифатли ажратишни таъминлайди ва ажратилган полимер миқдори доимий дистилляш пайтида полимернинг концентрацияси билан аникланади, максимал концентрация (8-10)%. Майда заррачаларни ўз ичига олган полимер эритувчи яна эритувчини циркуляция килиш тизимига ташланади.

Қуруқ ректификация. Қуруқ хайдаш идишидаги эритувчи полимер колдиғи пайдо бўлгунча (22 соат ичида) буғ билан иситилади. Буғланиш содир бўлади, дастлаб тез буғланади ва кейин аста-секин секинлашади.

Эритувчи буғлари қурук ҳайдаш идишидан иккинчи босқичли буғ эжектори томонидан сўрилади ва конденсаторларда конденсацияланади. Конденсат эритувчини йиғиш идишига оқиб ўтади, у ҳам суюк зичлагич бўлиб хизмат килади. Эритувчини циркуляцион насоси конденсатни узлуксиз дистиллаш тизимига қайтаради.

Буғ эжекторидан конденсат ва аралаштириш конденсаторидан совутиш суви сув зичлагич орқали чиқарилади. Конденсаторнинг чиқиш қувурлари шунингдек, конденсатнинг тозалигини кузатиш ва нормал иш шароитларини текшириш учун ишлатилиши мумкин бўлган кўриш ойналари билан жиҳозланган. Конденсат томганда, қурук дистиллаш охирги нуқтага якинлашганлигини кўрсатади.

Полимер суспензиясида эритувчини йўқотмаслик учун хайдаш охиригача амалга оширилиши керак. Конденсат конденсатордан чиқмаса, азот аста-секин уланган қурук дистиллаш идишига берилади, айни пайтда иситиш буғи ва буғ инжектори ўчирилади. Қолдик қурук кукунли полимерни ўз ичига олганлиги сабабли, уни ҳавода ёқиш осон ва уни сув билан намлаш керак. Сувни ўлчаш идишидан маълум миқдорда сув қўшилади, полимер сув билан тўйинади ва чиқиш клапани очилади, шунингдек, тўйинган суюклик воронкага юборилади ва йиғиш идишига қуйилади.

Тозалаш. 98,6% концентрацияли товар ацетилен, концентрлаш жараёнидан чиққан баъзи аралашмалар, асосан, юкори алкинлар (шу жумладан: пропадиен, пропин, бутадиен, винилацетилен, диацетилен ва бошқалар), карбонат ангидрид, тўйинган сув ва азотдаги тўйинган сув, ацетилендаги тўйинган углеводородлар тозалиги талабларни қондирмайди. Шунинг учун, тозалашдан аввал аралашмалар ажратиб олинади.

Юкори алкинлар концентрланган сульфат кислота билан (20-30)°С температура ва атмосфера босимидан бироз юқори босимда ажратилади. Юқорида келтирилган шароитларда деярли барча бутадиен ва винилацетилен ажратилади, пропинни олиб ташлаш даражаси ≥95%, пропадиенники ≥80%, диацетиленники ≥50% ва тозалаш пайтида ацетилен йўқотилиши <0,5% ни ташкил этади.

Ацетилен сикилишдан кейин конденсаторларга киради, у ерда сувнинг бир қисми чиқарилади. Кейин у сульфат кислота абсорбция колонналарига киради ва юкори алкинлар сульфат кислота томонидан ютилади ва чиқарилади.

Алкинларнинг сульфат кислота томонидан ютилишини таъминлаш учун сульфат кислота чиқиндиларини йиғишни ҳам назорат килиш керак. Оддий иш шароитида олинган сульфат кислота таркибида 8 дан 15% гача органик моддалар ва 2% сув мавжуд. Сув миқдори 4 дан 5% гача бўлса, тозалаш эффекти 5% дан ортиқ пасая бошлайди ва сувнинг кўпайиши ускунанинг коррозиясини оширади. Шунинг учун ацетилен колоннага киришдан олдин конденсаторда совутилади ацетилендаги сувни камайтириш учун конденсацияланади. Чиқиндиларда сульфат кислотанинг йўқотилиши унчалик катта эмас, органик моддалар миқдори ортади, ёпишқоклиги ошади ва ташиш кийинлашади, лекин сульфат кислотанинг ортиқча чиқиши бир томондан унинг истеъмол килинишига, иккинчи томондан ацетиленнинг йўқотилишига олиб келади.

Концентрланган сулфат кислота аралашмаларни ютади ва иш температурасини қатъий назорат килиш керак. Ишчи температураси 30°С дан ошганда, сульфат кислота билан аралашмаларнинг ютилишида йўқотилиш ортади. Агар температура 40°С дан ошса, органик моддаларни ўзига ютган сульфат кислота коксга айлана бошлайди. Шунинг учун колоннанинг ишчи температураси ҳеч качон 40°С дан ошмаслиги керак. Агар ишчи температура 20°С дан паст бўлса, юкори алкинларни, айникса пропадиенни олиб ташлаш тезлиги сезиларли даражада камаяди. Ишчи температура 10°С бўлса, ажратиш даражаси фақат 50% ни ташкил килади.

Кейин кислота билан ювилган кислота гази ишкорли-ювиш колоннаси орқали ацетилендан чиқарилади ва ишқор билан тозаланган ацетилен гази четара зонасига юборилади.

Концентрацияси 98% бўлган янги сульфат кислота сақлаш идиши орқали кислота абсорбция колоннасига тўлдирилади, кислота ютиш колоннасидан чиқарилган кислота абсорбция колоннасига киради.

Ацетилендаги карбонат ангидрид натрий гидроксиди томонидан ютилади ва йўқотилиш даражаси тахминан 70% ни ташкил килади. Ишқорий ювиш пайтида ацетилендаги кислота газлари (масалан, H_2S,, SO_2) бир вақтнинг ўзида чиқарилади. Кислота ювиш колоннасининг ишчи температураси атроф-мухит температурасидир. Ацетиленни тозалаш жараёнида тўйинган сувни камайтириш учун ишқорли ювиш колоннасининг чиқишига газ-суюклик сепаратори ўрнатилган.

Ҳудуддан ташқаридан келган 32% концентрацияли каустик сода каустик сода идишида 25% гача суюлтирилади ва ишкорли ювиш колоннасига юборилади. Шу билан бирга, ишқор деминерализацияланган сув қўшиб қайта суюлтирилади. Ишқорий ювиш колоннасидан чиқинди ювиш колоннаси орқали чиқарилади ва оқава сув тармоғига юборилади.

5.17. «Навоазот» АЖ да винилхлорид мономерини олиш технологияси

Махсулот номи - Винилхлорид мономери (бундан буён матнда ВХМ)

ВХМ - поливинилхлорид (ПВХ) ишлаб чикариш учун ишлатиладиган хом ашё.

Кимёвий формула: $CH_2 = CHCl$ (монохлорэтилен, хлорэтилен, винилхлорид)

ВХМ - нормал шароитда рангсиз, енгил, ширин хидли газ.

Қайнаш нуқтаси -13,9°С.

Молекуляр оғирлиги - 62,498 г/моль .

ВХМ нинг физик-кимёвий хоссалари 5-43 жадвалда келтирилган.

5-43 жадвал

Кўрсаткич номи	Норма
C_2H_3Cl % ҳажм	≥99,95
C_2H_2 ппм	≤5
$C_2H_3Cl_2$ ппм	≤30
Fe ппм	≤5
HCl ппм	≤0,5
Аралашмалар умумий миқдори, ппм	≤500
Босим, МПа	0,5
Температура , °С	40

Қўшимча махсулот. ВХМ ишлаб чикаришнинг асосий қўшимча махсулоти винилхлориднинг гидрогенлаш реакцияси натижасида ҳосил бўлган 1.1-дихлорэтандир.

1.1-дихлорэтаннинг физик-кимёвий хоссалари 5-44 жадвалда келтирилган.

5-44 жадвал

Кўрсаткич номи	Норма
Винилхлорид $CH_2 = CHCl$ % (масс)	7.7
Ацетальдетид CH_3CHO % (масс)	4.2
Этилен асосли бромид ппм	излар
Этил хлоридлар ппм	излар
Дихлорэтилен $CH_2 = CCl_2$ % (масс)	2,3
Дихлороэтан $CH_2 = CHCl_2$ % (масс)	81

ёнгин ва портлаш хавфи ва заҳарлилигини тавсифловчи хусусиятлар "Ишлаб чикаришни хавфсиз ишлатишнинг асосий қоидалари" бўлимида келтирилган.

Қўллаш доираси. Тайёр махсулот - ҳажми улуши камида 99,95% бўлган ВХМ поливинилхлоридни (ПВХ) кейинги синтези учун ишлатилади.

Қўшимча махсулот, синтез гази метанол ишлаб чикариш заводига хом-ашё сифатида берилади.

ВХМ синтез жараёнининг кимёси

Фаоллашган углеродда симоб хлорид асосидаги катализатор иштирокида ацетиленнинг гидрохлорланишига асосланган. $HgCl_2$ фаоллаштирувчиси мавжудлигида ацетилен ва водород хлорид газ фазали қўшимча реакцияга киради.

Тенглама:

$$CH \equiv CH + HCl \rightarrow CH_2 = CHCl + 124\ кЖ/моль \qquad (5.140а)$$

Юқоридаги реакция беш оралиқ фазадан ўтади: ташқи сочилиш → ички сочилиш → сиртий реакцияси → ички сочилиш →ташқи сочилиш.

5°С ли совуқ сув билан 20-30°С гача температура пасайтирилади ва ўрта тарелкага берилади.

Колонна куб қисмдан хлорид кислота насослар орқалида ерда 5°С ли совуқ сув билан 20-30°С гача температура пасайтирилади ва насадка қатламининг устига узатилади.

ВХМ абсорбция колоннасининг юкори қисмидан 0,02-0,03 МПа босим остида чиқади ва ишкорий ювиш колоннасига хайдалади.

Хлорид кислотани десорбция тизими. Танқдан концентрланган хлорид кислота 65-70°С температурада ва 0,02-0,03 МПа босим остида насослар ёрдамида иситкичга 6 м^3/соат сарф билан хайдалади ва у ерда 80-90°С гача иситилади.

Кейин, хлорид кислота 4 қатламли графит қатламли десорбция колоннасининг юкори қисмига юкланади. Колонна диаметри 800 мм, баландлиги 7600 мм.

Температураси 115-130°С бўлган кислота иситиш мосламасининг труба бўшлиғидан ўтиб, 80-90°С температурагача иситилади, сўнгра совуткичнинг труба бўшлиғи орқали харакатланиб, у ерда 5°С ли совуқ сув билан 20-30°С гача совийди.

Рибойлерга буғ бериш орқали адсорбцион колоннанинг кубидаги температура 115-130°С оралигида ўзгармай туради.

Колоннанинг юкори қисмидан чиқадиган кислота ва хлорли водород буғлари 75-90°С температура ва 0,08-0,1 МПа босимга эга. Сўнг кетма-кет биринчи ва иккинчи босқич совуткичларига узатилади.

Биринчи совуткичда аралашма айланма сув билан 40-45°С гача совутилади. Иккинчи совуткичда эса совуқлик элткичи бўлиб -30...-35°С ли намокоб хизмат қилади ва у хлорли водородни -12...-14°С температурагача пасайтиради.

Ишқорий ювиш тизими. 0,02-0,03 МПа босим остида ВХМ абсорбция колоннасининг пастки қисмига узатилади. Колонна вертикал, цилиндрсимон қурилма бўлиб, икки қатламли тартиб билан тахланган насадка абсорбердир. Диаметри 1800 мм, баландлиги 70000 мм. Ҳажми 17,8 м^3.

ВХМни сиқиш. Ишқорий тозалаш тизимидан сўнг, ВХМ 30-40°С температура и босим 0,004 МПа билан совитиш учун совуткичга юборилади. Совуткич горизонтал цилиндрсимон қурилма бўлиб, унинг трубаларо бўшлиғига 5°С температурали совуқ сув юборилади. Реакция гази қобиқ трубали иссиқлик алмашиш қурилмасининг трубалар бўшлиғига берилади ва у ерда 35 дан 10°С температурагача совутилган реакция гази сепараторга сувни ажратиш учун юборилади.

Сўнг, ВХМ винилхлорид компрессорларга юборилади ва у ерда 0,66 МПа гача сиқилади. 85°С температурали ВХМ компрессорлардан ўтгандан кейин совуткичга узатилади ва у ерда 55°С дан юкори бўлмаган температурагача совутилади. Сўнг, ВХМ ректификация тизимига киради.

ВХМ ректификацияси. 55°С температурадан юқори бўлмаган ва 0,65 МПа босимга эга йирик винилхлорид (ВХМ) иситкичдан кейин биринчи босқичдаги конденсатор ва иккинчи босқич конденсаторларнинг трубалар оралиғига киради.

Совутувчи элткич сифатида 5°С температурали айланма сув хизмат қилади. Конденсациядан сўнг суюк винилхлорид йирик винилхлорид танкига йиғилади. Танк ва чиқинди сув идиши сув ғилофи билан ўралган бўлиб, у ВХМдаги намликани буғланиши учун иссиқ сув билан қиздирилади. Конденсацияланган ВХМ чўктирувчи идишга оқиб тушади. Қуриткичлар ичида қаттиқ каустик сода билан тўлдирилган трубалар шаклидаги ячейкалар мавжуд. Қуриткич ғилофига 85°С температурали иссиқ сув билан узатилади.

Қуриткичга босими 1,3 МПа ва температураси 32-40°С ли иссиқлик элткич хайдалади. Чиқинди сувлар идишига оқиб тушади.

Хлорвинилли суюқлик колоннанинг паст температурада қайнайдиган юкори қисмига юборилади ва у ердан 40°С температурага эга бўлган ВХМ конденсаторнинг трубалараро бўшлиғига узатилади. Совутувчи элткич сифатида 5°С температурали совуқ сув хизмат қилади. Колоннанинг куб қисмидаги температура рибойлер ёрдамида ушлаб турилади. Трубалараро бўшлиққа 90°С температурали иссиқ сув берилади. Кейин, паст қайнаш колоннасининг насослари винилхлорид суюқлигини пастки қисмидан юкори қайнаш колоннасининг ўрта қисмига узатилади. Сўнг, конденсацияланмаган газсимон ВХМ паст температурада қайнайдиган конденсатордан ва иккинчи босқич конденсаторларга юборилади.

Газсимон ВХМ айланма намокоб (-30...-35°С)билан совутилади, бу ерда ВХМнинг тўлик конденсацияси содир бўлади. Кейин винилхлорид суюқлиги танк қайтиб келади.

Совуткичдан чиққан конденсацияланмаган газлар эса қайтадан мураккаб абсорбер тизимига юборилади, у ерда улар қайтадан абсорбция қилинади.

Юкори қайнаш колоннасидан 35-40°С температурада чиқаётган ВХМ конденсаторларнинг трубалараро бўшлиғига йўналтирилади. Совутувчи элткич 5°С температурали совуқ сув. ВХМ

конденсати танкга йиғилади. Унда температура 30°С ва босим 0,46 МПа ушлаб турилади. Танкдан насослар ёрдамида суюқ ВХМ колоннанинг юкори қайнаш температурали колоннанинг тепа қисмига юборилади. Колоннанинг куб қисмидаги температура иситкич ёрдамида ушлаб турилади. Ушбу иситкичнинг трубаларо бўшлиғига 90°С температурали иссиқ сув насослари билан таъминланади.

Дихлорэтанни ўз ичига олган куб суюклиги совутқичнинг труба бўшлиғига юборилади. Аралашмаси айланма сув билан 50°С гача совутилади. Кейин у оғир фракцияли танкга хайдалади.

Ҳамма қурилма ва жихозларга азот узатиш тизими барпо килинган.

ВХМни сақлаш. ВХМ олиш технологиясида учта бир кобикли винилхлорид танклари мавжуд. Улардан иккитаси винилхлорид тайёр махсулоти учун мўнжалланган. Учинчиси яроксиз (ностандарт) винилхлорид учун резервуардир. Уларнинг ўлчамлари бир хил ва хар бирининг ҳажми 97 $м^3$ ни ташкил қилади.

Танклардаги ВХМ ни сақлаш температураси тахминан 38°С ни ташкил этади. Барча танкларни азот билан таъминлаш тизими мавжуд.

5.18. "Навоиазот" АЖ да метанол олиш технологияси

Физик-кимёвий кўрсаткичлар бўйича тозаланган метанол ГОСТ 2222-95 5-45 жадвалда кўрсатилган талабларига жавоб бериши керак.

5-45 жадвал

Кўрсаткичлар номи	Маркалар учун стандартлар	
	А марка	Б марка
Ташки кўриниш	Эримайдиган аралашмаларсиз рангсиз шаффоф суюклик	
20°С да зичлик, г/$см^3$	0.791-0.792	
Сув билан аралашиши	сув билан аралашганда лойкаланиш ва шаффофлиги бутунмайди	
Температура хосилалари: кайнаш температураси, °С; Махсулотнинг 99% оралиғида дистилляция хосили, °С	64,0-65,5 ≤0,8	64,0-65,5 1.0
Намликнинг масса улуши, %	≤0,05	0,08
Эркин кислоталарнинг чумоли кислотага нисбатан масса улуши, %	≤0,0015	0,0015
Ацеталдегид ва кетоннинг ацетон бўйича масса улуши, %	≤0,003	0,008
Темир таркибида учувчи темир бирикмаларининг масса улуши, %	≤0,00001	0.0005
Калий перманганат синови, min	≥60	30
Аммиак ва аминокислоталарнинг масса улуши аммиак бўйича, %	≤0.00001	ностандарт
Хлорнинг масса улуши, %	≤0.0001	0.001
Олтингугуртнинг масса улуши, %	≤0.0001	0.001
Бутлангандан кейин учувчан бўлмаган колдикнинг масса улуши, %	≤0,001	0,002
Махсус электр ўтказувчанлиги, См/м	$\leq 3 \cdot 10^{-5}$	ностандарт
Этил спиртининг масса улуши, %	≤0,01	ностандарт
Платина-кобальт шкаласи бўйича ранг, Хазен бирликлари	≤5	ностандарт

Метанолнинг физик-кимёвий хоссалари

Кимёвий формула - CH_3OH;

Молекуляр оғирлиги - 32 г/моль:

Эриш нуқтаси - 436°С;

Зичлик - 0,791-0,792 г/$см^3$

Метанолнинг зичлиги ва қовушқоқлиги температура ошиши билан камаяди. Метанолнинг зичлиги ва қовушқоқлиги температурага боғлиқлиги 5-46 жадвалда кўрсатилган

5-46 жадвал

Кўрсаттич номи	-40 °С	-20 °С	0°С	20°С	40°С	60°С

Зичлик, г/см^3	0,8470	0,8290	0,8100	0,7915	0,7740	0,7555
Қовушқоқ,МПа ·с	1750	1160	0,817	0,597	0,450	0,350

Метанолнинг босимга қараб қайнаш нуқтаси 5-47 жадвалда келтирилган.

5-47 жадвал

Босим, мм.сим.уст.	Температура, °С	Босим, МПа	Температура, °С
1	- 44,0	0,5	112,5
10	- 16,2	1.0	138,0
100	21.2	4.0	203.5
400	49.5	6.0	224,0

Техник метанол (кейинчалик матнда метанол, метил спирти) энг муҳим органик маҳсулотлардан бири, тўйинган бир атомли спиртларнинг энг оддий вакили. Ташқи кўринишида метанол рангсиз, шаффоф, эримайдиган аралашмаларсиз енгил учувчан суюқликдир, унинг ҳиди ва таъми этил спиртига ўхшайди. Ҳеч қандай сиз из қолдирмасдан сув билан аралашади.

Метанол сув ва кўплаб органик суюқликлар билан ҳар қандай нисбатда аралашади, лекин алифатик углеводородлар билан аралашмайди. У сув бугини, карбонат ангидридни ва бошқа баъзи моддаларни яхши ўзлаштиради.

Қўллаш соҳалари. Кимё саноатида метанол ярим тайёр маҳсулот сифатида ишлатилади. Метанол кўп миқдорда формальдегид, синтетик каучук, ҳамда, диметил терефталат, метиламин, метил метакрилат, пентаэритрит ва уротропин каби муҳим маҳсулотларни ишлаб чиқаришда метилаштирувчи восита сифатида ишлатилади. Метанол фотоплёнка, аминлар, поливинилхлорид, карбамид ва нон алмашинадиган қатронлар, бўёқлар ва ярим тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришда, бўёқ-лак саноатида эритувчи сифатида ишлатилади. Метанол хлорофос, малатион, метилхлорид ва бромид, диметил сульфат, сирка кислотаси, винилметил эфир, диметиланилин, диметилхлоротиофосфат ва метилмеркаптан каби турли хил кимёвий моддаларни ишлаб чиқариш учун кўп миқдорда истеъмол қилинади. Нефтни қайта ишлаш саноатида метил спирти бензинни меркаптанлардан тозалаш учун селектив эритувчи ва ректификация оркали толуолни ажратишда азеотроп восита сифатида хизмат қилади. Этиленгликоль билан аралашмада метил спирти бензиндан толуолни олиш учун ишлатилади. Метил спирти юқори октан сонига эга ва мотор ёқилғисининг таркибий қисми сифатида ишлатилиши мумкин.

Метанол синтез жараёнининг тавсифи. ПВХ ацетилен заводидан хом-ашё сифатида ацетилен чиқинди газини олади (5.61-расм). Ацетилендан чиқинди газ метанол заводига юборилади, у ерда сиқиш, тозалаш, синтез ва ректификация босқичларидан ўтгандан сўнг, олинган маҳсулот тозаланган метанол бўлади.

Метанол ишлаб чиқариш заводи қуйидаги асосий босқичларни ўз ичига олади:

Хом-ашё газини сиқиш, иккита ацетилен чиқинди газ оқимини олтингугуртдан гидротозалаш ва десульфурлаш.

Ацетилен чиқинди газини тозалаш қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади:

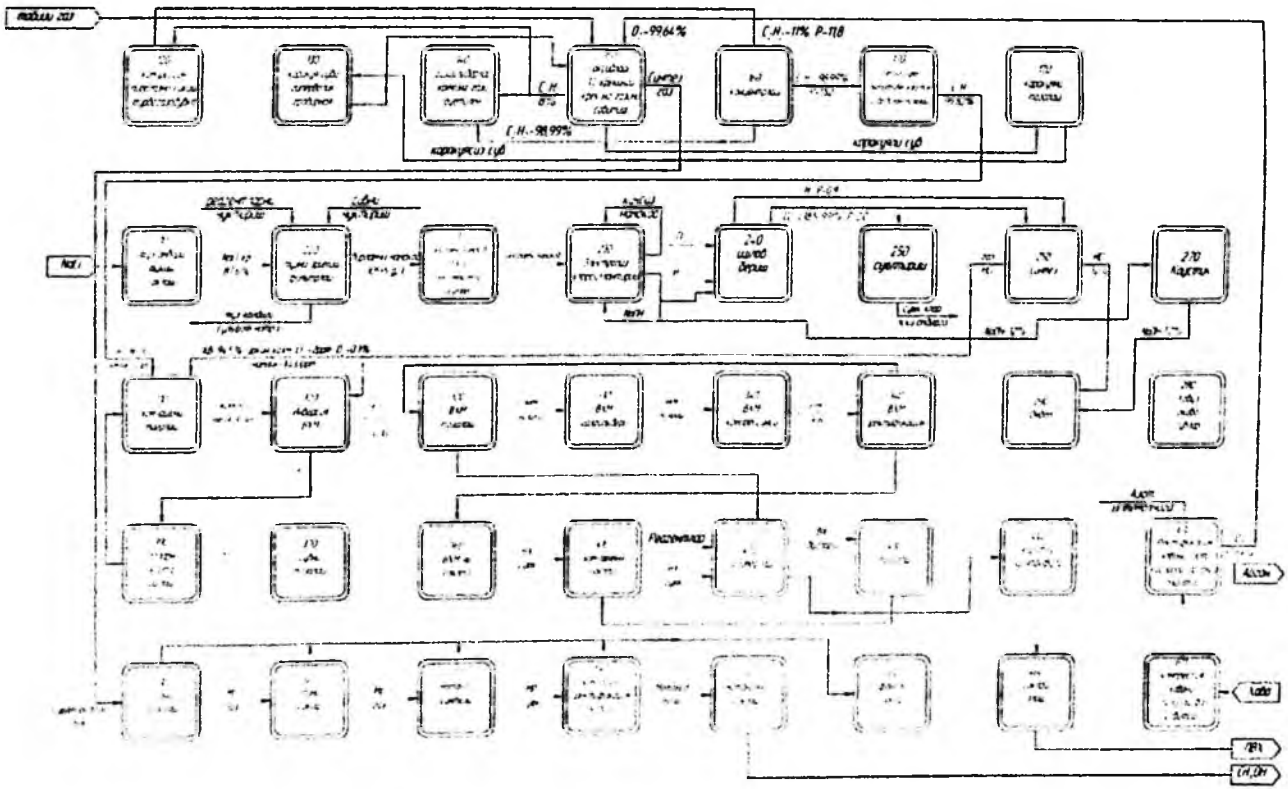
- алкин ва алкеннинг гидрогенлаш ;
- водород сульфидидан умумий олтингугурт миқдори 0,1 мг/м^3 дан кўп бўлмагунга қадар тозалаш;

Синтез газини сиқиш қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади:

- айланма газни сиқиш ;
- синтез газини тозалаш;
- синтез газидан сиқилгандан сўнг реакторда хом метанол синтези ва газнинг рециркуляцияси;

Метанолни ректификациялаш: синтезаторда хом метанолни ректификация қилиш, стандарт тозаланган метанол ишлаб чиқариш; Водородни қайта тиклаш: синтетик қурилманинг чиқинди газидан водород ва бошқа компонентларни қайта тиклаш ва уни сиқиш мосламасига қайтариш.

Гидрогенлаш ва олтингугуртни ажратиш. Чиқинди газида оз миқдорда C_2H_2, C_2H_4 ва олтингугурт бирикмалари мавжуд бўлиб, улар синтез катализаторига токсик таъсир кўрсатади. Тозалаш ва гидрогенлаш бўлимининг мақсади C_2H_2 ва C_2H_4 ларни C_2H_6 га айлантириш ва чиқинди газидаги олтингугурт ва кислородни ажратиб олишдир.



5.61-расм. "Навоназот" АЖ да ВХМ, ПВХ ва метанол мажмуасининг таркибий схемаси.

Тозалаш жараёни уч қисмга бўлинади:

- олтингугуртдан тозалаш;
- бирламчи гидрогенлаш;
- иккиламчи гидрогенлаш.

Десульфурлаш реакциясининг асосий тенгламаси ушбу кўринишга эга:

$$ZnO + H_2S = ZnS + H_2O \quad (5.143)$$

Бирламчи гидрирлаш: $C_2H_2 + 2H_2 = C_2H_6 + 311.0$ кЖ/кг·моль

$C_2H_4 + H_2 = C_2H_6 + 136.7$ кЖ/кг·моль (5.144)

Иккиламчи гидрирлаш: $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6 + 136.7$ кЖ/кг·моль

$2H_2 + O_2 = 2H_2O + 474.8$ кЖ/кг·моль (5.145)

Бирламчи гидрирлаш учун палладий катализатори қўлланилади. Ушбу реакциянинг асосий мақсади ацетиленни этанга айлантиришдир.

Иккиламчи гидрирлаш учун мис асосли катализатори қўлланилади. Ушбу реакциянинг асосий мақсади қолдиқ C_2H_4 ни O_2 айлантиришдир.

Ацетилен ва мис асосли катализатор ацетиленли мисни ҳосил қилади. Ушбу бирикма портловчи бирикма бўлиб, ўз-ўзидан парчаланиши ҳисобига портлаши мумкин. Шу сабабли, биринчи гидрирлашдан кейин C_2H_2 миқдори ўта муҳимдир.

Гидродесульфурлаш. Ацетиленнинг чиқинди гази ва ПВХ технологиясининг ацетилен агрегатининг чиқинди газлари билан аралаштирилади ва сепараторга берилади ва кейин хом газни сиқиш бўлимига юборилади.

Компрессор таъминловчи газни 2,3МПа га сикади ва олтингугуртдан тозалаш реакторига узатилади. Реакторлар кетма-кет ишлайди.

Десульфуризациядан сўнг, олтингугурт миқдори 0,1 ппм дан кам бўлган газ иситгичда 130°С га қадар иситилади биринчи боскич гидрогенлаш реакторининг кириш қисмида (охирги боскичда 200°С гача, иссиклик юки етарли бўлмаганда, буғ иситгичи ёрдамида буғ билан иситилади), сўнгра биринчи боскич гидрогенлаш реакторига киради.

Чиқинди гази таркибидаги ацетилен, кислород ва этиленнинг бир қисми палладий катализатори иштирокида водород билан реакцияга киришиб, этан ва сув ҳосил қилади.

Биринчи боскич гидрогенлаш реакторидан чикадиган гази биринчи боскич гидрогенлаш реакторининг кириш кисмидаги иситгичда, сўнгра совуткичда совутилади. Иккинчи боскичли гидрогенлаш реакторининг кириш кисмида иситкичида 90°С температурагача (охирги боскичда 180°С гача) ва иккинчи боскич реакторига киради, газ таркибидаги қолдиқ этилен, кислород ва водород мис асосидаги катализатор таъсирида этан ва сув ҳосил қилиш учун реакцияга киришади.

Иккинчи боскич гидрогенлаш реакторидан чикадиган озука гази совутгичда 40°С гача совутилади.

Иккинчи боскич реакторининг чикишида, шундан сўнг сепараторга суюқлик ажратиш учун узатилади. Кейин хом газ синтез бўлимига киради ва технологик конденсат ректификация бўлимига юборилади.

Синтез бўлими. Гидродесульфурлаш қурилмасида тозаланган газ водород регенерацияси блокидан бойитилган водород билан аралаштирилади ва синтез газ компрессорининг кириш кисмидаги сепараторига киради, сўнгра синтез газ компрессорининг паст босимли қисмига узатилади. Метанолни синтез қилиш учун метанол синтезининг ҳалқали технологияси ва изотермик труба типидаги колоннанинг конструкцияси қўлланилади; синтез газда водороднинг углеродга нисбатини ростлаш, водородни ажратиш ва тозалаш қурилмасида йўқотилишларни, ҳамда газ сарфини камайтириш; водород рекуперация занжиридаги синтез газидаги водороднинг углеродга нисбати тахминан 2,05-2,1 ни ташкил қилади.

Метанол синтези технологиясида самарали ва ишончли изотермик қувур типидаги колонна қўлланилади. Трубали реакторда газ оқимининг йўналиши аксиалдир.

Қабул қилинган усул қуйидаги афзалликларга эга:

- реакция температураси иссиқликдан фойдаланиш билан тартибга солинади;
- катализатор қатламларида кичик температура фарқи;
- бир ўтишда юқори конверсия;

Метанол синтези колоннасида метанол синтез катализатори ёрдамида метанол синтези, водород, углерод оксиди углерод диоксидлари реакторда метанолга айланади, яъни қуйидаги асосий реакциялар содир бўлади:

$$CO + 2H_2 \rightleftarrows CH_3OH \quad (5.146)$$

$$CO_2 + 3H_2 \rightleftarrows CH_3OH + H_2O \quad (5.147)$$

Компрессорининг паст босимли босқичидан чиқадиган синтез гази оралиқ сув совуткичида совутилади ва оралиқ ажраттичда конденсацияланган намликни ажратгандан сўнг, икки оқимга бўлинади. Кичик қисми водород олиш қурилмасига юборилади, асосий қисми синтез газ компрессорининг юқори босимли қисмига ҳайдалади.

Синтез газ компрессорларининг сони - битта. Компрессорнинг юқори босимли қисмидан чиқадиган тозаланган газ ва метанол синтези контуридан рециркуляция гази синтез газ компрессор бўлимида аралаштирилади. Циркуляция бўлимида сиқилгандан сўнг, газ кириш ва чиқиш иссиқлик алмашиниш қурилмасининг трубаларо бўшлиғига киради. Бу иссиқлик алмашиниш қурилмасида газ метанол синтез колоннадан чиқадиган газ билан метанол синтези колоннасини киритиш учун зарур бўлган температурагача иситилади.

Синтез гази метанол синтези колоннасига узатилади ва у ерда метанол синтези катализаторида метанол синтези реакцияси содир бўлади. Водород, углерод оксиди ва карбонат ангидрид реакторда метанолга айланади. Шу билан бир вақтнинг ўзида иккиламчи реакция содир бўлади. Метанол синтез колоннаси изотермик труба типидадир. Метанол синтез катализатори труба ўрами ичига юкланади.

Метанол синтези реакцияси натижасида ажралиб чиқадиган иссиқлик трубаларо бўшлиқда қайноқ сув билан чиқариб олинади. Катализатор катламининг температураси буғ коллекторидаги босим билан ростланади.

Метанол синтез колоннасидан чиқадиган газ чиқиш ва кириш иссиқлик алмашиниш қурилмасининг трубалар бўшлиғига киради.

Иссиқлик алмашиниш қурилмасидан кейин синтез гази сув совуткичига уланган. Сув совутгичлари параллел равишда уланади. Метанолнинг асосий қисми конденсацияланади, шундан сўнг газ юқори босимли сепараторига киради, бу ерда хом метанол ва газ синтез газининг ажралиши содир бўлади.

Юкори босимли сепаратордан кейин синтез газ иккита оқимга бўлинади, суюқлик томчилари ажратилгандан сўнг газнинг асосий қисми сепараторга киради. Бойитилган регенерация водороди синтез газ компрессорининг кириш қисмига қайтарилади ва тозаланган хом газ билан аралаштирилади. Тозалангандан кейин метанол эритмаси флеш-буғлатиш қурилмасининг юқори қисмига берилади.

Ректификация бўлими. Ректификация бўлими тўрт колоннали жараёндан фойдаланади. Хом-метанол дастлабки колонна, прессли колонна ва атмосфера босимли колонналарда ректификация қилиш орқали стандарт тозаланган метанолга олинади.

pH=8...9 га созлангандан сўнг, хом метанол иситкичида конденсат 75°С га қадар қиздирилади. Кейин у дастлабки колоннага берилади. Метанолни иситиш мосламаси ва регенератив колонна рибойлеридан чиққан буғ конденсати аралаштирилади ва конденсат йиғиш идишига узатилади.

Тозаланган метанол ишлаб чиқаришда дастлабки колонна учун иккита иссиқлик манбаи мавжуд: дастлабки устун учун буғ қайта қозони ва рибойлери. Иссиқлик таъминоти учун 0,6МПа паст босимли буғдан фойдаланади,

Хом метанол таркибидаги метанол буғининг бир қисми, метил формат, метил эфир, сув ва конденсацияланмайдиган газ ва бошқа аралашмалар дастлабки колоннасида ажратилади ва колоннанинг юқори қисмидан чиқади. Колоннанинг юкори қисмидан чиқадиган газ аралашмаси дастлабки колонна совуткичи томонидан 60°С га қадар совутилади, сўнгра дастлабки колонна учун қайта оқим танкига берилади. Колоннали қайта оқим танкидан конденсацияга учрамайдиган газ ва метанол буғлари газ совуткичига берилади ва айланма совитиш суви ёрдамида 40°С гача совутилади, метанол конденсати оғирлик кучи билан қайта оқим бакига қайтарилади. Тозаланган метанол сифатини таъминлаш учун бош фракциядан олиниши ва изобутил мой совуттичига берилиши мумкин. Гидродесулфурлаш мосламасидан олинган технологик конденсатнинг кичик бир қисми экстракция суви сифатида дастлабки колонна учун қайта оқим бакига берилади.

4.	Эластиклик коэффициенти, МН/м^2	1000	20	3000	1300	2500	2500	950	2500
5.	Зарбали қовушқоқлик, кЖ/м^2	3	-	30	6,5	6,5	6,5	35	12
6.	Максимал ишчи температура, °С	80	80	80	110	81	81	120	80
7.	Солиштирма каршилик, Ом·см	10^{15}	10^{19}	10^{17}	10^{16}	10^{16}	10^{16}	10^{15}	10^{14}
8.	Диэлектрик йўқотишлар тангенс бурчаги, Гц	0,001	0,1	0,1	0,0005	0,0004	0,0004	0,2	0,015
9.	Электр мустаҳкамлик, В·м	53	30	32	80	>40	>40	35	85
10.	Пўлат бўйича ишқаланиш коэффициенти	0,25...0,3	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5
11.	Чизиқли кенгайиш коэффициенти, 10^{-6}/°С	200	70	-	160	90	-	85	-

Тикилган полиэтиленнинг молекуляр массаси катта, паст босимли полиэтилендан унинг чизиқли молекуласини ионлаштирувчи нурланиш ёки органсилоксан ёки пероксидлар ёрдамида тикиб макромолекулалар кўндаланг боғлари ҳосил қилинади. Юқори босимда тикилганда, қўшимча кўндаланг боғлар ҳосил қилади. Тикилган полиэтилен мустаҳкам ва иссикликка чидамли бўлиб, қиздирилганда оқмайди. Ушбу полимер сув таъминоти, труба қувурлари ва иссиқ сув системаларида қўлланилади.

Кўпиртирилган полиэтилен ишлаб чиқариш учун реакцион масса (бутан+пропан) га юқори босимда ишлов берилганда, кўпириш ҳодисаси юзага келади. Бу материалнинг энг асосий хоссаси – унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг кичиклигидир. Шунинг учун, кўпиртирилган полиэтилен иншоот, бино, қурилма ва труба қувурларига иссиқлик қопламаси сифатида ишлатилади. Унга турли қўшимчалар киритиб, унинг хоссаларини ўзгартириш мумкин. Ҳар доим суюқлик билан таъсирда бўлган юзаларни ҳимоялаш, юқори товушларни ютиш, материалларнинг ёнувчанлигини пасайтириш учун ушбу полимер қўллаш мақсадга мувофик. Ундан ташқари, кўпиртирилган полиэтилен эластик, едиришга чидамли ва узоқ муддат давомида хизмат қилади. Ҳар хил ҳашарот ва кемирувчилар, замбуруғлар унга зарар етказа олмайди. Маҳсулотнинг айрим турлари -60 дан +180°С температура оралиғида бенуқсон эксплуатация қилиниши мумкин. Исталган материал (полимер пардалар, лавсан, қоғоз) лар билан ламинация қилинади. Ушбу полимер 0,5 дан 20 мм қалинликда ишлаб чиқарилади. Асосан, турли конструкцияларда иссиқлик йўқотилишларни камайтиришда кенг кўламда қўлланилади. Масалан, бир томонлама фольга билан ўралган кўпиртирилган полиэтилен радиатор орқасидаги деворга ўрнатилганда, радиатор самарадорлиги 33% га ортади.

Хлорсульфирланган полиэтилен хлорнинг олтингугурт ангидриди билан ўзаро таъсирида ҳосил бўлган каучуксимон полиэтилендир. Ушбу полимер хлорли углеводород ва ароматик эритувчи (ксилол, толуол) ларда яхши, ацетонда ёмон, алифатик углеводородларда умуман эримайди. Чумоли кислота, ароматик ва хлорли углеводородлар таъсиридан парчаланади. Хлорсулфирланган полиэтилен едирилишга ва коррозияга чидамли материаллар, елим ва герметиклар олишда қўлланилади. Ундан ташқари, атмосфера таъсирига ва коррозияга чидамли лок ҳамда бўёқлар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Ўта юқори молекулали полиэтилен – бу мустаҳкамлиги юқори экстремал шароитлар учун мос келадиган полимер. Одатда, у паст босим остида олинади ва полимерланиш даражаси жуда катта. Ушбу полимернинг афзалликлари: совуқлик, зарба ва коррозияга чидамли, абразив таъсирга бардошли, ишқаланиш коэффициенти кичик, физиологик жиҳатдан инерт. Ўта юқори молекулали полиэтилен мустаҳкамлиги юқори иплар ҳосил қилади ва улар ўта мустаҳкам толалар, зарба, мой ва бензинга чидамли резинотехник композицион материаллар, ҳимояловчи полимер қопламалар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Бу материаллардан ясалган буюм ва маҳсулотларнинг хизмат қилиш муддати аввалгиларига қараганда 2 маротаба кўп. Ўта юқори молекулали полиэтилендан зарба юкламасида ишлайдиган конструкциялар элемент ва деталлари, кимё ва озиқ-овқат саноати учун фильтр, мато ва ип ҳамда спорт анжомлари ясалади.

Полипропилен – бу ишлаб чиқарилиш ҳажми бўйича иккинчи ўринда турадиган полиолефинлар гуруҳидаги чизиқли термопластдир. Бу полимернинг энг муҳим шакли – изотактик полипропилендир. Бу полимернинг тузилишида мономер бирликлар «боши-думига» шаклида қайтарилади, метил гуруҳларнинг ҳаммаси полимер занжирининг бир томонида жойлашади. Шишаланиш температураси 0°С бўлгани учун, бундан паст температураларда полимер мўртдир.

Мавжуд полимерлар ичида полипропилен энг енгилдир. Унинг органик эритувчаларга нисбатан чидамлилиги жуда юкори, иссикликка бардош ва оқувчанлиги паст. Полипропилен экструзия усулида олинади, ундан ип ва толалар ишлаб чикарилади. Ундан гилам, девор копламалари, автомобиль интерьерининг айрим деталлари, кабелларга коплама, труба ва химояловчи копламалар ишлаб чикаришда ишлатилади.

Полистирол – бу нисбатан арзон каттик полимер. Ушбу полимер аморф бўлиб, занжирлари юкори даражада тармокланган.

Полистиролнинг физик-кимёвий хоссалари 5-50 жадвалда берилган.

5-50 жадвал

Полистиролнинг физик-механик ва диэлектрик хоссалари

№	Кўрсаткич	Полистирол блокли	Полистирол эмульсияли	Полистирол суспензияли	Полистирол зарбага чидамли
1.	Зичлик , кг/м^3	1050..1080	1080..1100	1050..1080	1060
2.	Хавода юмшаш температураси (Вик бўйича), °С	82	90..95	82	85..95
3.	Чўзилишдаги узилиш кучланиши, МПа	37..42	40..45	45	1825
4.	Сув ютиши (30 сутқада), %	0.02	0,03	0.02	0,05
5.	Диэлектрик йўқотишлар тангенс бурчаги (10^6 Гц да)	(3...4)$\cdot10^{-4}$	(2..3)$\cdot10^{-4}$	(4..9)$\cdot10^{-4}$	(3..8)$\cdot10^{-4}$
6.	Зарбали қовушқоқлик, кЖ/м^2	20...22	22	20...30	40...50
7.	Бринелл бўйича мустаҳкамлик, МПа	140...150	140...150	140...160	120...150
8.	Узилишда нисбий чўзилиш, %	1.5...3.0	1.5...3.0	1.5...3.0	12..35
9.	Солиштирма электр каршилик, Ом·см				
	юзавий	10^{16}	10^{16}	10^{15}	10^{15}
	ҳажмий	10^{15}	10^{13}	10^{13}	10^{14}

Энг асосий камчиликлари: мўрт, ультрабинафша нурлар таъсирида нотурғун ва ёнувчан. Полистиролни қайта ишлашнинг асосий усулларидан бири босим остида қуйиш ва иккинчиси экструзия. Полистирол лист ва блоклар кўринишида электр кимё саноатида ҳамда оптик линзалар тайёрлашда ишлатилади. Кўпиртирилган полистирол асосан қурилиш саноатида изоляцион коплама ҳамда тез тайёрланадиган маҳсулотларни ўраш учун қўлланилади.

Поливинилхлорид – ҳамма винил полимерлар орасида энг кенг кўп ишлатиладиган материал. Ушбу полимер икки хил бўлади: 1) сферик заррачалардан иборат, қисман кристалланадиган материал; 2) аморф заррачалардан иборат материал.

Кимёвий ва иссиклик турғунлиги ҳамда ёруғлик нурига бардошлиги бошка полимерларга нисбатан паст. Температура ўсиши билан деструкция жадаллашади ва паст температураларда мўрт бўлиб қолади. 200...300°С температурада деструкция пайтида *HCl* ажралиб чикади. Ушбу полимердан трубалар, фитинглар, ойна ва эшик ромлари, кийим, изоляцион копламалар, автомобиль деталлари ҳамда турли қопламалар тайёрланади. Поливинилхлоридни қайта ишлаш кимёвий ёки механик ишлов бериб амалга оширилиши мумкин. Лекин турли хилдаги поливинилхлорид таркибида хилма-хил кимёвий моддалар борлиги қайта ишлашда маълум кийинчиликлар туғдиради.

Политетрафторэтилен (фторопласт-4, фторлон-4) тетрафторэтиленни полимерлаб олинадиган полимер. Кристаллик фаза ~ 90%, 327°С гача қиздирилганда эрийди ва полимер аморф ҳолатга ўтади. Агар совутилса, яна кристалл агрегат ҳолатига келади.

Политетрафторэтиленнинг физик-механик хоссалари 5-51 жадвалда берилган.

5-51 жадвал

Политетрафторэтиленнинг физик-механик хоссалари

№	Кўрсаткич	Фторопласт - 4	Фторопласт - 3
1.	Зичлик , кг/м^3	2150...2240	2090...2160
2.	Кристалларнинг эриш температураси, °С	327	210
3.	Тобланмаган намуна бузулиш кучланиши, МПа		
	сикишда	10...12	55...60
	эгилишда	14...18	60...80
4.	Узилишдаги нисбий чўзилиш, %	250...500	20...40
5.	Зарбали қовушқоқлик, кЖ/м^2	100	20...160
6.	Бринелл бўйича каттиклик, МПа	30...40	100...130

7.	Эксплуатация температураси, °С	-269...+260	-195...+130
8.	Диэлектрик йўқотишлар тангенс бурчаги (10^6 Гц)	0,0002	0,01
8.	Юзавий солиштирма электр қаршилик, Ом	10^{17}	10^{16}
9.	Ҳажмий солиштирма электр қаршилик, Ом·см	$10^{15}...10^{18}$	$10^{14}...10^{15}$
10.	Электр мустаҳкамлик (намуна 4 мм), МВ/м	25...27	15
11.	Молекуляр масса	140000...500000	

Политетрафторэтиленнинг молекуляр массаси <10000000 ва унинг кимёвий барқарорлиги ҳамма синтетик материаллар, махсус қотишмалар, керамика, олтин ҳамда платиналарникидан жуда юқори. Барча суюлтирилган ва концентрланган кислоталар, шу жумладан, «царская водка», эритилган ишқорлар ҳамда оксидлар, ҳаттоки юқори температураларда ҳам политетрафторэтиленга таъсир этмайди. Фақат ишқорий металлар, учфторли хлор ва фтор баъзи бир таъсирни жуда юқори температураларда ўтказа олади.

Ушбу полимер ҳеч қайси эритувчи ёки пластификаторларда эримайди, бундан фақат фторланган керосин истисно.

Политетрафторэтиленнинг камчиликлари: қайта ишлаш қийин; совуқ оқувчан; қаттиклиги кичик.

Диэлектрик хоссалари яхши бўлгани учун юкори ва ультра юқори частотали қурилма ва кабелларни ҳамда электрон асбобларга босма платоларни ясашда кенг кўламда ишлатилади. Фторопласт қопламали сим ва кабеллар электр мотор, трансформатор, радар қурилмалари ҳамда назорат-ўлчов асбобларда ишлатилади.

Кимё саноатида фторопласт-4 трубалар, кистирмалар, салник зичлагичлар, манжет ва бошқа зичлаш мосламалари, силфонлар, насос ҳамда фильтр тўсиклар деталларини ясашда қўлланилади. Ишқаланиш коэффициенти миқдорининг кичиклиги фторопласт-4 ни антифрикцион материал сифатида ишлатиш мумкинлигидан далолат беради.

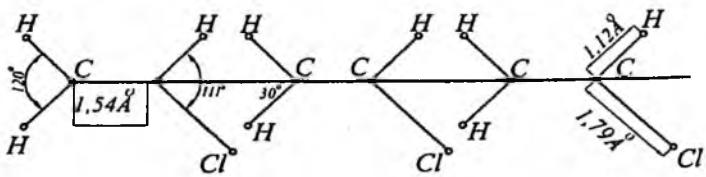
5.19.1. Поливинилхлорид

Поливинилхлорид $[-CH_2-CHCl-]_n$.

Поливинилхлорид ёнмайдиган, хидсиз, оқ рангли (айрим ҳолларда сарғишрок) термопластик кукун кўринишида бўлади.

Поливинилхлорид молекуласи тузилишининг схематик тасвири 5.62-расмда келтирилган.

Чўзилган полимерни оптик ва рентгенографик текшириш шуни кўрсатдики, макромолекуласининг углеродли скелети ясси зигзагсимон тузилишли эканлиги аниқланди. Бунда, хлор атомлари углеродли занжир текислигининг ҳар хил томонида жойлашган.



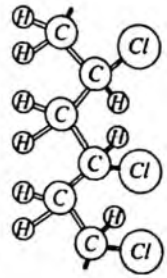
5.62-расм. Поливинилхлорид молекуласининг тузилиши.

Шундай қилиб, қайтарилувчи звенолар иккита зигзагдан иборат. Макромолекула бир қисмининг фазовий схемаси 5.63-расмда кўрсатилган.

Полиэтилен ва полистирол билан бирга мухим саноат миқёсида ишлаб чиқариладиган полимердир.

Поливинилхлорид олиш учун мономер бўлиб винилхлорид хизмат қилади. Поливинилхлорид – рангсиз, эфирга хос ҳидли газ.

Қайнаш температураси $t_к$=159,7 °С, эриш температураси $t_{эр.}$= -13,9°С, температура -15°С даги зичлиги ρ=973 кг/м^3. -20°С температурадаги динамик қовушқоқлиги μ=2,81 мПа. Босим 0,1...0,2 МПа ва нормал температурада суюқ агрегат ҳолатини сақлаб қолади.



5.63-расм. Поливинилхлорид молекуласининг фазовий схемаси.

Ҳаво билан портловчи аралашма ҳосил қилиш концентрацияси C=4...21,6%. Спирт, ацетон ва бошқа органик эритувчиларда яхши эрийди. Саноат миқёсида поливинилхлорид турли усулларда олинади.

Ацетиленни гидрохлорлаш:

$$CH \equiv CH + HCl \rightarrow CH_2 = CHCl \qquad (5.148)$$

Дихлорэтан пиролизи:

$$CH_2Cl - CH_2Cl \rightarrow CH_2 = CHCl + HCl \qquad (5.149)$$

Этиленни юқори температурали хлорлаш:

$$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2 = CHCl + HCl \qquad (5.150)$$

Этиленни оксихлорлаш:

$$CH_2 = CH_2 + HCl + 0{,}5O_2 \rightarrow CH_2 = CHCl + H_2O \qquad (5.151)$$

Саноат миқёсида винилхлоридни полимерлашнинг учта асосий тури мавжуд: блокли, суспензияли ва эмульсияли усуллар.

5.19.2. Поливинилхлорид хоссалари

Винилли полимерлар ичида энг кўп ишлатиладиган полимер – бу поливинилхлориддир.

Поливинилхлорид – қаттиқ полимер. Уни пластификациялаш учун фталли кислота эфирлари, диоктилсебацинат ва бошқалар кенг кўламда қўлланади. Поливинилхлорид асосида пластмассалар икки хил усулда олинади:

1. Пластификация усули – бу поливинилхлоридни пластификатор билан бириктириш;
2. Термик пластикациялаш усули – бу поливинилхлоридни пластификатор билан қўшиб, аралаштириш ва қисман эритиб бириктириш жараёни орқали полимерга пластик хоссалар бериш.

Биринчи усулда юмшоқ, эгилувчан материаллар-пластикатлар, иккинчи усулда эса қаттиқ материал - винипластлар олинади.

Поливинилхлорид молекуляр массаси одатда, Фикентчер константаси K_ϕ билан ифодаланади ва ушбу формуладан топилади:

$$K_\phi = 1000k \qquad (5.152)$$

бу ерда k – коэффициенти қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\lg \frac{\mu_{отн.}}{C} = \frac{75k^2}{1+1{,}5kC} + k \qquad (5.153)$$

бу ерда $\mu_{отн.}$ – 25°С да поливинилхлориддаги циклогексанон эритмасининг нисбий қовушқоқлиги; С – эритма концентрацияси.

Келтирилган қовушқоқлик, Фикентчер константаси K_ϕ ва молекуляр масса $\bar{M}_n$ лар ўзаро қуйидагича боғлиқликка эга.

5-52 жадвал

1.	$\mu_{нр}$	1,80	1,98	2,20	2,44	2,70
2.	K_ϕ	55	60	65	70	75
3.	$\bar{M}_n$	50000	65000	80000	90000	100000

Поливинилхлориднинг кристаллик даражаси 10% дан ошмайди, шу сабабли уни аморф полимер деб ҳисобланади. Таркибида хлор кўп бўлгани учун алангадан чиқарилган поливинилхлорид тезда ўчади, лекин 140°С температурада хлорли водород ва занжирда қўшалоқ боғлар ҳосил қилиб парчаланади.

Поливинилхлориднинг физик-кимёвий хоссалари 5-53 жадвалда берилган.

5-53 жадвал

Поливинилхлориднинг физик-кимёвий хоссалари

№	Кўрсаткич	Сон қиймати
1.	Зичлик , кг/м^3	
	қаттиқ	1300...1580
	пластификацияланган	1160...1350
2.	Парчаланиш температураси, °С	140...170
3.	Шишаланиш температураси (қаттиқ), °С	85
4.	Зарба мустаҳкамлиги (қаттиқ). МПа	2,8..13,820
5.	Чўзилишда мустаҳкамлик чегараси, МПа	
	қаттиқ	6...7,5
	пластификацияланган	1,5...3,5
6.	Иссиқликдан кенгайиш коэффициенти, 1/К	$(6,6...7,3)\cdot10^{-5}$
7.	Узилишда нисбий чўзилиш, %	
	қаттиқ	2...80
	пластификацияланган	200...450
8.	Чўзилишда эластиклик модули (қаттиқ). МПа	2412...6893
9.	Солиштирма иссиқлик сиғими. Ж/кг·К	1340...2140
10.	Синиш кўрсаткичи (Na чизиғи)	1,54
11.	Диэлектрик доимийси (25°С ва 1 кГц да)	
	қаттиқ	3,3
	пластификацияланган	2...8
12.	Молекуляр масса	30000...150000
13.	Сув ютиш (24 сутқада), %	0,4...0,6
14.	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/м·К	0,162
15.	Мустаҳкамлик чегараси, МПа	
	сиқишда	78...80
	чўзишда	50...60
	эгилишда	80...120
16.	Бринелл бўйича қаттиқлиги. МПа	150...160
17.	Зарбали қовушқоқлик, кЖ/м^2	100...175

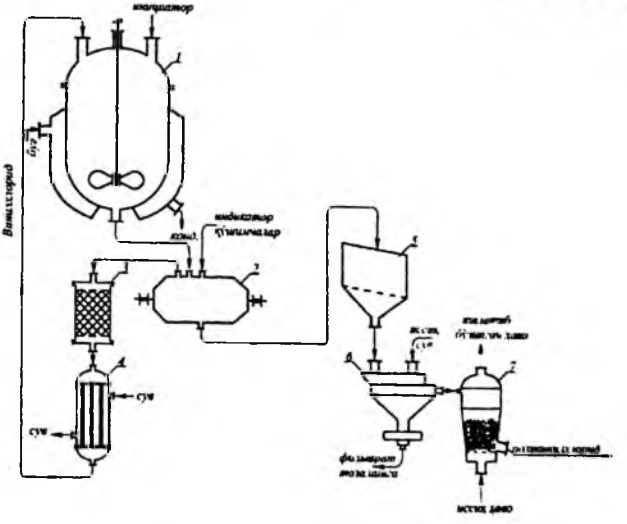
5.19.3. Поливинилхлорид ишлаб чиқариш усуллари

Блокли усулда поливинилхлорид олиш. Ушбу усулнинг ўзига хослиги шундаки, ҳосил бўлаётган полимер мономерда эримайди. Бу ҳол реакция иссиқлигини ажратиб олишни қийинлаштиради. Одатда, поливинилхлоридни ишлаб чиқариш учун икки босқичли, даврий ишлайдиган технологиядан фойдаланилади (5.64-расм).

Суюқ мономер ва инициатор (перекис ва бошқалар) автоклав 1 га юкланади, температура 50...70°С да ва босим 1 МПа да 10% ли конверсиягача дастлабки полимерлаш ўтказилади. Олинган суспензия горизонтал, айланувчи актоклав 2 га тўкилади. Ушбу автоклавнинг лентали

аралаштиргичда ёки ичига солинган металл шарлар ёрдамида қурилма деворига ёпишиб қолаётган полимерлар сидириб туширилади. Деворга ёпишаётган полимер қатлами термик қаршилик бўлиб, реакция иссиқлигини ажратиб олишга халақит беради. Автоклав 2 га паст температурали инициатор қўшилади. Бу турдаги инициатор полимернинг молекуляр массасини ростловчи ва термомўътадиллагич вазифасини бажаради. Жараён -10 дан -20°С температурада 65...70% ли конверсияга эришгунга қадар олиб борилади.

Реакцияга киришмаган винилхлорид фильтр 3 ва конденсатор 4 ларда ажратилади, яъни суюлтирилган винилхлорид яна циклга қайтарилади. Қукунсимон агрегат ҳолатидаги полимер қурилма 6 га ҳайдалади. Намсизлантирилган полимер қуритиш учун қуриткич 7 га узатилади.



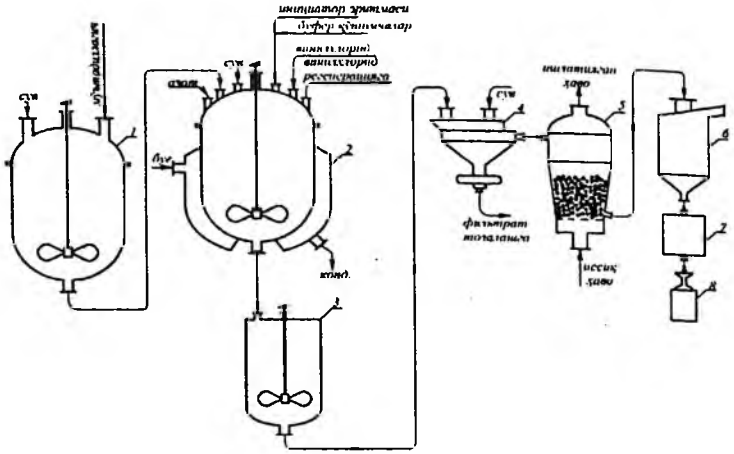
5.64-расм. Блокли усулда поливинилхлорид олишнинг технологик схемаси:
1 - автоклав; 2 - айланувчи автоклав; 3 - фильтр; 4 - конденсатор;
5 - тебранма элак; 6 - центрифуга; 7 - қуриткич.

Поливинилхлорид олиш учун узлуксиз жараён ҳам яратилган ва унда мономер ҳамда эритилган инициатор узлуксиз равишда айланаётган автоклавга ҳайдалади. Ҳосил бўлган полимер, винилхлорид ажратилганда даврий равишда тўкиб олинади.

Суспензияли усулда поливинилхлорид олиш. Винилхлоридни суспензияли полимерлаш энг кенг тарқалган усуллардан биридир, чунки олинаётган полимер тозалиги юкори ва жараённи ростлаш осон. Даврий усулда суспензияли полимерлаб поливинилхлорид ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси 5.65-расмда тасвирланган. Аралаштиргич 1 дан полимеризатор 2 га минералсизлантирилган сув, мўътадиллагичнинг сувли эритмаси, мономердаги инициаторнинг эритмаси, ***pH*** ни ростлагичлар солинади ва азот билан пуфланади.

Суспензияни мўътадилловчи модда сифатида метилцеллюлоза ёки винил спирт полимерлари, ***pH*** ни ростловчилари қилиб натрий фосфат ва карбонатларни, инициатор сифатида эса – перекисларнинг мономердаги эритмаларини олиш мумкин.

Реактор-полимеризатор 2 нинг ҳажми 15...40 м^3, кислота бардош пўлатдан ясалган бўлиб, ташқариси пилоф билан ўралган. Ундан ташқари, реакцион массани қориштириш учун ичига аралаштиргич ўрнатилган. Полимерлаш жараёни босим 0,5...1,4 МПа ва температура 30...70°С да 8...14 соат давомида ўтказилади. Мономер конверсияси 80...90%. Полимерлаш жараёнининг якунлангани автоклавдаги босим P≈0,3...0,35 МПа га тушганидан маълум бўлади. Реакцияга киришмаган винилхлорид вакуум остида чиқариб олинади ва тозалангандан сўнг циклга айтарилади. Ҳосил бўлган суспензия йиғгич 3 га тўкилади ва аввал олинган бошқа суспензиялар билан қўшиб аралаштирилади. Бундан мақсад – полимер бир жинслилигини оширишдир.

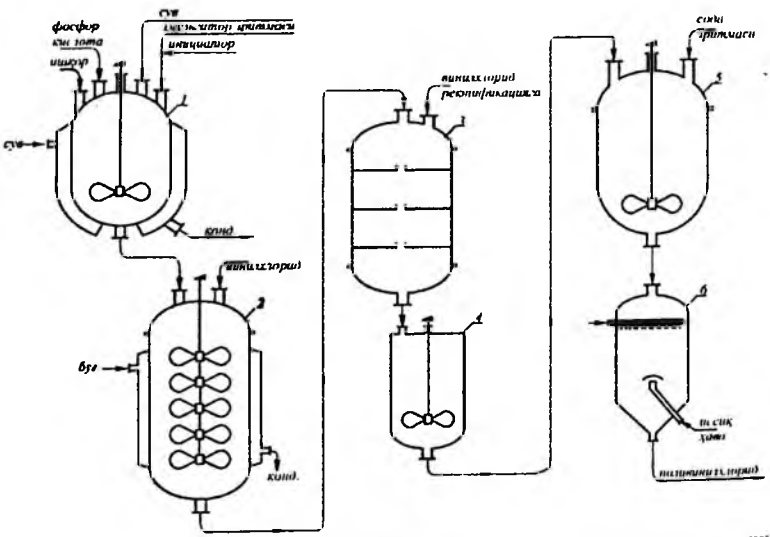


5.65-расм. Суспензияли усулда поливинилхлорид олишнинг технологик схемаси:
1 - аралаштиргич; 2 - полимеризатор; 3- йиғгич; 4 - центрифуга; 5 - қуриткич;
6 - бункер-циклон; 7 - майдалаш бўлими; 8 - қоплаш машинаси.

Сўнг, суспензия намсизлантириш ва сув билан ювиш учун центрифугага узатилади ҳамда ундан кейин 100...120°С ли иссиқ ҳавода қуритиш учун қуриткич 5 га юборилади. Қолдиқ намлик 0,5% ва ундан кичик намликкача қуритилган поливинилхлорид бункер-циклон 6 га узатилади ҳамда ундан чиққан маҳсулот майдаланади ва сараланади. Тайёр маҳсулот қурилма 8 да қопланади.

Эмульсияли усулда поливинилхлорид олиш. Ушбу усулда поливинилхлорид даврий ва узлуксиз усулларда ишлаб чиқарилади. Албатта, бу нисбатан илғор узлуксиз усул бўлиб, қуйидаги: сувли фазани тайёрлаш, полимерлаш, дегазация, мўътадиллаш ва қуритиш каби босқичлардан иборат (5.66-расм).

Эмульсияли усулда поливинилхлорид олишда пероксидли сувда эрувчан инициатор (водород пероксиди ёки калий персульфати ва ионогенли эмульгатор, масалан, некал) лар ишлатилади. Жараён давомида *pH* ни ростлаш учун фосфор кислота ва ишқор солинади.



5.66-расм. Эмульсияли усулда поливинилхлорид олишнинг технологик схемаси:
1 - аралаштиргич; 2 - полимеризатор; 3- дегазатор; 4 - йиғгич;
5 - мўътадилловчи қурилма; 6 - пурковчи қуриткич.

Аралаштиргич 1 га минералсизлантирилган сув, эмульгаторнинг сувли эритмаси, фосфор кислота, ишқор ва инициатор юкланади (5.66-расм).

Аралашган суюқ фаза ва винилхлорид полимеризатор 2 га ҳайдалади. Реактор-полимеризатор 2 нинг ҳажми 15...30 м^3, цилиндр шаклли, кислота бардош пўлатдан ясалган, ташқариси ғилоф билан ўралган ва ичига аралаштиргич ўрнатилган.

Полимерлаш жараёни босим 0,5...0,8 МПа ва температура 40...60°С да ўтказилади. Мономер конверсияси ~90%. Таркибида 40% полимер бўлган латекс дегазатор 3 га узатилади, унда вакуум остида реакцияга киришмаган винилхлориддан ажратилади ва ректификациядан сўнг циклга қайтарилади.

Дегазатор 3 дан латекс йиғгич 4 га оқиб тушади ва ундан соданинг сувли эритмасида мўътадиллаш курилма 5 га ўтказилади. Сўнг, латекс пурковчи куритқич 6 га юборилади ва 160°С ли иссиқ ҳаво ёрдамида куритилади. Қолдиқ намлик 0,4% гача куритилган кукунсимон полимер элашга ва қоплашга узатилади.

Эмульсияли усул камчиликлари: полимер эмульгатор қолдиқлари билан ифлосланган; диэлектрик хоссалари паст.

5.19.4. "Навоиазот" АЖ да поливинилхлорид олиш технологияси

"Навоиазот" АЖ поливинилхлорид олиш технологияси қуйидаги босқичлардан иборат (5.61-расм):

- Хом-ашё суюқ ВХМ (320);
- Реагентларни тайёрлаш (420);
- ВҲМни полимерлаш (420);
- Пульпани тўкиш ва ажратиш (420);
- Қуритиш - мавҳум қайнаш қатламда иссиқ ҳаво билан (440);
- ПВХ гранулаларини классификациялаш (460);
- Қоплаш (460);
- Омборга тахлаш (460).

Поливинилхлорид суспензиясининг қўлланилиши 5-54 жадвалга мувофиқдир.

5-54 жадвал

Шартли белгиланишнинг учинчи рақами	Тўкма зичлик, г/ см^3
0	Маълумот йўқ
1	0,3 - 0,4
2	0,35 - 0,45
3	0,4 - 0,5
4	0,4 - 0,65
5	0,5 - 0,55
6	0,5 - 0,6
7	0,55 - 0,65
8	0,6 - 0,7
9	≥0,65

Шартли белгилар	Қўлланилиши
Ж	Пластификаторларсиз ишлов бериш (каттиқ маҳсулотлар учун)
М	Пластификаторлар билан ишлов бериш (пластмассаланган маҳсулотлар учун)
У	Пластификатор билан ёки пластификаторсиз қайта ишлаш (каттиқ, ярим каттиқ ёки пластиклаштирилган маҳсулотлар учун)

Қўллаш соҳалари. Рўйхатда келтирилган сифатлар поливинилхлориддан турли соҳаларда ва мақсадлар эҳтиёжлар учун кенг фойдаланиш имкониятини беради.

Полимер деярли барча маълум усуллар билан қайта ишланади (экструзия, календрлаш, қуйиш, пуфлаб экструзиялаш, соэкструзия ва бошқалар).

Ҳар хил маҳсулотларни ишлаб чиқариш учун қисмлар, қувурлар, кабеллар учун изоляцион материаллар, пластинка пластмассалари ва дераза профиллари, стабилизаторлар, пластификаторлар, пигментлар ва турли хил ёрдамчи қўшимчалар қўшилади.

Полимерланиш жараёнининг кимёси

Суспензияли поливинилхлорид ишлаб чиқариш технологияси диспергатор, инициатор ва бошқа кимёвий компонентлар иштирокида полимерланиш махсус автоклавда амалга оширилади. Суспензия полимерланиши учун суюқ винилхлорид (босим остида) гидрофил коллоид (желатин ёки поливинил спирт) ва мономерда эрийдиган инициатор иштирокида сувда таркалади.

Жараён тугагандан сўнг, автоклав бўшатилади, пульпа марказдан қочма қурилмада намликни олиб ташлаш учун юборилади, кейин қуритиш, бўлаклаш ва синфлаш амалга оширилади. Бунда сифатсиз зарралар ажратилади, натижада махсулот - поливинилхлорид кукуни олинади.

Винилхлориднинг суспензияли полимерланиш жараёни ва асослари:

Суспензияли полимерланишдан олдин ва кейин винилхлориднинг молекуляр формуласи (таркибий формуласи):

$$n(CH_2=CHCl) \rightarrow \ldots - \{(CH2 - CH) - (CH2 - CH)\}_n - \ldots \quad (5.154)$$

Нормал температурада винилхлорид (ВХМ) газ фазада бўлади ($t_{қайнаш}$ = −13,4 °С), ёпиқ шароитда эса, яъни босим остида газ суюқлик билан бирга мавжуд.

Винилхлориднинг суспензияли полимерланиш технологияси шундан иборатки, $CH_2=CHCl$ суюқ винилхлорид томчиларга пуркалади, улар дисперсант билан сувли муҳитда суспензия хосил қилади. Ҳар бир томчи кичик блокли полимерланиш тизимига тенг.

Винилхлориднинг суспензия томчиларида эриган инициатор полимерланиш температурасида (45-68)°С да эркин радикалга парчаланади ва винилхлориднинг полимерланишини келтириб чиқаради.

Винилхлориднинг суспензияли полимерланиш жараёнида инициаторнинг тури ва миқдори полимерланиш тезлигини белгиловчи омиллардан биридир.

Бундан ташқари, поливинилхлорид ПВХ полимерланиши эркин радикал натижасида юзага келадиган реакция бўлиб, унда занжирнинг силжиш ҳаракати асосий бўлиб, ҳаракат тезлиги полимерланиш температурасига боғлиқ ва полимерланиш даражасини ҳам аниқлайди (яъни, занжир узилганда занжир ҳаракати тезлиги билан белгиланади), шунинг учун поливинилхлориднинг полимерланиш даражаси, ПВХ типидаги температура назорат қилинади. Полимерланиш температурасига караб ишлаб чиқариш турини танлашингиз мумкин.

Дисперсант ПВХ суспензияли полимерланиш тизимининг муҳим иштирокчиси бўлиб, унинг таъсири шундаки, у сув ва винилхлорид ўртасидаги ўзаро таъсир пайтида кучланишни пасайтиради ва дисперс томчи учун коллоид химояни таъминлайди.

Грануллаш жараёнида дисперсантнинг таъсирига кўра, у одатда асосий дисперсант ва ёрдамчи дисперсантга бўлинади ёки бирламчи дисперсант ва иккиламчи дисперсант деб аталади.

Биринчиси сувда эрувчан полимер, масалан, целлюлоза хосиласи, ўрта ва юқори алкоголли поливинил спирти ва бошқалар, кейинги дисперсант кўп ҳолларда ёғда эрийдиган сирт фаол моддаси ёки полимерланиш даражаси ва алкогол миқдори паст бўлган поливинил спиртдир.

Дисперсант аралаштиришдан биргаликда фойдаланишда, нормал шароитда, коллоид химоя ва аралаштириш ва дисперсиянинг биргаликдаги таъсири остида, винилхлорид томчиси полимерланиш ва дисперсия пайтида, ПВХ доналаригача керакли мувозанат ҳолатига етади.

Агар аралаштириш критик тезликдан ошса, полимер доналари катталашади, тезликнинг ошиши билан ҳажми катталашади ва охир-оқибат ўртача доналар катта бўлади.

Полимерланиш тизими: Полимерланиш автоклави полимерланиш реакциясини амалга ошириш учун асосий ускунадир.

ПВХнинг суспензияли полимерланиши гетероген чўкма полимерланишини назарда тутади, полимерланиш жараёни билан интенсив экзотермик реакция кечади, тизим суюқлик-суюқлик фазадан суюқлик-қаттиқ фазага ўтади, физик хусусиятлар ҳам катта ўзгаради.

Қайта ишлаш босқичи, шунингдек, донанинг шакли, ҳажми ва қатронннинг таркалишига таъсир қилади.

Саноат соҳасида поливинилхлорид ишлаб чиқариш учун полимерланиш автоклавига қўйиладиган талаблар қуйидагилардан иборат: хавфсиз ва ишончли ускуналар ва оқилона технологик жараён, яъни, полимерланиш автоклавини лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш учун асос

сифатида хавфсиз ишлаб чиқаришни танлаш керак, полимерланиш автоклавининг мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги, қўшимча захирали бўлиши керак.

Бундан ташқари, полимерланиш автоклави асосан полимерланиш технологиясини кондириши, самарали иссиқлик ўтказиш қисмларига, барқарор полимерланиш жараёнига, ишончли сайқалланади ва эксплуатация қилиш қулай бўлиши даркор.

5-боб. Полимерлари ва уларнинг хоссалари, 5-19 параграф бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Этилен ва полиэтилен умумий тушунчалари.
2. Полимерларнинг турлари ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари.
3. Юқори босимда полиэтилен олиш технологияларини келтиринг.
4. Инициралш жараёни нима?
5. Занжирнинг ўсиши ва узилишига оид кимёвий реакцияларини ёзинг.
6. Паст босимда полиэтилен олиш технологияларни келтиринг
7. Ўртача босимда полиэтилен олиш технологияларни келтиринг.
8. Полиэтилентерефталат олиш технологиясини таърифлаб беринг.
9. Полиэтилен молекулаларининг тузилиши ва хоссаларини келтиринг.
10. Полипропилен нима? Уни олиш учун хом-ашё ва кимёвий реакция.
11. Полипропиленни олиш технологик схемаларини чизинг.
12. Политетрафторэтиленнинг физик-механик хоссалари
13. Полистирол ва уни ишлаб чиқариш, хом-ашё хамда технологик схемаларини чизинг.
14. Поливинилхлорид кимёвий ва таркиб формуласини ёзинг.
15. Поливинилхлорид олиш технологик схемаларини келтиринг.
16. Блокли усулда поливинилхлорид олишнинг технологик схемаси ва таърифи.
17. Суспензияли усулда поливинилхлорид олишнинг технологик схемаси ва таърифи.
18. Эмульсияли усулда поливинилхлорид олишнинг технологик схемаси ва таърифи.
19. "Навоиазот" АЖ да поливинилхлорид олиш технологиясини чизинг ва таърифини беринг.

5.20. «Навоиазот» АЖ да карбамид олиш технологияси

Маҳсулотнинг техник номи : - Грануллланган карбамид.

Ишлаб чиқарилган маҳсулот - Грануллланган карбамид ГОСТ 2081-2010 "Карбамид. Техник шартлар" га мувофиқ бўлиши керак.

ГОСТ 2081-2010 бўйича маҳсулотнинг асосий хусусиятлари.

Мақсадга кўра, карбамид икки навда ишлаб чиқарилади - А ва Б:

А - саноат учун;

Б - ўсимликчилик, чорвачилик ва чакана савдо учун.

Техник талаблар - Саноат учун карбамид А синфининг кўрсаткичлари 5-55 жадвалда келтирилган

5-55 жадвал

Саноат учун А маркали карбамид кўрсаткичлари

Кўрсаткич номи	А марка учун стандарт	
	Юкори синф	Биринчи синф
1. Азотнинг қуруқ моддадаги масса улуши, %	≥46.3	≥46.2
2. Биуретнинг масса улуши , %	≥0,6	≥1.4
3. Карбамид у-н эркин аммиакнинг масса улуши, %		
Кристалланган	≥0.01	≥0,01
Грануллланган	≥0,02	≥0,03
4. Сувнинг масса улуши, %:		
Гигроскопик	≥0,3	≥0,3
Умумий	≥0,6	≥0,6

ишлатилган маълумотлар ГОСТ 2081-2010 га мос келади.

Грануллланган карбамид рангсиз, хидсиз кристалл (оқ гранулалар) бўлиб, қутбли эритувчиларда яхши эрийди. Кимёвий формуласи: $CO(NH_2)_2$.

Ишлаб чиқарилган карбамид кўрсаткичлари ГОСТ 2081-2010 га мос келади.

Карбамиднинг маркасига кўра физик-кимёвий хоссалари қуйидаги 5-56 ва 5-57 жадвалларда келтирилган. Ўсимликларни етиштириш учун Б маркали карбамид кўрсаткичлари

5-56 жадвал

Кўрсаткич номи	Б марка учун стандарт			
	Усимликларни етиштириш учун			Чакана савдо учун
	Юкори синф	Биринчи синф	Иккинчи синф	
1. Ташки кўриниш	Оқ ёки озгина рангли гранулалар ёки кристаллар			
2. Азотнинг қуруқ моддага нисбатан масса улуши, %	≥46.2	≥46.2	≥46.2	≥46.2
3. Биуретнинг масса улуши ,%	≤1.4	≤1.4	≤1.4	≤1.5
4. Сувнинг масса улуши, %:				
Гигроскопик	≤0,3	≤0,3	≤0,3	≤0,3
Умумий	≤0,5	≤0,5	≤0,6	-
5. Енгиллик, %	100	100	100	-
6. Гранулометрик таркиби, ҳажми бўйича гранулаларнинг % масса улуши, мм :				
1 дан 4 гача	≥94	≥94	≥94	-
2 дан 4 гача	≥70	≥50	-	-
1 дан кам	≤3	≤5	≤5	-
элакдаги коллик 6 мм	Мавжуд эмас	Мавжуд эмас	Мавжуд эмас	-
7. Гранулаларнинг статик кучи, МПа (кгк /см^2)	≥1.4 (14)	≥1,2 (12)	≥1,2 (12)	-
1 гранулага, Н (кгк)	≥7 (0,7)	≥5 (0,5)	≥3 (0,3)	-

Жадвалга эслатма - 6-кўрсаткич учун стандарт думалоқ тешиклари бўлган элаклардан фойдаланганда ўрнатилади.

Амалдаги маълумотлар ГОСТ 2081-2010 га мос келади.

5-57 жадвал

Чорвачилик учун карбамид Б синфининг кўрсаткичлари

Кўрсаткич номи	Норм
1. Азотнинг курук моддадаги масса улуши, %, кам эмас	46,0
2. Биурстнинг масса улуши , %, ортик эмас	3.0
3. Эркин аммиакнинг масса улуши, %, дан ортик эмас	0.03
4. Гигроскопик сувнинг масса улуши, %, дан ортик эмас	0,3

Карбамид синтези ва концентрациясидан карбамид ишлаб чиқариш ва грануляция зонасида амалга оширилади. Технологияда қуйидаги бўлимлар жойлашган (5.67-расм):

Хом-ашё сифатида углерод диоксиди ва аммиаклардир:

а) Табиий газдан олинган CO_2 – (К-1);

б) Аммиак олиш цехидан NH_3 – (К-2);

в) Карбонат ангидридни сиқиш бўлими (К-3);

г) Юкори босимда синтез ва кайта тиклаш бўлими (К-4);

д) Ўрта босимда ажратиш ва кайта тиклаш бўлими (К-5);

е) Паст босимда бўлиниш ва кайта тиклаш бўлими (К-6);

ж) Вакуум концентрация бўлими (К-7);

з) Технологик конденсатни қайта ишлаш бўлими (К-10);

и) Грануляция бўлими (К-8);

к) Қуритиш бўлими (К-9);

л) Қадоқлаш ва қоплаш бўлими (К-9);

м) Махсулотни сақлаш бўлими (К-9);

н) Оқаваларни дистиллаш (10);

о) Шамоллатиш ва дренаж тизимининг бўлимлари.

Карбамид ишлаб чиқариш ва грануллаш учун завод худудида жойлашган (ОЗХ) ёрдамчи тизимлар хам ишлатилади.

Технологик жараённинг тавсифи

Карбонат ангидрид (CO_2) сиқиш тизими карбонат ангидрид - CO_2 босимини (сиқишни) ошириш учун мўлжалланган.

CO_2 сиқиш тўрт боскичли CO_2, компрессорида амалга оширилади ва CO_2 босими 0,026 МПа дан 15,95 МПа гача сикилади.

CO_2 паст босимли компрессорига кириш томчи ушлагич орқали амалга оширилади.

Ҳар бир сиқиш боскичидан кейин намлик ва мойдан тозалаш учун сепараторлар ўрнатилган - биринчи оралиқ, иккинчи оралиқ ва учинчи оралиқ сепараторлари.

Сиқилган газни хар бир сиқиш боскичидан кейин совитиш учун совуткичлар ўрнатилган.

CO_2 компрессор ўқини айлантириш ва электр энергиясидан тежаш учун СД (3,92 МПа) буғида ишловчи CO_2 компрессор буғ турбинаси ўрнатилган.

Сиқилган CO_2 реакторига карбамидни синтез қилиш ва юкори босимда NH_3, CO_2 ажратиш олиш учун юборилади.

Технологик жараёнларнинг тавсифи, карбамидни ишлаб чиқариш ва грануллаш.

Карбамид ишлаб чиқариш суюк аммиак ва карбонат ангидридни бевосита синтез қилиш усули асосида амалга оширилади.

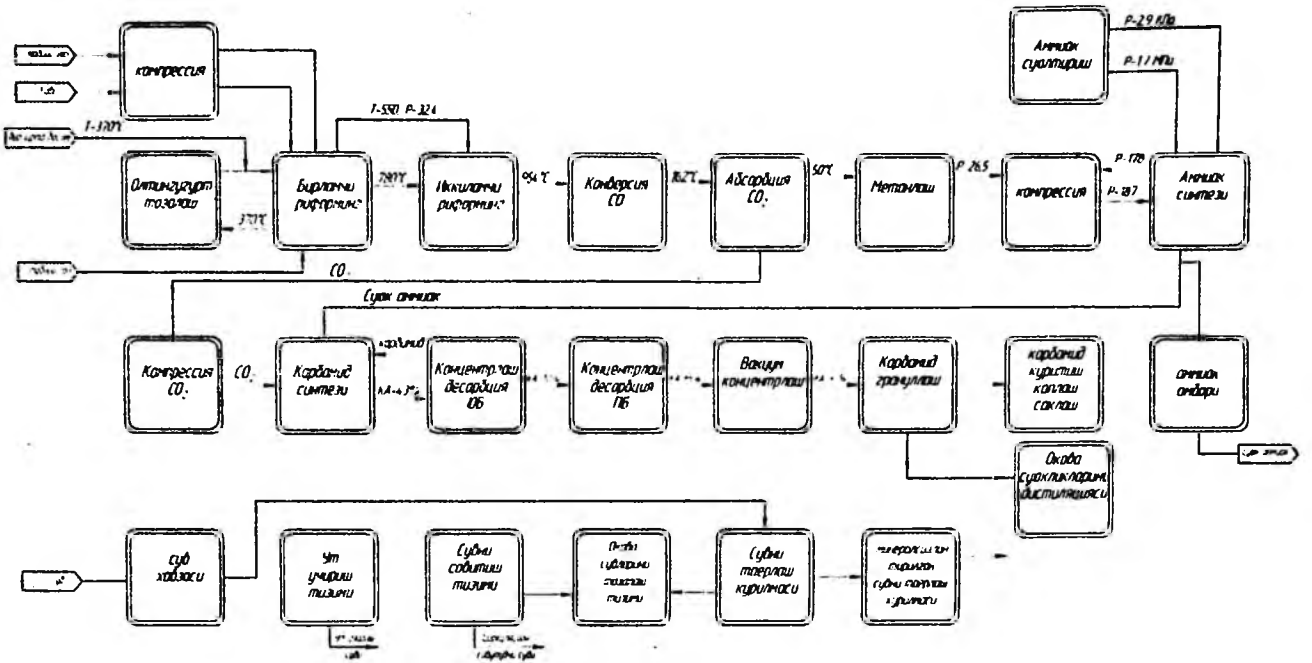
Асосий хом-ашё сифатида суюк аммиак ва аммиак ишлаб чиқаришдан олинган карбонат ангидрид (CO_2) хисобланади.

Карбамид ишлаб чиқариш жараёни қуйидаги боскичларга бўлинади:

а) Карбамид синтези боскичи.

Карбонат ангидрид ва аммиак кўринишидаги хом-ашё, шунингдек, карбамат эритмаси шаклида қайта ишланиш жараёнида олинган CO_2 *ва* NH_3 босим остида бўлади ва карбамид реакторининг пастки кисмига юборилади, бу ерда (5.155) ва (5.156) реакциялар ламинар оқим туфайли реакторнинг юкори кисмига кўтарилганда тезлашади.

б) парчаланиш ва тикланиш боскичи.



5.67-расм. «Навоиазот» АЖ да аммиак ва карбамид ишлаб чиқариш технологиясининг схемаси.

Парчаланиш жараёни уч босқичда содир бўлади:

- биринчи босқич, стрипперда юқори босимда парчаланиш;
- иккинчи босқич ўрта босимли декомпозерда ўртача босимда парчаланиш;
- иккинчи босқич, декомпозерда паст босимли парчаланувчида паст босимда парчаланиш.

33,53% ли карбамид эритмаси реактордан стрипперга киради ва у ерда реакцияга киришмаган карбаматнинг ўртача қисми ортиқча аммиак билан парчаланади.

Реактордан чиқадиган оқим 15,2 МПа ортиқча юқори босим остида, уч хил 14,7, 1,72 ва 0,38 МПа босимларда иситилади. Карбамат эритмаси газсимон CO_2 *ва* NH_3 га парчаланади, ортиқча NH_3 ва H_2O бугланади. Юқори босимли парчаланиш 14,7 МПа да ортиқча босимда карбамид стрипперда амалга оширилади. CO_2 ни иситиш ва дистиллаш орқали парчаланиш тезлашади, бу ерда аммиакнинг бугланиши туфайли температура кўтарилади. Ўрта ва паст босим остида парчаланиш мос равишда ўрта ва паст босимли парчаланувчиларда амалга оширилади. CO_2, NH_3 *ва* H_2O нинг ажратилган газсимон аралашмаларини конденсациялаш конденсатор босимининг ҳар бир босқичида, юқори босимда карбамат эритмаси шаклида, ўртача босимда суюқ аммиак ва карбамат эритмаси шаклида ва паст босимда карбонат эритмаси шаклида амалга оширилади. Қайта олинган эритмалар карбамид реакторида қайта ишлаш учун хом-ашёнинг бир қисми сифатида ишлатилади.

с) тозалаш босқичи.

Декомпозетордан чиқадиган карбамид эритмаси карбамид маҳсулотини ишлаб чиқариш учун зарур бўлган концентрациянинг тахминан 71% эга.

Эритилган карбамид ишлаб чиқаришнинг икки хил усули мавжуд.

Биринчиси, кристалланиш усули. Бу усулда карбамид кристаллизаторда кристалл карбамид сифатида ажратилади ва ён маҳсулот биурет ювилади. Кейин кристалл қуритилади ва эритилади.

Иккинчи усул - тўғридан-тўғри концентрация усули. Ушбу усулда эритма тўғридан-тўғри вакуумли буғлатгич остида концентрацияланади ва эритилган карбамид олинади.

Карбамид ишлаб чиқаришнинг асосий ва ёрдамчи (боғланган) технологик жараёнлари ва схемалари тавсифи қуйида қуйидаги кетма-кетликда келтирилган:

- карбамид синтези ва аммиак, карбонат ангидридни юқори, ўрта ва паст босимда олиш жараёни;
- карбамидни бойитиш жараёни;
- карбамидни гранула қилиш жараёни;
- ёрдамчи (боғланган) технологик жараёнлар.

Карбамид синтези ва аммиак, карбонат ангидридни юқори, ўрта ва паст босимда олиш жараёни.

Карбамид синтези қуйидаги реакция асосида амалга оширилади (25°С температура ва 1 атм. босимда:

$$2NH_3 + CO_2 \rightleftarrows NH_2COONH_4 + 32\,560 \text{ ккал/кмоль} \qquad (5.155)$$

$$NH_2COONH_4 \rightleftarrows NH_2CONH_2 + H_2O - 4\,200 \text{ ккал/кмоль} \qquad (5.156)$$

Биринчи тенглама билан тавсифланган аммоний карбаматнинг (карбамат – NH_2COONH_4) ҳосил бўлиши жуда экзотермик, жуда тез реакциядир. Карбамид ҳосил бўлиш реакцияси (NH_2CONH_2) анча секин, заиф эндотермик реакциядир.

Биринчи тенглама билан тавсифланган назарий NH_3/CO_2 нисбати 2 га тенг, лекин карбамид унумдорлиги 17,225 МПа босим ва 155°С температурада фақат 43,5% ни ташкил қилади. NH_3/CO_2 нисбатини ўзгартириш орқали карбамид унумдорлиги ортади. Агар NH_3 нинг ортиқча коэффициенти 0 дан 279% гача ўзгарган бўлса, у ҳолда карбамиднинг унуми 43,5% дан 85,2% гача ўзгаради. Агар CO_2 ортиқча коэффициенти 0 дан 300% гача ўзгарса, карбамид унумдорлиги фақат 43,5% дан 46% гача ўзгаради. Шунинг учун, ортиқча CO_2 таъсири самарасиз деб ҳисобланади ва кўп миқдорда CO_2 билан маҳсулот эритмаси жуда коррозион бўлади.

Карбамид ишлаб чиқарадиган корхоналар тахминан 3,3-3,6 NH_3/CO_2 нисбатида ишлайди.

Карбамид синтези жараёни К-4 карбамид реакторида амалга оширилади. Унда суюқ аммиак карбонат ангидрид билан реакцияга киришиб аммоний карбамат ҳосил қилади, унинг бир қисми 188-190°С температурада ва 15,2-15,7 МПа босимда карбамид ва сув олиш учун сувсизланади.

К-4 реактори тескари оқимга тўсқинлик қилувчи ва газнинг суюқлик билан ютилишини таъминлайдиган тешилган тарновлар билан жиҳозланган.

Карбамид синтезидан сўнг, реакцияга киришмаган кимёвий реагентларнинг парчаланиши ва экстракцияси паст босим қийматларида (яъни юқори, ўрта ва паст босимда) кетма-кет уч босқичда содир бўлади.

Парчаланиш реакцияси юқорида айтиб ўтилган биринчи реакциянинг тескари кетма-кетлигидир, хусусан:

$$NH_2 - COO - NH_4 \rightleftarrows 2NH_3 + CO_2 - Q \qquad (5.157)$$

Ушбу тенгламага асосланиб, босимнинг пасайиши ва/ёки температуранинг ортиши парчаланишни тезлаштиришини кўриш мумкин.

К-1 стрипперда юқори босимли парчаланиш босим остида ортиқча NH_3 бугланишли орқали CO_2 нинг исиши ва буғланишига ёрдам беради.

14.7 МПа ортиқча юқори босимда парчаланиш учун тушадиган плёнкали стриппер К-1 ишлатилади. Парчаланган ва буғланган газлар, шунингдек, реактордан чиқиб кетиш мосламасига кирган суюқлик оқими карши оқим билан алоқа қилади ва суюқликдаги

CO_2 концентрацияси аста-секин камаяди, чунки у стриппер трубкасига ўтади. Қувурнинг пастки қисмларидан чиқадиган NH_3 - бой газ қувур бўйлаб юқорига кўтарилади ва қувурнинг юқори қисмидаги CO_2 га бой газни суюлтиради, кейин қувурнинг юқори қисмларидаги газ мувозанат ҳолатига қараганда NH_3 газига тўйинган бўлади. Суюқ фазада парчаланиш реакцияси тезлашган жойда.

Юқори босимли парчаланиш юқори температурани талаб қилади, бунинг натижасида биурет қўшимча махсулоти ҳосил бўлади ва суюқлик коррозион бўлади, лекин бу жараёнда тушган плёнкани тозалаш воситаси ёрдамида маҳаллий иситишнинг олдини олади ва коррозия муаммоси циркний-биметалик найча ёрдамида ҳал килинади.

Қиздирилганда икки моль карбамид 1 моль биурет ва 1 моль NH_3 га айланади.

$2(NH_2CONH_2)$	$\rightleftarrows$	$NH_2 - CO - NH - CO - NH_2$	+ NH_3	(5.158)
Карбамид		*Биурет*	*Аммиак*	

Биурет қишлоқ хўжалиги экинларига зарарли таъсир кўрсатади.

Биурет юқори температурада, кам аммиак миқдорида, оз миқдорда сувда ва карбамид узоқ вақт давомида асбоб-ускуналар ва идишларда қолганда ҳосил бўлади. Кўп миқдорда биурет ҳосил бўлишининг олдини олиш учун аммиак ва сув миқдорига эътибор бериш, шунингдек, карбамид эритмасининг қурилмада қолиш вақтини камайтириш керак.

Парчаланган газлар босим остида босқичма-босқич тикланади ва охир-оқибат синтез даврига қайта айланади (К-4).

Парчаланувчи газлар технологик конденсатни қайта ишлаш бўлимидан келадиган газлар билан аралаштирилади ва аммиакни олдиндан қиздирувчи ва паст босимли совуткичда конденсацияланади ва карбонат эритмаси йиғгичда суюлтирилган карбонат эритмаси сифатида қайта тикланади.

Парчаланувчи газлар ПБ қисми (К-6) даги насосларидан олинган суюлтирилган карбонат эритмаси билан аралаштирилади ва вакуумли концентратор (К-7) да ва ўрта босимли конденсаторда карбамат эритмаси шаклида конденсацияланади.

Ортиқча аммиак ўрта босимли абсорберда тозаланади ва суюқ аммиак шаклида қайта тикланади, у қайта ишланмаган NH_3 нинг бир қисми сифатида реакторга қайтарилади. Аммиакни қайта тиклаш насосларидан суюқ аммиак ва ўрта босимли абсорбер насосидан аммиак суви ёрдамида газсимон аммиакни сингдириш ёғли билан амалга оширилади, улар ўрта босимли абсорбернинг юқори қисмига узатилади.

Аммиак ва карбонат ангидрид буғлари стриппернинг юқори қисмидан чиқиб кетадиган ЎБ бўлимидаги қайта циркуляция қилинган карбонат эритмаси билан аралаштирилади. ЮБ бўлими карбамат конденсатори стриппердаги босимга мос келадиган босимда конденсацияланади. Сўнг карбамат эритмаси карбамат сепаратор орқали қайта айланади.

Карбаматнинг реакция иссиқлиги карбамат конденсаторларида мос равишда 0,57 МПа ва 0,34 МПа да ҳосил бўлган буғ шаклида қайта тикланади. Тозалагичдан чиқишда карбамат ва аммиак

қолдиқлари икки рециркуляция босқичида мос равишда тахминан 1,72 МПа (ўрта босим қисмида) ва 0,36 МПа (паст босим қисмида) қайта тикланади.

Декомпозетор 1,72 МПа босим ва тахминан 154°С температурада ишлайди.

Босимни тиклаш тизимида аммиак конденсацияси босими ёрдамида 1,72 МПа га эришилади. Пастрок босимда (0,38 МПа) тизимдан NH_3 *ва* CO_2 йўқотишларининг янада ишончли олдини олиш таъминланади, аммо қайта тикланган эритма паст концентрацияга эга бўлади, чунки синтез циклида ортиқча сувнинг рециркуляцияси мавжуд. Шундай қилиб, синтез схемасида мувозанатни сақлаш учун парчаланувчининг ишчи ҳолати паст босимда 0,38 МПа га тенг танланган, яъни температура тахминан 144°С. Керакли иссиқлик 0,57 МПа босимли буғ билан таъминланади. 33,53% ли карбамид эритмаси стрипперга киради ва у ерда реакцияга киришмаган карбаматнинг ўртача қисми ортиқча аммиак билан парчаланади.

Карбамидни бойитиш жараёни. Карбамидни бойитиш жараёнида карбамид эритмаси унинг грануляцияси учун зарур бўлган 97% карбамид концентрациясигача тозаланади.

Энг оддий ва кенг тарқалган усул тўғридан-тўғри концентрация усули бўлиб, унда эритмадаги сувни олиб ташлаш учун вакуум остида иситилади. Концентрациялаш усули карбамид эритмасининг мувозанат буғ босимига асосланган. Эритма концентрациясини кристалларни чўктирмасдан 70 дан 100% гача ошириш учун ишчи босим 0.027 МПа дан юқори миқдорда сақланиши керак. Вакуум сепаратор грануляторли ушлагичидан насос орқали 97% концентрацияли бойитилган карбамид (К-7) дан грануляция жараёни (К-8) га юборилади.

Карбамид грануллаш жараёни. Карбамид эритмасидан 2-4 мм ўлчамдаги қуруқ гранулалар шаклида ишлаб чиқарилади. Асосий грануллаш жараёни грануляторда амалга оширилади, унда дастлабки хом-ашё карбамидни бойитиш жараёнидан юбориладиган 97% концентрацияли ва 135°С температурали карбамид эритмаси ҳисобланади. Гранулятор пуркагичлари орқали концентрланган эритма сиқилган ҳаво билан майда томчилар шаклида сочилади. Вентиляторлардан келаётган иссиқ ҳаво карбамид заррачаларидан иборат мавҳум қайноқчи қатлам ҳосил қилади.

Грануляторининг юқори қисмидан чиқадиган пуркалган ва мавҳум қайноқчи қатлам ҳавоси карбамид чанги ва аммиак изларини ўз ичига олади. Ҳаво аввал грануляторли чангни тозалаш мосламасида ювилади, сўнгра аммиакдан тозалаш скрубберида тозаланади. Тозаланган ҳаво грануляторининг шамоллатиш трубаси орқали гранулятор скрубберининг вентилятори орқали атмосферага чиқарилади. Ҳосил бўлган 95°С температурали карбамид гранулалари 65°С гача совутилади. Совуткичдан чиқган карбамид гранулалари тебранма элакларига кўтарилиб, улар учта: майин, дағал ва нормал ўлчамли фракцияларга бўлинади.

Грануланинг майда фракциялари грануляторига қайтарилади, йирик фракцияси майдалагичларда эзилади ва кейин гранулаторга гранула ҳосил қилувчи марказ заррачалари сифатида юборилади. 65°С температурада ўрта катталикдаги фракция (2-4 мм) охирги совуткичга берилади ва у ерда гранулаларнинг майдаланиш олдини олиш учун 38°С гача совутилади. Тайёр маҳсулот охирги совуткичдан ўтказилаб, гранулланган карбамид конвейери ёрдамида қоплаш ёки сақлаш учун омборга юборилади.

Ёрдамчи (боғланган) технологик жараёнлар. Карбамид ишлаб чиқариш ва грануллаш зонасида асосий технологик жараёнларни амалга ошириш учун қуйидаги ёрдамчи тизимлар мавжуд: - технологик конденсатни қайта ишлаш тизими; - конденсатни олиш ва ювиш тизими; - шамоллатиш (машъал) ва дренаж тизимлари.

5-боб. Полимерлари ва уларнинг хоссалари, 5-20 параграф бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Карбамид формуласи ва унинг хоссалари.
2. Карбамид қандай маркаларга бўлинади?
3. Карбамид таркибида қанча азот бор?
4. Карбамид минерал ўғитнинг гарнулометрик таркиби қанча бўлиши керак?
5. Карбамид олиш технология қандай бўлимлардан иборат?
6. Карбамид синтези реакциясини ёзинг ва таърифланг?
7. Қиздириш натижасида карбамид қандай моддаларга ажрайди?
8. Карбамидни бойитиш концентрациясига нечага тенг?
9. Карбамиднинг товар фракцияси қайси оралиқдаги заррачаларни ўз ичига олади?

5.21. Литий бирикмаларини олиш технологияси

Литий 1817 йилда швед кимёгари Йохан Август Арфведсон томонидан кашф килинган. У литийни петалит ($LiAlSi_4O_{10}$) минералини таҳлил қилиш жараёнида аниқлаган. Арфведсон ушбу минерал таркибида янги, аввал маълум бўлмаган элемент борлигини пайқаган, аммо у литийни алохида элемент сифатида ажратиб олишга муваффақ бўлмаган. Кейинчалик, 1821 йилда Ҳэмфри Дэви ва Вильям Брэнд электрли парчалаш (электролиз) усули орқали литийни металлик ҳолда ажратиб олишга муваффақ бўлишган. Шундан кейин литий турли соҳаларда тадқиқ қилиниб, унинг муҳим физик-кимёвий хусусиятлари аниқланган.

Литий – Менделеев жадвалидаги водород ва гелийдан кейинги учинчи элементдир. У энг енгил ишқорий металл бўлиб, атом массаси 6,939 г/моль ва зичлиги 0,534 г/см^3 ни ташкил қилади. Литий юқори электрод потенциалига эга (3,045 Вольт) ва барча қаттиқ элементлар орасида энг юқори ўзига хос иссиқлик сиғимига эга. Литий бирикмалари саноатнинг турли соҳаларида катта аҳамиятга эга. Литий ва унинг бирикмалари нафақат шиша, керамика, совуттичлар ва батареялар ишлаб чиқаришда, балки пластик мойламаларнинг экстремал температураларга чидамлилигини оширишда, алюминий ишлаб чиқаришда, фармацевтика ва резина саноати учун катализаторлар яратишда, шунингдек, ҳавони тозалаш ва қуритиш тизимларида қўлланилади.

Литий кам учрайдиган элементлардан бири бўлиб, унинг ер қобиғидаги миқдори 0,007% ни ташкил қилади. Литий ресурслари икки асосий турга бўлинади: суюқ ва қаттиқ. Суюқ турларига денгиз суви, шўр кўллар, геотермал сувлар киради, қаттиқ турларига эса минерал конлар ва литий-ион батареялари ҳамда электрон саноати чиқиндилари каби қайта ишланган хом-ашёлар киради (5.68-расм).

Литий ресурсларининг жаҳон миқёсидаги ҳажми 14-15 миллион тонна деб баҳоланади. Литий бирикмаларини ўз ичига олган минералларнинг асосий конлари Чили, Хитой, Канада, Россия, Сербия, Конго ва Афғонистонда жойлашган. Литий табиатда эркин ҳолда учрамайди ва у 150 дан ортиқ минераллар ҳамда гиллар таркибида мавжуд.

Литийнинг катта миқдори денгиз ва океан сувлари, шўр кўлларнинг сувлари ҳамда геотермал сувларда жамланган бўлиб, улар жаҳон ресурсларининг 70-80% ни ташкил қилади. Бироқ, денгиз ва океан сувлари саноат миқёсида литий ишлаб чиқариш учун ҳали манфаатли эмас, чунки уларда литийнинг концентрацияси паст (0,1-0,2 ppm), гарчи умумий миқдори тахминан 2600 миллиард тоннани ташкил килса ҳам.

Пегматит холида	Чўкинди холида	Шўр сув холида
Сподумен **Лепидолит** **Петалит** **Зинвалдит** **Амблигонит** **Евкриптит**	**Смектитлар** **Иллитлар** **Жадаритлар** **Сералитлар** **Зеолитлар** **Комбинацион бирикмалар**	**Шўр сувлар** **Нефт конп сувлари** **Геотермал сувлар** **Океан сувлари**
		

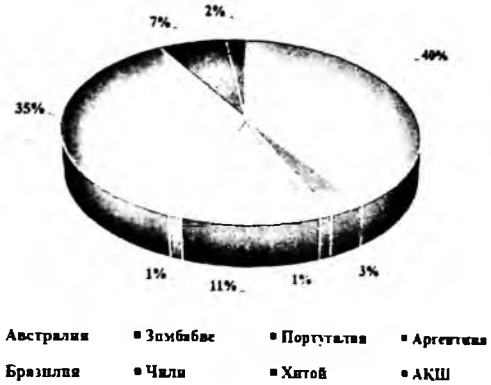
5.68-расм. Таркибида литий тутувчи хом-ашё ресурслари.

Геотермал сувларда литийнинг миқдори 1 дан 100 ppm гача бўлади. Бироқ, бундай сувлардаги бошқа металлларнинг юқори концентрацияси литийни ажратиб олиш ва қайта ишлашни қийинлаштиради. Шўр кўллар сувлари литийга бой бўлиб, улардаги концентрация юзлаб ёки минглаб ppm ни ташкил этади. Бироқ, магнийнинг юқори концентрацияси бу эритмаларни қайта

ишлашни мураккаблаштиради. Шунингдек, шўр кўллар сувларидаги ишкорий ва ишкорий-ер элементларининг юкори концентрацияси литийни ажратиб олишда кийинчилик туғдиради.

Хозирги вақтда литий асосидаги асосий махсулотлар литий карбонати, минерал концентратлар ва литий гидроксиди бўлиб, улар жахон бозорининг 80% ни ташкил килади. Литий карбонати сподумен рудалари ва шўр кўллар эритмаларини кайта ишлаш оркали олинади.

Сподумен – саноат ишлаб чикариш учун илк хом-ашё хисобланади. Бу руда пегматит деб аталадиган тош таркибида мавжуд. Унда литийнинг таркиби 1-4% ни ташкил килади ва кайта ишлашда унинг чикиши 60-70% гача етказилади. Сподумендан ташкари, литий карбонатини миқдори 6% гача етиб, улар амблигонит, лепидолит, непидалит, неталлит ёки синвалдит деб аталади.



5.69-расм. Литий ишлаб чикаришнинг дунё бўйича давлатлар кесимидаги хажми.

Литий рудаларининг камайиб бориши натижасида, литийни саноат миқёсида ажратиб олиш учун сувли эритмалардан фойдаланиш зарурати пайдо бўлмокда. Сувли литий ресурслари шўр кўллар эритмалари, геотермал сувлар, денгиз ва океан сувларини ўз ичига олади.

Сувли эритмаларда литийнинг концентрацияси паст бўлишига карамасдан, уларнинг кенг тарқалганлиги хамда кайта ишлашнинг соддалиги туфайли бу йўналиш истикболли хисобланади.

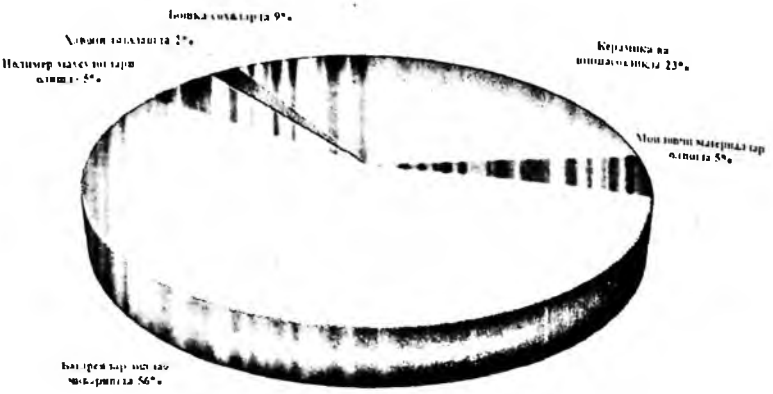
Сувли эритмалардан литийни ажратиб олишнинг турли усуллари хакида кенг илмий-техник адабиётлар мавжуд. Бу усуллар литий бирикмаларини экологик тоза, юкори селектив, иқтисодий жихатдан мақбул ва техник жихатдан содда тарзда ишлаб чикаришни ривожлантиради. Бугунги кунда литий ишлаб чикариш асосан Австралиядаги каттик тошларни қазиб олиш ва Чилидаги шўр эритмаларни қайта ишлаш хисобига амалга оширилмокда, бунда ушбу мамлакатлар жахон литий захираларининг катта қисмини ташкил қилади (5.69-расм).

2017 йилдан бошлаб хозирги вақтга қадар дунё бўйича литий ишлаб чикариш хажми тахминан 43000 тоннани ташкил этади ва дунё микиёсидаги умумий литий захиралари эса тахминан 16 миллион тоннани ташкил этади.

Литийнинг қўлланиш соҳаларига оид маълумотлар 5.70-расмда келтирилган бўлиб, ундан кўринадики батареялар литий ва унинг бирикмаларини ишлатилиш сохасининг катта қисмини ташкил этади.

Литий ўрнини босувчи кўплаб элементлар мавжуд. Шиша ва керамика ишлаб чикаришда натрий ёки калий флюсларидан фойдаланиш мумкин, батареялар ишлаб чикаришда эса кальций, магний, симоб ёки рух билан алмаштириш мумкин. Аммо бу элементлар асосида ишлаб чикилган батареяларда энергия сиғими пастлиги сабабли кам қўлланилади.

Литий, XXI асрда хавфсиз яшил энергетика ривожининг асоси хисобланиб, хоссалари бўйича юқори даражада энергия сақлаш қобилиятига эга ва келажакда углеводородли ёкилғи ресурсларни ўрнини эгаллаши билан мухим хисобланади. Шу муносабат билан махаллий хом-ашё манбаларидан литий карбонат олиш технологияларини ишлаб чикиш, катта аҳамият касб этади. Литий учун энг юқори ўсиш потенциалига эга бўлган соха – аккумуляторлардир. 2000 йилдан бошлаб литийнинг батареяларда ишлатилиши йилда 20% дан ортик ўсди.



5.70-расм. Литийнинг қўлланиш сохалари.

Литий-ионли батареялар (ЛИБ) бир марталик ёки қайта зарядланадиган бўлиб, улар биринчи даражали ёки иккинчи даражали батареялар сифатида таснифланади. Иккинчи даражали литийли батареялар шахсий электроникада литийсиз аналогларга нисбатан кўпрок талаб қилинади.

Атмосферага чиқарилаётган чиқинди газларни камайтириш бўйича геосиёсий ҳаракатларни ривожлантирилиши, литийга бўлган талабни оширишга олиб келади. Европа иттифоқига аъзо давлатлар чиқиндиларни камайтириш бўйича ўлчовли мақсадлар белгилаб, улар иқтисодиётини қазиб олинадиган ёқилғидан, қайта тикланадиган энергия манбалари (қуёш, шамол ва бошқалар)га ўтказишни кўзда тутади. Литий-ионли аккумуляторлар энергияни сақлашда афзаллигини сақлаб қолса, иккинчи даражали литий-ионли аккумуляторлар транспорт воситаларининг қазиб олинадиган ёқилғидан ўтишида ва қуёш, шамол энергиясининг узлуксизлиги муаммоларини ечишда мухим роль ўйнайди.

Аккумуляторлардан кенг фойдаланишнинг ортиб бориши натижасида литийга бўлган эҳтиёж йилига 8-11% ошиб бормокда. Маълумотларга кўра, 2100 йилга бориб жаҳон бозорида литийга бўлган эҳтиёжни қондириш учун йиллик талаб 20 миллион метрик тоннага етиб боради.

АҚШ геология хизматининг 2017 йилдаги минерал товарларнинг махсулотлари тўғрисидаги хисоботига кўра, литийнинг жаҳон ресурслари 40 миллион тонна деб баҳоланган. 2018 йилдаги хисоботга кўра, литийнинг жаҳон ресурслари тахминан 53 миллион тоннагача кўпайган. Янги ресурсларнинг аникланиши литийга бўлган талабнинг ўсиши ва унинг нархининг кўтарилишидан фойдаланишга интилаётган геологик кидирув гурухлари фаолиятининг натижасидир. Ҳозирги вактда литий ресурсларининг баҳоси литийга бўлган талабнинг баҳосидан юкори бўлса-да, барча литий ресурслари уни қазиб олиш учун бир хил даражада қулай эмас. Иқтисодий жихатдан энг жозибали бўлган литий ресурслари биринчи навбатда ишлаб чиқарилади, технологик янгиликлар қазиб олиш харажатларини пасайтирганидан кейингина мураккаброк литий ресурсларидан фойдаланилади. Шу билан бирга, талаб ва таклиф ўртасидаги тафовутни бартараф этиш қайта ишлаш, янги ресурсларни ишлаб чикиш ва материалларни алмаштиришга боғлиқ бўлади.

2009 йилда АҚШ энергетика вазирлиги АҚШда литий-ион автомобиль аккумуляторларини қайта ишлаш заводини куришни қўллаб-кувватлаш учун литий-металл ва литий-ион аккумуляторларни қайта ишлаш бўйича америка компаниясига 9,5 миллион АҚШ доллари ажратган. 2050 йилгача литийни қайта ишлаш кўрсаткичи дунё бўйича 25 фоизга етиши ҳақидаги тахминлар илгари сурилмокда.

Бугунги кунда дунё миқиёсида литий ва унинг бирикмаларини ишлаб чиқариш даражасининг пастлиги сабабли, доимий ривожланиб бораётган мураккаб литий-ион батареялар (ЛИБ) саноати ривожланишининг секинлашишига сабаб бўлиши мумкин.

Катта автомобиль аккумуляторларини ишлаб чиқариш ҳамда литий аккумуляторларини қайта ишлашда мавжуд қийинчилик ва тўсиқларни бартараф этиш мақсадида аккумуляторларда литийни стандарт қўллаш усулини яратиш талаб этилади. Катта транспорт воситалари учун

аккумуляторларни кайта ишлаш дастурлари қўлланма сифатида хозирги қўлланилаётган қўрғошин-кислота аккумуляторларини қайта ишлаш тизимидан фойдаланиб ишлаб чиқилади.

Литий ва унинг бирикмаларини ишлаб чиқариш соҳасидаги ютукларга қарамасдан, ўсиб бораётган талабни қондириш учун янги ресурсларни кашф қилиш талаб этилади. Қаттиқ ва суюқ манбалардан литий ажратиб олиш бўйича 15 та янги лойиҳалар тўплами 5-58 жадвалда келтирилган. Ушбу лойиҳалар 2020 йилдан бошланган бўлиб, уларнинг умумий ишлаб чиқариш қуввати литий карбонати эквиваленти (ЛКЭ) бўйича йилига тахминан 320000 метрик тоннагача етиши мумкин.

5-58 жадвал.

Суюқ ва қаттиқ хом-ашё ресурсларидан литий ажратиш бўйича лойиҳалар

Давлатлар номи	Компаниялар номи	Лойиҳа номи	Хом-ашё тури	Йиллик ишлаб чиқариш қуввати
Аргентина	«Galaxy Resources»	Sal de Vide	Континентал шўр сувлар	25000
Австралия	Altura	Pilgangoora	Пегматит	19,000
Аргентина	Lithium Americas	Cauchari-Olaroz	Континентал шўр сувлар	20000
Австралия	Reed Resources	Mount Marion	Пегматит	25000
Аргентина	Rodonia	Salar de Diablillos	Континентал шўр сувлар	15000
Аргентина	Orocobre	Olaroz lithium plant	Континентал шўр сувлар	17500
Боливия	Comibol	Salar de Uyuni	Континентал шўр сувлар	30000
Канада	Nemanska Lithium Inc.	James Bay	Пегматит	47000
Чили	Albermarle	La Negra	Континентал шўр сувлар	20000
Финляндия	Kliber Oy	Ostrobothnia	Пегматит	4080
АҚШ	Western Lithium	Kings Valley	Гекторит гили	26000
Мексика	Bacanora Minerals Ltd.	Sonora	Гекторит гили	35000
АҚШ	Simbol	Salton Sea	Геотермал шўр сувлар	16000
АҚШ	Standard Lithium	Arkansas	Нефть кони ёнидаги сувлар	20000
Жами:				319500

2021 йилда литийнинг жаҳон бозорининг ҳажми 6,83 миллиард АҚШ долларига баҳоланди ва 2022 йилдан 2030 йилгача йиллик ўсиш суръати 12,0% га ошиши кутилмоқда.

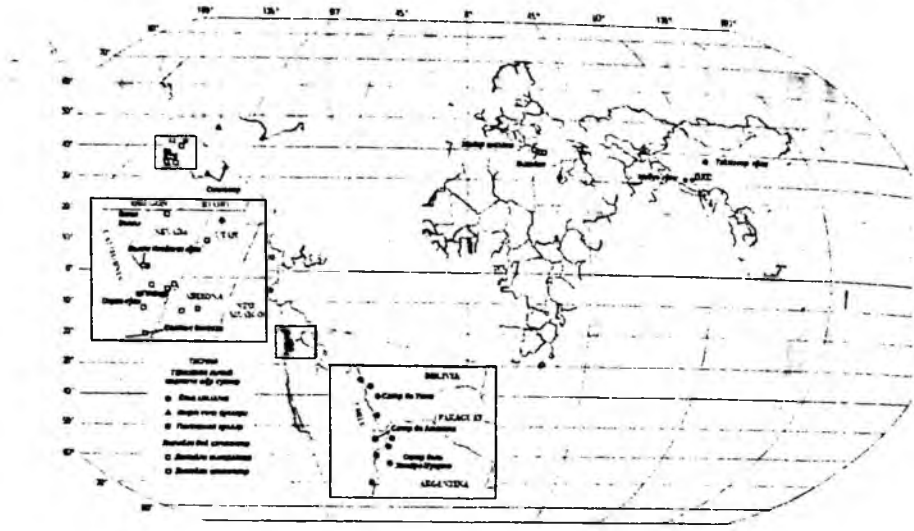
АҚШ аккумулятор ишлаб чиқариш соҳасида Хитойдан кейинги муҳим ўринни эгаллаб, дунёдаги литийнинг асосий истеъмолчиларидан бири ҳисобланади. Мамлакат бу муҳим металлнинг улкан захираларига эга. АҚШ геологик хизмати маълумотларига кўра, 2020 йилда АҚШ да таркибида литий сақловчи суюқ ва қаттиқ ресурслар 7,9 миллион тоннани ташкил этган. Бироқ, мамлакат дунё бўйича умумий талабнинг фақатгина 1 % қайта ишлайди. 2020 йилда АҚШ да ишлаб чиқариш фақат Невада штатидаги биргина жойда амалга оширилган. Шунга қарамай, яқин йилларда мамлакат бу сохада ўзининг ишлаб чиқариш қўламини кенгайтириши кутилмоқда. Оммавий ишлаб чиқариш туфайли бирлик махсулот учун харажатлар камаяди, бу литий асосидаги махсулотлар (масалан, литий-ион батареялар) нархини пасайтиради. Ишлаб чиқариш қувватининг ошиши литийнинг бозор таклифларини кўпайтиради, бу эса нархларнинг барқарорлашувига ва ракобатбардош бозор шароитларини шакллантиришга ёрдам беради. Янги қазилма бойликларини қайта ишлаш усуллари ва юқори самарали экстракция технологиялари литий ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини оширади. Литийнинг геосиёсий таксимоти (асосан Австралия, Чили ва Хитойда тўпланган) ва экологик муаммолар (сув ресурсларининг сарфи) бозорнинг барқарорлигига таъсир кўрсатади. Литий бозори талаб-таклиф дисбаланси ва геосиёсий хавфлар (масалан, ресурсларнинг географик марказлашуви) туфайли ўзгарувчанликни сақлаб қолади. "Яшил энергия" га ўтиш жараёни литийга бўлган талабни барқарор равишда оширади, бу эса узоқ муддатда нархларнинг юқори даражада қолишига сабаб бўлиши мумкин.

Литий нархининг ушбу даражада сақланиши глобал "яшил энергия" га ўтишнинг суръатини ошириш учун муҳим аҳамият касб этади.

5.21.1. Литий суюқ хом-ашё манбалари

Литий манбалари асосан пегматитлар, океан, денгиз сувлари ва ерости шўр сувларида учрайди. Пегматитлар қаттиқ минерал ресурслар бўлиб, уларда кристалланган литий, одатда, сподумен шаклида мавжуд бўлади. Шўр сувлар – булар минералларга бой тузли эритмалар бўлиб,

улар ер юзасида ҳам, ерости сувларида (геотермал сувларда) ҳам учраши мумкин. Литий турли жараёнлар ёрдамида ўзининг биринчи манбаидан мобилизация қилиниб, ёпиқ резервуарларда тўпланиши орқали шўр эритмаларда концентрацияланиши мумкин. Қўшимча литий ресурслари гилларда ҳам учрайди. Литийга бой гиллар, масалан, гекторит ёки гидротермал флюидлар билан ўзаро таъсирлашуви натижасида ювилиши ва ўзгариши орқали шаклланади (5.71-расм).

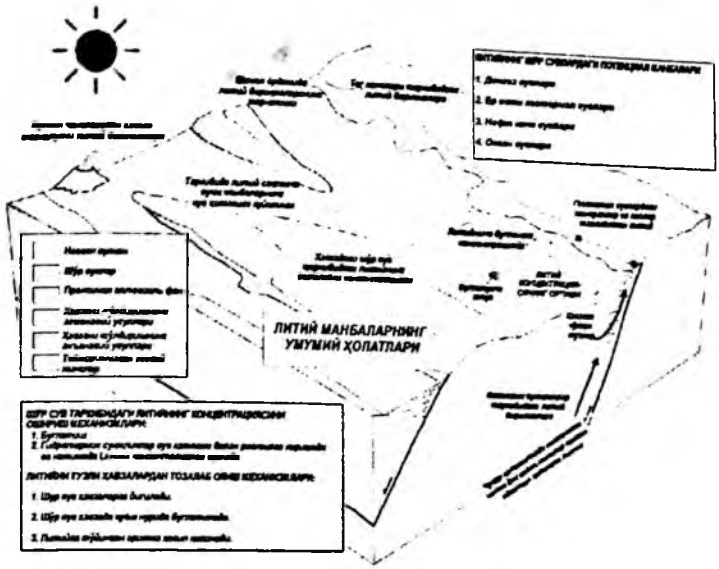


5.71-расм. Литийга бой шўр сувлар, гиллар ва цеолитларнинг жойлашиши.

Литийга бой шўр ерости суви конлари юқори концентрацияли тузли ерости сувларининг йиғиндисини ташкил этади. Маълумотларга кўра, шўр сувлар литий билан геотермал сувлар, гиллар, вулқон қоплами ёки бошқа эҳтимолий тош жинслардан бойитилади. Литий океан сувларида ҳам мавжуд, аммо юқорида айтилган манбалардан бойитилмасдан иқтисодий даражада концентрациялаш мумкин эмас. 5.72-расмда шўр эритмаларнинг глобал миқёсда аниқланган ресурслари кўрсатилган. Айрим шўр эритмалар манбалари таркибида литий мавжуд бўлиб, улар ўзининг кимёвий хусусиятлари туфайли литийни сақлаш ва унинг концентрациясини оширишда муҳим роль ўйнайди. Бу манбалар литийни узоқ муддат ушлаб туриш имконини беради ҳамда унинг миқдорини табиий равишда юқори даражада сақлашга ёрдам беради.

Таркибида литий сақловчи барча суюқ манба ресурслари литийнинг сақланиши ва концентрацияси учун муҳим бўлган кўплаб умумий хусусиятларга эга. Одатда литий тоғ жинсларидан ажратиб олиш жараёнида мобилизация қилинади ёки гидротермал суюқликлар билан материк жинслари ўртасидаги ўзаро таъсир натижасида ҳосил бўлади. Ёпиқ ҳавзаларда, сувлар ёки континентал оқимлар тўпланади ва бу ҳавзалар литийни сақлашда муҳим рол ўйнайди, чунки бундай ҳавзаларда сув чиқиб кетмайди, бу эса минераларнинг концентрациясини оширади. Вақт ўтиши билан ёпиқ ҳавза, фақатгина сув даражаси ҳавзанинг сиғимидан ошмаганда сақланиб қолиши мумкин. Акс ҳолда, ҳавзадан суюқлик ва минерал йўқотилиши содир бўлади. Қуруқ иқлим тезроқ буғланишга олиб келади, бу эса литийнинг концентрациясини ошириш имконини беради. Литий, одатда, тузли эритмада сузувчи ҳолатда қолишга мойил бўлади ва чўкмайди. Агар тузли эритмани концентрациялаш учун етарли вақт мавжуд бўлса, ёпиқ ҳавза охир-оқибатда литийга бой сувли горизонт ёки қуриган кўлга айланиши мумкин.

Суюқ ҳомашё манбаларидан литий ишлаб чиқариш жараёни кўпинча қаттиқ жинслардан ажратиб олиш нисбатан анча арзонроқ ва энергия жиҳатидан самаралироқдир. Дунё бўйлаб саноат захираларининг 70% қисми Жанубий Америкада жойлашган, бу ҳудуд "литий учбурчаги" деб аталади.



5.72-расм. Литий манбаларининг умумий ҳолати.

Литий учбурчаги Чили, Боливия ва Аргентинани ўз ичига олади. Чилининг Салар де Атакама минтақасида ўртача 1400 миллионга тенг юқори сифатли литий тузи мавжуд. Ушбу ҳудудда литий ажратиб олиш жараёни бошланишидан олдин 450000 тонна литий мавжудлиги баҳоланган. Чилидаги тузли ҳавзалардан литий ажратиб олинади, бу сувлар кейинчалик ёпиқ ҳавзада йиғилади. Салар де Атакамада қуёш энергияси ёрдамида литий тузини концентрациялашга алоҳида эътибор қаратилган. Ушбу концентрациялаш усули 50% кетрик айта ишлаш коэффициентига эга бўлиб, Атакама чўлидаги қурғоқчил иқлим ва денгиз сатҳидан баландликка асосланган. Ушбу жараён ўртача саккиздан ўн икки ойгача давом этади, аммо литий концентрациясининг сезиларли даражада ортиши сабабли ушбу усул юқори самарадорлик касб этади.

Салар де Уюни Боливия ҳудудида жойлашган бўлиб, унинг захиралари тахминан тўққиз миллион метрик тонна литийни ўз ичига олади, бу эса дунё бўйлаб литий захираларининг 15 фоизини ташкил этади. Салар де Уюни 10,000 км^2 майдонда жойлашган тузли текислик бўлиб, унинг литий концентрацияси 500 дан 4700 ppm гача ўзгариб туради. Ушбу ҳудудда шунингдек, Атакама тузли ҳавзасидан уч баравар юқори магний концентрацияси ҳам мавжуд. Магний тузлари литий ажратиб олиш жараёни давомида қайта ишланади. Катта майдон, ўзгарувчан концентрациялар, юқори магний миқдори ва Атакамага нисбатан камроқ қурғоқчил иқлим сабабли, ишлаб чиқарувчилар Салар де Уюни ҳудудида саноат миқёсида ишлаб чиқаришни йўлга қўйишга ҳаракат қилишмоқда. Ҳозирги вақтда литий ишлаб чиқариш йиллик 120 тоннага баҳоланмоқда.

Салар де Ҳомбре Муэрто Аргентинада жойлашган. Ҳомбре Муэрто захиралари Салар де Атакамага нисбатан майдони кичик бўлса-да, литийни олиш учун чуқурлик кўпроқдир. Унинг концентрацияси ўртача 650 ppm ни ташкил этади ва тахминан 375,000 метрик тонна литий захирасига эга эканлиги тахмин қилинмоқда. Бу ҳудудда литий асосан алюминий оксиди адсорбция тизими ёрдамида олинади, бу эса 47% ажратиш даражасини таъминлайди. Ҳомбре Муэрто йиллик тизими ёрдамида олинади, бу эса 47% ажратиш даражасини таъминлайди. Ҳомбре Муэрто йиллик ишлаб чиқариши тахминан 12,000 тонна литий карбонатини (Li_2CO_3) ташкил этади. Аргентинада ишлаб чиқариши тахминан 12,000 тонна литий карбонатини (Li_2CO_3) ташкил этади. Аргентинада бошқа тузли ҳавзалардан, масалан, Салар дел Ринсон ва Салар дел Оларосдан литий ажратиб олинмоқда. Ушбу жойлардаги захиралар мос равишда 250000 ва 325000 тонна литийга баҳоланмоқда.

Литий учбурчагидан ташқарида, Хитой ва АҚШ да қўшимча литий захиралари мавжуд. Хитойда литий захираларининг учта муҳим манбаи мавжуд: Чжабуйе тузли кўли, ва Кайдан тузли кўл ҳавзаси.

Чжабуйе тузли кўли – бу литий карбонатининг табиий чўкиши ва кристалланишининг ягона рўйхатга олинган ҳолати. Тузли кўл ўртача 400 ppm концентрацияга эга бўлган кичик ресурсни ифодалайди ва унда 160,000 тонна литий захиралари мавжуд. Шунингдек, Кайдан ҳавзасида дунёдаги энг йирик литий карбонатини ишлаб чиқариш заводи жойлашган.

АҚШ да литий тузини ишлаб чиқариш 1966 йилда Невада штатидаги Клейтон-Вэллида бошланган бўлиб, тузнинг концентрациясини ошириш учун қуёш энергиясидан фойдаланилади. Ишлаб чиқариш бошланишидан олдин литий захиралари 118,000 тонна деб баҳоланган. Литий концентрацияси 1966 йилдаги дастлабки 360 ppm дан 2008 йилда 230 ppm гача пасайган.

Бошқа бир потенциал литий манбаи геотермал сувлар ҳисобланади. Геотермал сувларнинг асосий қиймати уларда мавжуд бўлган иссиқликда бўлиб, бу иссиқликни механик энергияга айлантириш мумкинлиги алоҳида аҳамият касб этади.

Бундан ташқари литий билан бойитилган нефть захиралари ҳам аниқланган. АҚШ да литийни ўз ичига олган захиралар Техас, Арканзас, Шимолий Дакота, Ваёминг ва Оклаҳома штатларида топилган. Энг юқори концентрациялар Смасковер формациясида аниқланган, аммо литий захираларини баҳолашда баъзи бир чекловлар мавжудлиги сабабли аниқ рақамлар келтирилмаган.

Сўнги йилларда ноанъанавий хом-ашё манбаларидан литий тузларини олиш усуллари фаол равишда ишлаб чиқилмоқда. Литий табиий шўр сувлардан АҚШ ва Чили давлатларида олинмоқда. Чили давлатида Атакама чўлидаги ер ости шўр сув захиралари асосида литий ажратиб олиш комбинати қурилган. Литийга бой турли хил шўр сувлар таркиби 5-59 жадвалда келтирилган.

5-59 жадвал.

Литий гидроминерал хом-ашё ресурсларининг кимёвий таркиби

№	Давлатлар ва манбалар номи	Ионлар таркиби, г/л						
		Li^+	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}
1	Россия, Саха Республикаси (Якутия) (Удачнинск компл.)	0,41	35,6	20,3	11,2	65,5	220	–
2	Чили (Атакама)	0,5-0,2	113,4	32,1	11,4	0,5	210,6	17,2
3	Россия, Иркутск вилояти (Ковыктинское)	0,39	1,9	11,7	29,0	154,0	338,9	–
4	Боливия (Де-Юни)	0,8-2,0	105,2	24,2	16,6	0,5	190,5	9,1
5	Россия, Иркутск вилояти (Знаменское)	0,48	2,4	4,3	28,5	134,3	322,5	–
6	Хитой, Цинхай (Дунтай)	0,49	68,6	17,7	29,3	–	190,4	23,1
7	Россия, Красноярск вилояти Сухотунгусское)	0,22	46,8	23,1	9,5	58,8	233,9	–
8	Россия (Тарумовское)	0,2	67,0	3.8	0,8	10,1	127,3	–
9	АҚШ, Невада (Кумуш Тепалик Кўли)	0,44	88,0	11,0	0,7	0,6	128,5	–
10	Россия, Эвенкия (Верхнекостинское)	0,45	50,2	19,7	11,2	81,7	271,8	–
11	Хитой, Цинхай (Илипин)	0,96	1,4	1,1	107,8	4,3	326,0	0,1
12	Ўзбекистон (Орол денгизи)	0,11	54,92	3,67	10,25	0,80	70,90	22,11

Табиий литий миқдори 0,32 дан 1 г/л гача бўлган шўр сувлар одатда қуёшда буғлантириш усули орқали концентрацияси оширилиб сўнгра қайта ишланади. Литий сақловчи минерал хом-ашёлари орасида Жанубий Америкадаги конлар, айниқса салар (шўр ҳавзалар) муҳим ўрин тутади, бу ерда шўр сувларда литий концентрацияси 1,0 дан 2,5 г/л гача етади.

Галургик буғлантириш схемасини қўллаш орқали литий миқдори 40 г/л дан юқори бўлган концентратлар олиш мумкин. Литийнинг асосий гидроминерал захиралари Чилида, машҳур Атакама Саларида жамланган, у тахминан 3000 км^2 майдонни эгаллайди. У Чилининг шимолида, денгиз сатҳидан 2300 метр баландликда жойлашган бўлиб, шарқ томондан Кордильераниг шарқий тармоғи билан, ғарб томондан эса Домейко Кордильераси ва Атакама чўли билан чегараланган. Бу ҳудудда сувнинг буғланиши йилига 3200 мм ни ташкил қилади, атмосфера ёғингарчилиги миқдори эса атиги 15 мм ни ташкил қилади. Одатда шўр сувлар таркибида литийнинг концентрацияси 30 дан 40 метргача бўлган чуқурликда энг юқори кўрсаткични қайд этади.

5.21.2. Сувли манбалардан литий ажратишнинг усуллари

Бугунги кунда литийни сув ресурсларидан ажратиб олиш учун турли замонавий техникалар ва технологиялар қўлланилади. Бу усуллар асосан сувдаги литийнинг концентрациясига, физик-кимёвий хусусиятларига, шунингдек, иқтисодий жиҳатларга боғлиқ ҳолда танланади. Литий сувли манбалардан асосан қуйидаги усуллар ёрдамида ажратиб олинади: Қуёшда буғлантириш, ион алмашиниши ва адсорбция, мембраналы технологиялар, ҳамда электрокимёвий чўктириш усуллар шулар жумласидандир.

Кенг қўлланиладиган қуёшда буғлатиш технологияси Li_2CO_3 нинг чўкиши ва кристалланишининг бир нечта боскичларини ўз ичига олади. Афсуски, бу жараён жуда кўп вақт талаб қиладиган жараёнлар каторига киради. Бундан ташкари, Li_2CO_3 нинг чўкиши бошқа ёндош ёндош тузлардан тозалашга тўғри келади. Кимёвий чўктириш жараёни литийнинг алюминат ёки литий карбонати кўринишида чўкишини таъминлайди, бу алюминий хлориди ёки кальцинацияланган сода қўшилиши ҳисобига амалга оширилади. Аммо бу усул магний ва литийнинг юқори нисбатига эга бўлган ва кўп миқдорда аралаш тузлар мавжуд бўлган ҳолларда самарасиздир. Шунингдек, бу усулда катта миқдорда кимёвий реагентлар ишлатилади ва кўп миқдорда шлам ҳосил бўлишига олиб келади. Эритувчи билан экстракция усули махсус хелатловчи агентлар, масалан, триоктилфосфиноксид ва трибутилфосфатдан фойдаланган ҳолда, бошқа металл ионлари мавжудлигида литийни селектив равишда ажратиб олиш имконини беради. Аммо бу усул фақат магний ва литийнинг паст нисбатига эга шўр сувлар учун қўлланилади. Янада жиддийроғи, катта ҳажмда органик эритувчилардан экстрагент сифатида фойдаланиш, нафақат технологик ускуналарни коррозияга учратади, балки атроф мухитни ҳам ифлослайди. Шунинг учун, сувли ресурсларидан литийни олишнинг барқарор технологияларини яратиш долзарб ҳисобланади.

Электрокимёвий усуллар орқали денгиз сувидан литий ажратиб олиш, келажакда литий етишмовчилигини бартараф этиш имкониятини берувчи энг кенг таркалган усуллардан бири ҳисобланади. Аммо, электрокимёвий экстракция фақатгина литийнинг юқори концентрациясига эга бўлган эритмаларда самарали ишлайди. Кўплаб олимлар ўз тадқиқотлари давомида, литийни электрокимёвий экстракция қилиш жараёнига температура ва концентрацияганинг таъсири катта эканлигини аниқлаганлар.

Мембрана технологияси литий ажратиб олиш учун истиқболли ва экологик жиҳатдан тоза усул ҳисобланади, чунки у юқори энергия самарадорлиги ва узлуксиз жараёнларда қўллаш мумкинлиги билан ажралиб туради. Литийни ажратиш учун мембраналардан фойдаланиш ҳозирча лаборатория тадқиқотлари боскичида бўлиб турибди. Литийни босим остида ажратиш жараёнлари, хусусан, нано-фильтрация усули бўйича тадқиқотлар кенг таркалмокда. Нано-фильтрация литийнинг бир валентли катионини кальций ва айниқса магнийнинг икки валентли катионларидан ажратиш имконини беради. Аниқланишича, нано-фильтрация денгиз сувидан литийнинг 26% ва магнийнинг 85% дан ортиғини ажратиб олади. Калий ва натрийнинг бир валентли катионлари нано-фильтрация жараёнига таъсир этиши бўйича тадқиқотлар хозиргача давом этмокда. Бу усул билан олинган эритмалар жуда кам концентрацияли бўлиб, уларни кейинги қайта ишлашдан олдин қўшимча концентрациялаш жараёнини талаб этади.

Литийни тузли эритмалардан концентрация қилиш учун мембрана дистилляцияси ҳам қўлланилади. Бу усул тузларни эритмалардан ажратиш учун ишлатилади, аммо бойитиш жараёнида амалда қўлланилмайди. Ҳозирги вақтда литийни ажратиш билан бирга тоза сув олиш бўйича тадқиқотлар чекланган. Нано-фильтрация ва мембрана дистилляция жараёнларини бирлаштириш бўйича тадқиқотлар олиб борилмокда, бу эса фақатгина литийни эмас, кўп валентли катионларни ҳам ажратиш имконини беради. Тузли кўл эритмаларидан литий ажратиш бўйича тадқиқотлар, магний миқдорини камайтириш учун дастлабки нано-фильтрация ва мембрана дистилляциясини қўллаган ҳолда, литийни етарли концентрацияда олиш имкониятини беради.

Мембрана фильтрацияси калций ва магний катионларининг 90% дан ортиғини, калий, натрий ва литий катионларининг эса 42% дан 60% гача қисмини ушлайди. Нанодистилляция усули магнийнинг литийга нисбатини сезиларли даражада камайтириш имконини беради.

1990-йилларнинг бошида литий катионларини дастлабки эритмадан батарея-ион аккумуляторлар материалига электрокимёвий усулда ўтказиш бўйича дастлабки тажрибалар мувофаққиятли амалга оширилди. Ушбу тадқиқотлар давомида, ишчи электрод сифатида шпинелли λ-MnO_2 ва қарама-қарши электрод сифатида кислород ёки водород ҳосил бўладиган платинадан (Pt) иборат симдан фойдаланганлар. Бироқ, ушбу усулнинг камчилиги шундаки, сувни парчалаш

жараёни литий ажратиш билан бир вақтда амалга ошади ва бу жараён юқори харажатли ҳисобланади. Литий ажратиш учун аввал ишлатилган электрод материаллари литий-ион аккумулятор катод электродларининг аналоглари бўлиб, улар литийни ажратиш ва киритиш қобилиятига эга. Улар литий-ион механизмлари, назарий ва амалий имкониятлари, оксидланиш, қайтарилиш потенциаллари ёки уларнинг электрокимёвий хусусиятларини яхшилаш учун зарур бўлган турли методологиялари бўйича батафсил ўрганилган.

Бу усулларнинг асосий афзаллиги – литийни ажратиб олиш учун харакатлантирувчи куч сифатида токдан фойдаланиш, яъни актив материални регенерация қилиш учун қўшимча кимёвий реагентлар талаб қилинмайди. Батарея материалларининг сиғими (тахминан 30-35 мг/г) аввалги адсорбцион материалларникига яқин бўлса-да, ток таъсирида литийнинг ажралиш тезлиги кескин ошади, бу эса худди шу миқдордаги ***Li*** ни қисқа вақт ичида ажратиб олиш имконини беради.

Шу билан бир қаторда, материалларнинг гигроскопиклиги литийнинг якуний концентрациясини чеклайди, чунки ҳар бир циклда электродларда адсорбция қилинган эритма литийга бойитилган эритма билан аралашади. Бироқ, бу муаммони эритмаларни ювиш ва кичик ҳажм электрод блокли ячейка конструкциясидан фойдаланиш орқали ҳал қилиш мумкин.

5.21.3. Тузли кўл шўр сувларидан седиментация усулида литий олиш

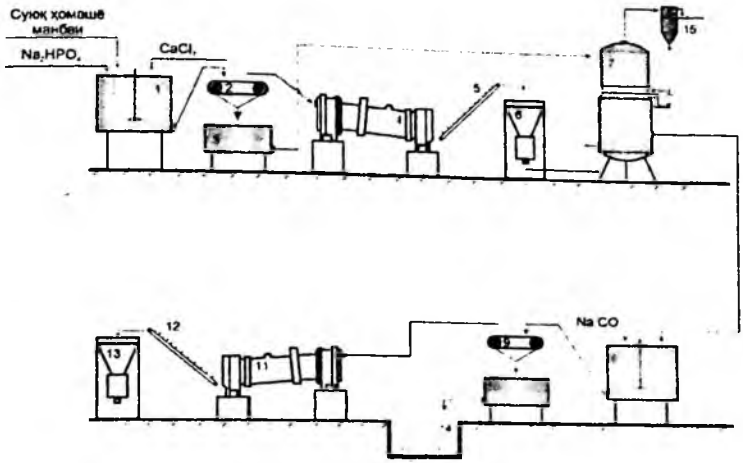
Седиментация усули жараённинг соддалиги, паст харажатлилиги ва саноат миқёсида қўллаш мумкинлиги каби афзалликларга эга. Сўнгги ўн йилликларда бу усуллар литийни эритмалардан ажратиб олиш учун иқтисодий ва илмий нуқтаи назардан фаол ўрганилмоқда. Бундай усулларга карбонизация орқали чўктириш, борат ва литийни биргаликда чўктириш, фосфатлар ва алюминатлар билан чўктириш усуллари кенг ўрганилган. Кўплаб олимларнинг тадқиқотлари натижасида литийни магнийдан ажратиш учун магний тузларини чўктиришнинг янги усулларини ишлаб чиқилди. Ушбу усуллар ёрдамида литий ва магний ресурсларидан комплекс тарзда фойдаланиш мумкин бўлади.

Гидрометаллургик жараёнлар орасида эритмадаги ***Li*** ни ажратишнинг энг кенг қўлланиладиган усули – седиментация усули ҳисобланади. Бу усул металл бирикмаларининг сувли эритмада эрувчанлик фаркига асосланган бўлиб, эрувчанлик температура ва ***pH*** мухит даражаси билан бошқарилади. Одатда чўктирувчи реагентлар сифатида Na_2CO_3, Na_3PO_4 ва ***NaOH*** каби реагентлар қўлланилади, улар металларнинг эритмадаги ионларини чўктириш учун фойдаланилади. Бу жараёнда литий Li_3PO_4 ёки Li_2CO_3 кўринишида ажратиб олинади, бу Li^+ ионлари ва чўктирувчи реагентлар ўртасидаги реакция натижасида амалга ошади. ***NH_4OH ва NaOH*** қўшиш орқали эритма ***pH*** мухитини ошириб, ***Ni, Mn ва Co*** нинг гидроксидлар шаклида чўкишига эришилади. Бошқа металлар ажратилгандан сўнг, реакция майдонига Na_2CO_3 киритилади ҳамда, литий карбонат (Li_2CO_3) шаклида чўктирилади.

Кўплаб тадқиқотлар натижаси шуни кўрсатадики, ишлатилган литий-ион аккумуляторлар (ЛИА) чиқиндиларидаги $LiFePO_4$ катод материалларидан ҳам литий чўктириш усули ёрдамида ажратиб олиш мумкин. Катод материалини чиқариб олишдан олдин унинг кристаллик тузилиши кимёвий ишлов бериш орқали бузилди. Катод материалидан $FePO_4$ ни H_3PO_4 ёрдамида ажратиб олинди, кейин эса қолган эритмага ***NaOH*** қўшиш натижасида литий Li_3PO_4 кўринишида чўктирилди.

Литий карбонатининг эрувчанлиги температура ошиши билан пасаяди. Шунинг учун карбонизация босқичи одатда 80-90°C оралиғидаги юқори температураларда амалга оширилади, бу ерда литий карбонатининг максимал эрувчанлиги 1,5-1,8 г/л ***Li*** (7,8-8,2 г/л литий карбонатига тўғри келади). Бу шароитларда 20 г/л ***Li*** концентрацияли бошланғич эритма билан ишлаганда, сўнгги босқичда литийни ажратиб олиш 90% дан юқори бўлишига эришиш мумкин бўлади.

Хона температурасида оксалат кислотасидан ($H_2C_2O_4$) фойдаланган ҳолда чўктириш натижасида кальций ва магнийдан мос равишда 22,43% ва 11,51% миқдорида тозалаш мумкин бўлади. Бошқа томондан, карбонатлар кальций ва магнийни 73,82% ва 98,86% гача чўктириши мумкин. Шунингдек, ҳар иккала чўктириш жараёни алюминий ва борни ҳам чўктиради, оксалат кислотаси ($H_2C_2O_4$) билан чўктиришда 32,24% ва 23,42% ни ташкил этса, карбонатлар билан эса тахминан 80% ва 23% кўрсаттични ташкил этади. Шунинг учун карбонатлардан фойдаланиш оксалат кислотаси ($H_2C_2O_4$) га қараганда анча самаралироқ эканлиги ҳақида хулоса қилиш мумкин.



5.73-расм. Сувли хом-ашё манбаларидан седиментация усулида литий карбонат олишнинг принципиал технологик схемаси

1,8 – аралаштиргичли реактор, 2, 9 – вакуум-фильтр, 3, 10 – йиғувчи бак, 4, 11 – барабанли қуритгич, 5, 12 – транспортер, 6, 13 – қадоқловчи қурилма, 7 – буғлатиш қурилмаси, 14 – йиғувчи ҳовуз, 15 – дистиллятор.

Бироқ, иккала усулда ҳам литнийнинг 14-23% миқдори чўкмалар билан биргаликда йўқотилади, шунинг учун юқори литний йўқотилишининг олдини олиш учун жараённи такомиллаштириш зарур бўлади. Ушбу седиментация усули натижасида олинган маҳсулот яхши кристалл таркибга эга бўлади ва уни иссиқ сувда ювиш орқали юқори тозаликдаги (99,55%) литий карбонат олиш мумкин бўлади.

Механик ва бошқа аралашмалардан фильтрлангандан сўнг, сув натрий гидрофосфат, кальций хлорид ва натрий гидроксид билан таъминланган реакторга (1) узатилади. Реакция натижасида ҳосил бўлган суспензия фильтрлаш учун вакуум-фильтрга (2) берилади. Ажратиб олинган қаттиқ фаза барабанли қуритгичда (4) қуритилиб, сўнгра қадоқланади ва комплекс ўғит сифатида омборга юборилади. Суюқ фаза буғлатиш учун буғлатиш қурилмасига (7) узатилади сўнгра натрий карбонат ва натрий гидроксиди билан таминланган реакторга (8) берилади. Реакция натижасида ҳосил бўлган суспензия фильтрлаш учун вакуум-фильтр (9) қурилмасига берилади. Фильтрлаб олинган литий карбонат барабанли қуритгичда (11) қуритилиб сўнгра қадоқлаш (13) қурилмасида қадоқланади (5.73-расм).

5.21.4. Сувли хом-ашё манбаларидан адсорбция усулида литий олиш

Литийни самарали ажратиб олиш ва қайта ишлаш технологияларини такомиллаштириш дунё миқёсида илмий тадқиқотларнинг муҳим йўналишларидан бири бўлиб қолмоқда. Бу жараёнда литийни табиий ва сунъий манбалардан ажратишнинг турли усуллари ишлаб чиқилмоқда, уларнинг орасида адсорбция усули айниқса истиқболли йўналишлардан бири сифатида эътироф этилмоқда.

Литийни адсорбция усули билан ажратиш умумий литий ишлаб чиқариш жараёнларига (масалан, бу қайтариш ва тўплаш) интеграциялаштириш имкони туфайли энг қулай усул ҳисобланади. Адсорбция усули экологик тоза бўлиб, селективлик ва ишлатиш жараёнининг соддалиги нуқтаи назаридан истиқболга эга. Адсорбция усули экологик жиҳатдан самарали, селектив ва эксплуатацияда содда бўлган усулдир. Бу усулда литий ионлари сувли эритмалардан физик ёки кимёвий адсорбция орқали осонлик билан селектив ажратилади.

Илмий тадқиқотлар шунни кўрсатадики, алюминий гидроксидлари (*AlOH*), алюминий оксидлари (AlO_x), марганец оксидлари (MnO_x) ва титан оксидлари (TiO_x) каби турли ноорганик кристаллик қаттиқ моддалар литий учун селектив адсорбентлар сифатида ишлатилади. Литийни тўғридан-тўғри шўр сувлардан ажратишда ишлатиладиган кўпгина адсорбентлар литий-ионли батареяларнинг катод материаллари сифатида ҳам қўлланилади. The Dow Chemical компанияси илк бор литийни шўр сувлардан селектив ажратиш учун анион алмашувчи смолаларига киритилган микрокристаллик *AlOH* ни ишлатишни таклиф қилганлар. Шунингдек, марганец оксидлари (MnO_x) денгиз сувидан литий ажратиш учун сорбентлар сифатида қўллаш таклиф қилинган. TiO_x материаллари литий-ион батареяларида ишлатилади ва уларни тузли эритмалардан литий ажратиш учун ишлатиш таклиф қилинмоқда.

Ноорганик кристалл сорбентларнинг хусусиятлари илмий ўрганилган ва ҳозирда бу қаттиқ сорбентларни табиий ва саноат суюқликларидан литийни селектив ажратиш ишлаб чиқариш тизимларида қўллаш борасида ишлар олиб борилмоқда. Металлларнинг кристаллик тарқиблари литийни адсорбция қилишда селективликни таъминлайди, чунки улар кристаллик матрица ичида ҳимояланган кўп сонли катион алмашинув марказларига эга. Бу матрица молекуляр элак вазифасини ўтайди: литийнинг кичик ионлари ички ион алмашиниш марказларига кириш имконини топса, каттароқ катионлар эса киришдан маҳрум қилинади.

Тадқиқотчилар MnO_x орқали литийни адсорбция қилишда асосий реакциянинг оксидланиш-қайтариш эмас, балки ион алмашинуви эканлигини исботлаган. MnO_x нинг селектив адсорбция қобилияти унинг кристаллик тарқиби билан боғлиқ бўлиб, бу тарқиб молекуляр элак сифатида литий ионларининг кристаллик панжарага киришига имкон беради, шу билан бирга бошқа ионларнинг киришини стерак тўсқинлик орқали чеклайди. Стерак тўсқинлик механизмлари TiO_x ва *AlOH* кристалларида литий ионларининг интеркаляцияси учун ҳам таклиф қилинган.

Титан ва марганец оксидлари асосидаги адсорбентлар бўйича асосий тадқиқотлар, асосан, литийни ажратиш жараёнларида уларнинг самарадорлигини ўрганишга қаратилган. Марганецни ўз ичига олган металл оксидлари, бошқа адсорбентлар билан солиштирганда ажратиш коэффициенти юқори эканлиги аниқланган, ушбу йўналишдаги тадқиқотлар асосан марганецга йўналтирилган. Марганец оксидида литийнинг адсорбция ва десорбция механизмини ўрганиш натижасида, бу жараённинг топотактик усулда адсорбция, ҳамда десорбция бўлиб, кристалл тузилиши бузилмаслиги аниқланган.

Литий-ионли елаклари литийни мураккаб сувли тизимлардан ажратиб олиш ва ионларни саралаш бўйича юқори функционаллиги билан селектив адсорбентлар ҳисобланади. Литий-ионли елаклар икки турга бўлинади: марганец оксиди (*LMO*) ва титан оксиди (*LTO*) асосидаги елаклар.

Эритмалардан литий ажратиб олиш технологиялари орасида ион елактларидаги адсорбция усули паст энергия сарфи ва экологик хавфсизлиги туфайли истиқболли усуллардан бири сифатида кўрилади.

Марганец асосидаги оксидлар (*LMO*) литий учун энг кўп ўрганилган ва селектив адсорбентлар ҳисобланади, чунки уларда адсорбция қобилияти юқори. Ҳозирга келиб бир неча турдаги *LMO* синтез қилинган бўлиб, улар MnO_2, $MnO_2{\cdot}0.3H_2O$ ва $MnO_2{\cdot}0.5H_2O$ асосида юқори адсорбция қобилиятига эга. Адсорбентларнинг адсорбция қобилияти *Li* ва *Mn* моляр нисбатига боғлиқ. *Li:Mn* моляр нисбати ошиши билан адсорбция қобилияти яхшиланади. *Li:Mn* моляр нисбатида $MnO_2{\cdot}0.5H_2O$ энг юқори адсорбция кобилиятига эгалиги исботланган. *LMO* типидаги литий-ион адсорбентлари шпинель тузилишига эга. $LiMn_2O_4$ шпинелидаги *Li* ва *Mn* катионларининг нисбати 1:2 га тенг, лекин муайян шароитларда бу нисбат бузилиши мумкин. Шпинель тузилишининг барқарорлигига қайта ишлаш жараёнидаги марганецнинг эрувчанлиги таъсир қилади, бу эса литий елактларининг адсорбция қобилиятини қайта ишлаш даврида пасайтиради.

Адсорбцион кобилият материалнинг морфологияси, пораси ва кристаллик таркибсига кучли боғлиқ бўлгани сабабли, илмий изланишлар юзасининг кенгайтирилган майдонига ва адсорбция-десорбция марказларига эга наноматериаллар орқали самарадорликни оширишга йўналтирилмоқда. Литийнинг монокристаллик нанотрубалари (*LMO*) деградациясини $(NH_4)_2S_2O_8$ элюент сифатида қўллаш орқали бартараф этиш мумкинлиги, шунингдек, марганецнинг эрувчанлигини камайтириш ва адсорбция-десорбция жараёнларида сиғимни сақлаб қолиш мумкинлиги аниқланган. Литий хлоридининг тоза эритмаларида олиб борилган тажрибаларда литийнинг ютилиш даражаси адсорбентнинг назарий сиғимининг 89,73% ни ташкил этган.

Литийни сувли эритмалардан адсорбция қилиш учун экологик тоза хитозанни қўллаш таклиф этилмоқда. Гидроксил ва аминогурухлар хитозанда эпионхлоргидриндаги эноксигурух ва

алкилхлорид билан кислота ва ишқор шароитида реакцияга киришиши, супермайда ионли елак ($H_4Mn_5O_{12}$) га хитозан қопламни (1:1 массали нисбатда) қўшиш натижасида материал юқори термик ва кимёвий барқарорликка эга бўлади. Марганецнинг эрувчанлиги 1,15% дан ошиб кетмайди. Литийни 433 К (≈160°С) температурадаги ва литий концентрацияси 25,78 мг/л бўлган геотермал сувдан ажратиб олиш учун адсорбцион қобилият 88,42% гача етади.

Литий-ионли *LMO* адсорбентларнинг сувли эритмаларда литийга нисбатан юқори самарадорлигига қарамай, марганецнинг эриши сабабли адсорбцион қобилиятнинг пасайиши юзага келади шу сабали уни саноат миқёсида қўллаш чекланган. Бу муаммолни ечиш учун темир билан легирланган, шпинель таркибли $LiMn_{2-x}Fe_xO_4$ магнитли қайта ишланадиган адсорбентлар қаттиқ фазали реакция усулида синтез қилинган. Қиздириш вақти, температура ва легирловчи темир миқдорининг фазавий таркибга, эрувчанлик йўқотишларига, адсорбцион хусусиятларга, шунингдек, эритманинг *pH* қийматига, литийнинг бошланғич концентрациясига ва адсорбция температурасига таъсирини ўрганиш мақсадида турли хил тадқиқотлар олиб борилган. Ушбу адсорбентларнинг адсорбцион қобилияти 34,8 мг гача етиши мумкинлиги аниқланган.

Марганецнинг эриши легирланмаган адсорбентларда 2,48% ни ташкил этса легирланганларида эса 0,51% гача камайиши кузатилади. Бу марганецнинг умумий улуши кўпайиши натижасида дисропорционаллаш реакциясининг ингибицияланиши билан изоҳланади. Легирланмаган адсорбентларнинг адсорбцион қобилияти 4-циклдан кейин ~50% гача тушганида, легирланганларда бу кўрсаткич ~32% ни ташкил этди. Натижада, темир билан легирланган литий-ионли адсорбентлар узоқ муддатли қайта ишлатилганда ҳам яхши барқарорликни намоён этади. Жараённинг соддалиги ва адсорбциянинг юқори селективлиги сабабли литийни паст концентрацияли эритмалардан ажратиб олишда бу усул энг мақбул деб тан олинган. Литий-титан асосидаги литий-ион адсорбентлар марганец асосидаги адсорбентларга қараганда кимёвий жиҳатдан барқарорроқ хисобланади. Геотермал сувлардан литийни ажратишда адсорбция энг мақбул усулларидан бири бўлсада, юқори адсорбцион хусусиятли ва барқарор адсорбентларни синтезлашнинг қийинлиги унинг амалий қўлланишини секинлаштирмокда. Бу муаммоларни бартараф этиш мақсадида *Ti-LiS* кукунсимон хитозан, шаклдаги адсорбентларнинг самарадорлигини ошириш учун турли композит материаллар билан мобилизация қилиш самарали усул деб тан олинади. Аммо бу адсорбцион хусусиятлар ва барқарорликни ошириш учун етарли бўлмайди. Полистирол, полиакрилонитрил, поливинилхлорид, полисульфон каби полимер боғловчи материаллар юқори кимёвий барқарорлик ва механик мустаҳкамликка эга бўлиб, қопламалар учун яхши материаллар хисобланади.

Шунга қарамай, бундай композит материалларнинг адсорбция тезлиги ва сиғими кукунсимон адсорбентларникидан анча паст. Бу жиҳатдан, юқори махсус юза ва, шунингдек, яхшиланган адсорбцион қобилиятга эга бўлган полимер толалар асосидаги ипсимон материаллар кўпроқ истиқболлидир. Аммо боғловчи полимер материаллар билан қопланмаган ҳолда, уларнинг юқори адсорбцион қобилиятига қарамай, барқарорлиги қониқарсиз бўлиб қолади.

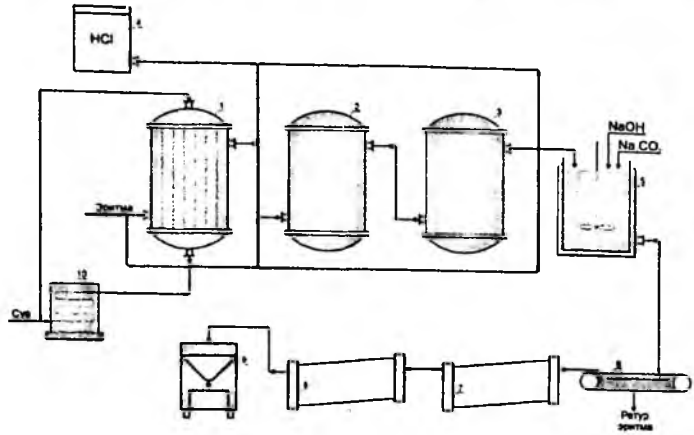
Хитой халқ республикаси олимлар Li_2TiO_3 ни катта ҳажмдаги синтез учун толали асосга эга порали композит адсорбент синтез қилишга эришдилар. Адсорбция хусусиятлари ва барқарорлигини яхшилаш учун тўртта полимер боғловчи модда - полистирол, полиакрилонитрил, поливинилхлорид ва полисульфондан фойдаланилган. Li_2TiO_3нинг кичик ўлчамли заррачалари таркибий барқарорлигини сақлаб қолиши учун, композит тола тайёрлашдан олдин, модификацияланган қаттиқ фаза усулидан фойдаланилган ҳолда синтез қилинди ва геотермал сувдан литий ажратиб олишда қўлланилган ва адсорбция қобилияти, селективлик ва барқарорлик хусусиятлари батафсил ўрганилган.

Мўътадиллик ва адсорбция қобилияти модификацияланган қаттиқ фаза усули орқали синтез қилинган ўта юпка H_2TiO_3 дан фойдаланилганлиги сабабли яхшиланади. Литий бўйича максимал мувозанат адсорбция қобилияти 30,51 мг/г га етди. Циклик синовлар шуни кўрсатадики Ti нинг ўртача эрувчанлик йўқотилиши 0,6% дан юқори кўрсаттичи кайд этмайди.

Олинган натижалар асосида сувли хом-ашё ресурсларидан адсорбция усулида литий ажратиб олишнинг принципиал технологик схемаси ишлаб чиқилган ва у 5.74-расмда келтирилган.

Таркибида литий тутувчи суюк хом-ашё ресурсларидан адсорбция усулида Li_2CO_3 ажратиб олишнинг технологик жараёни қуйидаги асосий босқичлардан иборат. Таркибида литий тутган сувларни йиғиш; литийнинг селектив адсорбцияси; литийнинг хлорид кислота эритмасига десорбцияси; литий карбонатнинг чўкиши; чўкмага тушган литий карбонат тузларини ажратиш; нам литий карбонат кристалларини қуритиш; олинган махсулотни қадоқлаш ва сақлаш.

Таркибида литий сақловчи шўр сув иситиш учун иссиқлик алмашиниш қурилмасига берилади (1-босқич), шундан сўнг адсорбция-десорбция қурилмаларига узатилади (2-3 босқич). Адсорбент литий билан тўйингандан сўнг, литий адсорбция-десорбция бирлигида хлорид кислота эритмасига десорбцияланади (2-3 босқич).



5.74-расм. Сувли хом-ашё манбаларидан адсорбция усулида литий карбонат олишнинг принципиал технологик схемаси.

1 - иссиқлик алмашиниш қурилмаси, 2, 3 - адсорбция-десорбция қурилмалари; 4 -хлорид кислотаси учун идиш; 5 - аралаштиргичли реактор; 6 - лентали вакуум фильтр; 7 - барабанли қуритгич; 8 - барабанли совутгич, 9 - қадоқлаш қурилмаси; 10 - ўтхона.

Десорбцияланган литийли эритма кальцинацияланган сода ёрдамида литий карбонатни чўктириш учун реакторга юборилади (5-босқич). Литий карбонатли пулпа таркибида литий карбонатни суюқ фазадан ажратиб олиш учун лентали вакуум-филтрга юборилади (6-босқич). Шундан сўнг ажратиб олинган нам литий карбонат қуритиш учун барабанли қуритгичга ўтказилади (7-босқич). Қуритилган литий карбонат совутиш барабанидан совиган ҳолда чиқади (8-босқич). Қуритилган ва совитилган литий карбонат қадоқлаш қурилмасига юборилади.

Шунингдек литий ажратиб олиш учун қўлланиладиган адсорбентларнинг илмий такомиллаштирилиши натижасида фаоллаштирилган алюминий оксидини (AlO_x) шўр қўллар суви таркибидан литий ажратиб олиш учун адсорбент сифатида қўллаш таклиф этилган. Бир гуруҳ олимлар томонидан порозлик даражаси юқори бўлган фаоллаштирилган алюминий оксиди литий тузлари билан реакцияга киришиши натижасида алюминий-литийли композит адсорбентлар синтез қилинган. Бу каби материаллар литийни самарали равишда сорбция қилиш ва кейинчалик уни қайта ажратиб олиш имконини беради. Шунингдек, тадқиқотчилар томонидан юқори алюминий оксиди (глинезом) таркибига эга бўлган учувчи кукундан фойдаланиш орқали шўр эритмалардан литий ажратиб олиш технологияси таклиф қилинган. Учувчи кукун саноат чиқиндиси ҳисобланиб, унинг қайта ишланиши нафақат литий ажратиш жараёнини арзонлаштиради, балки экологик жиҳатдан ҳам муҳим аҳамият касб этади.

Адсорбция усули литий ажратишнинг анъанавий усуллари, жумладан, буғлатиш ва кимёвий чўктириш усулларига нисбатан камроқ чиқиндилар ҳосил қилади, бу эса уни экологик жиҳатдан устунроқ технологияга айлантиради.

Шу сабабли, келгусида адсорбент материалларнинг таркиби ва тузилишини янада такомиллаштириш, уларнинг сорбцион қобилиятини ошириш ва қайта ишлаш жараёнларини оптималлаштириш бўйича кенг кўламли тадқиқотлар олиб борилмоқда. Янги турдаги наноматериаллар ва гибрид адсорбентлар ишлаб чиқилиши, шунингдек, уларнинг саноат миқёсида қўлланилиши литий ажратиш соҳасида янги имкониятларни яратади.

Хулоса қилиб айтганда, адсорбция усули сувли манбалардан литий ажратишда энергия ва ресурс тежамкор, экологик ва иқтисодий самарадорлик нуқтаи назаридан энг истиқболли

технологиялардан бири хисобланади. Бу усулнинг ривожланиши ва такомиллаштирилиши литийга бўлган жаҳон талабини қондиришда мухим аҳамият касб этади.

5-боб. 5-21 параграф бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Литийни нечанчи йили ва ким илк бор ихтиро қилган?
2. Литийнинг физик ва кимёвий хоссалари?
3. Литийли хом-ашё манбаларини айтиб беринг.
4. Литий ишлаб чиқарувчи давлатларни санаб ўтинг.
5. Суюқлик литий манбаларидан литийни ажратиш усуллари.
6. Седиментация усулида литий олиш технологиясини таърифлаб беринг
7. Адсорбция усулида литий олиш технологиясини таърифлаб беринг.

ИККИНЧИ ҚИСМ

МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ МАШИНА ВА ҚУРИЛМАЛАРИ

САМАРАЛИ ТЕХНОЛОГИЯ МУКАММАЛ ҚУРИЛМАЛАРГА ТАЯНАДИ!

6- боб

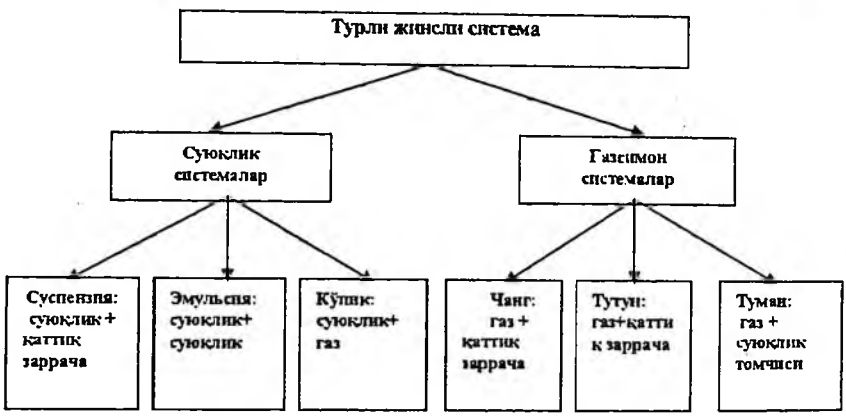
ГИДРОМЕХАНИК ЖАРАЁН ВА МАШИНАЛАР

Гидромеханик жараёнларга қуйидагилар киради: суюқ ва газсимон турли жинсли системаларни гравитацион (чўктириш), марказдан қочма (центрифугалаш) ёки электр майдони кучлари таъсирида қаттиқ заррачалардан тозалаш; босимлар фарқи остида суюқлик ва газларни ғовак тўсиқлар орқали ўтказиб фильтрлаш; суюқлик муҳитларида аралаштириш; мавҳум қайнаш ва бошқалар.

6.1. Турли жинсли системалар классификацияси

Камида иккита ҳар хил фазалардан (суюқлик - қаттиқ жисм, суюқлик - газ ва ҳ.) таркиб топган аралашмалар ***турли жинсли системалар***деб номланади. Заррачалари ўта майин янчилган ҳолатдаги фаза ***дисперс*** ёки ***ички фаза*** деб аталади. Дисперс фаза заррачаларини ўраб олган муҳит эса -***дисперсион*** ёки ***ташқи фаза***деб аталади.

Фазаларнинг физик ҳолатига қараб турли жинсли системалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: суспензия, эмульсия, кўпик, чанг, тутун ва туманлар (6.1-расм).



6.1-расм. Турли жинсли системалар классификацияси.

Суюқлик ва қаттиқ заррачалардан ташкил топган турли жинсли система ***суспензия*** деб аталади. Қаттиқ заррачалар ўлчамига қараб суспензиялар шартли равишда қуйидаги турларга бўлинади: дағал (>100 мкм); майин (0,5...100 мкм); люйка (0,1...0,5 мкм) суспензиялар ва коллоид эритмалар (≤0,1 мкм).

Бири иккинчисида эримайдиган, дисперс ва дисперсион фазалардан ташкил топган аралашма системаси **эмульсия** деб номланади. Дисперс фаза заррачаларининг ўлчами кенг ораликда ўзгариши мумкин. Одатда, эмульсия оғирлик кучи таъсирида қатламларга ажралади. Лекин, дисперс фаза томчилари 0,4...0,5 мкм дан кичик бўлса ёки стабилизаторлар қўшилган ҳолларда эмульсиялар турғун бўлади ва узоқ муддат давомида қатламларга ажралмайди. Дисперс фаза концентрацияси ортиши билан дисперс фаза дисперсион фазага ўтиши ва тескариси бўлиши мумкин. Бундай ўзаро алмашиниш ҳодисаси фазалар **инверсияси** дейилади. Суюқлик ва унда тақсимланган газ пуфакчаларидан ташкил топган системалар **кўпиклар** деб аталади. Кўпиклар ўз хоссалари бўйича эмульсияларга яқин. Газ ва унда тақсимланган 0,3...5 мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар **тутунлар** деб номланади. Тутунлар буғ (ёки газ) ларнинг суюқ ёки қаттиқ ҳолатга конденсацияланиш жараёни орқали ўтишда ҳосил бўлади. Ундан ташқари, қаттиқ ёқилғилар ёниши натижасида ҳам пайдо бўлади.

Газ ва унда тақсимланган 3...70 мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар **чанглар**деб аталади.

Кўпинча чанглар қаттиқ материални майдалаш, аралаштириш ва маълум масофага узатиш пайтида хосил бўлади.

Дисперсион газ ва ўлчами 0,3...5 мкм бўлган дисперс суюқлик фазалардан ташкил топган системаларга **туманлар**дейилади. Туманлар сув буғини совитиш жараёнида, буғнинг конденсацияланиши натижасида ҳосил бўлади.

Тутун, чанг ва туманлар -**аэрозоллар** деб юритилади.

6.2. Ажратиш усуллари

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида турли жинсли системаларни ташкил этувчи фазаларга ажратишга тўғри келади. Масалан, вино ишлаб чиқаришда уни тиндириш, яъни муаллақ ҳолатдаги заррачаларни, суюқ фазадан ажратиш. Ажратиш усулларини танлашда дисперс фаза ўлчамига, фазалар зичликлари фарқига ва дисперсион фаза қовушоқлигига аҳамият бериш зарур. Турли жинсли системаларни ажратиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади: а) **чўктириш**; б) фильтрлаш; в) центрифугалаш; г) суюқлик ёрдамида ажратиш.

Оғирлик кучи, инерция (жумладан, марказдан қочма) ёки электростатик кучлар ёрдамида турли жинсли системалар таркибидаги каттиқ ёки суюқлик заррачаларини ажратиш жараёни **чўктириш** деб номланади. Агар, жараён фақат оғирлик кучи таъсирида олиб борилса **тиндириш** деб юритилади. Тиндириш одатда турли жинсли системаларни дастлабки ажратиш учун ишлатилади.

Фильтрлаш- турли жинсли системаларни ғоваксимон тўсиқ - фильтр ёрдамида ажратиш жараёнидир. Бунда, ғоваксимон тўсиқ суюқлик ёки газни ўтказиб юборади, аммо мухитдаги каттиқ заррачаларни ушлаб қолади. Суспензия, эмульсия ва чангларни ажратиш учун чўктириш жараёнига қарағанда фильтрлаш анча самарали.

Центрифугалаш- суспензия ва эмульсияларни марказдан қочма куч таъсирида ажратиш жараёнидир. Бу жараёнда яхлит ёки ғоваксимон тўсиқлар ҳам ишлатилади. Центрифугалаш жараёнида чўкма ва суюқ фаза (фугат) ҳосил бўлади.

Суюқлик ёрдамида ажратиш усули деб - газ таркибидаги қаттиқ заррачаларни бирорта суюқлик иштирокида ушлаб қолиш жараёнига айтилади. Бу жараён оғирлик ёки инерция кучлари таъсирида олиб борилади ва газларни тозалаш учун ишлатилади. Баъзан, бу усуллан суспензияларни ажратишда ҳам фойдаланиш мумкин.

6.3. Ажратиш жараёнининг моддий баланси

Дисперс фаза ***a*** ва дисперсион фаза ***b*** лардан ташкил топган турли жинсли система ажратилиши керак. Қуйидаги белгилашларни киритамиз:

$G_{ар}$, $G_{чўк}$, $G_{тс}$ – бошланғич аралашма, чўкма ва тозаланган суюқлик массалари, кг,

$x_{ар}$, $x_{чўк}$, $x_{тс}$ – бошланғич аралашма, чўкма ва тозаланган суюқликлар таркибида ***b*** модда концентрацияси, %.

Агар ажратиш жараёнида масса йўқотилиши бўлмаса, моддий баланс тенгламасини ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

моддаларнинг умумий миқдори бўйича

$$G_{ар} = G_{тс} + G_{чўк} \tag{6.1}$$

дисперс фаза (***b*** модда) бўйича

$$G_{ар}x_{ар} = G_{тс}x_{тс} + G_{чўк}x_{чўк} \tag{6.2}$$

(6.1) ва (6.2) тенгламаларни биргаликда ечсак, тозаланган суюқлик миқдорини топамиз:

$$G_{тс} = G_{ар}\frac{x_{чўк} - x_{ар}}{x_{чўк} - x_{тс}} \tag{6.3}$$

ва чўкма миқдорини:

$$G_{чўк} = G_{ар}\frac{x_{ар} - x_{тс}}{x_{чўк} - x_{тс}} \tag{6.4}$$

Ажратиш жараёнининг самарадорлиги ажратиш жадаллиги билан характерланади.

$$Э_{ажр} = \frac{G_{ар} \cdot x_{ар} - G_{тс} \cdot x_{тс}}{G_{ар} \cdot x_{ар}} \quad (6.5)$$

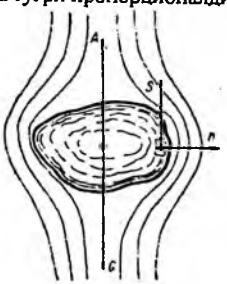
(6.3) ва (6.4) тенгламалар ёрдамида аралаштириш жараёнини ҳам ифодаласа бўлади. Ундан ташқари, (6.3) тенгламадан аралашма таркибидаги дисперс фаза концентрациясини ҳам топиш мумкин:

$$x_{ар} = \frac{G_{тс} \cdot x_{тс} + G_{уч} \cdot x_{уч}}{G_{ар}} \quad (6.6)$$

6.4. Тиндириш ва чўктириш назарий асослари

Чўкиш жараёнида қаттиқ жисм турли кучлар таъсирида суюқликда ҳаракат қилади. Оғирлик кучи таъсирида унинг суюқликдаги ҳаракатини кўриб чиқамиз. Бунда, қаттиқ заррачага оғирлик кучи G, кўтарувчи (Архимед) куч A ва ишқаланиш кучлари T таъсир этади (6.2-расм).

Ихтиёрий шаклдаги заррачани кўриб чиқамиз. Унинг ҳажми чизиқли ўлчамининг учинчи даражасига тўғри пропорционалдир.



6.2-расм. Оғирлик кучи G таъсирида заррача чўкишининг дифференциал тенгламасини келтириб чиқаришга оид.

$$V = \varphi_1 \cdot l^3 \quad (6.7)$$

бу ерда l- заррача габарит ўлчами, диаметри; φ_1 –шаклга боғлик коэффициент.

Агар, заррача зичлиги $\rho_з$, суюқликники $\rho_с$ бўлса, унда заррачага оғирлик кучи G ва кўтарувчи куч A лар таъсир этмоқда. Бу иккала куч қарама-қарши йўналган бўлади.

$$G = \varphi_1 \cdot l^3 \cdot \rho_з \cdot g, \qquad A = \varphi_1 \cdot l^3 \cdot \rho_с \cdot g \quad (6.8)$$

Ушбу кучларнинг фарқи таъсири остида заррача суюқликда ҳаракат қилади ва унинг ташқи юза бирлигига ишқаланиш кучи T таъсир этади.

Ишқаланиш кучи T Ньютон-Петров қонунига биноан аниқланади:

$$T = \mu \frac{\partial w}{\partial n}$$

бу ерда μ- динамик қовушоқлик коэффициенти; $\partial w/\partial n$- тезлик градиенти.

Бутун заррачага таъсир этувчи муҳитнинг қаршилик кучи унинг юзасига боғлик. Демак, муҳитнинг қаршилик кучи қуйидагига тенг:

$$R = \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} \quad (6.9)$$

Механиканинг иккинчи қонунига биноан, оғирлик, кўтарувчи ва ишқаланиш кучларининг тенг таъсир этувчиси, заррача массасининг эркин тушиш тезланишига кўпайтмасига тенг. Демак:

$$\varphi_1 l^3 (\rho_з - \rho_с) g - \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} = \varphi_1 l^3 \rho_з \frac{dw}{d\tau} \quad (6.10)$$

(6.10) тенглик оғирлик кучи таъсирида чўкаётган заррачанинг дифференциал тенгламаси деб номланади.

Ўхшашлик назарияси услубларини қўллаб, (6.10) дан оғирлик кучи таъсирида заррачанинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламаларини олиш мумкин.

Бунинг учун (3.10) тенгламани $\varphi_1 l^3 \rho_к \frac{dw}{d\tau}$ бўлиб:

$$g\frac{d\tau}{dw}\frac{\rho_3-\rho_c}{\rho_3}\cdot\frac{\rho_3}{\rho_ж}-\frac{c_2\mu\partial w d\tau}{c_1\rho_3 l\partial n dw}\cdot\frac{\rho_3}{\rho_c}-\frac{\rho_3}{\rho_c}=0 \qquad (6.11)$$

Олинган натижани ρ_3/ρ_c кўпайтириб ва тегишли кискартиришларни амалга оширсак, қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1}\cdot\frac{\mu\tau}{l\rho}=\frac{\varphi_2}{\varphi_1}\cdot\frac{\mu}{\rho wl}=\frac{\varphi_2}{\varphi_1}\cdot\frac{1}{\mathrm{Re}} \qquad (6.12)$$

φ_2/φ_1- нисбат заррача шаклига боғлиқ ва ***шакл коэффициенти*** деб номланади:

$$f=\frac{\varphi_2}{\varphi_1} \qquad (6.13)$$

ўлчамсиз комплекс эса:

$$\frac{\mu}{\rho wl}=\frac{1}{\mathrm{Re}} \qquad \text{ёки} \qquad \mathrm{Re}=\frac{wl\rho}{\mu}=\frac{wl}{\nu}$$

Рейнолдс сони дейилади. Бу сон суюклик оқимлари ҳаракатининг гидродинамик ўхшашлигини характерлайди, заррачанинг чўкиш жараёнида эса – суюкликнинг заррача атрофидан оқиб ўтиш гидродинамик ўхшашлигини ифодалайди.

Худди шу йўл билан (6.11) нинг биринчи айрилувчисидан қуйидаги кўринишга келамиз:

$$\frac{g\tau}{w}\cdot\frac{\rho_3-\rho_c}{\rho_c}=\frac{gl}{w^2}\cdot\frac{\rho_3-\rho_c}{\rho_c} \qquad (6.14)$$

(6.14) тенгламани Re^2 га кўпайтирсак, *Архимед* критерийсини оламиз:

$$Ar=\frac{w^2l^2}{\nu^2}\frac{gl}{w^2}\cdot\frac{\rho_3-\rho_c}{\rho_c}=\frac{gl^3}{\nu^2}\frac{\rho_3-\rho_c}{\rho_c} \qquad (6.15)$$

Ушбу критерий оғирлик ва кўтарувчи кучлар фаркининг кўтарувчи кучга нисбатини характерлайди.

Шундай қилиб, ўхшашлик назарияси услубларини қўллаб, (6.10) тенгламадан заррачаларнинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламасини келтириб чикариш мумкин:

$$\mathrm{Re}=a\left(fAr\right)^n \qquad (6.16)$$

Чўкиш жараёнини тажрибавий ўрганишда қуйидаги режимлар аникланган: ламинар ($Re\leq 0{,}2$), ўтиш ($0{,}2<Re<50$) ва турбулент ($Re<500$). Амалий ҳисоблар учун қуйидаги формулалардан фойдаланиш мумкин:

$Re<1{,}85$ ёки $fAr<33$ бўлганда

$$\mathrm{Re}=\frac{f\cdot Ar}{18}=0{,}056f\cdot Ar \qquad (6.17)$$

$1{,}85<Re<500$ ёки $33<fAr<83\cdot10^3$ бўлганда

$$\mathrm{Re}=0{,}152\cdot\left(f\cdot Ar\right)^{0.725} \qquad (6.18)$$

$Re>500$ ёки $fAr>83\cdot10^3$ бўлганда

$$\mathrm{Re}=1{,}74\cdot\left(f\cdot Ar\right)^{0.5} \qquad (6.19)$$

(6.17)...(6.19) формулалар ёрдамида аникланган Рейнолдс сони оркали оғирлик кучи таъсирида суюкликда чўкаётган заррача тезлигини топиш мумкин:

$$w_{чўк} = \frac{\mathrm{Re}\,\mu}{l\rho} \qquad (6.20)$$

Ламинар ҳаракат режимида чўкиш тезлигини қуйида келтирилган усулда топилади. d диаметрли сфйирик шаклга эга заррачалар учун $w_{чўк}$ (6.17) формуладан аниқлаш мумкин:

$$\frac{w_{чўк}\,d\rho}{\mu} = \frac{1}{18}\,\frac{gd^3(\rho_3 - \rho)}{\upsilon^2\rho}$$

Агар, $\nu=\mu/\rho$ эканлигини ҳисобга олсак, чўкиш тезлиги ушбу кўринишда ёзилади:

$$w_{чўк} = \frac{gd^2(\rho_3 - \rho)}{18\mu} \qquad (6.21)$$

(6.21) формула Стокс қонунини, яъни шарсимон заррачаларнинг ламинар режимдаги чўкиш тезлиги, улар диаметрининг квадратига, муҳит ва заррача зичликлари фаркига тўғри пропорционал ва муҳит қовушоқлигига тескари пропорционаллигини ифодалайди.

Нотўғри шаклдаги заррачалар учун чўкиш тезлиги шарсимонникидан кам бўлади. Заррачаларнинг шакл коэффициенти қийматлари махсус адабиётларда келтирилган.

Суюқликда томчининг чўкиш жараёнида унинг шакли узлуксиз равишда ўзгариб туради. Бундай ҳолларда суюқлик томчисининг чўкиш тезлиги проф.Смирнов Н.И. формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$w_{чўк} = \frac{gd^{2,5}}{\sigma}\left(\frac{\rho - \rho_T}{\rho_T}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho g}\right)^{0,5} \qquad (6.22)$$

бу ерда d- томчининг ўртача диаметри; σ- фазалар чегарасидаги сиртий таранглик; ρ_T- томчи ҳосил қилувчи суюқлик зичлиги; ρ- муҳит зичлиги; μ- муҳит қовушоқлиги.

Стокс қонунига биноан, чўкаётган каттиқ заррачанинг максимал ўлчами ушбу формуладан топилади:

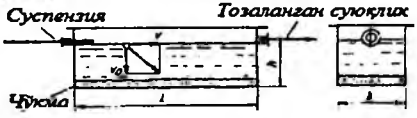
$$d_{max} \approx 1{,}56\sqrt{\frac{\mu^2}{\rho(\rho_3 - \rho)}} \qquad (6.23)$$

Чўкиш жараёнининг кинетик конуниятларини ўрганиш натижасида қуйидаги умумий қоида келиб чиқади: заррача ўлчами ва фаза зичликларининг фарқи ортиши билан чўкиш тезлиги кўпаяди, лекин муҳитнинг қовушоқлиги кўпайиши билан чўкиш тезлиги камаяди.

6.5. Сиқиқ чўкиш тезлиги

6.4 параграфда қаттиқ жисмнинг суюқликда ҳаракат қонунлари кўриб чиқилган ва заррачанинг оғирлик кучи таъсирида эркин чўкиш тезлиги аниқланган. Ушбу қонунларни фақат дисперс фаза концентрацияси паст системаларга қўллаш мумкин.

Лекин саноатда дисперс фаза концентрацияси юқори бўлган ҳолларда ҳам чўктириш жараёнлари, яъни чўкаётган заррачалар бир-биги билан тўқнашганда ҳам, амалга оширилади (6.3-расм).



6.3-расм. Чўкиш жараёни схемаси.

Кўпчилик тадқиқотлар шуни кўрсатдики, чўкма қатлами устида қуюқлашган суспензия зонаси ҳосил бўлади ва бу ерда ***сиқиқ*** шароитда заррачаларнинг чўкиши рўй беради. Бунда, заррачалар ўзаро тўқнашади ва жараён ишқаланиш кучи иштирокида боради. Натижада, майда заррачалар ўзидан катта, йирик заррачалар ҳаракатини секинлаштиради. Шу пайтнинг ўзида йирик заррачаларни ўзи билан бирга майда, кичик ўлчамли заррачаларни илаштириб олиб кетади ва уларнинг ҳаракатини тезлаштиради. Қурилма тубига яқинлашган сари заррача тезлиги пасаяди ва чўкма аста-секин зичланиб боради. Заррача тезлигининг пасайиши суюқликнинг тўхтатиш ҳаракати, яъни заррача сиқиб чиқараётган суюқлик ҳаракатининг тескари йўналиши билан

белгиланади.

Заррачанинг сиқиқ чўкиши ҳар доим эркин чўкиш тезлигидан кам бўлади. Бунга сабаб муҳитнинг қаршилиги ва қўшимча қаршилик мавжудлиги, яъни ишқаланиш қаршилиги ва заррачаларнинг ўзаро тўқнашувидир. Ушбу ҳолатда муҳит қаршилигининг ортиши, чўкаётган заррачалар массасининг суюқликка динамик таъсири билан характерланади. Бу ҳол, ўз навбатида, муҳитда кўтарилувчи оқимлар ҳосил бўлишига олиб келади.

Гидродинамик нуқтаи назаридан, заррачаларнинг сиқиқ чўкиши, каттиқ заррачалар қатламининг мавҳум қайнаш жараёнига ўхшашлигидир.

Шунинг учун, кўзғалмас муҳитда заррачаларнинг бир текисда чўкиши, уларнинг кўтарилувчи оқимда учиб юришига айнан ўхшашдир. Демак, сиқиқ чўкиш қонуниятларини, мавҳум қайнаш қаттиқ заррачалар қатламининг мавҳум қайнаш ҳолатидаги оқим тезлигига тенг. Заррачалар концентрацияси нолга қараб интилганда, сиқиқ чўкиш тезлиги максимал қийматига, яъни эркин чўкиш тезлигига яқинлашиши шубҳасиздир.

Шундай қилиб, ҳисоблаш формуласининг умумий кўриниши мавҳум қайнаш қатламида оқимнинг тезлигини аниқлаш каби бўлиши керак, яъни қуйидаги функция орқали ифодаланади:

$$Re_{сўк} = f(Ar, \varepsilon)$$

Ҳамма режимлар учун сиқиқ ҳолатдаги чўкиш тезлигини аниқлаш учун қуйидаги умумий тенгламадан фойдаланилади:

$$Re_{сўк} = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,6\sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}} \qquad (6.23)$$

бу ерда:

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} \quad \text{ва} \quad Ar = \frac{gd^3}{\nu^2}\frac{\rho_3 - \rho}{\rho} \qquad (6.24)$$

$$\varepsilon = \frac{V_0 - V}{V_0} \qquad (6.25)$$

бу ерда: V_0- суспензиядаги суюқлик ҳажми, м^3; V- суспензиядаги каттиқ заррачалар ҳажми, м^3.

Шарсимон каттиқ заррачаларнинг сиқиқ ҳолатдаги чўкиш тезлигини қуйидаги тенгламалар ёрдамида топиш мумкин:

агар $\varepsilon > 0,7$ дан бўлса:

$$w_{сўк} = w_{чўк} \cdot \varepsilon^2 \cdot 10^{-1,82(1-\varepsilon)} \qquad (6.26)$$

агар $\varepsilon \le 0,7$ дан бўлса:

$$w_{сўк} = w_{чўк} \frac{0,123 \cdot \varepsilon^2}{1-\varepsilon} \qquad (6.27)$$

6.6. Суспензия концентрацияси ва заррачалар шаклининг чўкиш тезлигига таъсири

Юқорида қайд этилгандек, суюқ муҳитда каттиқ жисм ҳаракати пайтида унинг шакли чўкиш тезлигига салмоқли таъсир этади. Оғирлик кучи таъсиридаги чўкиш жараёнида ушбу таъсир шакл коэффициенти f орқали ҳисобга олинади. Шар шаклидаги жисмлар учун $f = 1$. Одатда, шар шаклида бўлмаган жисмлар учун $f < 1$.

6-1 жадвал

Т/р	Заррача шакли	Коэффициент f
1	Шар	1,00
2	Думалоқ	0,77
3	Серқирра	0,66
4	Чўзинчоқ	0,58
5	Пластинасимон	0,43

Агар, заррача шакли шарсимон бўлмаса, унинг назарий чўкиш тезлиги суюқлик оқими режимига қараб танланади. Формуладаги аникловчи ўлчам сифатида заррачанинг эквивалент диаметри қўлланилади. Сўнг эса, заррачанинг ҳақиқий шаклига қараб, аникланган чўкиш тезлиги $w_{чўк}$ тегишли шакл коэффициенти f га кўпайтирилади:

$$w'_{чўк} = w_{чўк} \cdot f \qquad (6.28)$$

Келтириб чиқарилган формулаларда чексиз бўшликда заррачалар эркин чўкмокда деб фараз қилинган. Бундай тахмин суспензия концентрацияси жуда паст бўлганда тўғри. Лекин, суспензия концентрацияси ўрта ва юкори бўлса, чўкиш жараёнида заррачалар бир-бири билан тўкнашали ва катта заррачалар майдаларини илинтириб, ўзи билан олиб кетади. Заррачаларнинг бундай тўкнашуви натижасида, уларнинг ҳаракат энергияси йўқотилади, яъни мухитнинг қаршилиги ортади ва оқибатда чўкиш тезлиги камаяди.

Агар, суспензия концентрацияси қанчалик юкори бўлса, чўкиш тезлигига сиқиқлик ҳодисаси шунчалик катта таъсир қилади. Шунинг учун, ҳақиқий ёки назарий чўкиш тезлиги, ҳажмий концентрацияни ҳисобга олувчи тузатиш коэффициентига кўпайтирилади.

6.7. Марказдан қочма куч таъсирида чўктириш

Эмульсиядаги суюқлик томчиларини ва суспензиядаги қаттиқ заррачаларни марказдан қочма кучлар майдонида ажратиш жараёнига **центрифугалаш** дейилади. Центрифугалаш жараёнини амалга оширадиган қурилма **центрифуга** деб номланади.

Марказдан қочма куч таъсирида суспензия **чўкма** ва **фугат** деб номланувчи суюқлик фазаларга ажралади. Одатда чўкма қурилма ротори ичида қолади, фугат эса - ташқарига чиқарилади.

Центрифуга ишлаш пайтида ҳосил бўладиган марказдан қочма куч чўктириш жараёнидаги оғирлик ва фильтрлашдаги гидростатик кучларга нисбатан анча катта бўлади. Шунинг учун турли жинсли системаларни ажратиш учун қўлланиладиган чўктириш ва фильтрлаш жараёнларига қараганда центрифугалаш жуда самарали ҳисобланади.

Центрифуганинг асосий қисми горизонтал ёки вертикал ўқга ўрнатилган ва катта тезликда айланувчи цилиндрик ротор бўлиб, у электр юритқич ёрдамида айланма ҳаракатга келтирилади. Марказдан қочма куч таъсирида турли жинсли системадаги қаттиқ заррачалар чўкмага тушиб, царга ажралади.

Ажратиш принципига қараб, центрифугалар 2 хил бўлади: фильтрловчи ва чўктирувчи центрифугалар.

Чўктирувчи центрифуганинг цилиндрик ротори яхлит деворли бўлиб, эмульсия ва суспензияларни чўктириш принципи асосида ажратади. Бу қурилмада ажратиш жараёнида оғирлик кучи ўрнига марказдан қочма куч ишлатилади. Цилиндрик ротор айланиши натижасида ҳосил бўладиган марказдан қочма куч таъсирида суспензия ёки эмульсия ротор деворига қараб ҳаракат қилади. Зичлиги юкори бўлган қаттиқ заррачалар ротор деворида, зичлиги камроғи эса - ўқ атрофида йиғилади.

Фильтрловчи центрифуга ротори ғоваксимон бўлиб, эмульсия ва суспензияларни фильтрлаш принципи асосида ажратади. Бу қурилмаларда, ажратиш жараёнида босимлар фарқи ўрнига, марказдан қочма куч ишлатилади.

Бу турдаги центрифугаларда суспензия ёки эмульсия ротор деворига қараб ҳаракат қилади ва фазаларга ажралади. Фазаларга ажратиш жараёни қуйидагича рўй беради: суюқ фаза роторнинг тўсиғидан ўтиб, қурилма қобиғига йиғилади ва штуцер орқали чиқарилади. Қаттиқ фаза эса, фильтрловчи тўсикда ушланиб қолади ва ундан сўнг ротордан туширилади.

Ишлаш принципига кўра центрифугалар даврий ва узлуксиз бўлади. Ротор ўқининг ўрнатилишига қараб, горизонтал ва вертикал центрифугалар бўлади. Даврий ишлайдиган центрифугаларда чўкма қўл, оғирлик кучи ёки пичоқ ёрдамида туширилади. Узлуксиз центрифугаларда чўкма шнек ёрдамида инерцион ва пульсацион кучлар ёрдамида туширилади.

Фильтрловчи ва чўктиривчи центрифугаларда ажратиш жараёнларининг таҳлили шуни кўрсатадики, чўктириш ва фильтрлаш жараёнлар билан центрифугалаш орасида ўхшашлик кўп ва ҳамма жараёнларнинг умумий қонуниятлари ҳам ўхшашдир.

Центрифугаларда ҳосил бўладиган марказдан қочма куч ушбу тенглик билан ифодаланади:

$$c = \frac{mw^2}{r} = \frac{Gw^2}{gr} \qquad (6.29)$$

бу ерда: m- айланувчи жисм массаси, кг; G- айланувчи жисм оғирлиги, Н; w- роторнинг айланиш тезлиги, м/с; g- эркин тушиш тезланиши, м^2/с; r- айланиш радиуси, м.

Роторнинг айланиш тезлиги ушбу тенгликдан топилади:

$$w = \omega \cdot r = \frac{2\pi n}{60} r \qquad (6.30)$$

бу ерда: ω - бурчак тезлиги, рад/с; n- айланиш сони, айл/мин.

(6.29) ва (6.30) тенгликлардан марказдан қочма кучни аниқлаймиз:

$$C = \frac{G}{rg}\left(\frac{2\pi n}{60} r\right)^2 \qquad (6.31)$$

ёки

$$C \approx \frac{Grn^2}{900} \qquad (6.32)$$

Шундай қилиб, ротор диаметрини кўпайтиришга қараганда, унинг айланиш сонини ошириш, марказдан қочма кучнинг ўсишига олиб келади.

Центрифугаларнинг иш унумдорлиги ажратиш коэффициентига боғлиқ. Центрифугаларда ажратиш коэффициенти марказдан қочма кучлар майдонида ҳосил бўлган кучланиш билан характерланади. Центрифугада ҳосил бўлаётган марказдан қочма кучлар миқдорининг оғирлик кучи тезланишидан неча марта кўплигини кўрсатувчи катталик **ажратиш коэффициенти** деб номланади:

$$K_a = \frac{w^2}{rg} \qquad (6.33)$$

Центрифуга ротори айланиш частотасининг ортиши ва унинг диаметри камайиши билан марказдан қочма куч майдонида ажратиш самарадорлиги ортади. Агар, айланиш тезлигини айланиш частотаси орқали, ифодаласак ажратиш коэффициентини аниқлаш учун ушбу кўринишдаги формулани оламиз:

$$K_a \approx \frac{n^2 r}{900} \qquad (6.34)$$

Ажратиш коэффициенти центрифугаларнинг муҳим характеристикаси бўлиб, унинг ажратиш қобилиятини аниқловчи кўрсаткичдир.

6.8. Тиндириш ва чўктириш қурилмалари

Чўктириш жараёни турли конструкцияли қурилмаларда, яъни чўктиргичларда амалга оширилади.

Чўктиргичда суспензия ҳаракати туфайли чўктириш жараёни содир бўлади: қаттиқ заррачалар қурилма тубига чўкади ва чўкма қатлами ҳосил қилади.

Одатда, чўктиргичларни ҳисоби ўз ичига энг майда заррачаларни чўктиришни кўзда тутади.

Чўктиргичнинг солиштирма иш унумдорлигини қуйидаги формуладан топиш мумкин:

$$V = \frac{lbh}{\tau_0} \qquad (6.36)$$

бу ерда: l, b, h- қурилманинг геометрик ўлчамлари, м; τ_0 - заррачаларнинг ўртачача чўкиш давомийлиги, с.

Агар, чўктиргичнинг иш унумдорлиги маълум бўлса, чўктириш юзасини ушбу формуладан аниқлаш мумкин:

$$F = \frac{G}{\rho \cdot w} \qquad (6.37)$$

бу ерда: $G=G_м/\tau$ – чўктиргич иш унумдорлиги, кг/с; ρ – маҳсулот зичлиги, кг/м^3.

Тиндириш ва чўктириш учун мўлжалланган қурилмалар ишлаш принципига кўра қуйидагиларга бўлинади: гравитацион чўктиргич, центрифуга, гидроциклон ва сепараторларга.

Тиндиргичлар узлукли, ярим узлуксиз ва узлуксиз ишлайдиган бўлади.

Узлукли ишлайдиган тиндиргич. Бу турдаги қурилма аралаштиргичи бўлмаган, ясси сув ҳавзасидан иборат. Сув ҳавзаси суспензия билан тўлдирилгандан сўнг, тўлиқ ажралиш содир бўлгунча, чўктириш жараёни давом этади.

Ундан кейин, чўкма қатламидан юқорида жойлашган штуцердан тозаланган суюқлик чиқариб олинади. Қурилма тубидаги қаттиқ заррачалардан бўлган чўкма кўл ёрдамида олиб ташланади.

Чўктиргич ўлчамлари ва шакли турли жинсли система заррачалари диаметри ва суспензия концентрациясига боғлиқ. Суспензия зичлиги ва заррачаларининг диаметри ортиши, тиндиргич ўлчамларини камайтириш имконини беради.

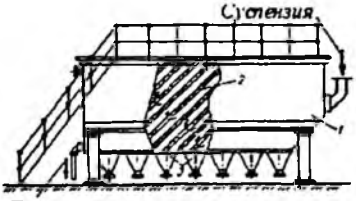
Тиндириш жараёнининг давомийлиги дисперсион фаза қовушоқлигига боғлиқ. Маълумки, температура ўсиши билан суюқликлар қовушоқлиги пасаяди. Шунинг учун, чўктириш жараёнини интенсивлаш мақсадида суспензиялар қиздирилади (агар технологияга зид бўлмаса).

Қия тўсиқли, ярим узлуксиз тиндиргич. Суспензия штуцер орқали қурилмага киритилади ва қия ўрнатилган тўсиқ 2 лар ёрдамида галма-гал юқоридан пастга ва пастдан юқорига қараб йуналтирилади (6.4-расм).

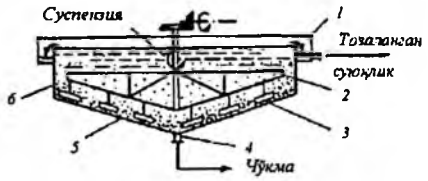
Қия тўсиқлар қурилмада суспензиянинг ҳаракат давомийлиги ва тиндириш юзасини оширади. Ҳосил бўладиган шлам эса, бункер 3 ларда йиғилади ва тўлиб чиққандан сўнг кранлар ёрдамида чиқазиб юборилади.

Тозаланган суюқлик тиндиргичнинг тепа қисмида ўрнатилган штуцер орқали чиқарилади.

Кимё ва озиқ - овқат саноатларида узлуксиз ишлайдиган тиндиргичлар кенг кўламда қўлланилмоқда.

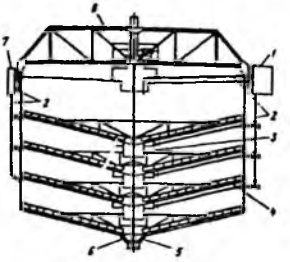


6.4-расм. Қия тўсиқли ярим узлуксиз тиндиргич:
1-қобиқ; 2-қия тўсиқлар;



6.5-расм. Эшкак аралаштиргичли узлуксиз ишлайдиган тиндиргич:
1-ҳалқасимон тарнов; 2-аралаштиргич; 3-эшкак; 4-люк; 5-конуссимон туб; 6-цилиндрик қобиқ

Эшкак аралаштиргичли, узлуксиз ишлайдиган тиндиргич. Одатда бундай турдаги тиндиргич конуссимон туб 5 ва цилиндрик қобиқ 6 дан, ҳамда қурилманинг тепа қисмидаги ҳалқасимон тарнов 1 дан таркиб топган бўлади (6.5-расм). Чиқариш люки 4 га чўкмани узатиш учун қия парракли аралаштиргич 2 да бир неча эшкаклар ўрнатилган бўлади. Аралаштиргич 0,02...0,5 мин$^{-1}$ частота билан айланади. Труба ёрдамида суспензия цилиндрик қобиқ ўртасига узлуксиз равишда узатилади. Тозаланган суюқлик ҳалқасимон тарновга қуйилади ва сўнг тиндиргичдан чиқарилади. Ҳосил бўлган шлам диафрагмали насос ёрдамида қурилманинг пастки



6.6-расм. Кўп каватли тиндиргич.
1 – тақсимловчи мослама; 2 - трубалар; 3 - стакан; 4 - эшкакли аралаштиргич; 5 – тўкиш конуси; 6 - киргич; 7 - коллектор; 8 - ром.

қисмидан сўриб олинади. Агар, шлам таркибидаги дисперс фаза қимматли ёки келгуси технологик жараёнлар учун ярокли бўлса, у қайта ишланишга юборилади.

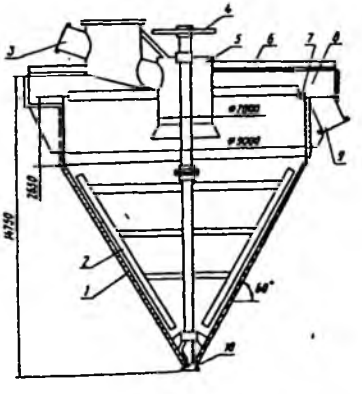
Бу турдаги тиндиргичларда зичлиги бир текисда бўлган чўкмаларга ва уни самарали сувсизлантиришга эришса бўлади. Эшкакли тиндиргичлар камчилиги, бу уларнинг кўполлигидир.

Кўп каватли тиндиргич. Бундай курилмалар узлуксиз ишлайди ва бир-бири устига ўрнатилган бир нечта эшкакли тиндиргичлардан иборат (6.6-расм). Ҳар бир каватлар орасида конуссимон гўсиклар жойлаштирилган. Бу тўсиклар туфайли тиндиргич юзаси анчага кўпаяди ва натижада курилма ихчамрок бўлади.

Тиндиргич умумий ўкга эга бўлиб, унга аралаштирувчи эшкаклар жойлаштирилади. Суспензия эса тақсимловчи мосламадан трубалар орқали ҳар бир кават стаканига узатилади. Тозаланган суюқлик халқасимон тарновлардан ўтиб, коллекторда йиғилади. Ҳар бир ярус шламни чиқариб юбориш стаканлари билан уланган. Юқорида жойлашган ҳар бир кават стаканининг пастки учи қуйи қават шламини ичига кириб туради. Шундай қилиб, тиндиргичнинг каватлари шлам бўйича кетма-кет уланган. Ҳосил бўлаётган шлам фақат энг пастки каватнинг ичида киргич ўрнатилган тўкиш конусидан чиқарилади.

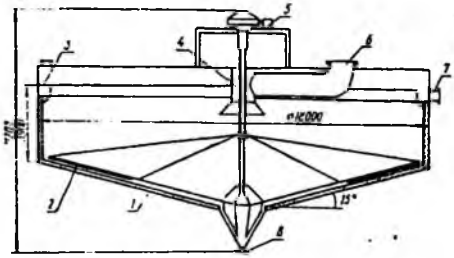
Тўйинган эритма чўктириш қурилмаси. Тўйинган эритмадан тузли ва лойка шламлар ажратиб олиш учун Брандес ва Дорр типидаги кўп корпусли чўктиргич (қуюқлаштиргич) лар ишлатилади. Худди шу типдаги қурилмалар, кристаллизатордан чиккан хлор калийли пульпаларни қуюқлаштириш, лойка шламларни ювиш эса, Дорр чўктиргичларида амалга оширилади.

Ўртача қувватга эга кимё корхоналарида шламларни ажратиш учун олти конусли чўктиргичлар ишлатилади. Конуслардан 2 таси тузли шламларни, кейинги тўрттаси эса лойка шламларни ажратиш учун хизмат килади. Кўп конусли чўктиргичнинг тепа кисми узунлиги 24 м ва эни 4 м ли тўғри тўртбурчак шаклидаги идиш бўлиб, пастки қисмига эса 6та конус махкамланган. Ҳар бир конус ичида 0,0167 $с^{-1}$ тезликда айланадиган ромли аралаштиргич ўрнатилган. Чўктиргич қобиғи пўлатдан ясалган ва иссиқлик атроф мухитга йўқотилишларни камайтириш учун ички кисми керамик плиталар билан қопланган. Бундай чўктиргичлар иссик ишкор бўйича унумдорлиги - 250 $м^3$/соат. Йирик корхоналарда тузли шлам диаметри 9 м ли Брандес чўктиргичларида ажратилади (6.7-расм).



6.7-расм. Брандес чўктиргичи.
1-конуссимон диншели қобиқ; 2-ромли аралаштиргич; 3-ишкор чиқиш штуцери; 4-узатманинг червякли пилдираги; 5-стакан; 6-копқок; 7-халқасимон остона; 8-халқасимон тарнов; 9-тозаланган ишкор чиқариш штуцери; 10-шлам тўкиш штуцери.

Тўйинган иссиқ ишқор эриткичдан штуцер 3 га ўтади ва стакан 5 орқали чўктиркичнинг бутун кўндаланг кесими бўйича тарқалади. Эритма қурилманинг цилиндрик қисмида кўтарилаётганда тузли шлам чўкади, тозаланган эритма халқасимон остона 7 дан тошиб ўтиб тарнов 8 га тушади ва ундан кейин штуцер 9 орқали ўз-ўзидан тозалашга оқиб тушади. Тузли шлам конусда йиғилади ва штуцер 10 орқали чиқариб юборилади. Қурилма деворларига шлам ёпишиб қолиши ва штуцер тешиги ёпилишини бартараф қилиш учун чўктиргичда ромли аралаштиргич 2 ўрнатилган. Унинг айланиш частотаси 0,0167 $с^{-1}$ (1айл/мин). Эритма билан контактида бўладиган ҳамма детал ва қисмлар коррозион бардош материал, масалан ОХ17Н16М3Т легирланган пўлатдан ясалади. Лойка шламни ювиш ва диаметри 6-30м ли Дорр тиндиргичларда олиб борилади.Тозаланаётган эритма штуцер 6 ва стакан 4 лар орқали қурилмага киритилади (6.8-расм). Жараён давомида каттик заррачалар чўкади, тозаланган суюклик эса, остона орқали халқасимон тарнов 3 ва штуцер 7 лардан қайта ишланишга чиқарилади.



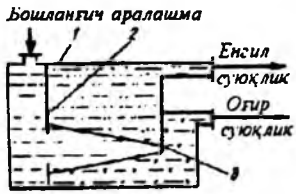
6.8-расм. Дорр тиндиргичи.

1-конус днищели қобиқ; 2-куракчали мослама; 3-халқасимон тарнов; 4-юклаш мосламаси; 5-узатма; 6-ишқор кириш штуцери; 7-тозаланган ишқор тўкиш штуцери; 8-шлам чиқариш штуцери.

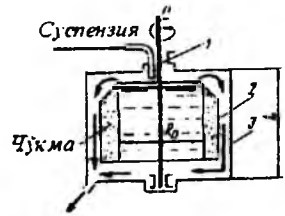
Тиндиргичда куракчалар ўрнатилаган ўк мавжуд бўлиб электр юритгичли редуктор 5 ёрдамида айлантирилади. Куракчалар лойка шламни штуцер 8 га силжитади. Ўкнинг айланиш частотаси 0,0021$с^{-1}$ (0,125айл/мин). Тиндиргич кўндаланг кесими 255 $м^2$ бўлиб, тозаланган ишқор бўйича унумдорлиги 418 $м^3$/соат.

Лойка шламнинг кўп қисми заррачаларнинг йириклаштирмасдан чўктириш қийин. Майда дисперс заррачалари коагуляция қилиш учун 0,25% ли полиакриламид эритмаси ишлатилади. Тузли шламнинг чўкиш тезлиги 0,002 м/с, лойка шламники эса (полиакриламид қўшилгандан сўнг) – 0,00025 м/с.

Эмульсияларни узлуксиз ажратиш тиндиргичи бир неча қисмдан иборат (6.9-расм). Эмульсия қурилманинг чап қисмига берилади ва у ердан ўрта сепарацион камерага узатилади.



6.9-расм. Эмульсияларни узлуксиз ажратиш учун тиндиргич:
1 - қобиқ; 2 - чап тўсиқ; 3 - ўнг тўсиқ.



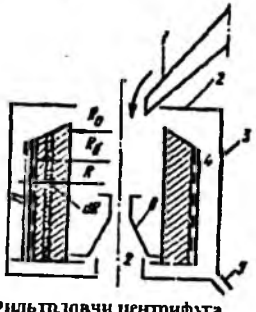
6.10-расм. Чўктирувчи центрифуга.
1 – ўк; 2 - ротор; 3 – қобиқ.

Чап тўсиқ 2 аралашма сатҳи баландлигини ростлаш имконини беради. Сепарацион қисмда бошланғич аралашма оғирлик куч таъсирида фазаларга ажрайди. Енгил фаза тепага кўтарилади ва тиндиргичнинг юқорисидаги штуцердан оқиб чиқади. Оғир фаза эса, ўнг тўсиқ 3 остидан ўтиб пастга тушади ва қурилма тубидаги штуцердан оқиб чиқади.

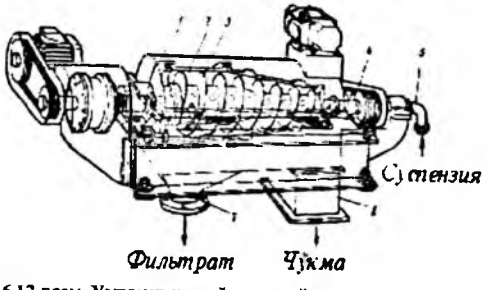
Чўктирувчи центрифуга. Бу турдаги қурилмалар ротори яхлит металлдан тайёрланади (6.10-расм). Уларнинг ишлаш принципи худди тиндиргичларникига ўхшашдир. Бошлангич аралашма қурилма роторига труба орқали узатилади. Ротор 2 нинг айланиши натижасида марказдан қочма куч таъсирида зичлиги юкори бўлган заррачалар роторнинг ички юзасига тўпланади, зичлиги камроғи эса, айланиш ўқига яқинрок жойда йиғилади. Тозаланган суюқлик, яъни фугат, кобиқ 3 даги штуцер орқали ташқарига чиқарилади. Ротор деворида ҳосил бўлган чўкма эса, жараён тугагандан сўнг тўкилади.

Фильтрловчи центрифуга. Ушбу центрифуга кобик 3 ичида ўрнатилган айланувчи ротор 4 дан ташкил топган. Ротор девори тешик, тўрсимон бўлиб, унинг ички юзаси фильтрловчи материал билан копланган (6.11-расм).

Ротор электр юритқич ёрдамида айлантирилади. Айланма харакат туфайли ротор 4 ичидаги суюқликга марказдан қочма куч таъсир қила бошлайди. Натижада гидростатик босим ҳосил бўлади ва у жараённи ҳаракатга келтирувчи кучи деб аталади. Ушбу куч таъсирида аралашма фильтрловчи материал ва ротор деворида ҳосил бўлган чўкма қатламидан ўтиб тозаланади. Бундай центрифугаларда жараён уч боскичда ўтади: а) чўкма ҳосил қилиш ва фильтрлаш; б) чўкма қатламининг зичланиши; в) чўкмадан суюк фазани ажратиш. Жараёнда ҳосил бўлган фугат штуцер 5 дан ташқарига чиқарилади. Жараён тамомлангандан сўнг, чўкма сув билан ювилади. Ҳамма боскичлар тугагандан кейин центрифуга тўхтатилади, сўнг эса конус 6 тепага кўтарилади ва чўкма тўкилади.



6.11-расм. Фильтрловчи центрифуга.
1-суспензия бериш трубаси; 2- чўкма тушириладиган тешик; 3- қобиқ; 4- ротор; 5 - фугат чиқариш штуцери; 6 - конус.



6.12-расм. Узлуксиз ишлайдиган, чўкмани шнекда тўкувчи горизонтал чўктирувчи центрифуга.
1 - кобик; 2 - ротор; 3 - шнекли мослама; 4 - говак ўк; 5 - марказий труба; 6 – чўкма камераси; 7 – фугат чиқариш патрубкаси.

Узлуксиз ишлайдиган, чўкмани шнекда тўкувчи горизонтал чўктирувчи центрифуга (НОГШ). Ушбу қурилма ротор 2 ва кобик 1 да ўрнатилган шнекли мослама 3 лардан таркиб топган (6.12-расм). Суспензия марказий труба 5 орқали говак ўк 4 га узатилади. Ушбу трубадан чиқишда суспензия марказдан қочма куч таъсирида ротор бўшлиғида таксимланади. Кобиқдаги говак цапфаларда ротор 2 айланиб туради. Шнек эса, ротор ичидаги цапфаларда айланади. Марказдан қочма куч таъсирида қаттиқ заррачалар ротор деворига қараб ҳаракат қилади, суюқлик эса ички ҳалқа ҳосил қиладн. Бу суюқлик ҳалқасининг қалинлиги ротор ён томонидаги тўкиш тешикларининг жойлашиши билан аникланади. Ротор бўйлаб чўкма ҳаракат қилганда йўл – йўлакай зичланиб боради. Технологик зарурият бўлса, чўкма ювилиши ҳам мумкин.

Фугат эса, тўкиш тешиклар орқали фугат камерасига йиғилади ва патрубка 7 дан ташқарига чиқарилади. НОГШ типидаги центрифуга катта иш унумдорликка эга ва юкори концентрацияли майин, дисперс суспензияларни ажратиш учун қўлланилади. Бундай центрифугаларнинг суспензия бўйича иш унумдорлиги ушбу формуладан топилади:

$$V = \frac{3{,}5D_т^2 \cdot L_т(\rho_з - \rho)d^2n^2}{\mu} \qquad (6.38)$$

бу ерда; $D_т$, $L_т$- тўкиш цилиндрининг диаметри ва узунлиги. м; $\rho_з$, ρ- заррача ва мухит зичликлари, кг/м^3; d- заррачанинг энг кичик диаметри . м; n- роторнинг айланиш частотаси, мин$^{-1}$; μ- динамик қовушоқлик коэффициенти, Па.с.

Чўктирувчи центрифугалар иш унумдорлиги эса ушбу формуладан хисобланади:

$$V = \eta F v_к \tag{6.39}$$

бу ерда: η- пропорционаллик коэффициенти; $F = 2\pi R_0 L$- ротордаги суспензия кўзгуси майдонининг юзаси (бу ерда R_0- суспензия халқасимон қатламининг ички радиуси, м; L - ротор узунлиги, м) м^2; $w_м = w_{ф.к} \cdot K$- марказдан қочма куч таъсиридаги чўкиш тезлиги, м/с (бу ерда $w_{ф.к}$ – оғирлик кучи таъсирида чўкиш тезлиги, м/с; K- ажратиш коэффициенти).

(6.39) тенглама ёрдамида чўкмани пичоқ билан кесиб оладиган чўктирувчи центрифуга иш унумдорлигини хисоблаш формуласини келтириб чиқариш мумкин:

$$V = 25{,}3 \cdot \eta L n^2 R_0^2 w_{ф.к} \cdot k \tag{6.40}$$

бу ерда: k- суспензия ўзатиш вақтининг центрифуга умумий ишлаш вақтига нисбати.

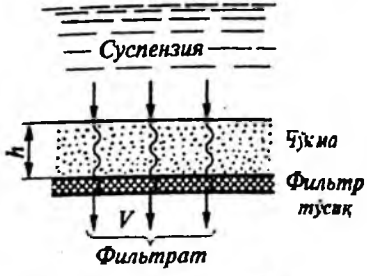
6-боб. Гидромеханик жараёнлар бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Турли жинсли система нима?
2. Дисперс ва дисперсион фазалар нима?
3. Турли жинсли система қандай гуруҳларга бўлинади?
4. Суспензия нима?
5. Эмульсия нима?
6. Кўпик нима?
7. Чангнинг таърифини беринг.
8. Тутун газ таърифини беринг.
9. Туман таърифини беринг.
10. Турли жинсли системаларни қандай ажратиш усуллари мавжуд?
11. Қаттиқ жисмни суюқликда чўкиш механизми ва чўкиш тезлиги формуласини ёзинг.
12. Қаттиқ жисмни газда чўкиш механизми ва чўкиш тезлиги формуласини ёзинг.
13. Архимед критерийсининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
14. Марказдан қочма куч таъсирида чўктиришнинг механизми.
15. Марказдан қочма куч ва унинг формуласини ёзинг.
16. Ажратиш коэффициентининг маъноси ва нимани аниқлаш имконини беради?
17. Қия тўсиқли тиндиргич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
18. Эшкак аралаштиргичли тиндиргич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
19. Эмульсияларни ажратувчи тиндиргич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
20. Чўктирувчи центрифуга конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
21. Фильтрловчи центрифуга конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.

ФИЛЬТРЛАР

6.9. Умумий тушунчалар

Турли жинсли системаларни ғовак фильтр тўсиқлар ёрдамида фазаларга ажратиш жараёнига **фильтрлаш** дейилади. Фильтр тўсиқлар аралашманинг қаттиқ (дисперс) фазасини ушлаб қолади, суюқ (дисперсион) фазасини ўтказиб юбориш қобилиятига эга. Фильтр тўсиқлар ёки бундан буён фильтрлар сифатида овакли материаллар қўлланилади (масалан, тўр пардалар, картон, газламалар, сочилувчан материаллар, шағал, қум, ғовак полимер материаллар, керамика, металлокерамика ва бошқалар).



6.15-расм. Фильтр тўсиқ ва чўкма қатлами орқали суюқлик ўтиш схемаси

Фильтрлаш жараёни босимлар фарқи ёки марказдан қочма кучлар майдони таъсирида амалга оширилади.

Фильтрлаш интенсивлиги суспензия сифати, яъни дисперс фаза чўкмаси каршилигининг миқдорига, картон, шилимшиқ ва коллоид моддалар бор-йўқлигига боғлиқдир.

Турли жинсли системаларни ажратиш пайтида фильтр конструкцияси ёки фильтрловчи центрифуга, фильтр тўсиқ ва фильтрлаш режимларини танлаш зарурати тугилади.

Кимё, нефтни қайта ишлаш ва бошқа саноатларда чўкма ҳосил қилиш йўли билан фильтрлаш кенг тарқалган. Фильтрлаш жараёнида сиқилувчи ва сиқилмайдиган чўкмалар ҳосил бўлади. Сиқилувчи чўкма заррачалари босим ортиши билан қатлам деформацияга учрайди ва унинг ўлчами камаяди. Сиқилмайдиган чўкмада босим кўпайиши билан қатлам шакли ва ўлчами узгармайди. Амалда фильтрлашдан кейин қуйидаги қўшимча жараёнлар қўлланилади: а) чўкмани ювиш; б) чўкмани ҳаво ёки инерт газлар оқими билан тозалаш; в) чўкмани қуритиш;

Фильтрлаш жараёнининг унумдорлиги ва олинган фильтратнинг тозалиги фильтр тўсиқлар хусусиятларига боғлиқ. Фильтр тўсиқлар овақ, тешиклари катта ва гидравлик каршилиги кичик бўлиши керак. Фильтр тўсиқлар тузилишига қараб эгилувчан ва эгилмас бўлади. Фильтр тўсиқлар тепа ва остки қисмидаги босимларнинг фарқи фильтрлаш жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучи деб ҳисобланади.

Ҳаракатлантирувчи кучлар турига қараб фильтрлаш жараёни икки гуруҳга бўлинади: а) босимлар фарқи таъсирида ажратиш (фильтрлаш); б) марказдан қочма куч таъсирида ажратиш (центрифугалаш).

6.10. Фильтрлаш турлари

Турли жинсли системаларни ажратиш пайтида фильтр тўсиқ тури ва суспензия хоссаларига қараб, фильтр тўсиқ юзасида чўкма ҳосил қилиш, фильтр ковакларини тўлдириш ва ҳам биринчи, ҳам иккинчи ҳодисалар биргаликда келган (оралиқ) ҳолатларда фильтрлаш жараёни содир бўлиши мумкин.

Фильтр тўсиқ юзасида чўкма ҳосил қилиб фильтрлаш жараёни қаттиқ жисм заррачаларининг диаметри $d_з$, ковак диаметри d дан катта бўлганда рўй беради (6.16а-расм).

Бу усул суспензия таркибидаги қаттиқ фаза концентрацияси 1% (масс) дан ортиқ бўлганда қўлланилади, чунки бунда фильтр тўсиқ ковагига кириш жойида гумбазчалар ҳосил бўлиши учун қулай шароитлар яратилади. Гумбазчалар ҳосил бўлиши, чўкиш тезлиги ва суспензия концентрациясининг ортишига имконият туғдиради.

Ковакларни тўлдириш усулида фильтрлаш (6.16б-расм) фильтр тўсиқ ковакларига қаттиқ заррачалар кириб тўлдирганда рўй беради. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, фильтрлаш жараёнининг бошланиш давридаёқ, қаттиқ заррачалар тўсиқ ковакларини тўлдириб бошлайди. Бу ҳодиса, албатта фильтр қурилмалар иш унумдорлигини пасайтиради. Жараённи керакли даражада ушлаб туриш учун фильтр тўсиқни биринчи ҳолатини тиклаш, яъни фильтрлашга ярокли қилиш керак. Бунинг учун тўсиқлар суюқлик оқими билан ювилади ёки тўсиқ металлдан ясалган бўлса, қиздириб куйдирилади.



6.16-расм. Фильтрлаш схемаси.
1 - чўкма ҳосил қилиб фильтрлаш;
2 - тўсиқ ковакларини тўлдириб фильтрлаш.

Оралиқ фильтрлаш усули бир вақтнинг ўзида ҳам фильтр тўсиқ юзасида чўкма ҳосил қилиш, ҳам ковакларни тўлдириб, фильтрлаш усуллари рўй берганда амалга ошади.

Ушбу усулда кичик концентрацияли суспензияларни фильтрлаш жараёни тезлигини ошириш учун қўшимча моддалар иштирокида олиб борилади. Жараёндан аввал фильтр тўсиқ юзаси қўшимча модда билан қопланади. Қўшимча моддалардан қилинган қоплама тўсиқ ковакларини тўлиб қолишдан сақлайди. Қўшимча моддалар сифатида ўта майин кўмир, перлит, асбест, кизельгур, фиброфло, асканит ва бошқа материаллар қўлланилиши мумкин.

Хулоса қилиб айтганда, фильтрлаш жараёни интенсивлиги ва фильтр қурилманинг иш унумдорлиги фильтрлаш тезлигига боликдир.

6.11. Фильтрлаш жараёнининг назарий асослари

Фильтр тўсикнинг пастки ва тепа қисмларидаги босимлар фаркига ёки марказдан қочма кучга фильтрлаш жараёнини ҳаракатга келтирувчи кучи деб айтилади.

Босимлар фаркини турли усуллар: фильтр тўсикнинг тепа бўшлиқда ортиқча босим барпо этиш ёки пастки қисмини вакуум трубага улаш йўли билан ҳосил қилиш мумкин. Бундай ҳолатларда фильтрлаш ўзгармас босимлар фаркида боради ва жараён тезлиги босимлар фаркига тўри ва чўкма қатлами қаршилигига тескари пропорционалдир.

Фильтрлаш жараёни эса қуйидаги кинетик тенглама билан ифодаланади:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu\left(R_ч + R_{фт}\right)} \qquad (6.41)$$

бу ерда V- фильтрат ҳажми, м^3 ; F- фильтрлаш юзаси, м^2; τ- фильтрлаш вақти, с; Δp- босимлар фарқи, Н/м^2; μ- динамик қовушоқлик, Па·с; $R_ч$, $R_{фт}$ – чўкма ва фильтр тўсиқлар қаршилиги, м$^{-1}$.

1 м^3 фильтрат олинганда $x_ч$ (м^3) миқдорда чўкма ҳосил бўлади деб қабул қиламиз. Унда,

$$x_ч \cdot V = h_ч F$$

бу ерда $h_ч$ – чўкма қатлами баландлиги, м.

Бу формуладан:

$$h_ч = \frac{x_ч \cdot V}{F}$$

Чўкма қатламининг қаршилиги унинг баландлигига пропорционал деб фараз қиламиз.

$$R_0 = r_0 h_0 = \frac{r_0 x_0 V}{F} \qquad (6.42)$$

бу ерда r_0 – чўкманинг солиштирма қаршилиги, м$^{-2}$.

Агар (6.42) ни (6.41) га қўйсак, ушбу кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu \cdot \left(\frac{r_ч x_ч V}{F} + R_{фп} \right)} \qquad (6.43)$$

(6.43) тенглик фильтрлаш жараёнининг асосий тенгламаси деб аталади.

Фильтр тўсиқ каршилиги ҳисобга олинмаса, қуйидаги тенглама ҳолатига келамиз

$$r_ч = \frac{\Delta p}{\mu h_ч \cdot w} \qquad (6.44)$$

бу ерда w - фильтрлаш тезлиги.

Фильтрлаш жараёнининг бошланиши учун, яъни $V = 0$ да, $R_{фп} = \Delta p / (\mu w)$.

$\Delta p = const$ бўлган ҳолат учун (6.43) тенгламани интегралласак (0- V ва 0-τ ораликда), ушбу тенглама келиб чиқади:

$$V^2 + 2\frac{R_{фп} \cdot F}{r_0 x_0} \cdot V = 2\frac{\Delta p F^2}{\mu r_ч x_ч} \cdot \tau \qquad (6.45)$$

Олинган ушбу тенглама сиқиладиган ва сиқилмайдиган чўкмалар учун қўлласа бўлади ва у фильтрат ҳажми ортиши билан фильтрлаш тезлиги камайишини кўрсатади.

(6.45) тенгламани фильтрлаш вақти τ га нисбатан ечсак, ушбу ифодага эришилади:

$$\tau = \frac{\mu x_ч r_ч}{2\Delta p}\left(\frac{V}{F}\right)^2 + \frac{R_{фп} \cdot V}{\Delta p \cdot F} \qquad (6.46)$$

ёки (3.41) ни ҳисобга олсак

$$\tau = \frac{\mu r_ч}{2\Delta p x_ч} h_ч^2 + \frac{R_{фп}}{\Delta p x_ч} h_ч \qquad (6.47)$$

Шундай қилиб, фильтрлаш вақти олинган фильтрат ҳажми квадратига тўғри пропорционалдир.

Охирги тенгламани фильтрнинг солиштирма иш унумдорлиги ($V_f = V/F$) га нисбатан ечсак, қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$V_f = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\mu x_ч r_ч}\tau + \left(\frac{R_{фп}}{\mu x_ч r_ч}\right)^2} - \frac{R_{фп}}{\mu x_ч r_ч} \qquad (6.48)$$

Ўзгармас тезлик $w = const$ ҳолат учун (6.43) дан ушбу тенгламани оламиз:

$$V^2 \mu x_ч r_ч + R_{фп} VF\mu = \Delta F^2 \tau \qquad (6.49)$$

ёки

$$V^2 + \frac{R_{фп} \cdot F}{r_ч x_ч} V = \frac{\Delta p F^2}{\mu r_ч x_ч} \tau$$

бу тенгламадан:

$$\Delta p = \mu x_ч r_ч \left(\frac{V}{F}\right)^2 \frac{1}{\tau} + \mu R_{фп}\left(\frac{V}{F}\right)\frac{1}{\tau} \qquad (6.50)$$

ёки

$$\Delta p = \mu x_ч r_ч w^2 + \mu R_{фп} w$$

Шундай қилиб, фильтрлаш вақти ортиши билан босимлар фарқи кўпаяди.

$$\tau = \frac{\mu x_ч r_ч}{\Delta p}\left(\frac{V}{F}\right)^2 + \frac{R_{фп}}{\Delta p}\frac{V}{F} \qquad (6.51)$$

яъни олинган фильтрат ҳажми квадратига тўғри пропорционал.

Фильтрнинг солиштирма иш унумдорлиги ($м^3/м^2$):

$$V_f = \sqrt{\frac{\Delta p}{\mu x_ч r_ч}\tau + \left(\frac{R_{фт}}{2\mu x_ч r_ч}\right)^2} - \frac{R_{фт}}{2\mu ч_ч к_ч} \qquad (6.52)$$

Амалда чўкма ҳажмининг фильтрат ҳажмига нисбати $x_ч$, чўкма қатламининг солиштирма ҳажмий қаршилиги $r_ч$ ва фильтр тўсиқ қаршиликлари тажриба йўли билан аниқланади.

Агар, $F = 1\ м^2$ бўлган ҳол учун (6.45) тенгламани ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$V^2 + 2CFV = 2KF^2\tau \qquad (6.53)$$

бу ерда C - фильтр тўсиқ гидравлик қаршилигини характерловчи фильтрлаш константаси, $м^3/м^2$; K - фильтрлаш режими ва суюқликдаги чўкманинг физик-кимёвий хоссаларини ҳисобга олувчи фильтрлаш константаси, $м^2/с$.

$$C = \frac{R_{фт}}{r_ч \cdot x_ч} \qquad (6.54)$$

$$K = \frac{2\Delta p}{\mu r_ч x_ч} \qquad (6.55)$$

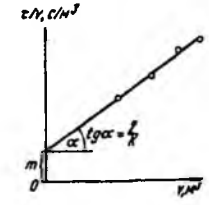
Агар, (6.53) тенгламага ўзгартириш киритсак, ушбу кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{\tau}{V} = \frac{2V}{K} + \frac{2C}{K} \qquad (6.56)$$

Кўриниб турибдики, (6.56) тенглик абсциссага α кия бурчак остида жойлашган тўғри чизиқ тенгламаси. Ушбу бурчак тангенси $tg\,\alpha = 2/K$ тенг ва у ордината ўқида $m = 2C/K$ кесмани ажратади (6.15-расм).

Ушбу тўғри чизиқни қуриш учун абсцисса ўқига ўлчанган $V_1, V_2, ..., V_n$ қийматлари, ордината ўқига эса $\tau/V_1, \tau/V_2, ...\tau/V_n$ларнинг тегишли қийматлари қўйилади.

Сўнг, аниқланган K ва C қийматлар ёрдамида (6.54) ва (6.55) тенгламалардан $r_ч$ ва $R_{фт}$ лар топилади. Чўкма ва фильтрат ҳажмларини ўлчаш натижасида эса $x_ч$ қиймати топилади.



6.15-расм. Фильтрлаш константасини аниқлашга доир.

6.12. Фильтрлар

Ишлаш принципига қараб, фильтрлар қуйидагиларга бўлинади: ўзгармас босимлар фарқи ёки ўзгармас фильтрлаш тезлигида ишлайдиган фильтрлар; фильтр тўсиқда ҳосил қиладиган босимлар фарқига қараб, вакуум ёки ортиқча босим остида ишлайдиган қурилмалар; жараённи ташкил этишга қараб, узлукли ёки узлуксиз ишлайдиган қурилмалар.

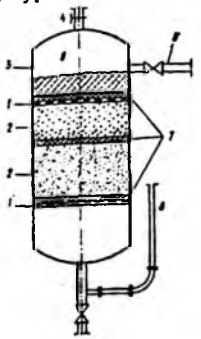
Босим остида ишлайдиган қурилма бир неча турга, яъни гидростатик босим, насос ёки компрессор ёрдамида ҳосил қилинган, вакуум ва марказдан қочма куч таъсирида ҳосил бўлган босимларда ишлайдиган фильтрларга бўлинади.

Технологик мақсадларга қараб, қурилмалар икки турга бўлинади: а) суюқликларни тозалаш фильтрлари; б) газларни тозалаш фильтрлари.

Фильтр тўсиқларнинг турига қараб, донасимон материаллар, турли газламалар ва қаттиқ материаллар (керамика, тўр) ёрдамида турли жинсли системаларни тозалайдиган **фильтрларга** бўлинади.

Кумли фильтр. Бу қурилма донасимон материалли фильтрлар гуруҳига онд (6.16-расм).

Бу турдаги фильтрлар суспензия таркибида каттиқ фаза миқдори кам бўлган ҳолларда, яъни кимё, нефт ва газни қайта ишлаш ва бошқа корхоналарда кенг қўламда ишлатилади.



6.16-расм. Қумли фильтр:
1 - турли дисклар; 2 - қум; 3 - кобиқ; 4 – ҳаво жўмраги, 5 – суспензия кириш трубаси; 6 – пахта; 7 – фильтрловчи тўқима; 8 - фильтратни чиқариш трубаси.

Фильтрнинг цилиндрик кобиғида иккита тўрли диск бўлиб, улар қурилмани 3 қисмга ажратади: юқори - суспензия оқиб киручи, ўрта - фильтрловчи ва қуйи - йиғувчи. Иккала диск орасида фильтрловчи қум қатлами жойлашган бўлиб, у йирик ва майда фракциялардан иборат бўлади. Фракциялар фильтр тўқима билан ажратилган. Юқори ва қуйи дисклар ҳам фильтр тўқима билан копланган бўлади. Фильтрланувчи суюқлик0,02....0,03 МПа босимда қурилма тепасидан юборилади, фильтрат эса пастки қисмдан чиқарилади.

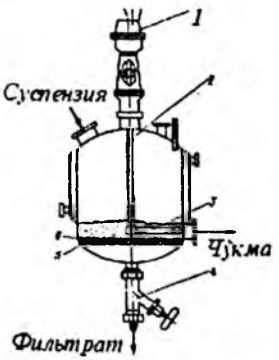
Фильтрлаш тезлиги 250...750 кг/(м^2 · соат).

Ушбу фильтр тузилиши содда, фильтрлаш сифати эса – юқори. Лекин, ҳажм бирлигида фильтрловчи юза кам ва жараён тезлиги паст бўлгани учун, фильтрнинг иш унумдорлиги жуда кичик. Ундан ташқари, фильтр - қумни алмаштириш қийин ва кўп вақт талаб қилади.

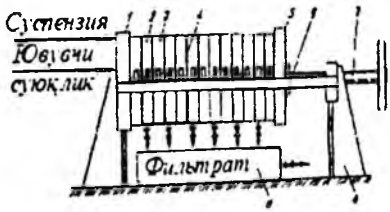
Нутч - фильтр вакуум ёки ортиқча босим остида ишлаши мумкин (6.17-расм). Чўкмани чиқариб ташлаш учун фильтрга бир парракли аралаштиргич ўрнатилган. Суспензия ва сиқилган ҳаво алоҳида штуцерлар орқали узатилади. Олинган фильтрат эса, тўқиш жумраги 4 орқали чиқарилади. Ундан ташқари, фильтрга сақловчи жўмрак ҳам ўрнатилган. Фильтрнинг иш цикли қуйидаги босқичлардан иборат: суспензия билан тўлдириш; босим остида фильтрлаш; фильтр тўсиқдан чўкмани туширш; фильтр тўсиқни қайта тиклаш. Бундай фильтрларда чўкмани ювиш жараёнини ҳам бир вақтда ўтказса бўлади.

Суспензияларни фильтрлаш пайтида фильтр тўсиқ сифатида картон, бельтинг ва синтетик толаларни қўллаш мумкин. Синтетик толаларнинг афзаллиги шундаки, улар юқори механик мустаҳкамлик, термик ва кимёвий чидамлиликка эга. Синтетик толалардан, зичлиги аста - секин ўзгарадиган, фильтр тўсиқлар тайёрлаш мумкин.

Бундай фильтр каттиқ фаза миқдори кам бўлган суспензияларни фильтрлашда жуда қўл келади, чунки заррачалар унинг бутун баландлиги бўйлаб чўкади. Фильтрнинг ташқи қатламида йирик, ички қатламларида эса майда заррачалар ушланиб қолади. Бундай селектив фильтрлаш жараён тезлиги юқори бўлиши, ковакчалар юзасини тўлиб қолиш олдини олади ва фильтрнинг хизмат муддатини узайтиради.



6.17-расм. Аралаштиргичли нутч - фильтр.
1-узатма; 2-фильтр кобиғи; 3-аралаштиргич; 4-тўқиш жумраги; 5-фильтр тўсиқ; 6-фильтрловчи тўқима.

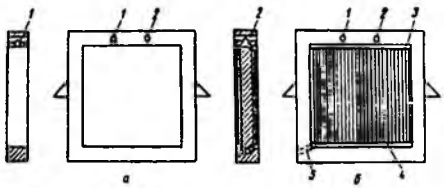


6.18-расм. Ромли фильтр-пресс. 1 - таянч плита; 2 - ром; 3 -плита; 4 - фильтр тўсиқ; 5 - ҳаракатчан плита; 6 - горизонтал йўналтирувчи; 7 - винт; 8 - ставина; 9 - тарнов.

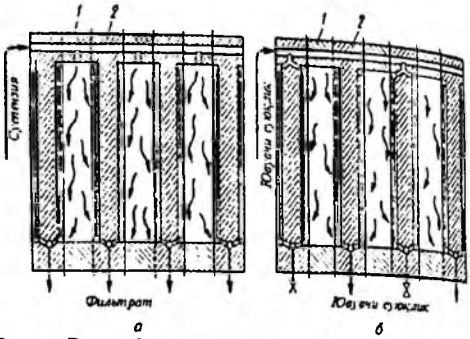
Ромли фильтр - пресс. Бундай фильтрлар суспензиялар (масалан: вино, пиво, сут

маҳсулотлар) ни тозалаш учун қўлланилади (3.18-расм). Фильтрловчи блок орасида фильтр тўқима ёки картон жойлашган алмашувчи ром ва плиталардан ташкил топган. Ром ва плиталар йўналтирувчи 6 да сиқувчи винт 7 ёрдамида қисиб қўйилади. Одатда фильтр металл станина 8 да ўрнатилади.

Ҳар бир ром ва плитада суспензияни кириш ва ювиш суюқлигининг чиқиш каналлари бор (6.19-расм).



6.19-расм. Фильтр - пресс роми (а) ва плитаси (б).
1, 2 - суспензия ва ювиш суюқлиги кириш каналлари; 3 - дренаж канали; 4 - йиғиш канали; 5 - айланма канал.



6.20-расм. Ромли фильтр – пресс ишлаш схема.
а - фильтрлаш; б – чўкма ювиш;
1 - ром; 2-плита.

Плиталарнинг иккала томонида йиғувчи каналлар 4 бўлиб, юқори қисм дренаж ва пастки қисми эса, айланма каналлар билан уланган.

Суспензия босим остида канал орқали ромнинг ичкарисига фильтр материалдан ўтади (6.20 а-расм), кейин эса юзасидаги каналчалар орқали пастга тушади.

Фильтрат плитанинг пастки қисмида жойлашган каналча орқали чиқиб, умумий тарновга тушади. Ромнинг иккала томони чўкма билан тўлганда, фильтрлаш жараёни тўхтатилади ва тескари йўналишда юқори босимли суюқлик узатилади, чўкма ювилади ва айланма каналлар орқали чиқарилади. Шундан кейин ювиш учун сув юборилади ва жараён тугагач плита чапга сурилиб, чўкма тўкилади. (6.20 б-расм)

Фильтр - прессининг иш цикли ушбу жараёнлардан иборат: ишга тайёрлаш; фильтрлаш; ювиш; чўкмани тўкиш. Даврий ишлайдиган фильтр қурилмаларда ёрдамчи жараёнларни бажариш учун иш циклининг 30% га яқин вақти сарфланади ва чўкмани тўкиш кўп меҳнат талаб қилади. Бу турдаги фильтрларда фильтр тўкималар сарфи катта ва уларни алмаштириш қийин. Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда ушбу камчиликлар бартараф этилган, чунки бу фильтрларда фильтрлаш, чўкмани қуритиш, ювиш, ажратиш жараёнлари бир вақтда содир бўлади.

Фильтр - пресс (ФПАКМ). Бундай фильтрда чўкмани тўкиш механизациялашган. Ушбу қурилма камерали, автоматлаштирилган фильтр бўлиб, температураси 80°С, концентрацияси 10...500 кг/м^3 ли майин дисперс суспензияларни ажратиш учун қўлланилади. Бу турдаги фильтр даврий ишлайдиган бўлади.

Кўпинча бу фильтр - прессларда бир - бирига зич жойлашган бир қатор тўртбурчак шаклдаги фильтрлардан иборат (6.21-расм).

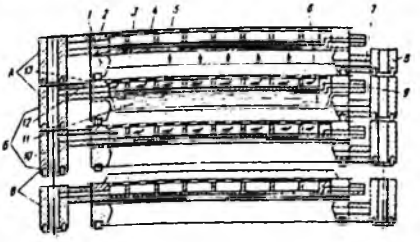
Тўртбурчак фильтрларнинг бундай жойлашуви солиштирма фильтрлаш юзасининг кўпайишига олиб келади.

Агар фильтр *А* ҳолатда бўлса, коллектор 8 дан камерага ажратиш учун суспензия, ювиш учун суюқлик ва чўкмани қисман қуритиш учун сиқилган ҳаволар кетма - кет келади. Сўнг фильтрат, ювиш суюқлиги ва ҳаво каналлар 12 орқали коллектор 10 га чиқарилади.

Фильтрнинг *Б* ҳолатида каналлар 9 орқали бўшлиқ 11 га босим остида сув узатилади. Натижада эгилувчан эластик диафрагма *G* ёрдамида чўкма сиқилади. Ундан кейин, *В* ҳолатда плиталар сурилади ва ҳосил бўлган тиркишлардан чўкма тўкилади.

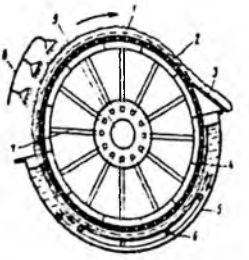
Барабанли вакуум - фильтр. Бу турдаги фильтрлар концентрацияси 50 ... 500 кг/м^3 бўлган суспензияларни узлуксиз равишда ажратиш учун ишлатилади (6.22-расм). Қаттиқ заррачалар кристалл, толали аморф ва коллоид тузилишга эга бўлиши мумкин. Фильтр иш унумдорлиги қаттиқ заррачалар тузилишига боғлиқ ва юқорида келтирилган кетма - кетликда пасайиб боради.

Фильтрнинг асосий қисми горизонтал барабан бўлиб, у электр юритқич ёрдамида аста - секин айлантирилади. Одатда унинг 0,3...0,4 қисми суспензияли тоғорага тушиб туради. Тоора ичида силкиниб турувчи аралаштиргич суспензия таркибини бир хил бўлишини таъминлайди, яъни



6.21-расм. Горизонтал камерали фильтр - пресс (ФПКАМ).

1-пастки плита; 2-тепа плита; 3-суспензия ва чўкма учун бўшлиқ; 4-тешикли диск; 5-фильтрат учун бўшлиқ; 6-эгилувчан диафрагма; 7, 9, 12-каналлар; 8-суспензия учун коллектор; 10-фильтратни чиқариш коллектори; 11–сув учун бўшлиқ; 13–фильтр тўқима.



6.22-расм. Барабанли вакуум – фильтр.

1-тешикли барабан; 2-фильтр тўқима; 3-тўқимани кесиб турувчи пичоқ; 4-секция; 5-тоғора; 6-аралаштиргич; 7-труба; 8-суюқлик пуркагич; 9-бош тақсимлагич.

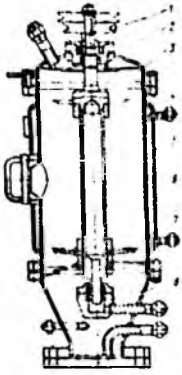
унинг таркибидаги заррачаларни чўкмага тушишига тўсқинлик қилади. Барабан иккита цилиндрдан тузилган бўлади. Ташқи цилиндр элаксимон бўлиб, унинг устига сим тўр тортилган.

Сим тўрнинг усти эса, фильтр тўқима билан копланган. Барабаннинг фильтрловчи тўсиқларидан фильтрат вакуум остида сўриб олинади. Фильтрнинг устида суспензиядаги каттик заррачалар чўкма қатламини ҳосил қилади. Бу чўкма пичоқ ёрдамида барабаннинг устки қисмидан узлуксиз равишда кесиб олинади. Барабаннинг ички қисми тўсиқлар ёрдамида алоҳида секторларга бўлинган. Каналлар эса фильтрлаш жараёнининг ҳамма циклларини бевосита фильтр ишлашини бошқарувчи бош тақсимлагич билан бирлаштирилган. Бош тақсимлагичда иккита диск бўлиб, бири айланма ҳаракат қилса, иккинчиси - қўзғалмасдир. Қўзғалмас дискдаги тешиклар трубалар орқали вакуум – насос, ҳамда фильтратни ажратиб олувчи ва ювувчи суюқлик билан чўкмани ажратиш ва фильтр тўқимани тозалаш учун сиқилган ҳаво берувчи компрессор билан уланган бўлади.

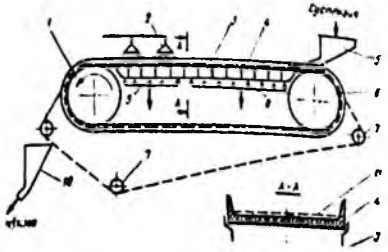
Айланувчи дискнинг ҳар бир тешиги бирин-кетин қўзғалмас дискнинг тешиклари билан уланади. Шунинг учун барабан бир марта айланганида, фильтрлаш жараёнининг ҳамма боскичлари бажарилади. Биринчи боскичда барабан секциялари вакуум – насос билан уланади ва фильтрат ажратилади. Кейинги боскичда барабан секциялари ювувчи суюқлик билан уланади ва чўкма ювилади. Охирги боскичда барабан секциялари сиқилган ҳаво трубалари билан уланиб, чўкма қуритилади ва фильтрлаш юзаси тозаланади.

Бу турдаги фильтрларнинг ишчи юзаси 5...150 м^3 бўлади. Камчиликлари: фильтрлаш юзаси катта бўлгани учун кўп жой эгаллайди; фильтрнинг нархи қиммат бўлади.

Дискли фильтр. Бу фильтрлар майин дисперс суспензияларни ажратиш учун мўлжалланган бўлиб, қўшимча моддалар ўтиришни катлами билан босим остида ишлайди. Ишлатиладиган гилофли вертикал идиш кўринишига эга бўлган дискли фильтрларда ишчи босим - 0,5 МПа, гилоф ичидаги босим эса – 0,3 МПа. Фильтр ичида говак ўк 6 бўлиб унга металлдан ясалган тешикли диск фильтр элемент 7 лар ўрнатилган (3.23-расм). Дисклар, ўз навбатида, полипропилен ёки бошка фильтр тўқима билан копланиб, халкасимон кискичлар ёрдамида махкамланади. Дискли фильтрларда кисман қуритилган чўкмани марказдан қочма куч ёрдамида тўкиш имконияти бор. Фильтрловчи дисклар ўрнатилган ичи бўш ўк электр - ёки гидравлик юритқич ёрдамида айлантирилади. Ўкнинг айланиш частотаси 250 мин-1 бўлиб, тефлон сальник ёрдамида зичланади



6.23 – расм. Дискли фильтр
1 – шкив; 2-сальникли қистирма; 3 – копкоклар; 4 – фильтр; 5 – ғилоф; 6 – ғовак ўқ; 7 – фильтрловчи элемент; 8 – таянч элемент



6.24-расм. Лентали вакуум-фильтр.
1-узатувчи барабан; 2-пуркагич; 3-вакуум-камера; 4-резина лента; 5-нов; 6 – тарангловчи барабан; 7 – тарангловчи ғилдиракчалар; 8 – фильтрат чиқариш коллектори; 9-ювувчи сувни чиқариш коллектори; 10 – чўкма йиғин; 11-фильтр тўкима

Фильтрлашдан аввал суспензаторда қўшимча моддалардан суспензия тайёрланади ва фильтрловчи элементларга ўтиринди чўкма ҳосил қилинади. Бунинг учун, фильтрловчи элементларда 15...30 мм қалинликда ўтиринди чўкма пайдо бўлмагунча, насос ёрдамида тайёр суспензия узатилади.

Фильтрат фильтрловчи дискдан ўтиб, ғовак ўқдаги тешиклар орқали ичи бўш ўқга тушади ва фильтрдан суспензаторга чиқарилади. Худди шу йўсинда суспензия фильтрланади. Жараён тугагандан сўнг, чўкма ювилади ва ҳаво ёрдамида қисман қуритилади.

Лентали фильтр. Бу фильтр ром, узатувчи 1 ва тарангловчи 6 барабанлардан, ҳамда икки барабан орасига тортилган тешикли, чексиз узунликдаги резина лента 4 дан таркиб топган (6.24-расм).

Тешикли резина лента остида вакуум - камера 3 бўлиб, у пастки қисми билан фильтрат 8 ва ювувчи суюқлик чиқариш коллекторлари 9 билан уланган. Ҳосил қилинаётган вакуум ҳисобига лента вакуум – камеранинг тепа қисмига ёпишиб туради.

Фильтр тўкима эса, тарангловчи ғилдиракчалар 7 ёрдамида чексиз резина лендишчеа сиқиб қўйилади.

Фильтр тўкимага нов 5 дан суспензия узатилади. Фильтрат вакуум остида камераларга ва коллектор орқали йиғичга юборилади. Ҳосил бўлган чўкмага пуркагич 2 дан ювувчи сув берилади ва камераларга сўриб олиниб, сўнг коллектор 9 орқали йиғич 10 га чиқарилади.

Узатувчи барабанда фильтр тўкима резина лентадан ажрайди ва йўналтирувчи ғилдиракчани айланиб ўтади. Шунда, чўкма фильтр тўкимадан сирпаниб тушади ва чўкма йиғичга тўкилади. Фильтр тўкима иккита ғилдиракча 7 лар орасидан ўтгунча ювилади, қуритилади ва тозаланади.

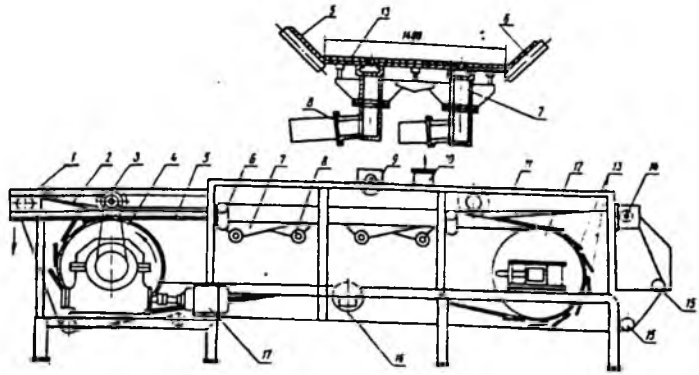
Галит ташланмаси (отвали)ни фильтрлаш қурилмаси. Шнекли эриткичдан чиққан галит ташланмасининг таркибида 12-17% маточний эритма мавжуд. KCl йўқотилишини камайтириш максадида у фильтрланади ва сув билан ювилади. Йирик донадор галит ташланмасини фильтрлаш учун узлуксиз ишлайдиган вакуум-фильтрлар қўлланилади, чунки уларнинг тузилиши содда ва юқори унумдорликка эга.

Барабанли вакуум-фильтрлар асосан флотацион-бойитиш фабрикаларида ишлатилади. Галургик калийли заводларда кўпрок тарелкали ва лентали фильтрлар қўлланилади. Тарелкали вакуум-фильтр горизонтал фильтр-юзали, тешикли панжара кўринишида бўлиб, бронза ёки легирланган пўлатдан ясалади. Ушбу панжара диаметри 5м ва у $0,0167\ с^{-1}$ (1 айл/мин) частота билан айланади; фильтрловчи панжара остидаги вакуум 100-150мм сим.уст. ни ташкил этади. Материал қолдик намлиги 5-7% бўлганда, галит ташланмаси бўйича унумдорлик 3,3-4,5 кг/м^2 с ни ташкил этади.

Ушбу фильтр камчиликлари: фильтр тўкима тез едирилади ва фильтрат билан тузли шлам кўп миқдорда чиқиб кетади. Шунинг учун, охирги пайтда галит ташланмаларини фильтрлаш учун лентали вакуум-фильтрлар қўлланилмокда. Бу фильтрлар юқори унумдорликка эга ва нисбатан тоза

фильтрат олинади. Хлорвинил ёки лавсандан тайёрланган фильтр тўқималар хизмат муддати катта, чунки чўкмани олиш учун пичоқлар ишлатилмайди.

Фильтрловчи юзага галит ташланмаси лоток 10 дан борали, лоток 9 дан узатилаётган сув билан ювилади ва фильтр тўқима 2 роликлардан айланиб ўтаётганда транспортёрга тўкилади (6.25-расм).



6.25-расм. Лентали вакуум-фильтр.
1-чўкмани олиш валики. 2-фильтр тўқима; 3-фильтрловчи тўқима узатма барабани; 4-узатувчи станция; 5-резина лента; 6- ён томон роликлари; 7-вакуум-камералар; 8-фильтрат чиқариш штуцери; 9-ювиш суви лоткаси; 10-юклаш штуцери; 11-каркас; 12-таранглаш станцияси; 13-тешикли пластиналар; 14-тўкмани текислаш механизми; 15-роликлар; 16-остки барабан; 17-редукторли электр юритгич.

Вакуум системага фильтрат ва ҳаво штуцер 8 орқали вакуум камера 7дан сўриб олинади. Лентали вакуум-фильтр ён қирралари резинали лента 5 ва вакуум камера 7дан иборат. Резинали лента ҳаракатланувчи 4 ва тарангловчи 12 барабанлар орасида торгилган. Фильтрлаш зонасида резинали лента 5 га бир хил тезликда ҳаракатланувчи фильтр тўқима 2 ёпишиб туради. Пастки қисмида лента ва тўқима алоҳида ҳаракатланади. Бу ерда тўқима ювилади ва қуритилади. Фильтр тўқима таранглигини роликлар 15 ва текислаш механизми 14 лар таъминлайди. Резинали лента юзасида дренаж пластиналар ва чўзинчоқ тешиклар мавжуд бўлиб, фильтрат ва ҳавони чиқариш учун хизмат қилишади.

ЛСХ-10-1,4К типидаги лентали фильтр унумдорлиги 200т/соат, яъни 1м^2 дан 5,55 кг/с. Лентанинг ҳаракат тезлиги 0,117-0,35 м/с.

Фильтр қурилманинг ташланма бўйича унумдорлиги ушбу формуладан топилади:

$$Q_Г = w_л \cdot B \cdot h \cdot \gamma; \qquad (6.57)$$

бу ерда $w_л$– лента тезлиги, м/с; B – лента эни. м; h – лентадаги фильтр материал баландлиги, м; γ ташланманинг тўкма зичлиги, кг/м^3.

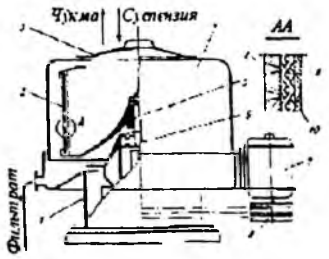
Фильтрлар сони галит ташланмасининг сарфи $q_{гн}$ асосида аниқланади. Ўз навбатида $q_{гн}$ битта фильтр унумдорлиги $Q_Г$ ва технологик линия қуввати моддий балансидан топилади.

Фильтрловчи центрифугалар даврий ва узлуксиз ишлайдиган бўлиб, ўқининг жойлашига караб вертикал ва горизонтал бўлади. Жараён мобайнида ҳосил бўладиган чўкмани тўкишига қараб - қўлда тўкадиган, гравитацион, марказдан қочма ва узилиб - узилиб тўкадиган центрифугаларга бўлинади.

Даврий ишлайдиган фильтрловчи центрифугада суспензия барабан тепасидан юкланади (6.26-расм). Суспензия юкланғандан сўнг барабан ҳаракатга келтирилади, яъни айлантириб бошланади. Марказдан қочма куч таъсирида суспензия барабан деворига улоктирилади. Суюқ бошланади. Марказдан қочма куч таъсирида суспензия барабан деворига улоктирилади. Суюқ дисперсион фаза фильтр тўсиқ орқали ўтади, чўкма эса унда ушланиб қолади. Фильтрлаш цикли тугаганда сўнг, чўкма қопқоқ 3 орқали кўл ёрдамида олиб ташланади.

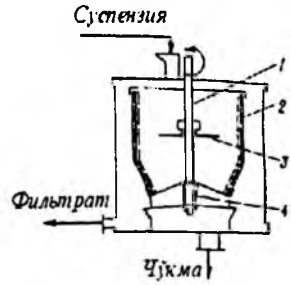
Чўкмани ўзи тўкадиган центрифугада чўкма гравитацион куч таъсирида қурилмадан чиқариб юборилади (6.27-расм).

Одатда бундай центрифугалар тешикли барабан ўрнатилган вертикал ўқли қилиб ясалади. Барабан кичик частота билан айланганда суспензия юкловчи дискка берилади. Барабаннинг пастки қисми конуссимон шаклда бўлиб, конуслик бурчаги чўкманинг табиий қиялик бурчагидан ортиқ қилинади. Фильтрлаш цикли тамом бўлганда ва барабан тўлиқ тўхтагунча инерциясидан сўнг оирлик кучи таъсирида чўкма барабан деворидан сирпаниб тушади ва қурилма тубидаги штуцер орқали чиқарилади.



6.26-расм. Даврий ишлайдиган фильтрловчи центрифуга.

1 - станина; 2 - тешикли барабан; 3 - қопқоқ; 4 - қобиқ; 5 - гупчак; 6 - подшипник; 7 - электр юритқич; 8 – камар узатмали шкив; 9 - дренаж тури; 10 - фильтр тўқима.



6.27-расм. Чўкмани гравитацион куч таъсирида тўкадиган центрифуга.

1 - ўқ; 2 - барабан; 3 –тақсимловчи диск; 4 - таянч втулка.

Узлуксиз ишлайдиган, марказдан қочма куч таъсирида чўкмани тўкадиган центрифуга конуссимон тешикли барабан ва унинг ичида айланувчи шнеклардан таркиб топган. Шнекнинг айланиш тезлиги барабанникидан озгина кам бўлади. Шнек айланиши даврида унинг ўрамлари барабанда ўтириб қолган чўкмани пастга олиб тушади. Чўкмани тўкиш марказдан қочма куч таъсирида амалга оширилади. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, марказдан қочма куч таъсирида тўкиш пайтида чўкма майдаланмайди ва унинг тузилиши бузилмайди.

6.13. Фильтрлаш жараёнини интенсивлаш

Халқ хўжалигида кимё, нефт ва газни қайта ишлаш ва бошқа саноатлар тайёр маҳсулотининг салмоғи ортиб бориши ва юкори гидравлик қаршиликга эга чўкмаларнинг тури, миқдорининг кўпайиб бориши, фильтрлар иш унумдорлигини оширишни тақозо этади. Бу муаммони ҳал этиш учун фильтрларнинг фильтрлаш юзаси ва жараён тезлигини ошириш йўллари билан эришиш мақсадга мувофиқдир.

Ҳозирги кунда барабанли вакуум - фильтрларнинг юзаси 140 м^2, дисклиларники 300 м^2, лентали фильтрларники 25 м^2 гача етказилган.

Суспензиялар ажратишда оптимал шароитларни яратиш учун конструктив, технологик ва физик - кимёвий усуллардан фойдаланилади.

Конструктив гуруҳ усулларига қуйидагилар киради: фильтрлаш жараёнини автоматлаштириш; реверсив (чўкма қалинлиги кам бўлганда), динамик (чўкма узлуксиз ювилиб туриладиган ҳолларда), турли таркибли (цилиндрик юзаларда эгрилик радиуси кичик чўкма қатламлари ҳосил бўлганда) ва тебранма фильтрлаш.

Технологик гуруҳ усулларига қуйидагилар киради: чўкма қатлами, босимлар фарқи, суспензия концентрацияларининг оптимал кийматларини, ҳамда унинг таркибидаги қаттиқ заррачаларни олдинган майин ва даал дисперс фракцияларга дастлабки классификациялаш.

Физик - кимёвий гуруҳ усулларига эга қуйидагилар киради: чўкма солиштирма қаршилигини камайтириш мақсадида суспензияга физик - кимёвий таъсир этиш.

Ушбу тадбирларни суспензия олиш жараёнида ёки ундан кейин ҳам ўтказиш мумкин.

Биринчи ҳолатда суспензия ҳосил қилишда тегишли шароитларни (температура, концентрация ва бошқалар) амалга ошириш мақсадида қаттиқ заррачалар ўлчамини катталаштириш, кристаллик заррачалар (аморф заррачалар ўрнига) олиш имконияти ва коллоид, ёпишқоқ аралашма ҳосил бўлиш олдини олиш мумкин.

Натижада айрим суспензия чўкмаларининг солиштирма каршилиги 10 ва ундан ортиқ марта пасайтирилиши мумкин.

Иккинчи ҳолатда, яъни суспензияга агрегирловчи ёки қўшимча моддалар қўшиш, суспензия солиштирма қаршилигини кескин равишда камайишга олиб келади.

6.14. Фильтрларни ҳисоблаш

Суспензияларни фильтрлаш жараёнига кўпгина омиллар таъсир этганлиги сабабли фильтрларни ҳисоблаш жуда мураккаб масаладир. Шунинг учун, қуйида келтирилган ҳисоблаш схемалари бир қатор тахминлар ва суспензияларни ажратиш қонуниятларини соддалаштиришлар асосида ишлаб чиқилган. Шундай тахминлардан бири, оғирлик кучи таъсирида каттик заррачалар чўкмайди деб, фараз қилинади. Амалиётда заррачалар чўкмаслиги учун суспензия аралаштирилиб турилади.Ҳисоблашларда эса тажриба йўли билан топилган фильтр тўсиқ ва чўкма гидравлик каршиликларининг ўртача қиймати ишлатилади.

Узлуксиз ишлайдиган фильтрлар хисоби. Бошланич маълумотларда фильтр иш унумдорлиги берилган бўлади. Ундан ташкари, фильтрлаш юзаси берилиши мумкин ёки қабул қилинади. Демак, юкорида кўрсатилган параметрлар маълум бўлса, яъни фильтрнинг берилган юзаси бўйича фильтрлар сони, фильтрат миқдори ва фильтрлаш жараёни давомийлиги аниқланади.

Барабанли вакуум - фильтрни (фильтр тўсиқ гидравлик каршилигини ҳисобга олмаймиз) ҳисоблашнинг умумий кетма - кетлигини кўриб чиқамиз.

1. Фильтр қурилмага энг юкори иш унумдорлик таъминлаш учун чўкма қатлам қалинлигининг рухсат этилган энг кичик қиймати қабул қилинади. Масалан, барабанли вакуум - фильтр учун тахминан 5 мм (чўкма хоссаларига қараб) деб, қабул қилинса бўлади.

2. $x_ч = h_ч \cdot F/V$ тенгламадан V ни топамиз:

$$V = \frac{h_ч \cdot F}{x_0} \tag{6.58}$$

3. $R_{фт} = 0$ деб қабул қилиб, V нинг қийматини (6.45) формулага қўйиб ва уни τ га нисбатан ечиб, зарур қалинликдаги чўкма ҳосил қилиш вақтини аниқлаймиз:

$$\tau = \frac{\mu \cdot r_ч \cdot h_ч^2}{2\Delta p x_ч} \tag{6.58}$$

4. Ҳисоблаш тенгламаларидан фойдаланиб ёки тажриба йўли билан ювиш боскичининг давомийлиги $\tau_ю$ ни топамиз.

5. Барабан секциялари умумий сони n дан:

а - сувсизлантириш зонасида n_c^1 та секция;

б - сувсизлантириш зонасида n_c^2 та секция, чўкмани тўкиш ва фильтр тўкимани тиклаш зонасида $n_{тт}$ та секция банд деб қабул киламиз.

6. Ҳар бир боскичнинг давомийлиги ушбу тенгламалардан аниқланади:

а - сувсизлантириш:

$$\tau_c^1 = \left(\tau + \tau_ю\right)\frac{n_c^1}{n_{фю}} \tag{6.60}$$

бу ерда $n_{фю} = n - \left(n_c^1 + n_c^2 + n_{тт}\right)$- фильтрлаш ва ювиш зоналаридаги барабан секцияларининг сони:

б - сувсизлантириш:

$$\tau_c^2 = \left(\tau + \tau_ю\right)\frac{n_c^2}{n_{фю}} \tag{6.61}$$

чўкмани тўкиш ва фильтр тўкимани тиклаш:

$$\tau_{TT} = \left(\tau + \tau_{yo}\right)\frac{n_{TT}}{n_{\phi o}} \tag{6.62}$$

7. Ушбу тенгликдан цикланинг умумий давомийлиги $\tau_ц(c)$ хисобланади:

$$\tau_ц = \tau + \tau_c^1 + \tau_c^2 + \tau_{yo} + \tau_{TT} \tag{6.63}$$

8. Барабаннинг айланиш тезлиги w (айл/мин) эса, куйидаги нисбатдан топилади:

$$w = \frac{60}{\tau_ц} \tag{6.64}$$

9. Фильтрлаш зонасининг марказий бурчаги қуйидагига тенг бўлади:

$$\theta = \frac{360 \cdot \tau}{\tau_ц} \tag{6.65}$$

10. Фильтрнинг иш унумдорлиги Q (м^3/сутка):

$$Q = \frac{3600 \cdot 24 \cdot V}{\tau_ц} \tag{6.66}$$

11. Агар, фильтрат бўйича умумий иш унумдорлик $Q_ум$ маълум бўлса, зарур барбанли вакуум - фильтрлар сони ушбу нисбатдан аниқланади:

$$N_ф = \frac{Q_ум}{Q} \tag{6.67}$$

5-боб. Фильтрлаш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Фильтрлаш жараёнининг турлари ва моҳияти нимада?
2. Қандай куч фильтрлаш жараёнини харакатга келтиради?
3. Фильтрлаш жараёнининг тезлигини ифодаловчи формулани ёзинг ва изоҳланг.
4. Тешикли панжара ва чўкма гидравлик қаршилигини хисоблаш формуласи.
5. Фильтрлаш константаси нима?
6. Кумли фильтр конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
7. Ромли фильтр-пресс конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
8. Дискли вакуум-фильтр конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
9. Барабанли вакуум-фильтр конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
10. Лентали вакуум-фильтр конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.

АРАЛАШТИРГИЧЛАР

6.15. Умумий тушунчалар

Суспензия ва эмульсиялар хосил килиш учун суюклик мухитларида аралаштириш жараёни қўлланилади. Пластик ва сочилувчан материалларни кориштиришдан мақсад, таркибида каттик, суюк ва пластик қўшимча моддали, бир жинсли асосий масса олишдир.

Аралаштириш пайтида иссиклик, масса ва биокимёвий жараёнлар интенсивлашади. Аралаштириш жараёнини амалга ошириш учун турли усуллар ва аралаштиргич конструкциялари қўлланилади.

Аралаштириш сифати фазаларни кориштириш даражаси билан характерланади.

Аралаштириш қурилмасининг бутун хажмидаги фазаларни кориштириш даражаси I қуйидаги тенглама ёрдамида аникланиши мумкин:

$$I = 1 - \frac{\sum_{1}^{m} \frac{\Delta x'}{100 - x_{op}} + \sum_{1}^{n} \frac{\Delta x''}{x_{op}}}{m + n} \qquad (6.68)$$

бу ерда m – тахлил учун олинган намуна, $\Delta x > 0$; $\Delta x'$- аралаштиргичдаги мусбат концентрациялар фарки ва у ушбу формуладан топилади $\Delta x' = x - x_{op}$; x_{op}- идеал кориштиришда аралашмадаги заррачалар концентрацияси бўлиб, у қуйидаги формуладан аникланади:

$$x_{op} = \frac{100 V_к \cdot \rho_к}{V_c \rho_c + V_к \rho_к}$$

бу ерда $V_к$– асосий массада (суюкликда) таксимланган каттик заррачалар хажми; $\rho_c, \rho_к$– аралашмадаги каттик заррача ва суюклик зичликлари; V_c– суюклик хажми; n – тахлил учун олинган намуналар сони, $\Delta x'' < 0$; $\Delta x''$- манфий концентрациялар фарки, $\Delta x'' = x - x_{op}$ формуладан хисоблаб топилади.

Фазаларни кориштириш даражаси 0 дан 1 гача ўзгариши мумкин. Агар, компонентлар идеал кориштирилса, $I = 1$ га тенг бўлади.

6.16. Суюкликни аралаштириш усуллари

Суюкликларни аралаштириш пневматик, циркуляцияли, статик ва механик усулларида олиб борилади.

Пневматик аралаштириш учун сикилган газ (кўпинча сикилган хаво) суюклик катлами оркали ўтказиш йўли билан амалга оширилади. Суюклик катламида газни бир текисда таксимлаш учун барботер ишлатилади. Барботернинг тешикчали трубалари аралаштиргич тубига ўрнатилади. Бу усул ўртача ковушокликка (~200 Па·с) эга суюкликларни аралаштириш учун ишлатилади. Жараён тезлиги паст ва энергия сарфи кўп бўлади.

Айрим холларда аралаштиришни инжекторлар ёрдамида хам амалга оширилади. Сикилган хаво ёрдамида аралаштириш учун эрлифт принципини хам кўлласа бўлади.

Аралаштиргичда суюклик эркин юзаси бирлигидан вакт бирлигида ўтаётган газ микдорига аралаштириш интенсивлиги деб аталади.

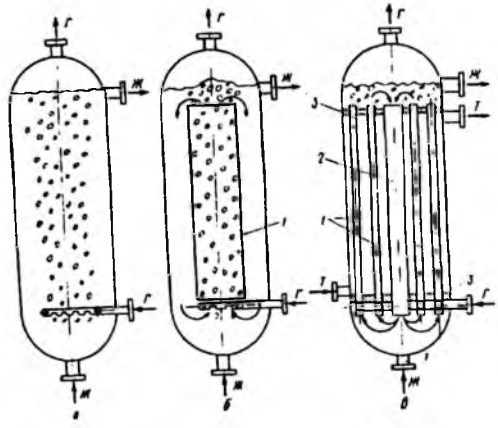
Саноатда қуйидаги газ сарфлари ишлатилади:

6-2 жадвал

т/р	Аралаштириш интенсивлиги	Газ сарфи, $м^3/(м^2 \cdot мин)$
1.	Паст	0.4
2.	Ўртача	0.8
3.	Юкори	1.2

Пневматик аралаштириш усулининг қўлланиши чекланган бўлади, чунки айрим холларда зарарли жараёнлар, яъни оксидланиш ёки махсулотнинг бўгланиши юз бериши мумкин. Шунинг учун, ушбу усул газ ва суюк фазалар ўзаро тўкнашуви рухсат этилган холларда ишлатилиши мақсадга мувофиқдир.

3.48-расмда пневматик аралаштиргичларнинг айрим конструкциялари келтирилган.



6.28-расм. Сиқилган ҳаво ёрдамида аралаштириш.

а - марказий барботерли; б – газлифт (эрлифт) трубали; в - газлифт ва марказий циркуляция трубали қобиқ - трубали қурилма.
1 - газлифт трубалари. 2 - циркуляция трубаси; 3 -тешикли труба панжаралари; с – суюқлик; г - газ; из - иссиқлик элткич

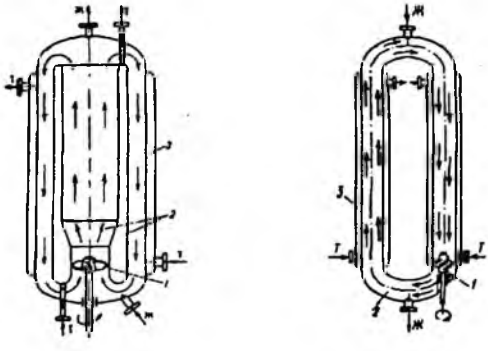
Агар, сиқилган ҳаво қурилманинг пастки қисмига юборилса, унда эрлифт ҳосил бўлади (6.28а-расм). Ҳаво қурилманинг канчалик юқори қисмига узатилса, шунчалик сиқиш учун энергия сарфи кам бўлади. Шунинг учун, ҳавони баландлиги кам қатламларга юбориш керак, яъни пневматик аралаштириш учун диаметри катта, баландлиги кичик бўлган қурилмаларни қўллаш максадга мувофиқдир.

Пневматик аралаштириш жараёнини интенсивлаш учун қурилмаларда газлифт (эрлифт) трубалари ўрнатилади. Ушбу трубалар суюқликни кўл марта циркуляция қилишини таъминлайди (6.28б-расм). Бунинг учун, икки томони очиқ газлифт труба қурилма марказига жойлаштирилади. Сиқилган ҳаво газлифт трубаси ичига узатилади ва кўтарилувчи оқим қанчалик катта бўлса, аралашиш шунчалик самарали бўлади.

Иссиқликни узатиш ва ажратиб олиш учун газлифт ва марказий циркуляция трубали қурилмалар яратилган (6.28в-расм).

Циркуляцияли аралаштириш, насос ёрдамида амалга оширилади. Бунда, «аралаштиргич – насос – аралаштиргич» ёпиқ системасида суюқлик узлуксиз айланиб юради.

Аралаштириш жараёнининг интенсивлиги, циркуляция карралигига, яъни вақт бирлигида насос иш унумдорлигининг, қурилма ичидаги суюқлик ҳажми нисбатига боғлиқ. Айрим ҳолларда насослар ўрнига буғ инжекторлари қўлланиши ҳам мумкин.



6.29-расм. Диффузорли ва винтсимон аралаштиргичли қурилма. 1 - винтсимон аралаштиргич; 2 – иссиқлик алмашиниш камераси диффузор; 3 - тилоф, из – иссиқлик элткич; с - аралаштирилаётган суюқлик.

Ундан ташқари, турли соҳаларда йўналтирувчи труба (диффузор)ли винтсимон аралаштиргичлар ҳам ишлатилади (6.29-расм).

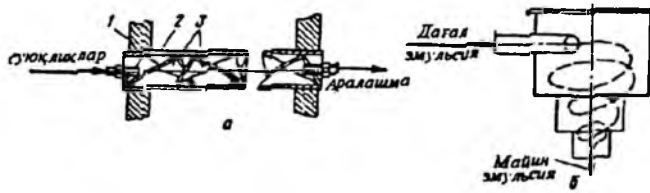
Бу турдаги қурилмаларда ёпиқ циркуляцион контур ҳосил қилинади. Насос вазифасини одатда уч парракли винтсимон аралаштиргич бажаради. Шунинг учун, бундай аралаштиргичлар ҳисоби ўқли насослар ҳисобига ўхшашдир.

Статик аралаштириш. Қовушоқлиги ўртача суюқлик, ҳамда газ суюқлик билан аралаштириш бирорта фазанинг кинетик энергияси ҳисобига статик аралаштиргичларда олиб борилади (6.30-расм).

Одатда, статик аралаштиргичлар реакторгача бўлган труба трубаига ёки бевосита реакторнинг ўзига ўрнатилади.

6.30а-расмда газ ва суюкликларни аралаштириш учун мўлжалланган носимметрик, легирланган пўлат пластиналарни бураш йўли билан олинган ясама элементли аралаштиргич тасвирланган.

Ҳар бир элементнинг геометрик характеристикалари бураш бурчаги ва йўналиши, ҳамда элемент диаметрининг узунлигига нисбати билан ифодаланади. Ўрнатилиши зарур бўлган элементлар сони суюқлик қовушоқлигига, ҳамда аралаштирилаётган суюкликлар қовушоклиги нисбатига боғлиқдир. Агар, суюқлик ва фазалар ўртасидаги қовушокликлар фарқи канча катта бўлса, шунчалик кўп элементлар ўрнатилиши зарур.



6.30-расм. Статик аралаштиргичлар:
а- цилиндрик, ясама элементли; б- эмульсор: 1- фланец; 2- корпус; 3- аралаштирувчи элемент.

6.30б-расмда ёг - фосфатидли эмульсиясини ишлаб чикариш учун мўлжалланган уюрмали эмульсор кўрсатилган. Босим 0,3...0,36 МПа бўлганда, уюрмали эмульсор юкори самарали эмульгация килишни таъминлайди. Бу турдаги курилмалар содда, тайёрланиши осон ва фойдаланишда кулай. Ишлаш принципи - марказдан қочма пуркагич эффектига асосланган. Олинган 3 мкм ўлчамли заррачалардан таркиб топган эмульсия 24 соат давомида ҳам катламларга ажралмайди.

Механик аралаштириш «суюклик - суюклик», «газ - суюклик» ва «газ-суюклик - каттиқ жисм» системали гидромеханик, иссиклик ва масса, ҳамда биокимёвий жараёнларни интенсивлаш турли хил аралаштириш мослама (аралаштиргич) лар ёрдамида амалга оширилади. Аралаштиргич, айланувчи ўқга ўрнатилган, турли хил парракларидан таркиб топган мослама.

Кимё ва нефт-газ саноатларида қўлланиладиган ҳамма аралаштириш мосламаларини 2 гурухга ажратса бўлади: биринчи гурухга парракли, турбинали ва пропеллерли, иккинчи гурухга - махсус - винтли, шнекли, лентали, ромли, якорли, пичокли ва бошқа мосламалар киради. Биринчи гурух суюкликлар учун бўлса, иккинчичи эса - пластик ва сочилувчан материалларни аралаштириш учун хизмат килади.

Ишчи органининг айланиш частотасига караб аралаштириш мосламалари секин ва тез юрар гурухларга бўлинади.

Парракли, лентали, якорли ва шнекли аралаштиргичлар секин юрар мосламалар каторига киради (6.31а,б-расм). Уларнинг айланма частотаси 30...90 мин$^{-1}$, қовушоқ мухитларда паррак учидаги айланма тезлиги - 2...3 м/с.

Парракли аралаштиргичлар афзалликлари: мослама сода вар ахи киммат эмас.

Камчиликлари - айланиш ўки бўйлаб суюклик окими кичик бўлади, натижада аралаштиргич ҳажмида суюклик тўлиқ аралашмайди. Ўк бўйлаб суюклик окими харакатини жадаллаштириш учун парраклар оғиш бурчаги 30° га тенг бўлиши керак.

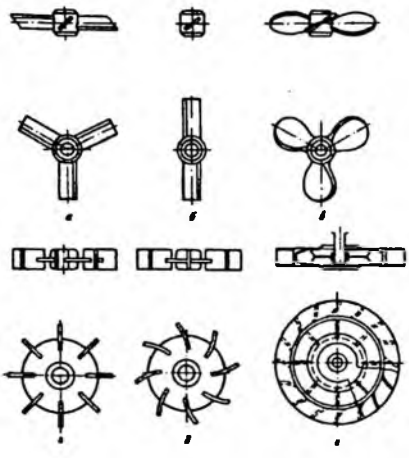
Якорли аралаштиргичлар қурилма тубининг шаклига мос бўлади. Бу турдаги мосламалар қовушоқ ва ўта қовушоқ суюкликларни аралаштириш учун ишлатилади. Якорли мосламалар ишлаш даврида қурилма девори ва тубини ёпишиб колган ифлосликлардан тозалаш қобилиятига эга.

Шнекли аралаштиргичлар винтсимон шаклли бўлиб, қовушоқ суюкликларни қориштириш учун мўлжалланган.

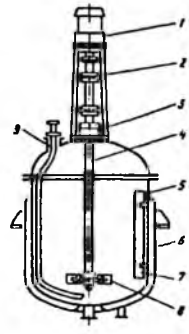
Пропеллер ва турбинали аралаштиргичлар тез юрар мосламалар каторига киради. Уларнинг айланиш частотаси 100...3000 мин$^{-1}$, айланма тезлиги 3...20 м/с.

Пропеллерли аралаштиргичлар 2 ёки 3 парракли килиб ясалади (6.31в-расм). Ушбу

мосламаларга насос эффекти хос бўлади ва суюқликнинг интенсив циркуляциясини ҳосил қилиш учун



6.31-расм. Аралаштиргичлар турлари.
а - уч парракли, б - икки парракли, в - пропеллерли, г - турбинали очиқ, д - қия парракли, турбинали, очиқ, е - турбинали ёпиқ.



6.32-расм. Аралаштиргичли қориштиргич.
1 - узатма; 2 - узатма таянчи; 3 - зичлагич; 4 - ўқ; 5 - кобиқ; 6 - гилоф; 7 - қайтарувчи тўсиқ; 8 - аралаштиргич; 9 - труба.

ишлатилади. Қовушоқлиги 2 Па·с бўлган суюқликларни аралаштириш учун қўллаш мумкин. Турбинали аралаштиргичлар турбина ғилдираклари шаклида бўлиб, парраклари ясси, қия ва эгри чизиқли бўлиши мумкин (6.31г,д,е-расм). Улар очиқ ва ёпиқ турли бўлади. Турбина ғилдирагининг ишлаш принципи марказдан қочма кучлар таъсирига асосланган. Ёпиқ аралаштиргич иккита дискдан иборат бўлиб, суюқлик ўтиши учун тешиги бор. Ҳам радиал, ҳам турбина ўқи бўйлаб оқимлар ҳосил қилиш учун қия парракли, турбинали аралаштиргичлардан фойдаланилади. Турбинали мосламалар қурилманинг бутун ҳажмида суюқликни интенсив аралаштиради. Суюқликнинг айлана бўйлаб ҳаракатини камайтириш ва қурилмада ўрама ҳосил бўлишини бартараф қилиш учун цилиндрсимон қайтарувчи тўсиқлар ўрнатилади.

Турбинали аралаштиргичлар қовушоқлиги 500 Па·с гача бўлган суюқликларни ва дағал суспензияларни аралаштириш учун қўлланилади.

Қопқоқли кобиқ, узатма ва аралаштиргичлардан ташкил топган типик қориштиргич 6.32-расмда кўрсатилган.

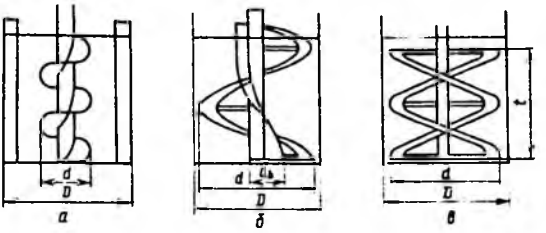
Ишчи ғилдирак 200...2000 айл/мин частота билан айланма ҳаракатланади. Турбина ғилдираги марказдан қочма куч таъсирида суюқликка тегишли энергия беради. Суюқлик аралаштиргич марказий тешигидан кириб, у ерда марказдан қочма куч таъсирида тезланиш олган ҳолда радиал йўналишида чиқиб кетади. Турбинада суюқлик вертикал йўналишдан горизонталга ўтади ва ундан катта тезликда чиқиб кетади. Бу турдаги қурилманинг самарадорлиги юкори.

Турбинали аралаштиргич диаметри қурилма кобиғи диаметрининг 0,15...0,35 улушини ташкил этади. Бу қурилмалар қовушоқлиги 1...700 Па·с га тенг суюқликларни аралаштириш учун мўлжалланган.

6.17. Пластмассаларни аралаштириш

Кимё саноатида пластик массаларни аралаштиришда, озиқ-овқат саноатида нон ёпиш, макарон ва кандолат маҳсулотларини ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бу жараёнда на фақат турли компонентлар қориштирилади, балки, ҳамир эзиб қориштирилади, ҳаво билан тўйинтирилади ва маълум бир хоссаларга эга бўлади.

Аралаштириш жараёни даврий ва узлуксиз қоришгиргичларда олиб борилиши мумкин. Бу турдаги қурилмалар ичида ромли, шнекли ёки лентали аралаштиргичлар вертикал ёки горизонтал ўқда ўрнатилади (6.33-расм).



6.33-расм. Шнекли (а) ва лентали (б, в) аралаштиргичлар схемаси.

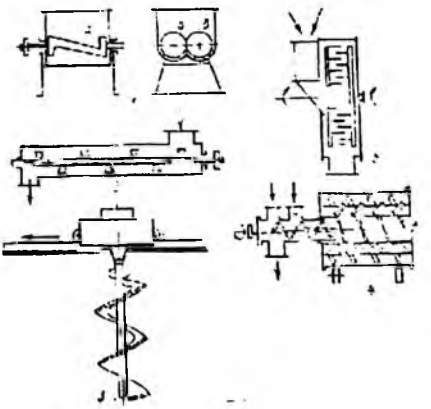
Шнекли аралаштиргич истеъмол қилаётган қувватни аниқлаш учун ушбу тенглама қўлланиши мумкин:

$$Eu_м = \frac{71}{Re_м} \qquad \text{ёки} \qquad N = Ad_м \cdot n^3 \mu \tag{6.69}$$

бу ерда $d_м$ - аралаштиргич диаметри; A - аралаштиргич мосламасининг геометрик нисбатлари функцияси сифатида топиладиган коэффициент.

6.18. Сочилувчан материалларни аралаштириш

Одатда сочилувчан материалларни аралаштириш учун мўлжалланган қурилмалар ишлаш принципи, тезлик характеристикалари ва конструктив белгиларига қараб гуруҳларга ажратилади. 6.34-расмда аралаштиргичларнинг асосий турлари келтирилган.



6.34-расм. Сочилувчан материаллар аралаштиргичларининг асосий турлари.
а - парракли, б, в - шнекли, г - барабанли, д - зарбали.

Ишлаш принципига қараб даврий ва узлуксиз ишлайдиган аралаштириш қурилмалари бўлади. Даврий ишлайдиган қурилмаларга барабанли, лентали, марказдан қочма, айланувчи роторли, червяк - парракли ва мавҳум қайнаш қатламли аралаштиргичлар киради. Узлуксиз

ишлайдиган қурилмаларга эса - барабанли, червяк - парракли, роторли ва бошқа турдаги аралаштиргичлар киради.

Тезлик характеристикаларига қараб тез ва секин юрар қурилмалар бўлади. Тез юрар аралаштиргичлар бир ва икки поғонали бўлиши мумкин. Биринчи поғона ситиладиган, иккинчиси эса - совутиладиган бўлиши мумкин.

Парракли аралаштиргич қарама - қарши йўналишда айланадиган z- симон m ва n парраклардан таркиб топган. Қурилмага узатилган материал парракларнинг жадал таъсирида самарали қоришгирилади. Шнекли қурилмаларда бир вақтнинг ўзида материаллар ҳам қоришгирилади, ҳам маълум масофага узатилади (6.34б-расм). 6.34в-расм шнекли аралаштиргичнинг яна бир тури келтирилган бўлиб, унда бир қатор вертикал шнеклар ҳаракатчан ромларга ўрнатилган бўлади. Бундай қурилмаларда айлантирувчи шнек ромлар аралаштирилаётган материал билан бирга силжийди. Барабанли қурилмаларда аралаштириш жараёни барабанда амалга оширилади (6.34г-расм). Зарбали қурилмаларда жараённинг интенсивлиги аралаштирилаётган материалга билаларнинг кўпдан – кўп уриниши натижасида ҳосил бўлади (6.34д-расм).

6.19. Калий маъданларини флотация қилиш қурилмалари

Флотация жараёнини амалга ошириш учун мўлжалланган қурилмалар ***флотацион машиналар*** деб номланади. Флотация жараёнини бориши учун ушбу машиналар пульпани аралаштириш ва заррачаларни мавҳум қайнаш қатламида ушлаб туришни таъминлаши зарур. Шу билан бирга, пульпа юзасида сокин кўпик ҳосил бўлиш зонасини ва минераллашган кўпикни тўкиш таъминланиши керак. Флотация жараёнидан аввал, контактли идиш ёки бошқа қурилмаларда пульпа реагентлар билан аралаштирилади.

Майда ва йирик донали пульпаларни меъёрига етказиш қурилмалари. Ушбу жараённи ўтказишдан мақсад, флотация жараёнини самарали ўтказиш учун пульпага зарур ҳоссалар беришдир. Шу сабабли, калийли маъданлар флотация жараёнида пульпани реагентлар билан аралашишини меъёрга етказиш давомида оптимал миқдорда бўлиши керак. Пульпани реагент билан тўкнашиш вақти узайиб кетса, минералларни ортиқча майдаланишига ва минерал юзасидан реагентлар десорбция бўлишига олиб келади. Тузли пульпаларни меъёрига етказиш флокулянт ва депрессорлар ёрдамида бажарилади. Реагент-йиғгич бевосита флотацион камерага берилади.

Тузли пульпаларини депрессор ёрдамида меъёрига етказиши пульпанинг физик-механик хоссалари (йириклиги, зичлиги, шлам борлиги, минерал таркиби)га, реагентли режимларга боғлиқ ва 1-2 мин. ташкил этади. Ўта майин тузли-лойқа пульпаларни полиакриламид ёрдамида меъёрига етказиши дойимилиги 0,5-1,5 минут.

Пульпа меъёрига етказиши қурилмаси реагентнинг минерал заррачалар билан аралашиш жараёни давомийлиги τ га қараб танланади:

$$\tau = \frac{V}{Q} \qquad (6.70)$$

бу ерда V-идиш ҳажми м^3; Q-пульпа сарфи, м^3/мин.

Йирик донали материалларни аминлар ва қовушоқ полярмас реагентлар билан меъёрига етказиш зичлиги юқори пульпаларда олиб борилади. Бунинг учун, замонавий технологияларда йирик заррачали фракцияларни флотацияга тайёрлаш учун парракли, икки ўқли қоришгиргичлар қўлланилади. Йирик донали фракцияларни реагентлар ёрдамида меъёрига етказиш дойимилиги пульпанинг температураси 20…27^{0}С да τ=4-5 минут, 27…33^{0}С да эса τ=6-9 минут бўлиши керак.

Реагентларни флотацион фаол (эритма, эмульсия) шаклида пульпа киритиш энг муҳим вазифалардан бири.

Охирги вақда йирик донали сильвинитни флотация қилиши учун кўпикли сепаратор, флокуляция қилинган лойқа шлам учун МПСГ-3 тишидаги кўпикли сепараторлар ишлатилмоқда.

Майда заррачали сильвинит учун флотацион машиналар.

Мавжуд технологияларда майда заррачали сильвинитни ва шламларни флотация қилиш учун такомиллашган «Механобр-7» ва ФМР-63 қурилмалари қўлланилади.

Майда дисперсли пульпанинг флотация жараёнининг давомийлиги тажриба йўли билан аниқланади. Ушбу кўрсаткич энг секин флотация бўладиган фракция (калийли маъданлар учун +0,8 ва -0,04 мм)нинг флотация тезлиги ва максимал фойдали минерални ажратиб олиш учун зарур вақти билан белгиланади. Сильвинитли маъданлар учун сильвинитни флотация қилиш давомийлиги

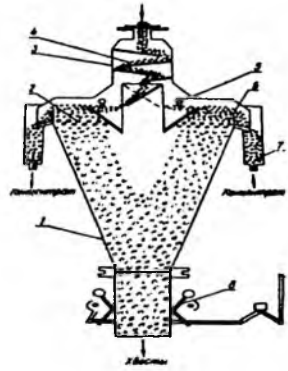
5-9 минут. Флотация жараёнининг давомийлиги шламнинг таркибида лойқа минераллар, уларнинг дисперслиги, минералогик таркиби ва реагентли режимларга боғлиқ.

Механик машиналар флотацион камераларининг сони ушбу формуладан аниқланади:

$$n = \frac{V\tau}{1440 \cdot 0{,}75 \cdot V_k} = \frac{Q - (\delta_{ж.ф.} + R \cdot \delta_р)\tau}{1440\delta_р \cdot \delta_{ж.ф.} \cdot 0{,}75 \cdot V_k} \qquad (6.71)$$

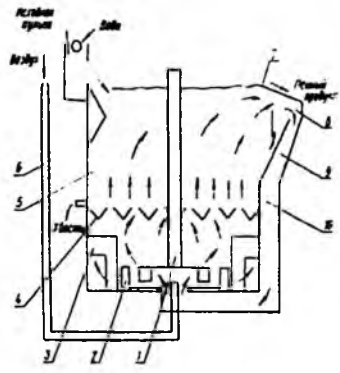
бу ерда V-пульпа сарфи, м³/сутка; τ-флотация давомийлиги, минут; 0,75-камера ҳажмининг фойдали геометрик қисми; Q-унумдорлик, т/сутка; $\delta_{ж.ф}$, $\delta_р$-суюқ ва қаттиқ фазалар зичлиги, т/м³; R-пульпадаги суюқ ва қаттиқ фазалар нисбати; $V_к$-камеранинг геометрик ҳажми, м³.

Камералар ҳажми ортиши билан уларнинг сонини камайтириш мумкин. Лекин, сильвинитни максимал миқдорда ажратиб олиш учун асосий ва синов флотациялар учун камида 6 та камера керак. Флотационная машина КС баландлиги бўйича панжара ўрнатилган бўлиб, камерани иккига бўлади (6.37-расм): пастки бўлим ҳаво сўриб олиш ва дисперсиялаш (диспергирование) қилиш учун хизмат қилади.



6.37-расм. Мавҳум қайнаш қатламли қурилма.

1-камера; 2-резинали аэраторлар; 3-юқлаш мосламаси; 4-кия декалар; 5-сопло; 6-кўпикли остона; 7-тарнов; 8-шлангли ёпгич (затвор);остона;



6.38-расм. Кўпикли сепарацияли флотацион машина.

1-импеллер; 2-статор; 3- тинчлантирувчи қувурга; 4-панжара; 5-камера; 6-ҳаво трубаси; 7-кўпикли 8-шпицкастен; 9-тирқиш; 10-тарнов.

Юқори бўлимда мавҳум қайнаш қатламида ҳаво пуфакчалари минерализация бўлади ва уларни кўтарилувчи оқимда кўпикка сузиб чиқиши таъминланади. КС қурилмасининг аэратори радиал импеллер ва статордан таркиб топган.

Импеллер 1 пульпанинг тарнов 10 ва тарқиш 9 орқали шпицкастен 8 дан пульпанинг циркуляцияси билан бирга атроф муҳитдан пастки бўлимдан тегишли панжара орқали пульпа ва ҳаво аралашмаси босим остида ўтказилади. Панжарадаги тирқишлар ўлчами 6-8 мм ва тешикларнинг улуши 15-20%. Тешикли панжара оқим турбулентлигини бартараф қилади ва уни бутун кўндаланг кесим бўйича бир текисда тақсимлайди. Аэрация зонасидан кўтарилаётган пульпа оқими минерал заррачаларни муаллақ ҳолатда ушлаб туради, яъни мавҳум қайнаш қатламида.

Механик равишда илашган заррачалар пульпадан шпицкастен зонасида ажралади ва кия девордан тешикли панжара устидаги мавҳум қайнаш қатламига тушади. Кўпикли маҳсулот (пуфакчаларга ёпишиб қолган сильвин заррачалари) остона орқали оқиб тушади. Камерада қолиб кетган маъдан заррачалари бирин-кетин ҳамма камералардан ўтиб кейинги қайта ишлашга юборилади.

Механик флотацион машиналар камчиликлари: керакли даражада ва ростланувчи аэрация йўқлиги; электр энергия сарфи катта; камераларда кўпикни олиб ташлашни ростлаш усули йўқлиги; тинчлантирувчи мосламалар мукаммал эмаслиги; таъмирлаш ва ростлаш мураккаб.

Йирик донали калийли маъданлар учун флотацион машина. Йирик донадор калийли маъданларни флотацион ажратиш учун КС ва ФПС-16 типидаги кўпикли сепараторлар

қўлланилади. КС типидаги машиналарда зич пулпа кўринишидаги йирик донали сильвинит кўп камерали машина тешикли панжарасига узатилади. Машина тури солиштирма юклама бўйича танланади. Калий маъданлари учун ушбу кўрсаткич 20-22 т/соат·м^3.

ФПС-16 типидаги кўпикли сепарация қилиш қурилмалари йирик донали калий маъданларини флотация қилиш жараёнида ишлатилади. Кўпикли сепарация жараёнининг моҳияти шундаки, реагентлар ёрдамида ишлов берилган пулпа кўпиклиги қатламнинг устидан берилади. Гидрофоблашган минераллар кўпикда ушланиб қолади, гидрофиллари эса оғирлик кучи таъсирида унинг остига тушади ёки суюқлик билан оқиб кетади.

Флотация жараёнига нисбатан сепарация жараёни бир қатор афзалликларга эга: қаттиқ заррачалар ва пуфакчалар орасида контакт вақти катта; қаттиқ фазани мавҳум қайнаш қатламига ўтказиш керак эмас; динамик кучлар таъсирида флотокомплекслар парчаланмайди; аэрофлокуляр ва ёпишсиз флотация қилишга шароит яхшиланади; йирик заррачалар флотацияси эҳтимоли ортади; флотация давомийлиги кескин камаяди.

Кўпикли сепарация қилиш машиналарида резина трубали аэроторларда пулпа аэрация бўлади, ҳамда электр энергия сарфи кўп эмас. Резина трубаларда 1 см^2 да 60та гача тешик очилади. Ҳаво сарфи -2 м^3/мин., босими эса -$P_{орт}$=1,18·10^{5}Па.

ФПС-16 типидаги қурилма пирамида камера кўринишида, чўққиси пастки қисмида бўлади (6.38-расм).

Аэраторлар ёрдамида ҳосил қилинаётган кўпикка пулпа узатилади. Икки қатор қилиб ўрнатилган аэраторлар орасидаги масофа 18-20 мм. Гидрофоб заррачалар (*KCl* концентрати) кўпикли қатламда ушланиб қолинади ва тўкиш вақтида қурилмадан чиқариб юборилади. Флотацияга учрамаган заррачалар камеранинг остига тушади ва шлангли ёпгич (затвор) орқали қайта ишлашга узатилади. Заррачалари 3 мм гача бўлган калий маъданини флотация қилувчи икки секцияли ФПС-16 қурилмасининг унумдорлиги 100 т/соатга тенг.

Пневмомеханик флотация машиналарининг характеристикаси.

Белгиланиши	Камера ўлчами, мм	Камера ҳажми, м^3	Камера ҳажми, м^3	Импеллер диаметри, Мм	Электр юритма қуввати камерага, кВт	Узатилган ҳаво миқдори		Ҳаво босими, МПа
						1 камерага м^3/мин	м^3/мин 1м^3 камерага	
ФПР-40	1600X1750	1200	3,25	600-750	7,5-10	До 3,0	1,0	0,113-0,15
ФПР-63	2200X2200	1300	6,3	750	22	До 5,0	0,8	0.115-0.18

Лойқа шламларни флотация қилишнинг кўпикли сепарациялаш қурилмаси. Калий ўғитлари ишлаб чиқариш корхоналарида лойқа шламларни флотация қилиш учун МПСГ-3 типидаги кўпикли сепаратор қўлланилади (6.39-расм).



6.39-расм. МПСГ-3 типидаги кўпикли сепаратор.
1-оралиқ стакан; 2-трубали аэратор; 3-таксимловчи тарнов; 4-ром; 5-юкловчи стакан; 6-шибер узатмаси; 7-шибер; 8-кўпикни ювиб турувчи мослама;9,10-кўпикли маҳсулот учун тарнов; 11-тўкиш мосламаси.

Механик равишда ишловчи флотацион машиналарга қараганда ушбу сепараторлар қуйидаги афзалликларга эга: ҳаракатланувчи қисмлар йўқ; баланд кўпикли қатлам мавжуд; унумдорлиги юқори; эксплуатацион сарфлар нисбатан кичик.

Сепаратор устма-уст жойлашган учта камерадан иборат. Ҳар бир камерада трубали резина аэраторлар ўрнатилган.

Пульпа аэрациясини босим остида резина трубаларига юборилган буг-ҳаво аралашмаси таъминлайди. Реагентлар билан ишловдан ўтган бошланғич пульпа юклаш мосламаси 1 га узатилади ва ром 2 орқали таксимловчи тарнов 3 га тушиб камеранинг бутун юзаси бўйлаб таркалади.

Тарнов 8 да йиғилган кўпикли махсулот 7 да тўпланади. Қолган пульпа эса статик таъсир кучланиши (напор) таъсирида стакан 5 ва ром 4 лар орқали кейинги камеранинг таксимланиш тарновларига келиб тушади. Шламсизланган камера махсулоти қурилмадан тўкиш мосламаси 6 орқали чиқариб олинади.

МПСТ-3 типидаги кўпикли сепараторнинг асосий параметрлар қуйидагилардан иборат: камералар сони 3 та; камера юзаси 9 м^2; машина баландлиги – 5,5 м ; аэратор жойлаштириш чуқурлиги 1,8 м; фойдали хажм – 47 м^3; буг-ҳаво аралашмасининг босими – 1…1,5·10^5 Па; сиқилган ҳаво сарфи – 6… 7 м^3/мин; буг-ҳаво аралашмаси температураси -60… 70°С; пульпа бўйича унумдорлик - 400…600 м^2/соат .

6.20. Аралаштириш мосламаларини хисоблаш

Аралаштиргич парраклари айланиши пайтида энергия асосан ишқаланиш қаршилигини енгишга, ҳамда уюрмалар ҳосил қилиш ва узилишига сарфланади. Мухитнинг қаршилик кучи қаршилик коэффициенти ψ га боғлик.

Исталган шаклдаги паррак учи учун ўртача ва айланма тезликлари орасида қуйидаги боғлиқлик бор ва у ушбу ифодадан топилади:

$$w_n = a \cdot \omega$$

бу ерда: w_n- паррак учига тўғри келадиган айланма тезлик, a- пропорционаллик коэффициенти.

Агар, $R = P$ эканлигини инобатга олсак, қаршилик коэффициентини қуйидаги тенгламадан аниқлаш мумкин:

$$\psi = \frac{P}{\rho d^2 \cdot a^2 \cdot \omega^2}$$

бу ерда: P- аралаштиргич паррагига таъсир этувчи куч.

Мухит қаршилигини енгиш учун аралаштиргич ўқига маълум миқдорда энергия бериш зарур.

Паррак айланиши учун керакли қувват миқдорини қуйидаги формуладан хисоблаб топилади:

$$N = P \cdot w_n = P \cdot a \cdot \omega$$

Паррак учидаги айланма тезлик $\omega = \pi dn$ (бу ерда n- аралаштиргичнинг 1 с ичидаги айланиш сони). Агар, охирги тенгламага P ва w_n ларни қўйсак, ушбу ифодани оламиз:

$$N = \psi \rho d^2 a^3 \omega^3 = \psi \rho d^2 a^3 (\pi dn)^3$$

ёки

$$N = \psi \pi^3 \cdot a^3 \cdot \rho \cdot d^5 \cdot n^3$$

Агар, $\psi \pi^3 a^3 = c$ деб белгилаб олсак, унда:

$$N = c d^5 \cdot n^3 \rho$$

Коэффициент c нинг қиймати, тажрибадан олинади. Одатда у идиш ва паррак шаклига, ҳамда Re критерийсига боғлиқ, яъни:

$$c = f(\mathrm{Re})$$

Аралаштиргичлар учун Re катталиги қуйидаги ифодадан топилади:

$$\mathrm{Re}_м = \frac{w_{ур} \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{(a\omega) \cdot d\rho}{\mu} = \frac{(a\pi dn)d\rho}{\mu} = a\pi \frac{\pi d^2 \rho}{\mu}$$

Ўзгармас кўпайтма $a\pi$ ни формуладан тушириб қолдирса бўлади. Унда:

$$\mathrm{Re}_м = \frac{\pi d^2 \cdot \rho}{\mu}$$

Қориштириш учун сарфланадиган қувватни аниқлашга олиб келади. Қориштиришни жадал бориши тажриба натижасига асосланган ҳолда белгиланади.

Қориштиргич турини, ўлчамларини ва айлантириш частотаси танлангандан сўнг истеъмол қувватини ҳисоблашга киришилади. Қориштиргич ишлаганда қурилмада маълум ҳолатда суюқликнинг йўналган оқимлари пайдо бўлади. Суюқликнинг жадал аралашиши иккиламчи оқимлар билан урама ҳаракати ҳосил бўлиши билан амалга ошади. Суюқлик марказдан қочма куч таъсирида, марказдан девор томонга ҳаракатланади. Бундай ҳаракат натижасида қориштиргич марказида паст босим, зонаси ва ўрама ҳосил бўлиб, суюқлик куракнинг пастки ва юқори қисмларидан сўрилади. Суюқлик иккиламчи оқими ва айланма ҳаракати, мураккаб тасвири 6.40-расмда келтирилган.



6.40-расм. Қориштиргичда суюқлик циркуляциясининг схемаси.

Суюқликни араштиргичдаги циркуляциясини мураккаб шаклдаги ёпиқ трубадаги ҳаракат деб тасаввур қилиб, истеъмол қувватини ҳисоблаш учун критериал тенгламани $Eu = f(Re, Fr, Г_1, Г_2, ...)$ кўринишда олиш мумкин. Суюқлик ҳаракатига оғирлик кучининг таъсири сезиларсиз бўлгани учун, уни ҳисобга олмаймиз. Бунда $Eu = f(Re, Г_1, Г_2, ...)$ бўлади. $Eu = \Delta p/(\rho w^2_{ур})$; $Г_1$, $Г_2$- параметрик критерий бўлиб, аралаштиргич ва қориштиргичнинг геометрик ўлчамларини характерлайди. Аниқланадиган чизиқли ўлчам сифатида аралаштиргичнинг $d_м$ диаметри олинса, суюқликнинг чизиқли тезлиги ўрнига, ўхшашлик критерийсида аралаштирувчи кураклар четларидаги айланма тезлик қўйилади:

$$v_{айл} = \frac{\pi d_{ур} \cdot n}{60}$$

бу ерда n- айланишлар сони, $с^{-1}$.

Куракнинг олди ва орқа текисликларидаги босимлар фарқи, аралаштиргичнинг фойдали қуввати N билан ифодаланади. Насос қувватига мос бўлган ва суюқликни узатиш учун керак бўладиган босим:

$$\Delta p = \frac{N}{V_{сек}} \qquad (6.72)$$

бу ерда $V_{сек}$- аралаштирилаётган суюқликнинг ҳажми, у суюқлик ҳажмини циркуляция карралиги кўпайтирилганига тенг, $м^3/с$.

$$V_{сек} = FHm \qquad (6.73)$$

бу ерда F- қурилманинг кўндаланг кесим юзаси; H- қурилмадаги суюқлик сатҳи баландлиги, м; m- циркуляция карралиги, $с^{-1}$.

Қурилма ўлчамларини аралаштиргич диаметрига боғлаб ёзамиз, чунки улар ўзаро боғлиқ.

$$F = C_2 d_м^2; \qquad H = C_3 d_м \qquad (6.74)$$

Циркуляция карралигини аралаштиргич айланиш частотасига пропорционал дэса бўлади:

$$m = C_4 \cdot n \qquad (6.75)$$

$\omega = C_1 \cdot \omega_{айл} = C_1 \cdot \pi \cdot d_м \cdot n = C_5 \cdot d_м \cdot n$- эканлигини ҳисобга олиб, модификациялашган Эйлер критерийсини оламиз:

$$Eu_м = \frac{N}{(C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot \rho \cdot n^3 d_м^5)} \qquad (6.76)$$

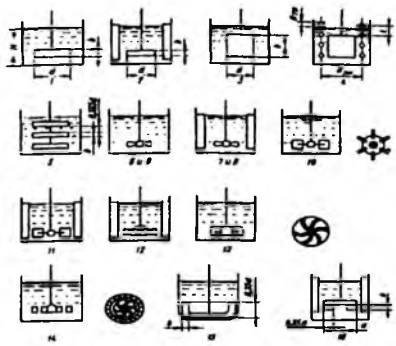
C_2, C_3, C_4, C_5- коэффициентларни хисобга олмасак, Эйлер ва Рейнольдсларнинг модификацилашган критерийсини олиш мумкин:

$$Eu_м = \frac{N}{(\rho \cdot n^3 d_м^5)} \qquad \mathrm{Re}_м = \frac{nd^2\rho}{\mu} \tag{6.77}$$

бу ерда: ρ- суюклик зичлиги, кг/м^3; μ- ковушоклик, Па с.

Модификацилашган критерийлар орасидаги боғликлик тенгламаси ушбу кўринишга эга бўлади:

$$Eu_м = f(\mathrm{Re}_м, \Gamma_1, \Gamma_2, \ldots)$$



6.41- расм. Аралаштиргич конструкциялари

Қайта ишландан сўнг критериал тенглама $Eu_м = A\,\mathrm{Re}_м^a \cdot \Gamma_1^a \cdot \Gamma_2^a$ соддалашган холатга келади. Коэффициент A нинг киймати даражалар кўрсаткичи, аралаштирувчининг тури, конструкцияси ва аралашиш режимига боғлик бўлиб, улар тажрибадан аникланади. Хисобни осонлаштириш учун тажриба натижалари суюкликни реакторга кириш ва чикишини хисобга олиб, Эйлер ва Рейнольдс критерийлар ўртасида боғликлик графиги кўринишида берилади.

Аникланган конуний боғликликлардан хулоса килиш мумкинки, аралаштирувчининг истеъмол куввати унинг кубдаги айланишлар частотасига ва бешинчи даражали диаметрига боғлик бўлади. Аралаштиргичнинг истеъмол кувватига, курилманинг шакли, тузилиши ва мосламанинг жойлашиши хам таъсир килади. Шакли цилиндрик бўлмаган ва аралаштиргичга тўсиклар ўрнатилган холларда (змеевиклар ва бошка мосламалар) аралаштириш жараёни учун кўп кувват талаб этилади. Механик аралаштиргичларда аралаштириш жараёнини ламинар ёки турбулент режимларда олиб бориш мумкин. $Re_{ар}$<20 да ламинар режим. $Re_{ар}$>100 бўлганда аралашиш турбулент режимда бўлади. Кучли турбулентлик оралигида, ($Re_{ар}$>10^5). Эйлер сони Рейнольдс критерийсига боғлик бўлмай колади. Ушбу автомодел сохада аралаштиргичнинг айланиш тезлигини ошириш кувват сарфининг кўпайишига олиб келади.

6.38-расмда берилган боғликликлар тажриба натижалари асосида олинган бўлиб, аралашиш жадаллигини кетма - кет якинлашиш услубида аралаштирувчининг тури, ўлчамлари, айланишлар сони ва аралаштирувчи юритгичининг кувватини хисоблашда фойдаланилади.

Курилма иш хажми бўйича $V_{ишч}$ ва талаб этилаётган аралашлаштириш жадаллиги j (тезкорлиги) бўйича керакли куввати аникланади [Н·м/(м^3·с)]:

$$N = j \cdot V_{ишч} \tag{6.78}$$

Ундан сўнг аралаштирувчининг тури, ўлчамлари ва айланишлар сони танланади. Аралаштирувчининг дастлабки танланган параметрлари бўйича Эйлер критерийси хисобланади, 3.59-расмдан мос равишда $Re_{ар}$ критерийси аникланади. $Re_{ар}$ киймати ёрдамида эса аралаштиргичнинг айланиш сони аникланади:

$$n = \frac{\mathrm{Re}_{ар} \cdot M_c}{(d_{ар}^2 \cdot \rho)} \tag{6.79}$$

Агар, дастлаб аникланган ушбу нисбатдан айланишлар сонининг киймати кўп ёки кам бўлиб колса, бошка кийматлар олинади ва хисоблаш кайтарилади.

Хисоблар, (6.79) формулада ёрдамида топилган айланиш частотаси, аралаштиргичнинг дастлаб кабул килинган айланиш частотаси билан тенг бўлгунга кадар олиб борилади.

Юкоридаги хисоблардан сўнг аралаштиргичнинг айланишлар сони ёки камайтирилади ёки кўпайтирилади. Бунинг учун эса аралаштиргичнинг диаметри хам мос равишда ўзгартирилади.

Электр юритгич куввати (Вт) ни куйидаги тенгламадан аникласа бўлади:

$$N_э = \frac{N}{\eta} \tag{6.80}$$

бу ерда η - узатманинг ф.и.к.

Аралаштиргичга сарфланадиган энергия (кВт·соат) жараён давомийлигида боғлиқ бўлади:

$$E = N_{кр} \cdot t \qquad (6.81)$$

Ишга тушириш вақтида энергия фақат ишқаланиш кучини енгиш учунгина эмас, аралаштиргични, суюқликни ҳаракатга келтириш ва инерция кучларини енгиш учун сарфланади. Бу туфайли истеъмол қуввати ортади. Аралаштиргич куракларига суюқлик кўрсатадиган қаршилик иш пайтидагига нисбатан 2 дан 4,5 баробаргача ортиб кетади. Қисқа вақт ичида ортиқча юклама 200...300% га ортиб кетиши муносабати билан, асинхрон электр юриткичлар қўлланилади.

6-боб. Аралаштириш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Суюқликларни аралаштириш усуллари.
2. Пневматик аралаштириш усули ва қурилмаларининг тузилиши.
3. Циркуляцияли аралаштириш усули ва қурилмаларининг конструкциялари.
4. Статик аралаштириш усулининг моҳияти.
5. Механик аралаштириш усули ва мосламаларининг конструкциялари.
6. Пластмассаларни аралаштириш асослари ва қурилмалари.
7. Сочилувчан материалларни аралаштириш қурилмаларининг конструкциялари, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
8. Аралаштиргичларни ҳисоблаш кетма-кетлиги

ГАЗЛАРНИ ТОЗАЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИ

6.21. Умумий тушунчалар

Газ аралашмалар таркибидаги қаттиқ ёки суюқ заррачаларни саноат миқёсида ажратишдан мақсад ҳаво ифлослигини камайтириш, қимматбаҳо маҳсулотларни ажратиб олиш ёки технологияга салбий таъсир этувчи зарарли, ҳамда қурилмаларни бузилишга олиб келувчи моддаларни чиқариб ташлашдир.

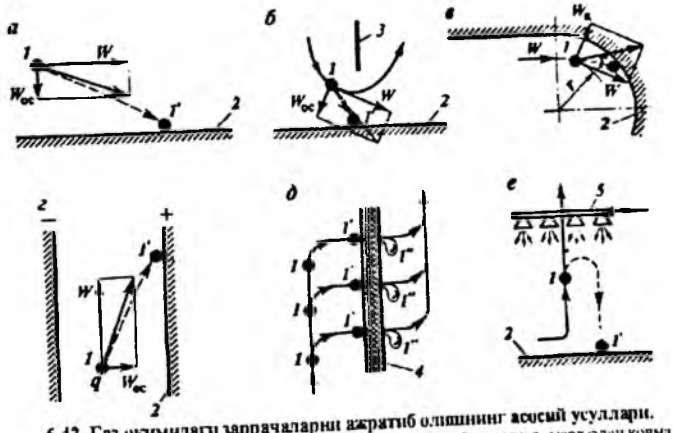
Кимё ва озиқ - овқат саноатларнинг асосий технологик жараёнларидан бири ифлосланган газларни тозалашдир. Шунинг учун, турли жинсли газ системаларни ажратиш ноёвий технологияъянинг долзарб ва энг кенг таркалган асосий жараёнларидан биридир.

Саноат миқёсида чанг ҳосил бўлишининг манбалари: қаттиқ жисмларни механик майдалаш (чақиш, эзиш, арралаш, едирилиш ва уларни узатиш), ёқилғилар ёнишида (кул ҳосил бўлиш), буғлар конденсацияланишида, ҳамда газларнинг ўзаро кимёвий таъсири натижасида қаттиқ маҳсулотлар ҳосил бўлиш жараёнида.

Одатда, чанглар таркибида ўлчами 3...100 мкм бўлган қаттиқ заррачалар мавжуд бўлади. Буғлар конденсацияланиши натижасида 0,001...1 мкм ўлчамли майда суюқлик томчилари ҳосил бўлади.

Газларни қуйидаги тозалаш усуллари маълум:

1. оғирлик кучи таъсирида чўктириш (гравитацион тозалаш);
2. инерция кучлари таъсирида чўктириш, яъни марказдан қочма кучлар;
3. фильтрлаш;
4. суюқлик билан ювиб тозалаш;
5. электростатик кучлар таъсирида чўктириш (электр майдон таъсирида).



6.42. Газ оқимидаги заррачаларни ажратиб олишнинг асосий усуллари.

а- оғирлик кучи таъсирида чўктириш; б- инерцион кучлар таъсирида чўктириш; в- марказдан қочма куч таъсирида чўктириш; г- электр майдони таъсирида чўктириш; д- фильтрлаш; е- ювиб тозалаш.

1- газ таркибидаги заррача; 1'(1'')- газдан ажратиб олинган заррача; 2- чўктиришюзаси; 3- тўсиқ;

2- 4- фильтр-тўсиқ; 5- суюқликни пуркаш мосламаси.

Биринчи иккита усулда, яъни оғирлик ва марказдан қочма кучлар таъсирида, тозалаш натижасида йирик заррачаларни, қолган усулларда эса - 20 мкм ва ундан ўлчами кичик бўлган заррачаларни ажратиб олиш мумкин.

Ҳар доим ҳам битта газ тозалаш қурилмасида газларни керакли юқори даражада тозалаб бўлмайди. Шунинг учун, амалиётда икки ва кўп босқичли тозалаш қурилмалари қўлланилади.

Газни тозалаш даражаси η қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\eta = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\% = \frac{V_1 x_1 - V_2 x_2}{V_1 x_1} \cdot 100\% \qquad (6.81)$$

бу ерда G_1 ва G_2– бошланғич ва тозаланган газдаги қаттиқ заррачалар массаси, кг/соат; V_1 ва V_2– бошланғич ва тозаланган газларнинг ҳажмий сарфлари, м³/соат; x_1 ва x_2– бошланғич ва тозаланган газда қаттиқ заррачалар концентрацияси, кг/м³.

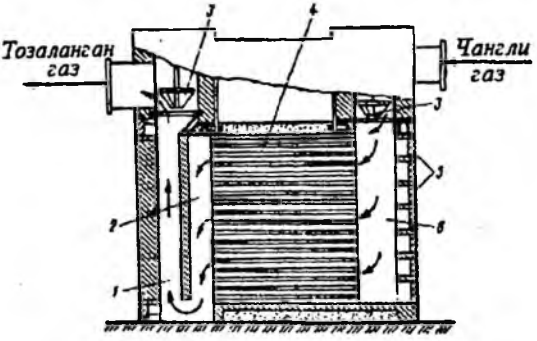
6.22. Оғирлик кучи таъсирида газларни тозалаш

Чўктириш жараёнини ҳисоблашда қаттиқ заррачаларни суюқликларда чўкишини ифодаловчи тенглама ва қонуниятлар қўлланилади.

Чангларни (дағал тозалаш учун) тозалаш учун даврий ва узлуксиз ишлайдиган қурилмалардан фойдаланилади. Чанг чўктириш камераси бу турдаги асосий қурилмалардан биридир.

Чанг чўктириш камераси ичида горизонтал токчалар жойлаштирилган бўлиб, тўғри тўртбурчак шаклдаги асосий кисмдан иборат (6.43-расм).

Чанг, ростловчи клапан 3 орқали сўриш канали 6 га киради ва горизонтал токчалар 4 орасига



6.43-расм. Чанг чўктириш камераси:
1 - чиқиш канали; 2 - йиғувчи канал; 3 - клапанлар;
4 - горизонтал токча; 5 - эшикчалар; 6 - сўриш канали.

тақсимланади. Токчалар орасидаги масофа 100...4000 мм бўлади.

Токчаларнинг асосий вазифаси чанг заррачалари чўкиш масофасини кискартиришдир. Ундан ташқари, токчалар борлиги чўкиш юзасини кўпайишига олиб келади. Токчалар орасида чанг ҳаракат қилганда, чанг оқимининг йўналиши ўзгаради, бу эса унинг тезлигини камайишига олиб келади. Натижада каттиқ заррачалар уларнинг юзасида чўкиб қолади. Тозаланган газ эса, чиқиш канали орқали ташқарига йўналади. Қурилма камерасида чанг газ оқимининг тезлиги чўкиш вақти билан чегараланади.

Чўктириш камерасида чанг газ оқимининг ҳаракати вақтида каттиқ заррачалар токчалар юзасига чўкиб улгуриши керак.

Токчаларга йиғилиб колган чанглар вақти - вақти билан қуракчаларда олиб ташланади ёки сув билан ювилади. Чанг чўктириш камераси навбатма-навбат ишлайдиган икки бўлимдан иборат. Биринчи бўлим чанг (каттиқ заррачалар)дан тозаланса, иккинчисида эса, шу вақтда газни тозалаш жараёни боради ва натижада қурилманинг узлуксиз ишлашига эришилади.

Чанг чўктириш камерасида фақат газлардан йирик заррачаларни ажратиш мумкин, яъни дағал тозалаш учун қўллаш мақсадга мувофиқдир. Шунинг учун, бу турдаги қурилмалар дастлабки тозалаш учун, яъни каттиқ заррачалар ўлчами 100 мкм дан катта бўлган газсимон турли жисмли системаларни ажратиш учун мўлжалланган. Қурилманинг тозалаш даражаси - 30...40%.

Ҳозирги кунда ушбу турдаги қурилмалар қўполлиги ва самадорлиги паст бўлгани учун замонавий ва мукаммал тозалаш қурилмалари билан алмаштирилмоқда.

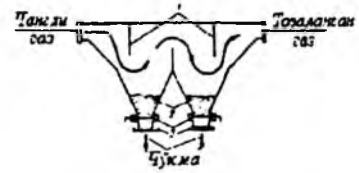
6.23. Инерцион ва марказдан қочма кучлар таъсирида газларни тозалаш

Инерция кучлари остида газларни тозалаш қайтарувчи тўсиқли тиндиргич ва марказдан қочма кучлар таъсирида ишлайдиган циклонлар конструкцияси асосида ётибди.

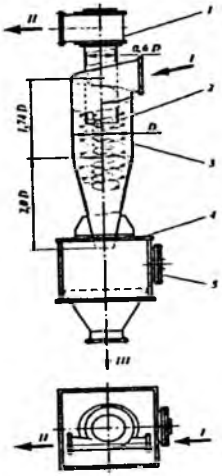
Қайтарувчи тўсиқли тиндиргич йирик дисперсли чангларни ажратиш учун мўлжалланган (6.44-расм).

Қайтарувчи тўсиқлар газ оқимини уюрмаланиши учун хизмат қилади. Тўсиқлардан ўтиш пайтида хосил бўладиган инерция кучлари қаттиқ заррачаларни интенсив чўкишига сабабчи бўлади. Йиғгич 2 га тўпланган қаттиқ заррачалар шибер 3 ёрдамида чиқариб юборилади. Бундай қурилмалар газ ўтказиш системаларида ўрнатилади. Инерция кучлари асосида ишлайдиган чанг тозалаш қурилмаларининг тузилиши содда ва ихчам. Тозалаш даражаси 60%, чўктирилаётган заррачалар ўлчами 25 мкм ва ундан юқори.

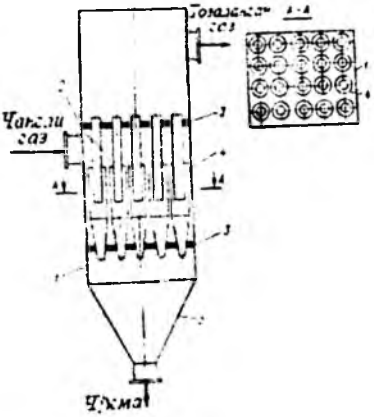
Циклонлар марказдан қочма кучлар майдонида чангларни тозалаш имконини беради. Машинасозлик корхоналарида кобиғининг диаметри 100...1000 мм ли циклонлар тайёрланади. Уларнинг ишлаш самарадорлиги ажратиш коэффициенти билан характерланади. Чангларни тозалаш даражаси циклон конструкцияси, заррача ўлчами ва зичлигига боғлиқ.



6.44-расм. Қайтарувчи тўсиқли тиндиргич:
1 - қайтарувчи тўсиқлар, 2 - чанг йиғгич;
3 - шиберлар.



6.45-расм. НИИОГаз циклони:
1-тозаланган газнинг «улитқасимон» камераси;
2-чиқиш патрубкаси; 3-кобиқ; 4-бункер; 5-люк.
Оқимлар: I- чанг; II-тозаланган газ;
III-ажратиб олинган заррачалар.



6.46-расм. Батареяли циклон.
1 - кобиқ; 2 - газ тақсимлаш камераси;
3 - панжара; 4 – циклон элементи; 5 - бункер.

Масалан, 25 мкм ли заррачалар чўктирилаётган бўлса, циклоннинг ф.и.к. 95 % ни ташкил этади, лекин заррача диаметри 10 мкм бўлса, ф.и.к. 70% гача камаяди.

Циклон кичик гидравлик қаршилик ва нисбатан юкори тозалаш даражасига эга бўлган цилиндрик ва конуссимон қисмлардан иборат қурилмадир (6.45-расм).

Чангли газ тангенциал йўналишда 10...40 м/с тезликда циклоннинг кириш патрубкаси оркали киритилади. Тангенциал кириш ва қурилманинг ичида марказий чикариш трубаси борлиги учун газ оқими пастга спиралсимон айланма ҳаракат қилади. Бу эса ўз навбатида марказдан қочма куч хосил бўлишига олиб келади. Ушбу куч таъсирида газ оқимидаги қаттиқ заррачалар циклоннинг ички деворига улоқтириб ташланади, деворга урилиб кинетик энергиясини йўқотади ва оғирлик кучи таъсирида қурилма тубига қараб тўкилади. Циклоннинг пастки конуссимон қисмида газ оқими

инерция кучи таъсирида спиралсимон ҳаракат йўналишини давом эттиради ва конус диаметри камайиб бориши сабабли юқорига қараб йўналган оқим пайдо бўлади. Бу оқим тозаланган газ бўлиб, марказий труба орқали циклондан ташқарига чиқиб кетади.

Циклонларнинг аниқ ҳисоби жуда мураккаб бўлгани учун гидравлик қаршилик Δp параметри бўйича соддалаштирилган ҳисоблар қилинади.

Циклоннинг цилиндрик қисмидаги газнинг сохта тезлиги $w_ф$ (м/с) қуйидаги формула ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$w_ф = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_г \cdot \xi}} \qquad (6.82)$$

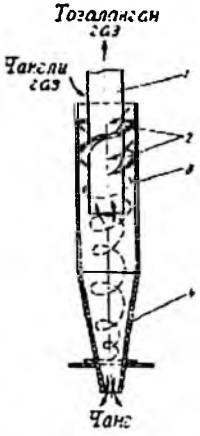
бу ерда $\Delta p/\rho$– ажратиш фактори; ξ- гидравлик қаршилик коэффициенти.

6.44-расм келтирилган циклонлар учун $\Delta p/\xi$= 500...700 м^2/с^2.

Циклон диаметри D (м) ушбу формуладан топилади:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w_ф}} \qquad (6.83)$$

Циклоннинг цилиндрик қисми диаметри D аниқлангандан сўнг, қолган ўлчамлари ҳисобланади, чунки ҳамма ўлчамлар циклон диаметри D нинг функциясидир.



6.46-расм. Батареяли циклон элементи.
1 - марказий чиқиш трубаси; 2 – винтли парраклар; 3 - қобиқ; 4 - конуссимон туб.

Газларни тозалаш даражасини ошириш учун циклон диаметрини камайтириш ёки оқими тезлигини ошириш зарур.НИИОГаз циклонида газсимон турли жинсли системаларни тозалаш даражаси 30...85% тенг. Лекин, газ таркибидаги заррачалар ўлчами ортиши билан газларнинг тозаланиш даражаси 90..95% гача ўсиши мумкин.

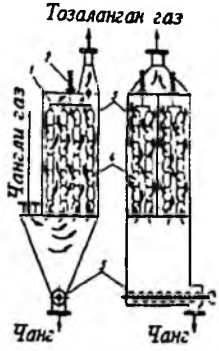
Батареяли циклон бир қанча параллел уланган кичик диаметрли (150...250мм) циклонлардан ташкил топган (6.46-расм). Циклон элементлари диаметрининг кичиклиги, марказдан қочма куч ва чўкиш тезлигини ошириш имконини беради. Кичик ўлчамли циклонлар қурилмадаги иккита тўсиқга маҳкамланади.

Қурилмага кириш патрубкаси орқали юборилган чанг газ таксимлаш камерасига киради ва у ердан барча циклон элементларга бир хилда тарқалади. Сўнг, элементларга тангенциал йўналишда эмас, балки уларнинг тепасидан циклон қобиғи ва марказий чиқиш трубаси орасидаги ҳалқасимон бўшлиққа юборилади. Ушбу ҳалқасимон бўшлиқда оқимга спиралсимон айланма ҳаракат йўналишини таъминлаш учун у ерга винтли парраклар ўрнатилади (6.46-расм).Циклон элементларидан ўтиб тозаланган газлар марказий труба 1 орқали умумий камерага йиғилади ва чиқиш штуцеридан ташқарига узатилади. Ҳамма циклон элементларида ушланиб қолинган қаттиқ заррачалар батареяли циклоннинг пастки қисми 5 да тўпланади ва ундан сўнг ташқарига тўкилади.Агар бир нечта катта циклонларни иқтисодий жиҳатдан қўллаш мақсадга мувофиқ бўлмаса, газлар сарфи катта жараёнларда батареяли циклонлар ишлатилади. Циклонларда ўлчами 10 мкм ва ундан кам бўлган қаттиқ заррачаларни чўктириш тавсия этилади. Батареяли циклонларнинг тозалаш даражаси 65...85% (d = 5 мкм ли заррачалар учун), 85...90% (d = 10 мкм ли заррачалар учун) ва 90...95% (d 20 мкм заррачалар учун).

6.24. Газларни ғовакли тўсиқларда тозалаш

Фильтрловчи тўсиқ турига қараб эгилувчан, ярим қаттиқ, қаттиқ ғовак тўсиқли ва донадор қатламли фильтрлар бўлади.

Юмшоқ фильтрловчи тўсиқли фильтрларга енгли ёки қопли фильтрлар киради ва улар газларни тозалаш учун кенг миқёсда қўлланилади. Фильтрловчи тўсиқ сифатида табиий, синтетик ва минерал толалар (тўқима материаллар), ғовак листли материаллар (ғовакли резина, пенополиуретан) ва металл тўқималар ишлатилади. **Батареяли енгли фильтр**. Бу турдаги қурилмаларнинг фильтрловчи элементи тўқима материалдан ясалади (6.47-расм). Фильтрловчи енг ва қоплар 4 тўртбурчак шаклидаги қобиқ 3 нинг умумий рами 1 га осилиб қўйилади. Пастдан юқорига қараб ҳаракат қилаётган чангли газ фильтрловчи енгларнинг учидаги очиқ тешиклан ичига киради. Сўнг, цилиндр енгларининг ён томон юзасидан ўтаётганида газ тозаланиб чиқиб кетади, қатлами ортиб боради ва фильтрнинг қаршилиги катталашади. Фойдаланиш жараёнида чанг учун вақти – вақти билан механизм 2 ёрдамида силкитиб туриш зарур.



6.47-расм. Енгли фильтр:
1 - ром; 2 - силкитувчи механизм;
3 - қобиқ, 4 - енг; 5 - шнек.

Шунда, енглар юзасида ўтириб қолган чанглар тўкилади ва шнек 5 ёрдамида ташқарига чиқарилади. Баъзи бир ҳолларда енгларни қайта тиклаш учун фильтр элементлар сиқилган ҳаво ёки газ ёрдамида қарама - қарши йўналишда пуфлаб тозаланади. Баъзи ҳолларда секцияли фильтрлар ҳам ишлатилади. Бунда ҳар секция ўзининг силкитувчи механизмига эга бўлади. Бу эса, фильтр секцияларни кетма - кет тозалаш имконини беради, яъни фильтр қурилмани тўхтатмасдан фильтр элементларини қайта тиклаш жараёнини амалга оширса бўлади. Узлуксиз ишлайдиган енгли фильтрларнинг фильтрлаш тезлиги 0,007...0,017м^3/(м^2 с) га тенг. Лекин, фильтрловчи тўкималар узлуксиз равишда қайта тикланиши туфайли фильтрлаш тезлиги 0,05.. 0,08 м^3/(м^2 с) гача ортади. Энг кенг тарқалган енгил фильтрларнинг гидравлик қаршилиги 1,5...2,5 кН/м^2 (150...250 мм. сув уст.). Агар енгли фильтрдан тўғри фойдаланилса, газларни майин, дисперс чанглардан тозалаш даражаси 98,...99% га тенг.

Енглар табиий, синтетик ва минерал материаллардан тайёрланади. Масалан, 80°С дан паст температураларда пахта, бўздан, 110°С дан паст температураларда жундан, 130...140°С да полиамид, полиэтилен, полиакрилнитрил толаларидан, 275°С гача политетрафторэтилен ва фторопластдан, 400°С гача шиша толаларидан ясалган фильтрловчи енглар ишлатилади.

Камчиликлари: енглар тез ишдан чиқади ва каналлари тўлиб қолади, юқори температурали ва нам газларни тозалаш мумкин эмас.

Ярим қаттиқ, фильтрловчи тўсиқли фильтрлар кассеталардан таркиб топган бўлади. Газ таркибидаги қаттиқ заррачаларни ушлаб қолиш учун кассетада иккита тўр орасида шиша толалар, металл қиринди ёки бошқа материаллар қатлами жойлаштирилган бўлади.

Секцияларга бириктирилган кассеталар паст концентрацияли 0,001.. 0,005 г/м^3 чангларни тозалаш учун мўлжалланган.

Қаттиқ фильтрловчи тўсиқли фильтрлар одатда чангли газларни майин тозалаш учун ишлатилади. Фильтрловчи тўсиқлар ғовакли керамика, прессланган ёки қиздириб бириктирилган кукунлар, ҳамда пластмассалардан ясалиши мумкин.

инерция кучи таъсирида спиралсимон ҳаракат йўналишини давом эттиради ва конус диаметри камайиб бориши сабабли юқорига қараб йўналган оқим пайдо бўлади. Бу оқим тозаланган газ бўлиб, марказий труба орқали циклондан ташқарига чиқиб кетади.

Циклонларнинг аниқ ҳисоби жуда мураккаб бўлгани учун гидравлик қаршилик Δp параметри бўйича соддалаштирилган ҳисоблар қилинади.

Циклоннинг цилиндрик қисмидаги газнинг сохта тезлиги w_ϕ (м/с) қуйидаги формула ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$w_\phi = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_г \cdot \xi}} \qquad (6.82)$$

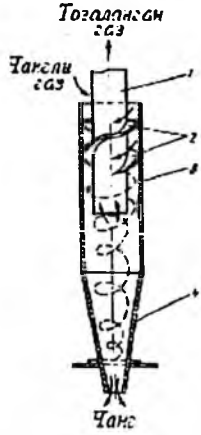
бу ерда $\Delta p/\rho$– ажратиш фактори; ξ- гидравлик қаршилик коэффициенти.

6.44-расм келтирилган циклонлар учун $\Delta p/\xi$= 500...700 м^2/с^2.

Циклон диаметри D (м) ушбу формуладан топилади:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w_\phi}} \qquad (6.83)$$

Циклоннинг цилиндрик қисми диаметри D аниқлангандан сўнг, қолган ўлчамлари ҳисобланади, чунки ҳамма ўлчамлар циклон диаметри D нинг функциясидир.



6.46-расм. Батареяли циклон элементи.
1 - марказий чиқиш трубаси; 2 – винтли парраклар; 3 - қобиқ; 4 - конуссимон туб.

Газларни тозалаш даражасини ошириш учун циклон диаметрини камайтириш ёки газ оқими тезлигини ошириш зарур.НИИОГаз циклонида газсимон турли жинсли системаларни тозалаш даражаси 30...85% га тенг. Лекин, газ таркибидаги заррачалар ўлчами ортиши билан газларнинг тозаланиш даражаси 90..95% гача ўсиши мумкин.

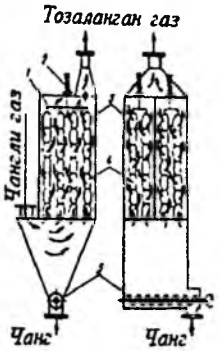
Батареяли циклон бир қанча параллел уланган кичик диаметрли (150...250мм) циклонлардан ташкил топган (6.46-расм). Циклон элементлари диаметрининг кичиклиги, марказдан қочма куч ва чўкиш тезлигини ошириш имконини беради. Кичик ўлчамли циклонлар қурилмадаги иккита тўсиқга маҳкамланади.

Қурилмага кириш патрубкаси орқали юборилган чанг газ тақсимлаш камерасига киради ва у ердан барча циклон элементларга бир хилда тарқалади. Сўнг, элементларга газ тангенциал йўналишда эмас, балки уларнинг тепасидан циклон қобиғи ва марказий чиқиш трубаси орасидаги ҳалқасимон бўшлиққа юборилади. Ушбу ҳалқасимон бўшлиқда оқимга спиралсимон айланма ҳаракат йўналишини таъминлаш учун у ерга винтли парраклар ўрнатилади (6.46-расм).Циклон элементларидан ўтиб тозаланган газлар марказий труба 1 орқали умумий камерага йиғилади ва чиқиш штуцеридан ташқарига узатилади. Ҳамма циклон элементларида ушланиб қолинган қаттиқ заррачалар батареяли циклоннинг пастки қисми 5 да тўпланади ва ундан сўнг ташқарига тўкилади.Агар бир нечта катта циклонларни иқтисодий жиҳатдан қўллаш мақсадга мувофиқ бўлмаса, газлар сарфи катта жараёнларда батареяли циклонлар ишлатилади. Циклонларда ўлчами 10 мкм ва ундан кам бўлган қаттиқ заррачаларни чўктириш тавсия этилади. Батареяли циклонларнинг тозалаш даражаси 65...85% (d = 5 мкм ли заррачалар учун), 85...90% (d = 10 мкм ли заррачалар учун) ва 90...95% (d = 20 мкм заррачалар учун).

6.24. Газларни ғовакли тўсиқларда тозалаш

Фильтрловчи тўсиқ турига қараб эгилувчан, ярим қаттиқ, қаттиқ ғовак тўсиқли ва донадор қатламли фильтрлар бўлади.

Юмшоқ фильтрловчи тўсиқли фильтрларга енгли ёки қопли фильтрлар киради ва улар газларни тозалаш учун кенг миқёсда қўлланилади. Фильтрловчи тўсиқ сифатида табиий, синтетик ва минерал толалар (тўқима материаллар), говак пистли материаллар (говакли резина, пенополиуретан) ва металл тўқималар ишлатилади. **Батареяли енгли фильтр**. Бу турдаги қурилмаларнинг фильтрловчи элементи тўқима материалдан ясалади (6.47-расм). Фильтрловчи енг ва қоплар 4 тўртбурчак шаклидаги кобик 3 нинг умумий роми 1 га осилиб қўйилади. Пастдан юқорига қараб харакат қилаётган чангли газ фильтрловчи енгларнинг учидаги очиқ тешикдан ичига киради. Сўнг, цилиндр енгларининг ён томон юзасидан ўтаётганида газ тозаланиб чиқиб кетади, қатлами ортиб боради ва фильтрнинг каршилиги катталашади. Фойдаланиш жараёнида чанг учун вақти – вақти билан механизм 2 ёрдамида силкитиб туриш зарур.



6.47-расм. Енгли фильтр:
1 - ром; 2 - силкитувчи механизм,
3 - кобик, 4 - енг; 5 - шнек.

Шунда, енглар юзасида ўтириб қолган чанглар тўкилади ва шнек 5 ёрдамида ташқарига чиқарилади. Баъзи бир ҳолларда енгларни қайта тиклаш учун фильтр элементлар сикилган ҳаво ёки газ ёрдамида қарама - қарши йўналишда пуфлаб тозаланади. Баъзи ҳолларда секцияли фильтрлар ҳам ишлатилади. Бунда ҳар секция ўзининг силкитувчи механизмига эга бўлади. Бу эса, фильтр секцияларни кетма - кет тозалаш имконини беради, яъни фильтр қурилмани тўхтатмасдан фильтр элементларини қайта тиклаш жараёнини амалга оширса бўлади. Узлуксиз ишлайдиган енгли фильтрларнинг фильтрлаш тезлиги 0,007...0,017м^3/(м^2 с) га тенг. Лекин, фильтрловчи тўкималар узлуксиз равишда қайта тикланиши туфайли фильтрлаш тезлиги 0,05...0,08 м^3/(м^2 с) гача ортади. Энг кенг тарқалган енгил фильтрларнинг гидравлик қаршилиги 1,5...2,5 кН/м^3 (150...250 мм сув уст.). Агар енгли фильтрдан тўғри фойдаланилса, газларни майин, дисперс чанглардан тозалаш даражаси 98....99% га тенг.

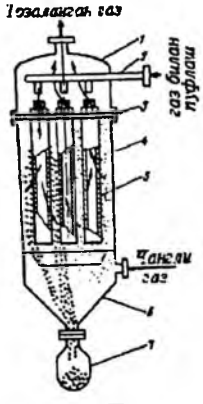
Енглар табиий, синтетик ва минерал материаллардан тайёрланади. Масалан, 80°С дан паст температураларда пахта, бўздан, 110°С дан паст температураларда жундан, 130...140°С да полиамид, полиэтилен, полиакрилнитрил толаларидан, 275°С гача политетрафторэтилен ва фторопластдан, 400°С гача шиша толаларидан ясалган фильтрловчи енглар ишлатилади.

Камчиликлари: енглар тез ишдан чиқади ва каналлари тўлиб қолади, юқори температурали ва нам газларни тозалаш мумкин эмас.

Ярим қаттиқ, фильтрловчи тўсиқли фильтрлар кассеталардан таркиб топган бўлади. Газ таркибидаги қаттиқ заррачаларни ушлаб қолиш учун кассетада иккита тўр орасида шиша толалар, металл қиринди ёки бошқа материаллар қатлами жойлаштирилган бўлади.

Секцияларга бириктирилган кассеталар паст концентрацияли 0,001...0,005 г/м^3 чангларни тозалаш учун мўлжалланган.

Қаттиқ фильтрловчи тўсиқли фильтрлар одатда чангли газларни майин тозалаш учун ишлатилади. Фильтрловчи тўсиқлар говакли керамика, прессланган ёки қиздириб бириктирилган кукунлар, ҳамда пластмассалардан ясалиши мумкин.



6.48-расм. Патронли фильтр:

1 – копкок; 2 - коллектор; 3 - труба панжараси; 4- қобиқ; 5 - фильтрловчи элемент; 6 - туб; 7 - чанг йиғгич.

Цилиндрик фильтрловчи элементли, патронли фильтрлар. Температураси юқори бўлган чангли газларни тозалаш учун қўлланилади. Бу қурилмаларнинг фильтрловчи элементи ғовакли қилиб металлокерамикадан ясалади ва улар патронлар деб номланади (6.48-расм). Фильтрловчи элемент цилиндрик халқасимон ёки текис шаклда бўлиши мумкин.

Чанг фильтрловчи элементдан ўтиб, тозаланган газ қурилманинг юқори қисмидаги штуцердан чиқиб кетади. Чанглар эса фильтрловчи патроннинг ташқи юзаси ва ғовакларида ушланиб қолади. Патронлар ташқи юзаси ва ғоваклари чанг билан тўлиб қолса, жараён тезлиги кескин равишда пасаяди.Шунинг учун улар сиқилган газ ёки ҳаво ёрдамида пуфлаб қайта тикланади. Ундан кейин, яна қайтадан газни тозалаш жараёни давом эттирилади.Қайта тиклаш пайтида патрондан пуфлаб чиқарилган чанглар конуссимон туб 6 дан чанг йиғгич 7 га тўкилади.Металлокерамик фильтр элементли фильтрларда заррачаларнинг ўлчами 5 мкм дан юқори бўлган чангли газларни тозалаш мумкин.

Патронли фильтрловчи элементлар каттиқлиги, юқори механик мустахкамлиги, кимёвий ва температураникг кескин тебранишларига чидамлилиги билан ажралиб туради. Шунинг учун хам, ушбу фильтрловчи элементлар кимёвий агрессив ва иссиқ чангларни тозалаш учун ишлатилади.

Газларни тозалаш фильтрларнинг ҳисобини ўтказишдан мақсад, унинг умумий фильтрлаш юзасини аниқлашдир, яъни

$$F = \frac{V}{V_{сол}} \tag{6.84}$$

бу ерда V- чангли газнинг ҳажмий сарфи, м³/с; $V_{сол}$- фильтрларнинг солиштирма тезлиги, м³/(м² с),

Фильтрловчи элементлар сони эса, ушбу тенгликдан топилади:

$$n = F(\pi dl) \tag{6.85}$$

бу ерда d ва l- енгнинг диаметри ва узунлиги.

Донадор қатламли фильтрлар. Бундай фильтрларда даврий, қўзғалмас ёки узлуксиз ҳаракатдаги фильтрловчи қатлам сифатида майдаланган кокс, кварц қум, шлак, шағал ва бошқа материаллар қўлланиши мумкин.

Фильтрловчи қатлам панжара ёки тўр орасидаги секцияда, горизонтал ёки вертикал ҳолатда ўрнатилиши мумкин.

6.16-расмда узлуксиз ишлайдиган қумли фильтр конструкцияси келтирилган. Бу турдаги фильтрлар газларни майин тозалаш учун қўлланилади. Масалан, сиқилган газларни мойлардан, қоракуядан ва синтез газларини чангдан тозалаш учун ишлатилиши мумкин.

6.25. Газларни суюқлик билан ювиб тозалаш

Чангли газларни тозалаш учун уларни сув ёки бошқа суюқликлар ёрдамида ювиб, каттиқ заррачалардан тозаланади. Бу усул газларни совитиш ва намлаш рухсат этилган, ҳамда каттиқ заррачалар қиммати бўлмаган ҳолларда қўлланилади. Маълумки, газлар совутилганда сув буғлари конденсацияланиб, заррачалар намланади ва уларнинг зичлиги ортади. Натижада каттиқ заррачалар газдан осон ажралади. Бунда, заррачалар конденсацияланиш марказлари вазифасини бажаради. Агар, заррачалар суюқлик билан ҳўлланмаса, унда бу турдаги қурилмаларда газларни тозалаш самарасиздир. Бундай ҳолларда газларни тозалаш даражасини ошириш учун суюқлик таркибига спирт – сиртий фаол моддалар қўшилади, яъни суюқликнинг ҳўллаш қобилияти оширилади.

Суюқлик билан ювиб тозаловчи қурилмаларда, уларнинг конструкциясига қараб, газларни тозалаш даражаси 60 дан 85% гача бўлади. Бу турдаги қурилмаларнинг асосий камчилиги шуидаки, тозалаш жараёни ўтказилиши натижасида оқава сувлар ҳосил бўлишидир. Маълумки, оқава сувлар

ҳам ўз навбатида тозаланиши керак.

Скрубберлар ичи бўш ёки насадкали, кўндаланг кесим юзасига қараб эса, цилиндрсимон ёки тўғри тўртбурчак шаклдаги колонналар кўринишида бўлади.

Ичи бўш скрубберларга чангли газ қурилманинг пастки қисмидан 0,8...1,0 м/с тезликда киритилади. Газ ўз йўналишини ўзгартириб, юқорига қараб ҳаракат қилади. Скруббернинг тепа қисмидаги пуркагичдан сув ёки бошқа суюқлик сочилиб, оғирлик кучи таъсирида майда томчилар пастга қараб йўналади. Натижада газ ва сув томчилари қарама - қарши йўлли ҳаракатида бир - бирига кўп марта урилади. Бу ўзаро таъсир туфайли газ таркибидаги каттик заррачалар суюқлик билан ювилади, оғирлашади ва оқава сув ҳосил қилиб, пастга тушади. Тозаланган газ скруббернинг тепа қисмидаги штуцердан чиқиб кетади. Оқава сув қурилманинг тубидаги штуцер орқали тозалашга чиқариб юборилади.

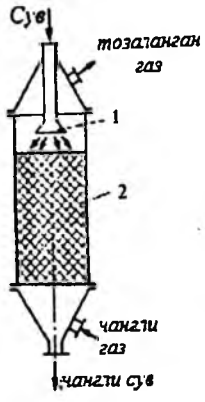
Ичи бўш скрубберда газларнинг тозаланиш даражаси 60...75% ни ташкил этади. Насадкали скрубберларда қобиғнинг ичига насадкалар маълум бир тартибда ёки тартибсиз ўрнатилади (6.49а-расм). Тозалаш жараёни интенсивлиги ва тезлигини ошириш учун скрубберларга албатта насадкалар жойлаштирилади. Насадкалар қўлланилиши натижасида газ ва суюк фазалар ўртасида уринишлар ортади, яъни тўқнашув юзаси ошади. Одатда скрубберларга ҳалқасимон ёки хордали насадкалар ўрнатилади. Айрим ҳолларда эса, кокс ёки кварц бўлакларидан иборат катлам, насадка сифатида ишлатилади. Насадкали скрубберларда газларнинг тозаланиш даражаси 75...85%.

Вентури скрубберлари. Бу турдаги скруббер икки қисмдан (3 34-расм): Вентури трубаси 3 ва ажратгич 1 дан таркиб топган бўлади. Вентури трубаси 3 да газ тозаланса, ажратқич 1 да эса - сув томчилари газ оқимидан ажратилади.

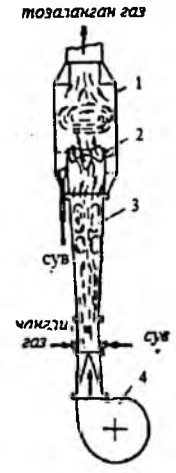
Тозаланиши зарур бўлган газ, қурилманинг пасқи қисмидан патрубкага узатилади. Маълумки, Вентури трубасининг диффузор қисмида конуслик ортиб боради. Бу эса, диффузорда босим камайишига, яъни вакуум ҳосил бўлишига олиб келади. Ушбу вакуум хисобига идишдан коллектор орқали Вентури трубасига сув сўриб олинади. Суюк фаза газ билан тўқнашиши натижасида майда томчиларга (~10 мкм) ажралиб кетади. Газ ва майда томчиларнинг ўзаро урилиши пайтида суюқлик томчилари қаттиқ заррачаларни ўзига тортиб олади ва йириклашади. Сўнг эса, ушбу томчилар газ оқими билан бирга диффузор орқали ўтади ва натижада тезлиги пасаяди. Газ оқимини суюқлик заррачаларидан ажратиш учун уюрмалантирувчи мослама хизмат қилади. Ажратгичда ажратиб олинган суюқлик йиғгичга оқиб тушади. Тозаланган газ эса, скруббернинг тепа қисмидаги патрубкадан атмосферага чиқариб юборилади.Вентури скрубберида газларнинг тозаланиш даражаси 98...99%, тузилиши содда ва механик ҳаракатланувчи қисмлари йўқ.Камчиликлари: гидравлик қаршиликлари катта (1500...7500 Па) ва қурилмага қўшимча томчи ушлагич билан жиҳозланиши лозим.

Кўпикли (барботажли) чанг ушлагичлар таркибида, каттик заррачалар кўп ва жуда катта ҳажмдаги чангли газларни тозалаш учун мўлжалланган (6.50-расм).

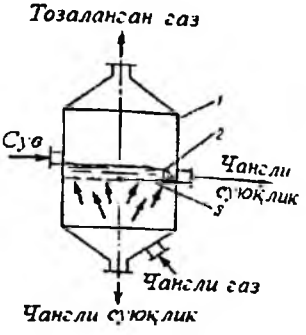
Кўпикли (барботажли) чанг ушлагичлар тарелкали скруббер кўринишида бўлади. Чангли газ қурилманинг пастки қисмидаги штуцер орқали юборилади ва у тепага қараб ҳаракат қилади. Қурилма цилиндрик қобик 1 нинг ўртасида жойлашган штуцер орқали ювувчи сув (ёки суюқлик) тешикли тарелка устига юборилади. Пастдан келаётган чангли газ оқими суюкликни барботаж қилади ва натижада ҳаракатчан кўпикли катлам ҳосил бўлади. «Газ – суюқлик» аралашмасидан иборат кўпикларда тўқнашув ёки урилиш юзаси катта ва заррачани илинтириш имконияти катта. Шунинг учун ҳам, кўпикли чанг ушлагичларда чангли газларнинг тозаланиш даражаси юкори. Газнинг тозаланиш даражасига қараб қурилмадаги тешикли тарелкалар сони аниқланади.



6.49а-расм. Насадкали скруббер.
1 - пуркагич; 2 - насадка.



6.49б-расм. Вентури скруббери.
1 - ажратгич; 2 – оқимни уюрмалантирувчи мослама; 3 – Вентури трубаси; 4-вентилятор.



6.50-расм. Кўпикли скруббер. 1 - кобиқ; 2 - ростловчи остона; 3 - тешикли тарелка

Кўпикли қатламда чангнинг асосий миқдори (~80%) суюқлик билан ушланади ва кўпик билан бирга ростловчи остона 2 орқали чиқарилади. Суюқликнинг қолган қисми (~20%) тарелка тешиклари орқали пастга оқиб тушади ва унинг остидаги бўшлиқда чангли газ таркибидаги йирик заррачаларни ушлаб, пастга олиб кетади. Ҳосил бўлган оқава сув конуссимон тубдаги штуцер орқали чиқарилади. Кўпикли қурилмаларда газларнинг тозаланиш даражаси 95...99% ва ундан юқори бўлади. Қурилманинг тузилиши содда ва ихчам, ҳамда кам капитал ва эксплуатацион сарфлар талаб этади.

6.26. Электр фильтрлар

Жараённинг физик асослари. Электр майдон таъсирида газларни тозалаш электр разряди ёрдамида газ молекулаларининг ионизация қилинишига асосланган.

Агар, газ юқори кучланишли ўзгармас токга уланган икки электрод орасида ҳосил бўлган электр майдонига газ юборилса, унинг молекулалари ионизацияга учрайди, яъни мусбат ва манфий зарядланган заррачаларга ажрайди. Натижада улар куч чизиқлар йўналишида ҳаракат қилиб бошлайди. Зарядланган заррача тезлигининг вектор йўналиши, унинг мусбат ёки манфийлигига боғлиқ бўлса, ҳаракат тезлиги эса - электр майдони кучланганлиги билан белгиланади.



Электр майдон кучи

Агар электр майдон кучланганлигини 10000В дан оширсак, ион ва электронлар кинетик энергияси шунчалик катталашадики, ҳаракат йўлида учраган газнинг барча нейтрал молекулаларини мусбат ион ва эркин электронларга парчалайди. Янгидан ҳосил бўлган зарядлар ҳам ўз ҳаракат йўналишида газларни ионизацияга дучор қилади. Натижада тўхтовсиз равишда ион ҳосил бўлади ва ҳамма газ ионизацияланади. Бундай жараён **зарбали ионизация** деб номланади.

Газ тўлиқ ионизацияга учраганда, электродлар орасида электр разряди пайдо бўлиши учун шароитлар яратилади. Агар, электр майдон кучланганлиги янада оширилса, учқун сакраб ўтиши, кейин эса электр ўтиши ва электродлар киска туташуви бўлиши мумкин. Бундай ходисалар олдини олиш учун турли жинсли электр майдони ҳосил қилинади.

Бунинг учун, труба ўқидан ёки икки параллел пластиналар орасида тортилган ингичка симлар кўринишида электрод ясалади.

Сим олдида электр майдон кучланганлиги жуда юқори бўлиб, труба ёки пластина томонга яқинлашган сари камайиб боради. Шуни алохида таъкидлаш керакки, труба ёки пластина олдидаги майдон кучланганлиги шундайки, учқун ва электр ўтиш ходисалари рўй бермайди.

Тўлиқ ионизацияга онд майдон кучланганлигида электродлар орасида "тожли" разряд хосил бўлади. Бунда бутунлай ионизацияга учраган газ катлами чўғланиб, нур ва чарсилланган овоз кўринишидаги қарама - қарши зарядланган электрод **-чўктирувчи электрод** деб номланади. Труба ёки пластина "Тожли" электрод манфий, чўктирувчи эса - мусбат қутбга уланади. Бундай холатларда электродларга жуда юқори кучланиш бериш мумкин. "Тож" хосил бўлиши билан иккала ишорали ион ва эркин электронлар пайдо бўлади. Электр майдон кучланганлиги таъсирида ионлар "тожли" электрод томон ҳаракат килади ва унда нейтралланади.

Манфий ион ва эркин электронлар чўктирувчи электрод томон йўналади. Йўл-йўлакай чанг ва томчилар билан тўкнашиб, уларга ўз зарядини ўтказади ва чўктирувчи электрод томон олиб кетади. Натижада чанг ёки туман заррачалари шу электродда чўкади. Газдаги чанг заррачаларининг асосий кисми манфий зарядланади, чунки мусбат ионларга қараганда ҳаракатчан манфий электрон ва ионлар чўктирувчи электродга етгунча катта масофани босиб ўтади. Шунинг учун ҳам, газдаги заррачалар билан уларнинг тўкнашиши эхтимоли катта. Фақат "тожли" электрод атрофидаги мусбат зарядланган ионлар билан тўкнашганда, чанг ёки туман заррачаларининг кичик бир кисми "тожли" электродда чўкади. Манфий зарядланган ионлар, чанг ёки туман заррачалари чўктирувчи электродга етганда, унга ўз зарядини беради ва оғирлик кучи таъсирида чўкади. Бундай чўктириш жараёни электрофильтрда олиб борилади.

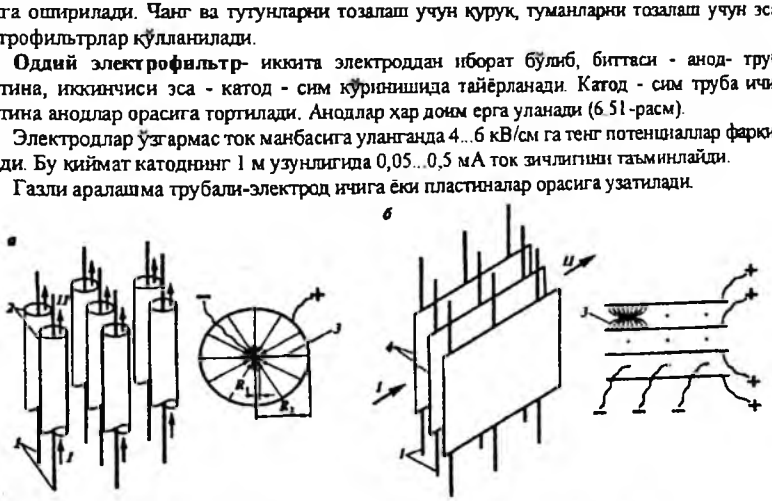
Электродларга ўтириб қолган чанг заррачаларининг зарарли таъсирини камайтириш мақсадида, вақти-вақти билан электродларга ўтириб қолган заррачалар силкитиб туширилади ёки электрофильтрга киритилишдан аввал чангли газ намланади (ўтказувчанлигини ошириш учун). Лекин, газнинг температураси шудринг нуқтасидан пасайиб кетиши мумкин эмас.

Чангли газлар таркибидаги каттик заррачаларни электр майдони таъсирида тозалаш, бошқа усулларга қараганда кўпгина афзалликларга эга. Чўктириш қурилмаларида, яъни циклон, енгли фильтр, скрубберларда оғирлик ва марказдан қочма куч таъсирида майда заррачаларни ажратиб бўлмайди.Турли жинсли газ аралашмаларини электр майдон таъсирида ажратиш электродларда амалга оширилади. Чанг ва тутунларни тозалаш учун қуруқ, туманларни тозалаш учун эса - ҳўл электрофильтрлар қўлланилади.

Оддий электрофильтр- иккита электроддан иборат бўлиб, биттаси - анод- труба ёки пластина, иккинчиси эса - катод - сим кўринишида тайёрланади. Катод - сим труба ичига ёки пластина анодлар орасига тортилади. Анодлар ҳар доим ерга уланади (6.51-расм).

Электродлар ўзгармас ток манбасига уланганда 4...6 кВ/см га тенг потенциаллар фарки хосил бўлади. Бу киймат катоднинг 1 м узунлигида 0,05...0,5 мА ток зичлигини таъминлайди.

Газли аралашма трубали-электрод ичига ёки пластиналар орасига узатилади.

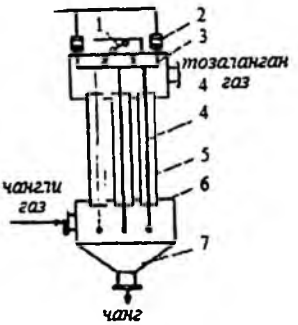


6.51-расм. Трубали (а) ва пластинали (б) электродлар.
1-«тожли» электрод; 2-чўктирувчи трубали электрод; 3-куч йўналишлари;
4-чўктирувчи пластинали электрод. I-чангли газ; II-тозаланган газ.

Электродлардаги юқори потенциаллар фарки ва электр майдонининг турли жинслилиги туфайли манфий электрод-катод атрофидаги газ катламида анодга караб йўналган электронлар тўкнашуви окими хосил бўлади. Натижада газ нейтрал молекулаларининг электронлар билан тўкнашуви туфайли газ ионизацияга учрайди. Ионизация ўз навбатида газни мусбат ва манфий ионлар

ажралишига олиб келади. Мусбат ионлар катод, манфийлари эса катта тезликда анод томон ҳаракат килади. Одатда, чанг ва туман заррачалари анодга чўкади ва уни чўкма қатлами билан қоплайди. Электр майдони таъсирида чўктириш тезлиги секундига бир неча сантиметрдан бир неча ўнлаб сантиметргача оралиқда бўлади. Чўктириш тезлиги заррача ўлчами ва газнинг гидравлик қаршилигига боғлиқ.

Электр майдонида заррачаларнинг чўкиш тезлигини аниқлаш учун жараён ламинар режимда амалга ошади деб қабул қиламиз. Электр майдони зарядланган заррачага $F = ne_0E_x$(бу ерда n-заррача олган заряд; e_0- элементар заряд катталиги; E_x- катод ўқидан x масофадаги электр майдон потенциали градиенти) куч билан таъсир этади. Электр майдон таъсирида заррачанинг чўкиш тезлиги ушбу тенгламадан аниқланади:



6.52-расм. Трубали электрофильтр.
1 - силкитувчи мослама; 2 – изолятор; 3 - ром; 4 - "тож" хосил қилувчи электрод; 5 – трубали электрод - анод; 6 - тешикли панжара; 7 - чанг йиғгич.

$$w_ч = \frac{ne_0E_x}{3\pi d\mu} \qquad (6.86)$$

Заррачанинг чўкиш давомийлиги:

$$\tau_ч = \int_r^R \frac{d_x}{w_ч} \qquad (6.87)$$

бу ерда: R- катод ўқидан анод ўқигача бўлган масофа; r- катод радиуси.

Электр майдон потенциали градиенти E_x катодгача бўлган масофа x га боғлиқ. Шунинг учун, заррачаларнинг чўкиш вақти (6.87) тенгламани график интеграллаш усули билан аниқланади.

Трубали электрофильтрлар. Чанг ва тутун газлари қурилманинг пастки қисми бўлмиш электродлар маҳкамланган тешикли панжара (6) днищесига узатилади ва трубали электрод (анод)лар ичига таксимланади (6.52-расм).

Трубали электродлар ичига "тож" ҳосил қилувчи электродлар-катодлар ўрнатилган. Электродлар изоляторга таяниб турувчи умумий ромда маҳкамланади. Электр майдони таъсирида газ таркибидаги заррачалар чўкади. Анодга чўкиб, қатлам ҳосил қилган заррачалар вақти-вақти билан силкитиб турилади ва қурилманинг пастки қисмидаги конуссимон тубда йиғилади. Йиғилган чанг заррачалардан иборат чўкма пастки штуцердан тўкилади, тозаланган газ эса - фильтрнинг тепа қисмидаги штуцердан атроф мухитга чиқариб юборилади.Ҳозирги кунда, бир нечта кетма - кет уланган секциялардан газ ўтадиган секцияли электрофильтрлар яратилган.

Одатда, трубалар диаметри 150...300 мм ва узунлиги 3...4 м қилиб ясалади. Трубалар ичида тортилган симлар диаметри 1,5...2,0 мм.

Газларнинг тозаланиш даражаси 99%, айрим ҳолларда 99,9% ни ташкил этади.

Пластинали электрофильтрларда анод вазифасини пластиналар, катодни эса - пластиналар орасига тортилган симлар бажаради. Электрофильтрларда газларни тозаланиш даражаси, чангларнинг электр ўтказувчанлигига боғлиқ.

Агар, заррачалар электр токини яхши ўтказса, унда заррачалар зарядини бир зумда беради ва электрон зарядини эгаллайди. Бунда, бир - биридан қочиш Кулон кучи ҳосил бўлиб, фильтрдан газ билан заррачалар учиб кетишга олиб келади ва тозаланиш даражасини камаяди.

Агар, заррачалар электр токини ёмон ўтказса, унда электродда манфий зарядланган заррачалардан иборат зич катлам ҳосил бўлиб, асосий электр майдонга қарши таъсир қилади.

Газ таркибидаги заррачалар концентрацияси юқори бўлганда ҳам, газнинг тозаланиш даражаси паст бўлади. Чунки, ионларнинг заррачаларда чўкиши, олиб ўтилган зарядлар сонини камайишига сабабчи бўлади. Демак, ток кучи ҳам пасаяди.

Газ таркибидаги заррачалар концентрациясини пасайтириш учун электрофильтрдан олдин қўшимча газ фильтрлар ўрнатилади.

Пластинали электрофильтр электродларига чўкган чанглар трубали фильтрникидан осонрок тозаланади ва сим узунлиги бирлигига камрок энергия ишлатади. Ундан ташқари, бу фильтрлар ихчам, кам металл сарфлайди ва йиғилиши осон.

Агар, электродлар сони ва қурилманинг кўндаланг кесими маълум бўлса, электрофильтрларни ҳисоблаш унинг "тожли" электродининг узунлигини аниқлашдан иборат

бўлади.

Электрофильтрдаги ток миқдори $I = iL$ га тенг бўлиб, бу ерда i- ток зичлиги; L- электрод узунлиги.

Қуйида келтирилган тенгламадан потенциалнинг критик градиенти топилади:

$$E_K = 31 + 9{,}54\sqrt{\frac{\sigma}{r}} \tag{6.88}$$

бу ерда: σ - босим 0,1 МПа да ушбу шароитдаги ҳаво зичлигининг 25°С температуралаги зичлигига нисбати.

Агар, электродлар орасидаги масофани билсак, электродлардаги потенциаллар фаркини топиш мумкин.

Газларни тозаланиш даражаси ушбу умумий формула ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$\eta_з = 1 - \frac{x_2}{x_1} = 1 - e^{-\frac{}{}} \tag{6.89}$$

бу ерда: x_1 ва x_2- электрофильтрларга кираётган ва ундан чиқаётган газларда қаттиқ заррачалар концентрацияси, кг/м³; w- электрод юзасига қараб ҳаракат қилаётган зарядланган заррача тезлиги, м/с; f - солиштирма чўкиш юзаси, м³/(м³/с).

Трубали электрофильтрлар учун:

$$f = \frac{2l}{rw} \tag{6.90}$$

Пластинали электрофильтрлар учун:

$$f = \frac{l}{hw} \tag{6.91}$$

бу ерда: l- труба ёки пластина узунлиги, м; r- чўктириш электроди трубасининг радиуси, м; h – чўктирувчи ва «тожли» электродлар орасидаги масофа, м; w - электрофильтрларда газнинг тезлиги, м/с.

6.27. Газларни тозалаш жараёнини интенсивлаш

Турли хил қурилмаларда газларни тозалаш даражасини ошириш мумкин. Бунинг учун тозалаш жараёнидан аввал газ таркибидаги қаттиқ заррачалар ўлчами катталаштирилиши керак.

Бу мақсадга эришиш учун акустик коагуляция қўлланиши мумкин, яъни газ аралашмасига акустик тебранма товуш ва ультра товуш частоталарини таъсир эттириш керак. Товуш ва ультра товушларнинг кескин ўзгариши ўта майда заррачаларни интенсив тебранишига сабабчи бўлади. Натижада, заррачаларнинг ўзаро тўқнашуви ва ўлчами кескин ортади.

Газларга товуш баландлиги 145...150 дБ ва тебраниш частотаси 2...50 кГц бўлган акустик таъсир берилади.

Заррачалар ўлчамини катталаштиришнинг бошқа усуллари ҳам бор. Масалан, қаттиқ заррачаларда сув буғларини конденсациялаш. Бунинг учун, иссиқ газ оқимига ўта майда совуқ сув томчиларини пуркаш, совуқ газ оқимига совуқ сув сочиш каби йўллар билан эришиш мумкин.

Газ тозалаш қурилмаларини танлашда уларнинг техник – иқтисодий кўрсаткичларини инобатга олиш зарур. Асосий кўрсаткичлар каторига қуйидагилар киради: газнинг тозаланиш даражаси; қурилманинг гидравлик қаршилиги; тозалаш учун электр энергия, буг ва сув сарфлари; қурилма ва газнинг тозалаш нархлари. Булардан ташқари, тозалаш самарадорлигига таъсир этувчи омилларни ҳам инобатга олиш керак, яъни газнинг намлиги ва концентрацияси, температураси ва кимёвий агрессивлиги, чангнинг хоссалари (гигроскопиклиги, толалиги, ёпишқоқлиги, қуруқлиги), заррача ўлчамлари, унинг фракция таркиби ва ҳоказо.

Қуйидаги 6-4 жадвалда газ тозалаш қурилмаларининг айрим ўртача характеристикалари келтирилган.

Жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, циклон ва инерцион чанг ушлагичлар газларни фақат ўлчамлари катта заррачалардан дағал ажратиш учун қўлланиши мумкин. Албатта, бу газлар қуруқ ва таркибидаги заррачалар ёпишқоқ ва толали бўлмаслиги зарур. Шу билан бирга, бу қурилмалар катта капитал ва эксплуатацион сарфлар талаб этмайди.

Шунинг учун, бу турдаги қурилмалар газсимон турли жинсли системаларни дағал, дастлабки тозалаш учун, сўнг эса электрофильтр ва енгли фильтрларда тўлиқ тозалаш мақсадида ишлатилади. Ундан ташқари, бундай дағал тозалаш вентилятор парракларини емирилишдан сақлайди.

Циклон ва батареяли циклонларни юқори концентрацияли газларни тозалаш учун, батареяли циклонларни газсимон турли жинсли системаларнинг сарфи катта бўлганда қўллаш тавсия этилади.

6-4 жадвал

Қурилма	Газдаги чангнинг максимал миқдори, кг/м^3	Айрим заррачалар ўлчами,мкм	Тозаланиш даражаси, %	Гидравлик қаршилик, Н/м^2
Чанг чўктириш камераси	чегараланмаган	>100	30…40	-
Циклон	0,4	>10	70…95	400…700
Батареяли циклон	0,1	>10	85…90	500…800
Марказдан қочма скруббер лар	0,05	> 2	90…95	400…800
Енгли фильтр	0,02	>1	98…99	500…2500
Кўпикли чанг ушлагич	0,3	>0,5	95…99	300…900
Вентури скруббери	0,05	>1	95…99	3000…7000
Электрфильтр	0.01…0,05	>0,005	99…99,9	100…200

Заррача ўлчамлари 1 мкм дан ортиқ, қуруқ ва кийин ҳўлланадиган чангларни майин тозалаш учун енгли фильтрлардан фойдаланилади. Лекин, бу фильтрларни ёпишқоқ ва нам чангларни тозалаш учун ишлатиб бўлмайди.

Майда дисперс чангли газларни тўлиқ тозалаш учун скруббер, кўпикли чанг ушлагич ва электрофильтрлар қўлланилади. Тозаланаётган газ совитилиши ва намланиши рухсат этилган, ҳамда ажратилаётган заррачалар қимматбаҳо маҳсулот бўлган ҳолларда, скруббер ва кўпикли чанг ушлагичлар қўлланиши мақсадга мувофиқдир. Бу қурилмалар содда, нархи ва эксплуатацион сарфлари электрфильтрникидан анча кам.

Лекин, ушбу усулда чангли газларни ажратиш жараёнида жуда кўп сув сарф бўлади. Шу сабабли, қурилма коррозиясининг тезлиги юқоридир. Агар, дисперс заррачалар атроф муҳитни ифлослантириш хавфи бўлган ҳолларда, уларни суюқ фазадан ажратиб олиш учун қўшимча қурилма талаб этилади.

Электр майдон таъсирида чангли газларни тозалаш юқори кўрсаткичларга эришиш имконини беради. Электрофильтрларнинг гидравлик қаршилиги кичик ва энергия сарфи кам бўлади. Соатига 1000 м^3 газни тозалаш учун 0,2…0,3 кВт·соат электр энергия сарфланади. Қуруқ газларни тозалаш учун кўпинча пластинали, туман ва кийин ушланадиган чангларни тозалаш учун эса - трубали электрофильтрлар ишлатилади. Бу турдаги қурилмалар қиммат туради ва эксплуатация қилиш анча мураккабдир. Ундан ташқари, газ таркибидаги заррачалар солиштирма электр қаршилиги кичик бўлса, электрофильтрларни қўллаш етарли самара бермайди.

Газсимон турли жинсли системаларни тозалаш қурилмаларининг таҳлили шуни кўрсатадики, улар самарадорлигининг ортиши одатда энергетик сарф ва қурилма ўлчамларининг ўсиши билан боғлиқ. Масалан, енгли ва электр фильтрлар чангли газларнинг тезликлари кичик бўлганда юқори самара беради, яъни катта ўлчамли қурилмаларда жараён ташкил этилганда.

Циклонлар ва Вентури скрубберларнинг гидравлик қаршиликлари қанчалик юқори бўлса, улар чангли газларни шунчалик самарали фазаларга ажратади, яъни чангли газни узатиш учун энергия сарфи шунча кўп бўлади.

Шунинг учун, ҳар бир аниқ ҳолатда қурилмани танлаш кўпгина кўрсаткичларни ҳисобга олишни тақозо этади.

6.28. Перспектив гидромеханик қурилмалар.

Бир жинсли бўлмаган системаларни ажратиш техник жиҳозларини мукаммаллаштиришнинг асосий йўли – берилган ажратиш сифатини сақлаган ҳолда қурилма унумдорлигини максимал ошириш учун марказдан қочма куч майдонининг имкониятларидан тўлиқ ва самарали фойдаланишдир.

Бу борада сўнгги йилларда центрифуга, сепаратор, чангдан тозалаш қурилмаларининг анча мукаммал турлари ишлаб чиқилди. Фильтрлаш техникасида марказдан қочма фильтрларни ишлаб

чиқиш билан бирга чўкмани механизациялашган ва автоматлашган тарзда чиқариб ташлаш усуллари қўлланиляпти.

Дискли вертикал фильтр конструкциясида (6.53- расм) кўзғалмас фильтрловчи дисклар 3 дан кесилган чўкма дискнинг марказий чиқариш тешигига келтирилади ва чиқариш люки 1 га ташланади; бунда адгезион ва тиксотроп хоссаларга эга бўлган чўкма девор ва фильтр тубига тегмайди, чўкмани ёпишиб қолиши кузатилмайди. Тўқиш люки тез харакатланувчан буралувчи затвор билан беркилади.

Фильтр дистанцион халқали фильтрловчи дисклар 3 пакети ўрнатилган қобиқ 2 дан иборат. Дисклар 3 та вертикал дренаж трубалари 6 га ўрнатилган ва чўкмани яхшилаб ювишга сабабчи бўлишга ташқи кўзғалмас 8 ва ички айланувчи 4 бортларга эга. Тўқиш тешигининг марказида айланувчи вал 7 бўлиб, унинг чиқиш жойлари ички бортнинг чиқиш жойлари билан илашиб пичоқни секин айлантиради. Пичоқни орқа учида чўкма қолдиқларидан тозалаш ва фильтрловчи тўсиқларни регенерация қилиш учун щеткалар жойлаштирилган.

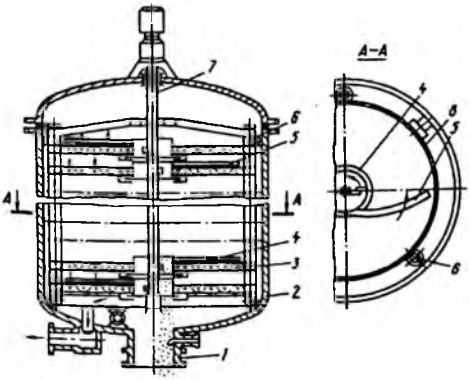
Диск бўшлиғи 3 та секцияга бўлинганлиги туфайли суспензияни ажратиш ва чўкмани ювиш жараёнлари учун қулай гидродинамик шароитлар юзага келади.

Фильтр поликорбанат ишлаб чиқаришда эритувчи суспензияларини (ацетон ва метилхлорид) фильтрлашда ва пластмасса ишлаб чиқаришда полисульфон эритмасини асканитдан тозалаш учун қўллаб текшириб кўрилган ва қониқарли натижаларни кўрсатган. Фильтрлаш майдони 5; 10; ва 20 м^2 бўлган ДдАр фильтрлари ишлаб чиқарилади.

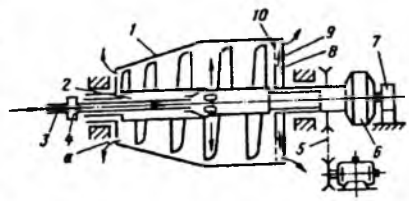
Шнекли чўктириш центрафугаларида шнекни айланиши туфайли ротордаги суспензия оқимида уюрма ҳосил бўлади. Уюрма аралашмани тўлиқ ажралишига тўсқинлик қилади. Чўкма эса жуда ҳам нам бўлади. Чўкмани вақти-вақти билан чиқариб ташловчи шнекли чўктирувчи-фильтрловчи центрифугалар (6.54-расм) бу камчиликлардан ҳоли. Центрифуга чўктирувчи центрифугалаш, чўккан қаттиқ фазадан намликни сиқиш ва чўкмани чиқариш боскичларини галма-гал даврий равишда келиш режимида ишлайди.

Чўктириш ва сиқиш даврида шнек 2 юритмаси механизмнинг узатиш сонини ростловчи муфта 7 ўчирилган ва шнек центрафуга барабанининг 1 айланиш тезлигига тенг тезлик билан айланади. Бу шнекни суспензия қаттиқ фазасининг чўкишига ва чўкмадан суюқликни сиқиб олинишига бўлган салбий таъсирини йўқотади. Чўкмани чиқариш даврида муфта 7 уланган, редуктор 6 билан уланган шнек барабан айланиш частотасидан кичикрок частота билан айланади.

Чўкма ҳосил бўлишда, дастлабки суспензия узатиш трубаси 3 ва клапан 4 орқали центрифуга роторини деворларида чўкма ҳосил қилган ҳолда ва ички диск 10 нинг фильтрловчи юзаси орқали суюқликни бир қисмини чиқарган ҳолда тўлдира бошлайди. Фильтрат халқасимон камерага 8 тушади ва ротордан дренаж тешиклари орқали ташқи диск 9 четига чиқади.



6.53 –расм. Вертикал дискли фильтр.



6.54–расм. Чўкмани вақти-вақти билан чиқарувчи шнекли чўктирувчи-фильтр схемаси.

Чўкма ҳосил бўлиши барабан деворларида маълум миқдордаги қаттиқ фаза йиғилгунича давом этади, сўнгра клапан 4 ишлаб дастлабки суспензия узатилиши тўхтайди. Сиқиш боскичида суюқликни дренаж тешикларидан чиқариши туфайли халқасимон камера 8 қурийди. Бунда ички

дискнинг икки томонидаги босимлар фарқи барабанда қолган ва чўкмадан сиқилган суюқликни фильтрловчи юза орқали ўтишини таъминлайди. Сиқиш тугаганидан сўнг шнекнинг тезлиги камаяди ва суюқликдан ажратилган чўкма *а* дарчаси орқали барабандан чиқарилади. Шу тарика цикл такрорланади. Центрифуга тасмали узатма 5 воситасида ҳаракатга келади.

Бу центрифугани кимё саноатида осон ажралувчи суспензияларни ажратиш, ҳамда зарур ҳолларда суюқликда кам миқдорда қаттиқ заррачалар бўлишига руйсат этилганида ишлатилади.

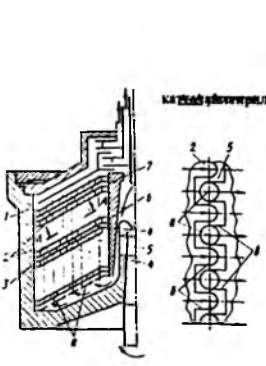
Уюрмавий деб аталувчи марказдан қочма сепараторда суюқлик айланувчи барабан ўқи атрофида винтсимон ҳаракатланади. Уюрмавий сепаратор (6.55- расм) барабани 1 нинг тарелка ушлагичида 7 тарелкалар пакети 7 ўрнатилган. Пакетнинг ички 6 ва ташқи четларидаги тиркишлар беркитилган. Ҳар бир тарелка дистанцион планкалар 4 ва 5 остида бир ёки бир неча тешиклар *а* каторига эга.

Планкалар қарама-қарши томондан ёнлама *б*, в кесилган. Тешиклар *а* тепасида кесимлар в йўналиши планкалар 5 4 планкадаги кесимлар в йўналишига қарама – қарши. Тарелкаларни пакетларга шундай йиғиладики, 5 планкадаги б кесимлар *а* тешиклар остига жойлашади.

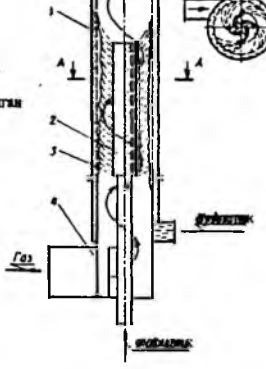
Планкалар қарама-қарши томондан ёнлама *б*, *в* кесилган. Тешиклар *а* тепасида кесимлар *в* йўналиши планкалар 5 4 планкадаги кесимлар *в* йўналишига қарама – карши. Тарелкаларни пакетларга шундай йиғиладики, 5 планкадаги *б* кесимлар *а* тешиклар остига жойлашади. Тарелкалар пакетининг бундай конструкциясида сепарация қилинадиган суюқлик ҳаракати учун винтли канал ҳосил бўлади.

Сепарация қилинувчи суюқлик ҳаракат йўналиши (расмда стрелкалар билан кўрсатилган) марказдан қочма кучлар йўналишига перпендикулярлиги туфайли ажратишга сабаб бўлади.

Бу хил конструкциясидаги сепараторни нисбатан катта бўлмаган унумдорликда юкори даражада ажратиш талаб этилганида майин суспензия ва эмульсияларни ажратиш учун ишлатиш мақсадга мувофик. Газдан тозалаш учун мўлжалланган уюрмавий насадкасиз қурилма конструкцияси ва иш принципига кўра 6.56-расмдаги осон ва ўртача аралашувчан газларни абсорбциялаш учун мўлжалланган уюрмавий қурилмага ўхшашдир.



6.55–расм. Уюрмавий сепаратор.



6.56–расм. Вертикал-дефлектор суғоргичли уюрмавий чанг тозалагич.

Уюрмавий абсорбердагидек газ тангенциал патрубкадан 4 цилиндрсимон кобик 1 га кириб, айланувчи оқимни ташкил этади. Суюқлик суғоргич 2 тешикларидан отилиб чиқиб дефлектор (пластина) бўйича оқиб тушади ва контакт зонасида вертикал юпка қатламни ҳосил қилади. Суюқлик газнинг айланувчи оқимидан перфорацияланган сепаратор 3 билан ажратилган.

Синовлар шуни кўрсатадики, газнинг тезлиги 20-25 м/с гачабўлганида қурилмалардан чанг зарралари чиқиб кетмайди. Гидравлик қаршиликлар 2 кПа дан ортмайди. Қаттиқ зарраларнинг ўлчами 1 мкм дан катта бўлганидагазни тозалаш қурилманинг диаметрига боглиқ равишда 95-99% ни ташкил этади.

6-боб. Газларнитозалашбўйича
Мустақилтайёрланишвакайтаришучунсаволлар

1. Газсимон турли жинсли системаларни тозалаш усуллари.
2. Газларни тозалаш даражасини аниқловчи формулани ёзинг ва изоҳланг.
3. Чанг чўктириш камерасининг конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
4. Қайтаргич тўсикли тиндиргич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
5. НИИОГаз циклони конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
6. Батареяли циклон конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
6. Енгли фильтр конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
7. Патронли фильтр конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
8. Газларни суюқлик билан ювиб тозалаш асослари.
9. Ичи бўш скруббер конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
9. Насадкали скруббер конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
10. Вентури скруббери конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
10.Кўпикли скруббери конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
11. Электр майдон таъсирида газларни тозалаш механизми.
12. Қандай ток ёрдамида жараён ташкил этилади?
13. «Тожли» ва чўктирувчи электродлар нима?
14. Трубали электр фильтр конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
15. Пластинали электр фильтр конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.

7 - боб

ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАРИ

7.1. Умумий тушунчалар

Температураси юқори бўлган жисмдан температураси паст жисмга иссиқликнинг ўз ўзидан, қайтмас ўтиш жараёнига иссиқлик алмашиниш дейилади.

Жараённи ҳаракатга келтирувчи кучи, бу ҳар хил температурали бўлган жисмларнинг температуралар фаркидир. Термодинамиканинг 2-қонунига биноан, иссиқлик ҳар доим температураси юқори жисмдан температураси паст жисмга ўтади.

Иссиқлик (иссиқлик миқдори) – бу иссиқлик алмашиниш жараёнининг энергетик характеристикаси бўлиб, жараён мобайнида узатилган ёки олинган энергия миқдори билан белгиланади.

Иссиқлик алмашиниш жараёнида иштирок этувчи жисмлар иссиқлик ташувчи элткич ёки иссиқлик элткич деб номланади.

Иссиқлик ўтказиш – иссиқлик энергиясининг тарқалиш жараёнлари тўғрисидаги фан.

Иссиқлик алмашиниш жараёнларига иситиш, совитиш, конденсациялаш, бугланиш ва буғлатишлар киради. Ушбу жараёнларни амалга ошириш учун мўлжалланган қурилмалар иссиқлик алмашиниш қурилмалари деб аталади.

Маълумки, иссиқлик алмашиниш жараёнларида камида 2 та турли температурали муҳитлар иштирок этади. Ўз иссиқлик энергиясини узатувчи, юқори температурали муҳит - иссиқлик элткич деб аталса, иссиқлик энергиясини қабул қилувчи паст температурали муҳит эса-совуқлик элткич деб аталади.

Иссиқлик ва совуқлик элткичлар кимёвий барқарор бўлиши, қурилмаларини емирмаслиги ва унинг деворларида қаттиқ, ғовак, қуйқа ҳосил қилмаслиги керак. Шунинг учун, иссиқлик ёки совуқлик элткичларни танлашда жараён температураси, нархи ва уларни қўлланиш соҳалари каби кўрсаткичларга катта аҳамият бериш керак.

7-1 жадвал

Иссиқлик (совуқлик) элткичларнинг энг кенг тарқалган турлари

т/р	Иссиқлик элткичнинг номи	Ишчи шароитлар	
		Температура, ^{o}C	Босим, МПа
1.	Гелий	≤ -272	≤ 0,1
2.	Водород	≤ -257	≤ 1,0
3.	Азот, кислород, ҳаво	≤ -210	≤ 20,0
4.	Метан	-100...-160	≤ 4,0
5.	Этан, этилен, фрсонлар	-70...-150	≤ 4,0
6.	Аммиак, олтингугурт ва углерод диоксиди, фреон -12,22	0...-70	≤ 1,5
7.	Этиленгликоль	0...-65	≤ 0,1
8.	Кальций хлорид эритмаси	0...-50	≤ 0,1
9.	Фреон –11, 21, 113, 114	0...-10	≤ 0,3
10.	Сув	0...-100	0,1
11.	Тўйинган сув буги	100...374	0,1...22,5
12.	Газойль	0...250	0,1...4,0
13.	Дифенил, дифенилоксид, дифенил аралашмалари (юқори температурали органик иссиқлик элткичлар)	200..300	0,1
14.	Силиконлар (юқори молекулали кремний органик бирикма)	260...350	0,1...0,6
15.	Қалай ва сурмаларнинг кўргошин билан қотишмаси	320	0,1
16.	НТS куюк эритмаси (40% $NaNO_2$, 17% $NaNO_3$ ва 53% KNO_3)	400	0,1
17.	Тутун газлари	150...530	0,1
18.	Қаттиқ иссиқлик элткичлар (шамот, алунд ва ҳоказо)	420...1000	0,1
19.	Газлардан электр разряди ўтганда ҳосил бўлган газлар	≤ 1500	0,1
		≤ 3500	

Температураси турли бўлган муҳитлар орасида иссиқлик ўтказиш турғун ва нотурғун шароитларда амалга ошиши мумкин.

Турғун жараёнларда қурилманинг температура майдони вақт ўтиши билан ўзгармайди.

Нотурғун жараёнларда эса, вақт ўтиши билан температура ўзгаради. Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда жараёнлар турғун боради, узлукли (даврий) ишлайдиган қурилмаларда эса – жараёнлар нотурғун бўлади. Ундан ташқари, даврий ишлайдиган қурилмаларни юргизиш ва тўхтатиш, ҳамда иш режимлари ўзгарган ҳолларда нотурғун жараёнлар содир бўлади.

Иссиқлик ўтказиш жараёнининг асосий кинетик характеристикалари бўлиб, ўртача температуралар фарқи, иссиқлик ўтказиш коэффициенти ва узатилаётган иссиқлик миқдорлари ҳисобланади.

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблашда қуйидаги параметрлар топилади:

1. Иссиқлик оқими (қурилманинг иссиқлик юкламаси), яъни иссиқлик миқдори Q ҳисобланади. Иссиқлик оқимини аниқлаш учун иссиқлик баланси тузилади ва у Q га нисбатан ечиб топилади;

2. Берилган вақт ичида зарур иссиқлик миқдорини узатишни таъминловчи қурилма-нинг иссиқлик алмашиниш юзаси аниқланади.

Бунинг учун иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан фойдаланилади.

Иссиқлик асосан 3 усулда узатилиши мумкин. Иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва иссиқлик нурланиши.

7.1.1. Иссиқлик баланси

Температураси юқори иссиқлик элткичдан берилаётган иссиқлик миқдори Q_1 температураси паст элткични иситиш учун Q_2 ва маълум бир қисми қурилмадан атроф муҳитга йўқотилаётган иссиқлик ўрнини тўлдириш учун $Q_{ўқ}$ сарф бўлади. Одатда, иссиқлик копламали қурилмалар учун $Q_{ўқ}$ миқдори фойдали иссиқлик миқдорининг 3...5% ни ташкил этади. Шунинг учун, бу турдаги қурилмаларни ҳисоблашда $Q_{ўқ}$ ни эътиборга олмаса ҳам бўлади. Унда, иссиқлик баланси қуйидаги тенглик билан ифодаланиши мумкин:

$$Q = Q_1 = Q_2 \tag{7.1}$$

бу ерда Q - қурилманинг иссиқлик юкламаси.

Агар, иссиқлик элткичнинг массавий сарфи G_1, унинг қурилмага кириш энтальпияси $I_{1б}$ ва чиқишдаги эса $I_{1ч}$, совуқлик элткичнинг сарфи G_2 қурилмага киришдаги энтальпияси $I_{2б}$ в чиқишдаги $I_ч$ бўлганда (4.1) тенгликни ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$Q = G_1(I_{1б} - I_ч) = G_2(I_ч - I_{2б}) \tag{7.2}$$

Агар, иссиқлик алмашиниш жараёнида иссиқлик элткичнинг агрегат ҳолати ўзгармаса, унда унинг энтальпияси ушбу кўринишда ифодаланади:

$$\begin{aligned} I_{1б} &= c_{1б}t_б \qquad I_{1ч} = c_{1ч}t_{1ч} \\ I_{2ч} &= c_{2ч}t_{2ч} \qquad I_{2б} = c_{2б}t_{2б} \end{aligned} \tag{7.3}$$

Одатда, техник ҳисобларда маълум температура учун энтальпия қиймати жадвал ва диаграммалардан топилади.

Агар, иккала элткичнинг солиштирма иссиқлик сиғимлари (C_1 ва C_2) температурага боғлиқ эмас деб ҳисобланса, унда иссиқлик балансининг тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

$$Q = G_1c_1(t_{1б} - t_{1ч}) = G_2c_2(t_{2ч} - t_{2б}) \tag{7.4}$$

7.1.2. Температура майдони ва градиенти

Муҳитларда иссиқлик оқими ва температураниng тақсимланиши ўртасидаги боғлиқликни аниқлаш иссиқлик алмашиниш назариясининг асосий вазифаларидан биридир.

Текширилаётган муҳитнинг ҳамма нуқталари учун исталган бирор вақтдаги температура қийматлари мажмуига *температура майдони* дейилади.

Энг умумий ҳолатда маълум бир нуқтадаги температура t шу нуқтанинг координаталари (x, y, z) боғлиқ бўлади ва вақт τ ўтиши билан ўзгаради. Демак, температура майдонини ушбу функция билан ифодалаш мумкин:

$$\tau = f(x, y, z, \tau) \tag{7.5}$$

Ушбу боғлиқлик турғун температура майдонини ифодаловчи тенгламадир.

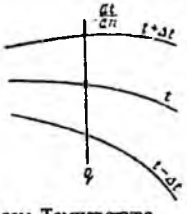
Хусусий ҳолатда (7.5) тенглама фақат фазовий координаталар функцияси бўлади, яъни:

$$t = f(x, y, z) \tag{7.6}$$

ва унга тегишли турғун температура майдонини ифодалайди.

Агар, жисмда бирор текислик ўтказилса ва ушбу текисликдаги бир хил температурали нуқталарни бирлаштирсак, ўзгармас температурали чизиқ (изотерма) га эга бўламиз. Температураси бир хил нуқталардан ташкил топган жисмнинг юзаси изотермик юза деб номланади.

Иккита бир-бирига яқин жойлашган изотермик юзаларнинг температуралар фарқи Δt бўлса, улар орасидаги энг қисқа масофа Δn бўлади (7.1-расм). Агар, иккала изотермик юзалар бир-бирига яқинлашиб борса $\frac{\Delta t}{\Delta n}$ нисбат ушбу чегарага интилади:



7.1-расм. Температура градиентини аниқлашга оид.

$$\lim\left(\frac{\Delta t}{\Delta n}\right)_{\Delta n \to 0} = \frac{\partial t}{\partial n} = grad t \tag{7.7}$$

Изотермик юзага нормал бўйича йўналган температура ҳосиласи температура градиенти деб номланади.

Температура градиенти вектор катталикдир.

Температура градиенти нольга тенг бўлмаган *(grad t ≠0)* шароитдагина иссиқлик оқими ҳосил бўлиши мумкин. Маълумки, иссиқлик оқими ҳар доим температура градиенти чизиғи бўйлаб ҳаракат қилади. Лекин, унинг ҳаракат йўналиши температура градиентига қарама-қарши бўлади.

7.2. Иссиқлик ўтказувчанлик

Фурье қонуни. Қаттиқ жисмларда иссиқлик тарқалиш жараёнини тажрибавий ўрганиш натижасида Фурье (1768-1830) иссиқлик ўтказувчанликнинг асосий қонуни кашф этди. Ушбу қонунга биноан, иссиқлик ўтказувчанлик орқали узатилган иссиқлик миқдори dQ температура градиенти $\partial t/\partial n$, вақт $d\tau$ га ва иссиқлик оқими йўналишига перпендикуляр бўлган майдон юзаси dF га пропорционал бўлади, яъни:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau \tag{7.8}$$

(7.8) формуладаги пропорционаллик коэффициенти λ иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти деб аталади. Бу коэффициент жисмнинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини характерлайди ва қуйидаги ўлчов бирлигига эга:

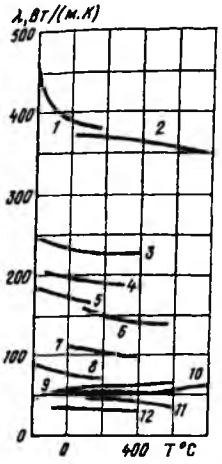
$$[\lambda] = \left[\frac{dQ\partial n}{\partial t dF \cdot d\tau}\right] = \left[\frac{Ж \cdot м}{К \cdot м^2 \cdot с}\right] = \left[\frac{Вт}{м \cdot К}\right]$$

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти иссиқлик алмашиниш юза бирлигидан (1 м^2) вақт бирлиги давомида изотермик юзага нормал бўлган 1м узунликка тўғри келган температураларнинг 1 К (°С) га пасайиши вақтида узатилган иссиқлик миқдорини ифодалайди.

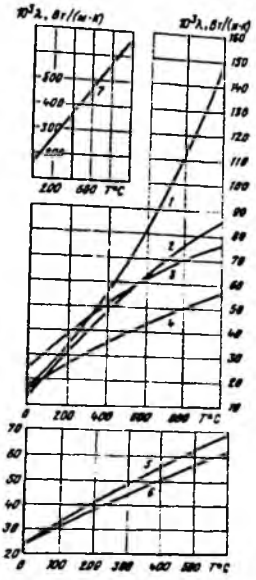
Жисмларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти унинг таркиби, физик-кимёвий хоссалари, температура, босим ва бошқа катталикларга боғлиқ. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти турли материаллар учун қуйидаги ораликда бўлади:

- газлар учун 0,005…0,5 Вт/(м·К);
- суюқликлар учун 0,08…0,7 Вт/(м·К);

- иссиқлик қоплама ва қурилиш материаллари учун 0,22…3,0 Вт/(м·К);
- металлар учун 2,3…458,0 Вт/(м·К).



7.2-расм. Айрим металларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари:
1-тоза мис; 2-мис 99,9%; 3-алюминий 99,7%; 4-алюминий 99,0%; 5-тоза марганец; 6-марганец 99,6% ; 7- рух 99,8%; 8-тоза платина; 9-никель 99%; 10-никель 99,2%; 11-темир 99,2%; 12-техник тоза қўргошин 99,95%.

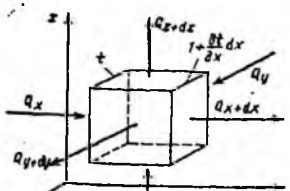


7.3-расм. Турли газлар иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари:
1-сув буғи. 2-углекислота, 3-ҳаво; 4-аргон; 5-кислород; 6- азот; 7- водород

Кимё ва нефт саноатларида қўлланиладиган айрим металлар иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти қуйидаги қийматларга эга: легирланган пўлат - 14…23; қўргошин – 35; углеродли пўлат – 45; никель – 58; чўян – 63; алюминий - 204; мис – 384; кумуш - 458 Вт/(м·К). Саноатда энг кўп қўлланиладиган металлар ва суюқликлар иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари 7.2 ва 7.3–расмларда келтирилган.

7.2.1. Иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламаси

Иссиқлик ўтказувчанлик йўли билан иссиқликнинг тарқалиши математик усулда дифференциал тенглама билан ифодаланиши мумкин. Ушбу тенглама энергиянинг сақланиш қонуни асосида келтириб чиқарилади ва иссиқлик тарқатаётган жисм ёки муҳитнинг физик хоссалари (зичлик ρ, иссиқлик сиғим c, иссиқлик ўтказувчанлик λ) ҳамма йўналишларда ва вақт ўтиши билан ўзгармайди деб қабул қилинади. Иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламасини келтириб чиқариш учун қаттиқ жисмдан кирралари dx, dy ва dz бўлган элементар параллелепипед ажратиб олинади (7.4-расм).



7.4-расм. Фурьенинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасига оид.

Агар, параллелепипеднинг чап орқа ва остки томонларидан $d\tau$ вақт мобайнида Q_x, Q_y ва Q_z миқдорда иссиқлик кирса, қарама-қарши - ўнг,

олд ва устки – томонларидан эса ўз навбатида Q_{x+dx}, Q_{y+dy} ва Q_{z+dz} миқдорда иссиқлик чиқади.

Бирор $d\tau$ вақт ичида параллелепипедга кирган ва ундан чиққан иссиқликларнинг фарқи ушбу ифодадан топилади:

$$dQ = (Q_x - Q_{x+dx}) + (Q_y - Q_{y+dy}) + (Q_z - Q_{z+dz}) \tag{7.9}$$

Фурье қонунига биноан (7.9) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$Q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau$$

$$Q_{x+dx} = -\lambda \frac{\partial \left(t + \frac{\partial t}{\partial x} dx \right)}{\partial x} dydzd\tau = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau - \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dxdydzd\tau$$

Демак,

$$Q_x - Q_{x+dx} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dxdydzd\tau \tag{7.10}$$

Юқоридаги усулдан фойдаланиб, қолган қирралар орқали ўтган иссиқлик миқдорлари аниқланади:

$$Q_y - Q_{y+dy} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} dxdydzd\tau \tag{7.1}$$

$$Q_z - Q_{z+dz} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} dxdydzd\tau \tag{7.12}$$

(7.11)…(7.13) тенгламаларнинг чап ва ўнг томонларини қўшиб, қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$dQ = \lambda \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) dxdydzd\tau \tag{7.13}$$

Энергия сақланиш қонунига биноан, dQ иссиқлик миқдорининг фарқи $d\tau$ вақт ичида параллелепипед энтальпиясининг ўзгаришига сарфланаётган иссиқлик миқдорига тенг бўлади, яъни:

$$dQ = c\rho dxdydz \frac{\partial t}{\partial \tau} d\tau \tag{7.14}$$

бу ерда c – материалнинг солиштирма иссиқлик сиғими.

(7.13) ва (7.14) ифодаларни солиштириш натижасида Фурьенинг иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламасини оламиз:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \tag{7.15}$$

(7.15) тенгламадаги $\lambda/(c\rho)$ пропорционаллик кўпайтмаси температура ўтказувчанлик коэффициенти деб номланади ва у қуйидаги ўлчов бирлигига эга:

$$[a] = \left[\frac{\lambda}{c\rho} \right] = \left[\frac{\frac{Вт}{м \cdot К}}{\frac{Ж}{кг \cdot К} \cdot \frac{кг}{м^3}} \right] = \left[\frac{\frac{Ж}{с \cdot м \cdot К}}{\frac{Ж}{кг \cdot К} \cdot \frac{кг}{м^3}} \right] = \left[\frac{м^2}{с} \right]$$

Ушбу коэффициент жисмнинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини характерлайди.

Одатда, Фурьенинг иссиқлик ўтказувчанлик дифференциал тенгламасини ушбу кўринишда ёзилади:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau}=\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 t}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right) \quad \text{ёки} \quad \frac{\partial t}{\partial \tau}=a\cdot\nabla^2\cdot t$$

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг иситиш юзалари текис, цилиндрик ёки сферик шаклда бўлиши мумкин.

Шунинг учун, юқорида қайд этилган геометрик шаклли деворларда иссиқликнинг тарқалиши муҳим амалий аҳамиятга эга.

7.2.2. Текис деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги

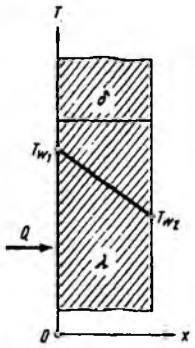
Бир жинсли, деворнинг қалинлиги δ ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ бўлган бир қатламли текис девордан иссиқлик ўтишини кўриб чиқамиз. Деворнинг ташқи юза температураси t_{w1}, ички юзасиники эса t_{w2} га тенг, лекин $t_{w1} > t_{w2}$ (7.5-расм).

Бир қатламли, текис деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасини келтириб чиқариш учун Фурьенинг дифференциал тенгламаси (7.16) дан фойдаланамиз.

Маълумки, турғун иссиқлик режимда деворнинг турли нуқталаридаги температура, вақт ўтиши билан ўзгармайди, яъни $dt/d\tau=0$. Ундан ташқари, температура майдони бир ўлчамли бўлади.

Демак, температура фақат бир йўналиш (x ўқи) бўйлаб ўзгаради, яъни:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2}=\frac{\partial^2 t}{\partial z^2}=0$$



7.5-расм. Текис бир қатламли деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасига оид.

Шундай қилиб, турғун жараёнда бир қатламли текис девор учун (4.16) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}=0 \qquad (7.17)$$

(7.17) тенгламани интегралласак, қуйидаги тенгликларни оламиз:

$$\frac{dt}{dx}=C_1; \qquad t=C_1x+C_2 \qquad (7.18)$$

Интеграллаш константалари C_1 ва C_2 ларни чегаравий ($x=0$ ва $x=\delta$) шартлардан аниқлаймиз:

$$C_2=t_{w1}; \qquad C_1=\frac{dt}{dx}=\frac{t_{w2}-t_{w1}}{\delta} \qquad (7.19)$$

Агар (7.19) ни (7.18) га қўйсак, қуйидаги натижага эга бўламиз:

$$t=\frac{t_{w2}-t_{w1}}{\delta}\cdot x+t_{w2} \qquad (7.20)$$

Охирги (7.20) тенгламани таҳлил қилсак, ушбу хўлосага келиш мумкин: турғун иссиқлик жараёнида текис деворнинг қалинлиги бўйлаб температура тўғри чизиқ қонунига биноан ўзгаради ва температура градиенти ўзгармас қийматини сақлайди.

Аниқланган температура градиенти қийматини (7.8) тенгламага қўйсак, иссиқлик ўтказувчанликнинг асосий қонунини ифодаловчи тенгламани оламиз:

$$dQ=\lambda\frac{t_{w1}-t_{w2}}{\delta}dFd\tau$$

ёки

$$Q=\frac{\lambda}{\delta}\left(t_{w1}-t_{w2}\right)F\tau \qquad (7.21)$$

бу ерда λ/δ нисбат деворнинг иссиқлик ўтказувчанлигини, унга тескари катталик δ/λ - деворнинг термик

ёки иссиклик қаршилигини ифодалайди.

Агар, текис девор n та (бир-биридан фаркли) қатламдан иборат бўлса, турғун иссиклик жараёнида ҳар бир қатлам орқали бир хил миқдорда иссиклик ўтади (7.6-расм) ва у турли қатламлар учун қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Q = \frac{\lambda_1}{\delta_1}(t_{w1} - t_a)\,F\tau \quad \text{ёки} \quad Q\frac{\delta_1}{\lambda_1} = (t_{w1} - t_a)\,F\tau$$

$$Q = \frac{\lambda_2}{\delta_2}(t_a - t_b)\,F.\tau \quad \text{ёки} \quad Q\frac{\delta_2}{\lambda_2} = (t_a - t_b)\,F\tau$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \ldots\ldots \quad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$Q = \frac{\lambda_n}{\delta_n}(t_n - t_{w2})\,F\tau \quad \text{ёки} \quad Q\frac{\delta_n}{\lambda_n} = (t_n - t_{w2})\,F\tau$$

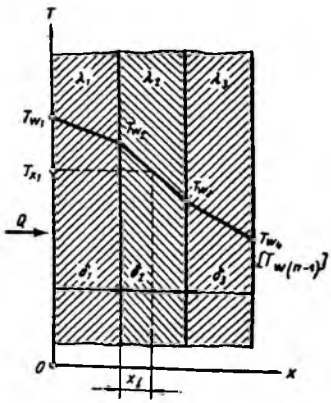
Тенгламалар ўнг ва ва чап қисмларини қўшиш натижасида ушбу кўринишга эришамиз:

$$Q\left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}\right) = (t_{w1} - t_2)\,F\tau$$

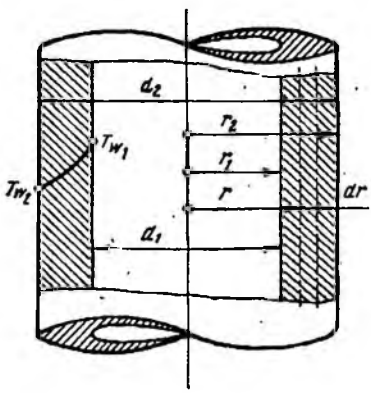
Бунда

$$Q = \frac{(t_{w1} - t_{w2})\,F\tau}{\sum_{i=1}^{i=n}\frac{\delta_i}{\lambda_i}} \qquad (7.22)$$

бу ерда i - девор қатламининг тартиб рақами; n - қатламлар сони.



7.6-расм. Текис, кўп қатламли деворнинг иссиклик ўтказувчанлик тенгламасига оид.



7.7-расм. Цилиндрик деворнинг иссиклик ўтказувчанлик тенгламасини келтириб чиқаришга оид.

7.2.3. Цилиндрик деворнинг иссиклик ўтказувчанлиги

Узунлиги L, ички радиуси r_a ва ташқи радиуси $r_т$ бўлган цилиндрик деворнинг иссиклик ўтказувчанлигини кўриб чиқамиз (7.7-расм). Иссиклик ўтказиш турғун жараёнда амалга ошаётгани учун деворнинг ички ва ташқи юзаларидаги температуралари ўзгармасдир, яъни $t_{w1} = t_{w2}$. Аммо, ички ва ташқи юзалар бир-бирига тенг бўлмагани учун (7.21) тенгламани қўллаш ўринли эмас.

Температура фақат радиус бўйлаб ўзгармокда ва $t_{w1} > t_{w2}$ деб кабул киламиз. Цилиндрик деворнинг бирор r радиусдаги юзаси $F = 2\pi rL$ бўлсин. Агар, F нинг қийматини (7.8) тенгламага қўйсак, бир ўлчовли майдон учун Q ни топиш мумкин:

$$Q = -\lambda 2\pi r L \tau \frac{dt}{d\delta}$$

бу ерда $\delta = r_m - r_a$.

Агар dδ ўрнига dr ни қўйсак, унда

$$Q = -\lambda 2\pi r L \tau \frac{dt}{dr}$$

ёки

$$\frac{dr}{r} = -\lambda \frac{2\pi L \tau}{Q} dt$$

ушбу тенгламани r_a дан r_m ва t_{w1} дан t_{w2} оралиқда интегралласак, қуйидаги кўринишга эришамиз:

$$\ln \frac{r_m}{r_a} = -\frac{2\pi L \tau}{Q}\left(t_{w2} - t_{w1}\right)$$

ёки $r_m/r_a = d_m/d_a$ эканлиги хисобга олсак, ушбу формулани оламиз:

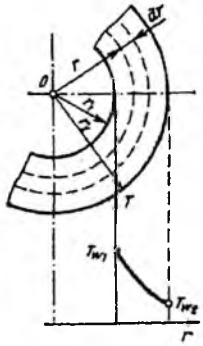
$$Q = \frac{2\pi L \tau \left(t_{w1} - t_{w2}\right)}{\frac{1}{\lambda} 2{,}3 \lg \frac{d_T}{d_a}} \qquad (7.23)$$

Келтирилиб чиқарилган (7.23) формуладан кўриниб турибдики, цилиндрик деворларнинг қалинлиги бўйича температура логарифмик (эгри чизиқ) қонуни асосида ўзгаради. Ушбу тенглама тургун иссиқлик ўтиш жараёни учун цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказувчанлигини ифодалайди.

Худди шу йўл билан n - қатламли цилиндрик девор орқали иссиқлик ўтказувчанлик усулида узатилган иссиқлик миқдорини аниқлаш мумкин:

$$Q = \frac{2\pi L \tau \left(t_{w1} - t_{w2}\right)}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda_i} 2{,}3 \lg \frac{d_{i+1}}{d_i}} \qquad (7.24)$$

7.2.4. Шарсимон деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги



7.8-расм. Шарсимон деворда температуранинг тақсимланиши.

Девори материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ, ички радиуси r_1 ва ташқи радиуси r_2 бўлган шарсимон деворнинг иссиқлик ўтказувчанлигини кўриб чиқамиз (7.8-расм)

Бундай шаклдаги жисмларда температура тарқалиши бир ўлчовли бўлгани учун, температураниг деворда тақсимланиши шарнинг фақат радиусига боғлиқ. Шунинг учун сферик координаталар системасида иссиқлик ўтказувчанликнинг дифференциал тенгламаси ушбу кўринишда ёзилади:

$$\frac{d^2t}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dt}{dr} = 0 \qquad (7.25)$$

Деворнинг исталган қалинлигидаги температура ушбу формуладан топилади:

$$t(r) = -\frac{C_1}{r} + C_2 \qquad (7.26)$$

Агар, шарсимон деворда температураниг тақсимланиши гипербола эгри чизиғи шаклида, ташқи температураси t_{w1} ва ички температураси t_{w2} бўлганда интеграллаш константалари C_1 ва C_2 ушбу тенгламалар системасидан топилади:

$$t_{w1} = -\frac{C_1}{r_1} + C_2; \qquad t_{w2} = -\frac{C_1}{r_2} + C_2 \tag{7.27}$$

яъни

$$C_1 = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\frac{1}{r2} - \frac{1}{r_1}}; \qquad C_2 = \frac{r_2 t_{w2} - r_1 t_{w1}}{r_2 - r_1} \tag{7.28}$$

Олинган C_1 ва C_2 ларнинг қийматларини (7.26) га қўйсак, ушбу ифодани оламиз:

$$t(r) = \frac{t_{w1}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_2}\right) + t_{w2}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r}\right)}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} \tag{7.29}$$

Турғун жараёнда тўлиқ иссиқлик оқими ушбу формуладан аниқланади:

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dr} 4\pi r^2 \tag{7.30}$$

(7.28) ва $dt/dr = C_1/r^2$ лардан фойдаланиб, шарсимон девор орқали иссиқлик ўтказувчанлик йўли билан ўтган иссиқлик миқдорини топиш формуласини келтириб чиқариш мумкин:

$$Q = \frac{4\pi\lambda}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} \left(t_{w_1} - t_{w_2}\right) \tag{7.31}$$

Кўп қатламли шарсимон девор учун эса, Q ни ҳисоблаш формуласи ушбу кўринишда бўлади:

$$Q = \frac{4\pi\left(t_{w_1} - t_{w(n+1)}\right)}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\lambda_i}\left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_{i+1}}\right)} \tag{7.32}$$

бу ерда λ_i ва r_i - i қатламнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ва ички радиуси.

7.2.5. Мураккаб шаклли жисмлар иссиқлик ўтказувчанлиги

Юқорида келтирилган параграфларда энг содда жисмларнинг турғун жараёнда иссиқлик ўтказувчанлиги кўриб чиқилди. Лекин, айрим ҳолларда мураккаб жисмларнинг иссиқлик ўтказувчанлигини билишга тўғри келади. Бунинг учун ушбу бобда келтириб чиқарилган формулаларнинг умумлаштирилган кўринишидан ҳам фойдаланиш мумкин, яъни:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta}\left(t_{w1} - t_{w2}\right) \cdot F_x \tag{7.33}$$

бу ерда F_x – жисмнинг бирор сохта (ҳисобланган) иссиқлик бериш юзаси.

Текис деворлар учун

$$F_{ясси} = \frac{2F}{2} = \frac{F_1 + F_2}{2} \tag{7.34}$$

бу ерда F_1 ва F_2 – иссиқ ва совуқ ҳолатлардаги юзалари (текис пластина учун F_1=F_2).

Цилиндрик деворлар учун

$$F_{цилин} = \frac{2\pi l r_2 - 2\pi l r_1}{\ln\left(\frac{2\pi l r_2}{2\pi l r_1}\right)} = \frac{F_2 - F_1}{\ln\left(\frac{F_2}{F_1}\right)} \tag{7.35}$$

Шарсимон деворлар учун

$$d_1 = \sqrt{\frac{F_1}{\pi}} \qquad \text{ва} \qquad d_2 = \sqrt{\frac{F_2}{\pi}}$$

яъни

$$F_{ўрт} = \sqrt{F_1 \cdot F_2} \tag{7.36}$$

Агарда, жисмлар ўта мураккаб бўлса, ҳар қайси ҳолатда алоҳида ёндашув зарур.

Қуйида мамлакатимизнинг асосий техник хом - ашёси бўлмиш - пахта чигитининг иссиқлик ўтказувчанлигини кўриб чиқамиз. Маълумки, пахта чигити нотўғри, эллипс - шаклли жисм бўлиб, ташқи юзаси пахта толалари билан қопланган гетероген мураккаб (4 қатламли) системадир. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ҳар бир қатлам физик-механик ва диффузион-иссиқлик хоссалари билан бир-биридан кескин фарқ қилади [5,6,13].

Пахта чигитининг иссиқлик ўтказувчанлигини аниқлаш учун кўп қатламли сфера кўринишидаги соддалашган моделдан фойдаланамиз.

Кўпгина тажрибалар асосида, чигит марказида 0,1...0,15 мм ўлчамли бўшлиқ (эмбрион) борлиги аниқланди. Шунинг учун ҳам, пахта чигитини ички бўш сфералар системаси деб ҳам ҳисобласа бўлади.

Сфера турли жинсли 4 та қатламдан иборат ва унинг ички t_1 ва ташқи юзалари t_5 температуралари бўлсин, лекин $t_1 > t_5$. Сферанинг ички радиуси r_1, ташқисиники- r_5. Жисмдаги изотермалар концентрик айланалар кўринишидадир.

Фурье қонунига биноан, ички бўш сфера учун иссиқлик оқими Q ушбу формуладан топилади:

$$Q = -\lambda F \frac{dt}{dr} = -4\lambda\pi r^2 \frac{dt}{dr} \tag{7.37}$$

Бу тенгламани интегралласак, қуйидаги натижани оламиз:

$$t = -\frac{Q}{4\pi\lambda} \cdot \frac{1}{r} + C$$

(7.37) тенгламага девор чегараларидаги ўзгарувчан катталиклар қийматларини қўйиб, ушбу формулага эга бўламиз:

$$Q = \frac{4\pi\lambda(t_1 - t_5)}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_5}} \tag{7.38}$$

Пахта чигитининг ҳар бир қатламидан ўтаётган иссиқлик миқдорини (7.38) формула ёрдамида топиш мумкин. Формуланинг ёйилган кўриниши қуйидагича бўлади:

$$Q = \frac{4\pi(t_1 - t_5)}{\frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}{\lambda_1} + \frac{\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}}{\lambda_2} + \frac{\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}}{\lambda_3} + \frac{\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_5}}{\lambda_4}} \tag{7.39}$$

бу ерда r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 – пахта чигити бўшлиғи, мағизи, ҳаво қатлами, кобиғи ва толали қатламларининг радиуслари, м; λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 – чигит мағизи, ҳаво, кобиғи ва пахта толаларининг иссиқлик ўтказувчанлиги [5,6,13].

7.3. Иссиқлик нурланиши

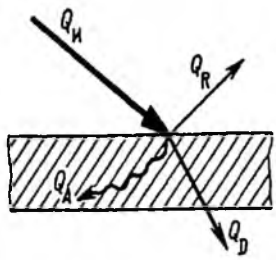
Иссиқлик нурланиши тўлқин узунликлари спектрнинг кўз илғамас қисмида бўлиб, 0,8...40 мкм ораликда бўлади. Улар ёруғлик нурлари 0,4...0,8 мкм дан фақат тўлқин узунликлари билан фарқланади. 7-1 жадвалда нурланиш турига қараб тўлқин узунликларининг ўзгариши ҳақида маълумотлар келтирилган.

7-2 жадвал

Электромагнит тўлқинларининг умумий классификацияси

Нурланиш тури	Тўлқин узунлиги, м
Космик	$0{,}05 \cdot 10^{-12}$
γ - нурланиш	$0{,}05 \cdot 10^{-12}$... $0{,}1 \cdot 10^{-12}$
Рентген	10^{-12}... $20 \cdot 10^{-9}$
Ультрабинафша	$20 \cdot 10^{-9}$... $0{,}4 \cdot 10^{-6}$
Кўз илғайдиган	$0{,}4 \cdot 10^{-6}$... $0{,}8 \cdot 10^{-6}$
Иссиқлик (инфрақизил)	$0{,}8 \cdot 10^{-6}$... $0{,}8 \cdot 10^{-3}$
Радио тўлқинлар	$0{,}2 \cdot 10^{-3}$... $x \cdot 10^{-3}$

Иссиқлик ва ёруғлик нурланишининг табиати бир хил бўлиб, умумий қонуниятлар билан характерланади, яъни бир жинсли ва изотроп муҳитларда нурланиш энергияси тўғри чизиқ бўйлаб тарқалади. Иссиқ жисмлардан тарқалаётган оқим нурлари бошқа жисмга тушганда, энергиянинг бир қисми ютилади $Q_{ют}$, бир қисми қайтарилади $Q_{қай}$ ва бир қисми ўзгармасдан $Q_{ўт}$ ўтиб кетади.



6.8а-расм. Нурланиш энергияси балансига оид.

Унда, энергиянинг умумий баланси:

$$Q_{ют} + Q_{қай} + Q_{ўт} = Q_{нур} \qquad (7.40)$$

ёки ушбу баланснинг улушлардаги кўриниши:

$$\frac{Q_{ют}}{Q_{нур}} + \frac{Q_{қай}}{Q_{нур}} + \frac{Q_{ўт}}{Q_{нур}} = 1 \qquad (7.40а)$$

бу ерда $Q_{ют}/Q_{нур}$ – жисмнинг нурланган иссиқликни ютиш қобилиятини; $Q_{қай}/Q_{нур}$ – жисмнинг нурланган иссиқликни қайтариш қобилиятини; $Q_{ўт}/Q_{нур}$ – жисмнинг нурланган иссиқликни ўтказиб юбориш қобилиятини характерлайди. Умуман олганда хар бир нисбат 1 га тенг бўлиши мумкин, агар олган иккита нисбат нолга тенг бўлса.

$Q_{ют}/Q_{нур}$=1 бўлганда ($Q_{қай}/Q_{нур}$= $Q_{ўт}/Q_{нур}$=0), жисмга тушаётган нурланган энергиянинг хаммаси ютилади. Бу холда жисм абсолют кора жисм деб номланади.

$Q_{ўт}/Q_{нур}$ = 1 бўлганда ($Q_{ют}/Q_{нур}$ = $Q_{қай}/Q_{нур}$ = 0), жисмга тушаётган нурланган энергиянинг хаммаси ўзгармасдан ўтиб кетади. Бу холда жисм **абсолют шаффоф жисм** деб номланади.

Саноатда ва табиатда абсолют қора, оқ ва шаффоф жисмлар бўлмайди. $Q_{ют}/Q_{нур}$, $Q_{қай}/Q_{нур}$ ва $Q_{ўт}/Q_{нур}$ ўртасидаги боғлиқлик жисм табиатига, юзаси холатига ва температурасига боғлиқдир. Табиатда учрайдиган хамма жисмлар нурланган энергиянинг бир қисмини ютади, бир қисмини қайтаради ва бир қисмини ўзидан ўтказиб юборади. Бундай жисмлар **кул ранг жисмлар** деб номланади.

Табиатда учрайдиган жисмлардан қоракуя абсолют кора жисмга якинроқ. Лекин, у хам фақат 90...96 % нурланган энергияни юта олади. Тушаётган нурланган энергияни ўта силлиқланган, ёруғ юзаларгина тўлиқроқ қайтариш қобилиятига эга. Кўпчилик қаттиқ жисмлар шаффоф эмас жисмлар турига киради. Аммо, хамма газлар (кўп атомли газлардан ташқари) шаффоф бўлади.

Иссиқлик нурланиш қонуниятлари Стефан-Больцман, Кирхгоф ва Ламберт қонунлари билан ифодаланади.

Стефан-Больцман қонуни жисмнинг нур чиқариш қобилияти E ва жисмдан 1 соат мобайнида F юзасидан ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори Q орасидаги боғлиқликни ифодалайди:

$$E = \frac{Q}{F \cdot \tau} \qquad (7.41)$$

Нурланиш энергияси тўлқин узунлиги ва жисмнинг температурасига боғлиқ бўлади. Абсолют қора жисмнинг нур тарқатиш қобилияти ва температураси орасидаги боғлиқлик ушбу формуладан топилади:

$$E_0 = K_0 T^4 \quad \text{ёки} \quad E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4 \qquad (7.42)$$

бу ерда K_0 =(4,19...5,67) $\cdot 10^{-8}$ Вт/(м$^2\cdot$ К^4) – абсолют кора жисмнинг нур чиқариш константаси; C_0 =

$K_0 \cdot 10^8 = 4{,}19 \ldots 5{,}67$ Вт/(м^2·К^4).

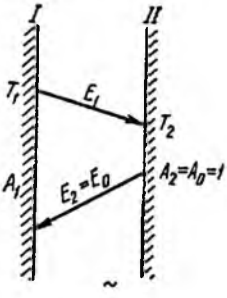
(7.42) формула Стефан - Больцман қонунининг ифодаси бўлиб, Планк тенгламасининг хосиласидир.

Стефан - Больцман қонунини абсолют қора бўлмаган жисмлар учун ҳам қўллаш мумкин. Масалан, кул ранг жисмлар учун қуйидаги кўринишга эга:

$$E = \varepsilon \cdot C_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4 \tag{7.43}$$

бу ерда $\varepsilon = C/C_0$ – кул ранг жисмнинг коралик даражаси ёки унинг нур чиқариш коэффициенти; C_0 – кул ранг жисмнинг нур чиқариш коэффициенти.

Кул ранг жисмнинг нур чиқариш коэффициенти ҳар доим 1 дан кичик бўлиб, 0,055...0,95 оралиқда ўзгаради.



7.9-расм. Кирхгоф қонунига оид.

$Q_{кул}/Q_{кур} = Q_{ут}/Q_{кур} = 1$.

Кирхгоф қонуни кул ранг жисмларнинг нур таркатиш ва уни ютиш қобилиятлари ўртасидаги боғлиқликни ифодалайди.

Бир-бирига параллел жойлашган, кул ранг *I* ва абсолют қора *II* жисмларни кўриб чиқамиз (7.9-расм).

Кул ранг жисмнинг ютиш қобилиятини A_1, абсолют қора жисмникини эса $A_2 = A_0 = 1$. Кул ранг жисм температураси абсолют кораникидан катта, яъни $T_1 > T_2$ деб қабул қиламиз. Бунда, кул ранг жисмдан нурланиш усулида узатилган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$q = E_1 - E_0 A_1 \tag{7.44}$$

Иккала жисмнинг температураси тенглашганда, иссиқлик мувозанат ҳолати юзага келади ва $q = 0$ бўлади.

Демак:

$$E_1 - E_0 A_1 = 0 \tag{7.45}$$

бундан

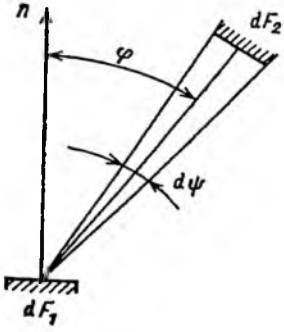
$$\frac{E_1}{A} = E_0$$

Ушбу хўлосани умумлаштириб, бир нечта параллел жойлаштирилган жисмлар учун ушбу ифодани келтириб чиқарамиз:

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \ldots = \frac{E_n}{A_n} = \frac{E_0}{A_0} = f(T) \tag{7.46}$$

(7.46) тенглама Кирхгоф қонунини характерлайди. Ушбу тенгламага биноан, маълум бирор температура учун исталган бир жисмнинг нур таркатиш қобилияти, унинг нур ютиш қобилиятига бўлган нисбати ўзгармас миқдор бўлиб, абсолют қора жисмнинг нур таркатиш қобилиятига тенгдир.

Ламберт қонуни турли йўналишларда нурланиш интенсивлиги ўзгаришини ифодалайди ва ушбу кўринишда ёзилади:



7.10-расм. Ламберт қонунига оид.

$$dQ = \frac{1}{\pi} E d\psi \cdot \cos\varphi \cdot dF_1 \tag{7.47}$$

бу ерда $d\psi$ - dF_1 элементдан dF_2 элемент кўриниши мумкин бўлган фазовий бурчак; φ - dF_1 ва dF_2 ни бирлаштирувчи тўғри чизиқ ва dF_1 га ўтказилган нормал орасида ҳосил бўлган бурчак (7.10-расм).

Ушбу қонунга биноан, жисмнинг нормал йўналишида нур таркатиш қобилияти жисмнинг тўла нур таркатиш қобилиятидан π марта кам бўлади.

Икки параллел жойлаштирилган жисмлар ўртасидаги нурланиш жараёнида узатилган иссиқлик миқдори Стефан - Больцман қонуни асосида келтириб чиқарилган формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$Q_{1-2} = C_{1-2}\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right] \cdot F \qquad (7.48)$$

бу ерда Q_{1-2} –1-жисмдан 2- сига узатилаётган иссиқлик миқдори; C_{1-2} – 1-ва 2- жисмлардан иборат системанинг келтирилган нур таркатиш коэффициенти; F –жисмнинг нур таркатиш юзаси.

$$C_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0}} \qquad (7.49)$$

Агар, бир жисм иккинчисини бутунлай ўраб олган ҳолларда ($F=F_1$, бу ерда F_1 - ўралиб турган жисм юзаси) 7.48 формуладан фойдаланса бўлади. Келтирилган нур таркатиш коэффициентини эса, ушбу формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$C_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{F_1}{F_2}\left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}\right)} \qquad (7.50)$$

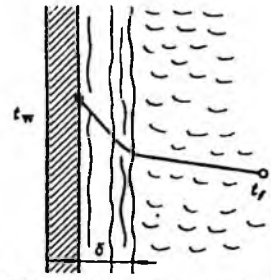
7.4. Конвектив иссиқлик алмашиниш

Суюқлик массаси турбулентлиги қанчалик юқори ва унинг заррачалари жадал равишда аралаштирилса, конвекция усулида иссиқлик алмашиниш шунчалик интенсив булади. Шундай қилиб, конвектив иссиқлик алмашиниш, иссиқликнинг механик узатилиши ва суюқлик ҳаракати гидродинамикасига қаттиқ боғлиқдир.

Иссиқлик алмашиниш жараёнида қатнашаётган суюқлик икки қатламдан ташкил топган, яъни чегаравий қатлам ва оқим ўзаги (ядроси) дан.

Оқим ўзаги иссиқлик ўтиш вақтининг ўзида ҳам конвекция, ҳам иссиқлик ўтказувчанлик усулларида амалга ошади. Бундай иссиқлик алмашиниш **конвектив иссиқлик алмашиниш** дейилади (7.11-расм).

Иссиқликнинг қаттиқ жисм юзасидан суюқлик (ёки газ) га ёки суюқлик (ёки газ) дан қаттиқ жисм юзасига ўтиши **иссиқлик бериш** деб номланади.



7.11-расм. Конвектив иссиқлик алмашиниш схемаси.

Девор юзасидан чегаравий қатлам орқали энергия иссиқлик ўтказувчанлик усули билан ўтади. Чегаравий қатламдан эса, суюқлик ўзагига энергия асосан конвекция усулида узатилади. Иссиқлик энергиясининг девор юзасидан суюқликка узатилиш жараёнига оқимнинг ҳаракат режими катта таъсир қилади.

Конвектив иссиқлик алмашиниш асосан 2 хил бўлади, яъни **эркин** (ёки **табиий**) ва **мажбурий** конвекция.

Суюқлик ҳажмининг турли нуқталаридаги зичликларнинг фарқи туфайли рўй берадиган иссиқлик алмашинишга **эркин конвекция** дейилади. Бу жараёнга суюқликнинг физик хоссалари, унинг ҳажми, совуқ ва иссиқ заррачалари орасидаги температуралар фарқи катта таъсир кўрсатади.

Бутун суюқлик ҳажмининг ташқи кучлари таъсири натижасида рўй берадиган иссиқлик алмашинишга **мажбурий конвекция** дейилади. Суюқликнинг ҳаракати насос, аралаштиргич, вентиляторлар ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Бу жараёнга суюқликнинг физик хоссалари, унинг тезлиги, каналнинг шакли ва ўлчамлари салмоқли таъсир этади.

Суюқликнинг турбулент ҳаракат режимида ламинар режимдагига қараганда иссиқлик алмашиниш анча интенсив бўлади.

7.4.1. Ньютон қонуни

Иссиқлик беришнинг асосий қонуни – бу Ньютоннинг совитиш қонунидир.

Иссиқлик алмашиниш юзаси ва суюқлик (газ) ёки суюқлик (газ) ва иссиқлик алмашиниш

юзаси орасида энергия ўтишига **иссиқлик бериш** деб номланади.

Иссиқлик бериш жараёни иссиқлик бериш коэффициенти α билан белгиланади.

Ушбу қонунга биноан, иссиқлик алмашиниш суюқлик (газ) га узатилган иссиқлик миқдори dQ, деворнинг юзаси dF, юза t_w ва муҳит температуралари t_f нинг фарқи (t_w-t_f), ҳамда жараённинг давомийлиги $d\tau$ га тўғри пропорционалдир. яъни:

$$\left.\begin{aligned} dQ &= \alpha\left(t_w - t_f\right)\cdot dF\cdot d\tau \\ dQ &= \alpha\left(t_f - t_w\right)\cdot dF\cdot d\tau \end{aligned}\right\} \qquad (7.51)$$

(7.51) тенгламадан иссиқлик бериш коэффициентининг ўлчов бирлигини келтириб чиқариш мумкин:

$$\alpha = \left[\frac{dQ}{\left(t_w - t_f\right) dFd\tau}\right] = \left[\frac{Ж}{м^2 \cdot соат \cdot K}\right] = \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot K}\right]$$

Агар, иссиқлик алмашиниш юзаси бўйлаб иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати ўзгармас $(\alpha = const)$ бўлса, (7.51) тенглама ушбу кўринишни олади:

$$\left.\begin{aligned} Q &= \alpha\left(t_w - t_f\right)\cdot F\cdot \tau \\ Q &= \alpha\left(t_f - t_w\right)\cdot F\cdot \tau \end{aligned}\right\} \qquad (7.52)$$

Демак, иссиқлик бериш коэффициенти α деворнинг 1 м^2 юзасидан суюқликка 1 с вақт давомида, девор ва суюқлик температураларининг фарқи 1 К бўлганда узатилган иссиқлик миқдорини билдиради. Ушбу, иссиқлик бериш коэффициентининг миқдори бир нечта параметрларга боғлиқдир, яъни суюқликнинг ҳаракат режими w, унинг зичлиги ρ, қовушоқлиги μ, солиштирма иссиқлик сиғими c, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ, ҳажмий кенгайиш коэффициенти β, деворнинг шакли ва ўлчамлари (труба диаметри d ва узунлиги L), ҳамда ғадир-будурлиги e ва ҳоказоларга.

Юқорида айтилганларни қуйидаги функция ҳолатида ёзиш мумкин:

$$\alpha = f\left(w, \rho, \mu, c, \lambda, \beta, d, L, e, \ldots\right) \qquad (7.53)$$

Умумий кўринишга эга бўлган иссиқлик бериш коэффициенти тенгламаси кўринишидан содда бўлса ҳам, α ни аниқлаш жуда мураккаб. Чунки, (7.53) дан кўриниб турибдики, α жуда кўп параметрларга боғлиқ. Шунинг учун, тажриба натижаларини ўхшашлик назарияси ёрдамида умумлаштириш йўли билан иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш критериал формуласини келтириб чиқариш мумкин.

Иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш учун суюқликда температура тақсимланишини билиш зарур. Ундан ташқари, иссиқлик алмашиниш жараёнини ҳисоблаш учун иссиқлик бериш коэффициентини ўзгарувчи параметрлар билан боғлиқ тенгламасига эга бўлиши керак.

Бундай тенглама бўлиб конвектив иссиқлик алмашинишнинг дифференциал тенгламаси хизмат қилади. Лекин, ушбу тенглама девор ва суюқлик чегарасидаги шартларни характерловчи тенглама билан тўлдирилган бўлиши керак.

7.4.2. Конвектив иссиқлик алмашинишнинг дифференциал тенгламаси (Фурье - Кирхгоф тенгламаси)

Маълумки, конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнида суюқликда иссиқлик ҳам, иссиқлик ўтказувчанлик, ҳам конвекция усулларида узатилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик (7.16) тенглама билан ифодаланади ва ушбу кўринишга эга:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a\cdot\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right)$$

Ушбу тенгламанинг чап томонидаги нисбат суюқлик (газ)дан ажратиб олинган кўзгалмас элемент температурасининг локал (маҳаллий) ўзгаришини ифодалайди.

Конвектив иссиқлик алмашинишда ушбу элемент суюқликнинг бир нуқтасидан иккинчисига кўчади. Бу ҳолатдаги элементнинг температура ўзгариши субстанционал ҳосила ёрдамида ифодаланиши мумкин. Агар, элементнинг фазодаги x, y, z ўқлар бўйича кўчишини w_x, w_y, w_z деб

белгиласак, унда элемент температурасининг тўлиқ ўзгаришини характерловчи субстанционал ҳосила қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z \qquad (7.54)$$

(7.54) тенгликдаги $\partial t/\partial \tau$ температуранинг локал (маҳаллий) ўзгариши, колган қўшилувчилар йиғиндиси эса - температуранинг конвектив ўзгаришини ифодалайди.

Агар, (7.16) тенгламанинг температурадаги локал ўзгаришини тўлиқ ўзгаришига (7.54) алмаштирсак, Фурье - Кирхгофнинг конвектив иссиқлик алмашинишнинг дифференциал тенгламасини оламиз:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \qquad (7.55)$$

Ушбу тенглама ҳаракатдаги суюқликда иссиқлик энергиясининг бир вақтда иссиқлик ўтказувчанлик ва конвекция усулларида узатилишининг математик ифодаси. Конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнини тўла математик ифодалаш учун (7.55) тенглама девор юзаси ва ҳаракатдаги суюқлик чегарасидаги шароитларни характерловчи тенглама билан тўлдирилиши зарур.

Маълумки, ҳаракатланувчи суюқликда жойлашган қаттиқ жисм юзасида ҳар доим δ қалинликка эга чегаравий қатлам мавжуд бўлиб (7.11-расм), у орқали иссиқлик энергияси иссиқлик ўтказувчанлик усулида тарқалади. Чегаравий қатлам орқали суюқлик оқимининг ўзагига узатилган иссиқлик миқдори Фурье конуни асосида топилади:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau$$

Ўтган dQ иссиқлик миқдорини Ньютон қонуни ёрдамида ҳам ҳисобласа бўлади:

$$dQ = \alpha \left(t_w - t_f \right) dF d\tau$$

Охирги икки тенгламанинг ўнг қисмларини тенглаштириб, «девор-суюқлик» чегара шароитларини характерловчи тенгламани оламиз:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha \left(t_w - t_f \right) \qquad (7.56)$$

(7.55) ва (7.56) тенгламалар конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнини тўлиқ ифодалайди.

7.11-расмдан кўриниб турибдики, энг катта температура градиенти чегаравий қатламда ҳосил бўлиб, иссиқлик бериш жараёнининг интенсивлигини, асосан, унинг термик қаршилиги белгилайди.

7.4.3. Конвектив иссиқлик алмашинишнинг ўхшашлик критерий ва тенгламалари

Маълумки, юқорида келтириб чиқарилган (7.55) ва (7.56) тенгламалар мураккаб конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнларини ифодалайди.

Ушбу тенгламаларни амалда учрайдиган жараёнларга қўллаш мумкин эмас, чунки ечимини топиш қийин.

Иссиқлик алмашиниш жараёнларини амалий ҳисоблашда ўхшашлик назарияси усуллари ёрдамида (7.55) ва (7.56) тенгламалардан келтириб чиқарилган критериал тенгламалари кенг миқёсида ишлатилади.

Агар, (7.56) тенгламанинг иккала қисмини чап қисмига бўлсак, ушбу ўлчамсиз комплексни олиш мумкин:

$$\frac{\alpha \left(t_w - t_f \right) \partial n}{\lambda \partial t} = \frac{\alpha \cdot \Delta t \ \partial n}{\lambda \partial t} \qquad (7.57)$$

Олинган ўлчамсиз комплексда дифференциялаш белгиларини ўчириб, n ни l га алмаштириб ва қисқартириш йўли билан **Нуссельт сонини** оламиз:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \tag{7.58}$$

бу ерда α - иссиклик бериш коэффициенти, Вт/(м²·К); l – геометрик ўлчам, м; λ - мухитнинг иссиклик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·К).

Нуссельт критерийси девор ва суюклик ўртасидаги чегарада иссиклик алмашиниш жараёни интенсивлигини характерлайди.

Ушбу критерий чегаравий қатлам қалинлиги δ нинг аниқловчи геометрик ўлчам (труба учун унинг диаметри d) га нисбатини характерлайди.

Конвектив иссиклик алмашинишнинг дифференциал тенгламасидан:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \cdots = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \cdots \right)$$

унинг хамма кўшилувчиларини $a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}$ га бўлиш йўли билан ушбу ўлчамсиз комплексни олиш мумкин:

$$\frac{\partial t \partial x^2}{\partial \tau a d^2 t} \quad \text{ва} \quad \frac{\partial t w_x \partial x^2}{\partial x a \partial^2 t}$$

Дифференциаллаш белги ва йўналишларини ўчириш ва кискартириш йўли билан Фурье критерийсини :

$$Fo = \frac{a\tau}{l^2} \tag{7.59}$$

ва Пекле критерийсини

$$Pe = \frac{wl}{a} \tag{7.60}$$

келтириб чикарамиз.

Фурье критерийси нотурғун иссиклик алмашиниш жараёнларида температура майдонининг ўзгариш тезлиги, мухитнинг ўлчами ва физик катталиклари ўртасидаги боғликликларни характерлайди.

Пекле критерийси суюклик окимида конвекция ва иссиклик ўтказувчанлик усуллари билан иссиклик тарқалиш нисбатини характерлайди.

Одатда, Пекле критерийси иккита ўхшашлик критерийларининг кўпайтмаси кўринишида келтирилади:

$$Pe = \frac{wl}{a} = \frac{wl}{\nu} \cdot \frac{\nu}{a} = \mathrm{Re}\cdot\mathrm{Pr}$$

Прандтл критерийси суюклик қовушоқлиги ва температура ўтказувчанлиги хоссаларининг нисбатини ифода этади. Ушбу критерий фақат суюкликларнинг диффузион – иссиклик параметрлари ёрдамида аниқланади:

$$\frac{\nu}{a} \quad \frac{\mu}{a\rho} \quad \frac{\mu g}{a\gamma} \tag{7.61}$$

Грасгоф критерийси табиий конвекция жараёнидаги суюклик окимининг гидродинамик режимини характерлайди:

$$Gr = \frac{gl^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \tag{7.62}$$

бу ерда Δt – девор ва суюкликлар ўртасидаги температуралар фарки , К; β - суюкликнинг хажмий кенгайиш коэффициенти; g – эркин тушиши тезланиши, м/с².

Айрим холларда Нуссельт критерийси ўрнига конвектив иссиклик алмашиниш критерийси, Стентон критерийсини, хам қўллаш мумкин:

$$St = \frac{Nu}{Pe} = \frac{\alpha}{c_p \rho w} \tag{7.63}$$

Ушбу критерий иссиқлик бериш интенсивлигини суюқлик иссиқлик оқимига нисбатини аниқлайди.

Юқорида келтириб чиқарилган ўхшашлик критерийлари конвектив иссиқлик алмашинишнинг ўхшашлик тенгламасини аниқлаш имконини беради:

$$f(\mathrm{Re}, Nu, \mathrm{Pr}, Fo, Gr) = 0 \tag{7.64}$$

Ушбу тенгламада фақат Нуссельт Nu сони аниқловчи бўлганлиги учун, (4.64) тенглама қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Nu = f(\mathrm{Re}, \mathrm{Pr}, Gr, Fo) \tag{7.65}$$

Иссиқлик алмашиниш жараёнининг аниқ масалаларини ечишда (7.65) тенгламани анча соддалаштириш мумкин.

Турғун иссиқлик алмашиниш жараёнида тенгламадан Fo критерийси туширилиб қолдирилади ва ушбу кўринишни олади:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr) \tag{7.66}$$

Суюқликнинг мажбурий ҳаракати даврида табиий конвекцияни инобатга олмаса ҳам бўлади ва унда тенглама Gr критерийси киритилмайди:

$$Nu = f(\mathrm{Re}, \mathrm{Pr}) \quad \text{ёки} \quad Nu = A\,Re^{n} \cdot Pr^{m} \tag{7.67}$$

Суюқликнинг эркин ҳаракати (табиий конвекция) даврида тенгламадан Рейнольдс критерийси тушуриб қолдирилади:

$$Nu = f(Gr, \mathrm{Pr}) \quad \text{ёки} \quad Nu = AGr^{n} \cdot \mathrm{Pr}^{m} \tag{7.68}$$

7.4.4. Эркин конвекция даврида иссиқлик бериш.

Маълумки, иссиқ ва совуқ суюқлик қатламлари зичликларининг фарқи таъсири остида эркин конвекция мавжуд бўлади. Зичликларнинг ушбу фарқи, девор ва суюқлик температуралар фаркига боғликдир. Девор шаклининг жараёнга таъсири иккиламчи бўлгани учун, иссиқлик беришнинг ўхшашлик тенгламаси ушбу кўринишда ёзилади:

$$Nu = c(Gr \cdot \mathrm{Pr})^{n} \tag{7.69}$$

бу ерда c ва n - суюқлик ҳаракати режимига, яъни $Gr \cdot Pr$ га, боғлиқ бўлган константалар.

4-3 жадвал

Режимлар		c	N
Ламинар	$(Gr \cdot Pr \le 10^{-3})$	0,45	0
	$(Gr \cdot Pr = 10^{-3} \ldots 5 \cdot 10^{2})$	1,18	0,125
Ўтиш	$(Gr \cdot Pr = 5 \cdot 10^{2} \ldots 2 \cdot 10^{7})$	0,54	0,25
Турбулент	$(Gr \cdot Pr > 2 \cdot 10^{7})$	0,135	0,33

Грасгоф критерийсида аниқловчи геометрик ўлчам сифатида қуйидагилар қабул қилинган: цилиндрик ва сферик жисмлар учун – диаметр; текис плиталар учун – баландлик.

Аниқловчи температура - чегаравий қатламнинг ўртача температураси $t = 0{,}5(t_w + t_f)$ қабул қилинган. Бу ерда t_w – девор температураси, t_f - суюқлик ўзагидаги температура. Грасгоф критерийсидаги температуралар фарқи $\Delta t = t_w - t_f$ формулада ҳисобланади.

7.4.5. Мажбурий конвекция даврида иссиқлик бериш

Труба ичида иссиқлик элткичнинг иссиқлик бериш коэффициенти қуйидаги тенгламалардан аниқланади:

турбулент режим учун ($Re > 10000$)

$$Nu = 0{,}021\,\mathrm{Re}^{0,8} \cdot \mathrm{Pr}^{0,33} \left(\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_g}\right)^{0,25} \tag{7.70}$$

ўтиш режими учун ($2320 < Re < 10000$)

$$Nu = 0{,}008\,\mathrm{Re}^{0,8} \cdot \mathrm{Pr}^{0,43} \tag{7.71}$$

ламинар режим учун ($Re \le 2320$)

$$Nu = 0{,}17 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}33} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}43} \cdot Gr^{0{,}1} \left(\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_g} \right)^{0{,}25} \qquad (7.72)$$

Трубалар ўрами мажбурий ҳаракатдаги кўндаланг иссиқлик элткич билан ювилиб турган шароитда иссиқлик бериш қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$Re < 10^3$ бўлганда

$$Nu = 0{,}56 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}5} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}36} \left(\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_g} \right)^{0{,}25} \qquad (7.73)$$

$Re > 10^3$ бўлганда

$$Nu = 0{,}28 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}6} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}36} \left(\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_g} \right)^{0{,}25} \qquad (7.74)$$

Ушбу тенгламаларда аниқловчи геометрик ўлчам бўлиб, каналларнинг эквивалент диаметри ҳисобланади.

Nu, Re ва Pr критерийларидаги физик параметрлар суюқликнинг ўртача температурасида, Pr_g эса – деворнинг ўртача температурасида ҳисобланади.

$(Pr/ Pr_g)^{0{,}25}$ иссиқлик оқими йўналиши ва температуралар фарқининг иссиқлик беришга таъсирини ҳисобга олувчи параметр.

Иссиқлик элткичнинг змеевикда ҳаракат қилганда иссиқлик бериш коэффициенти α ни (7.70) формуладан ҳисобланган қиймати змеевик ўлчамларини инобатга олувчи коэффициент χ га кўпайтирилади:

$$\chi = 1 + 3{,}54 \frac{d}{D} \qquad (7.75)$$

бу ерда d – змеевик трубасининг ички диаметри, м; D – змеевик ўрамининг диаметри, м.

Ҳаво учун (7.70) формула қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu = 0{,}018 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}8} \qquad (7.76)$$

чунки $Pr/Pr_g=1$

Иссиқлик элткич халқасимон каналларда ҳаракат қилган даврида (масалан, "труба ичида труба" иссиқлик алмашиниш қурилмасида) иссиқлик бериш ушбу формуладан ҳисоблаб аниқланиши мумкин:

$$Nu = 0{,}023 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}8} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}4} \left(\frac{D_в}{d_т} \right)^{0{,}45} \qquad (7.77)$$

бу ерда $d_т$ – ички трубанинг ташқи диаметри, м; $D_в$ – ташқи трубанинг ички диаметри, м.

Иссиқлик элткич қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг трубалараро бўшлиғида ҳаракат қилганда, иссиқлик бериш энг кенг тарқалган жараёндир. Ушбу ҳолатда иссиқлик бериш коэффициенти қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Nu = C\left(\mathrm{Re}^{0{,}6} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}23} \cdot d_,\right) \qquad (7.78)$$

бу ерда C = 1,16 ва 1,72 қийматларга тенг бўлиши мумкин. Биринчи қиймат қурилмада кўндаланг сегмент тўсиқлар бўлмаган ҳол учун, иккинчи эса – сегмент тўсиқлар ўрнатилган ҳол учун.

Қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида трубалар шахматли ёки йўлакли қилиб жойлаштирилади.

Иссиқлик элткич оқими трубалар ўрамини ташқи томонидан ювиб ўтганда, иссиқлик бериш коэффициенти ушбу формуладан ҳисоблаб топилиши мумкин:

трубаларнинг шахматли жойлашишида

$$Nu = 0{,}4 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}6} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}36} \left(\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_g} \right)^{0{,}25} \qquad (7.79)$$

трубаларнинг йўлакли жойлашишида

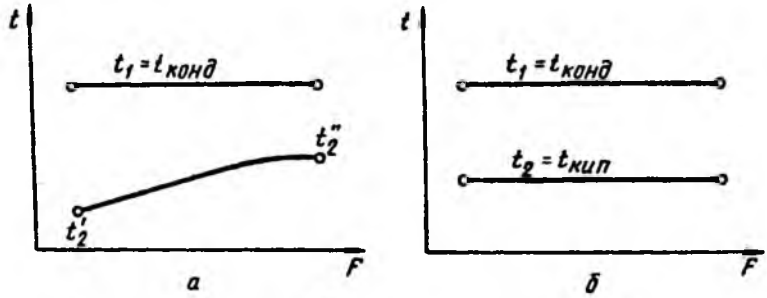
$$Nu = 0{,}27 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}63} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}36} \left(\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_g} \right)^{0{,}25} \qquad (7.80)$$

(7.79) ва (7.80) тенгламалар $Re = 200\ldots2 \cdot 10^5$ бўлган ораликда қўлланилиши мумкин ва аниқ натижалар беради.

7.4.6. Иссиқлик элткичнинг агрегат ҳолати ўзгаришида иссиқлик бериш

Буғланиш, конденсацияланиш, кристалланиш ва эриш жараёнларида иссиқлик алмашинишнинг ўзига хос хусусиятлари шундаки, муҳитдан иссиқликнинг олиниши ёки унга узатилиши ўзгармас температурада рўй беради ва иккала фазада тарқалади. 7.12 – расмда иссиқлик бериш жараёнида муҳитнинг агрегат ҳолати ўзгараши билан температурасининг ўзгариш схемаси келтирилган.

Иссиқлик беришнинг бу ўзига хос хусусиятини конвек-тив иссиқлик алмашинишнинг критериал тенгламаси фазавий ўзгариш критерийси ёки конденсацияланиш критерийси $K = r/c \cdot \Delta t$ (бу ерда r – буғ ҳосил қилиш иссиқлиги, Ж/кг; c – солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/кг·К)ни киритиш йўли билан ҳисобга олинади.



7.12-расм. Муҳитнинг агрегат ҳолати ўзгариши билан иссиқлик элткич температурасининг ўзгариш схемаси:

а – иссиқлик элткич ўз иссиқлигини агрегат ҳолати ўзгарганда узатмоқда (тўйинган сув буғининг конденсацияланиш даврида). Бу ҳолатда;

$$\Delta t_{ур} = \frac{(t_1 - t_2) - (t_1 - t_2)}{\ln\left[(t_1 - t_2)/(t_1 - t_2)\right]}$$

б - иккала иссиқлик элткичлар агрегат ҳолати ўзгарганда иссиқлик алмашмоқда. Бу ҳолатда $\Delta t = t_1 - t_2$.

Сув буғининг конденсацияланиш пайтидаги иссиқлик алмашинишини ифодалаш учун ўхшашлик назарияси асосида келтирилиб чиқарилган қуйидаги критериал формуладан аниқлаш мумкин:

$$Nu = f(Ga, \mathrm{Pr}, K) \qquad (7.81)$$

бу ерда $Ga = gl^3/\nu^2$ – Галилей критерийси; K - фазавий ўзгариш критерийси; Pr – Прандтл критерийси.

Кўпгина тажриба натижаларини қайта ишлаш натижасида (7.81) формулани қуйидаги кўринишда ёзса бўлади:

$$Nu = C(Ga, \mathrm{Pr}, K)^{0{,}25} \qquad (7.82)$$

Юпқа қатламли конденсацияланиш даврида иссиқлик беришни конденсат юпқа қатламининг қалинлигини чегаралайди. Буғнинг тезлиги юпқа қатламли коденсатни узиб олиш учун етарли бўлмайди ва бир хиллик шартларига кирмайди.

Юпқа қатламда конденсациялашнинг умумлаштирилган тенгламасидаги Re ва Fr критерийлари ўрнига $Ga = Re^2/Fr = gl3/\nu^2$ критерийси киритилади. Бунга сабаб, Галилей критерийсининг буғ - конденсат икки фазали оқимда оғирроқ фаза таъсир этувчи оғирлик

кучларининг ўхшашлигини ифодаташидир. Ушбу ҳолатда конденсацияланиш пайтидаги иссиқлик бериш коэффициенти қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\alpha = C \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \rho^2 g r}{\mu \cdot l \cdot \Delta t}} \qquad (7.83)$$

Тўйинган буғнинг вертикал деворда конденсацияланиши ва конденсатни ламинар режимда юпқа катламда оқиб тушиш ҳолати учун (7.83) формуладаги C коэффициентининг қиймати 2,04 эканлиги аниқланди. Аниқловчи ўлчам бўлиб, вертикал девор баландлиги H хизмат қилади. Унда, иссиқлик бериш коэффициенти α ни қуйидаги формуладан ҳисоблаш мумкин:

$$\alpha = 2{,}04 \sqrt[4]{\frac{r g^2 \lambda^3 g}{\mu \cdot \Delta t \cdot H}} \qquad (7.84)$$

бу ерда r – конденсацияланиш иссиқлиги, Ж/кг; ρ - конденсат зичлиги, кг/м^3; λ - конденсат иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/м·К; μ - конденсатнинг динамик қовушоқлик коэффициенти, Па·с; $\Delta t = t_{конд} - t_в$ - тўйинган буғ ва девор температуралари ўртасидаги фарқ, °С; H - вертикал труба ёки девор баландлиги, м.

Конденсацияланиш иссиқлиги r нинг қиймати конденсация температурасидаги, конденсатнинг λ, ρ ва μ параметрлари $t_{ан} = 0{,}5(t_в + t_{конд})$ да ҳисобланади.

Агар, буғ горизонтал трубада конденсацияланса, (7.84) формула ушбу кўринишда ёзилади:

$$\alpha = 0{,}72 \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \lambda^3 g}{\mu \cdot \Delta r \cdot D}} \qquad (7.85)$$

бу ерда D – трубанинг ташки диаметри, м.

Агар, буғ труба ўрамида конденсацияланса, ўртача иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш учун ушбу формулани қўллаш мумкин:

$$\alpha = 0{,}728\varepsilon_r \sqrt[4]{\frac{r g \rho^2 \lambda^3}{\mu \Delta r D}} \qquad (7.86)$$

бу ерда ε_r – трубаларнинг жойлаштирилиши (йўлакли ёки шахматли) га боғлиқ коэффициент.

$$\varepsilon_r = \left[\left(\frac{\lambda_g}{\lambda} \right)^3 \frac{\mu}{\mu_g} \right]^{0{,}125} \qquad (7.87)$$

(7.78) даги λ_g ва μ_g лар конденсат тегиб турган девор температурасида ҳисобланади.

Мухандислик ҳисобларда $\varepsilon_r = 0{,}55...0{,}68$ деб қабул қилиш мумкин.

Суюқликлар қайнаши пайтида иссиқлик бериш жуда мураккаб жараёндир. Амалиётда энг кенг тарқалган ва учрайдиган қайнаш тури – бу пуфакчали қайнаш режимидир. Ушбу режимдаги иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланса бўлади:

$$Nu = 125\,\mathrm{Re}^{0{,}66} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}33} \qquad (7.88)$$

бу ерда $Nu = \alpha l/\lambda$; $Re = wl/\mu$, l – чизиқли ўлчам бўлиб, пуфакча радиусининг функцияси, м; w - буғ фазаси ҳаракатининг ўртача тезлиги, м/с;

Одатда пуфакчалар диаметри 2...3 мм бўлади ва уни ушбу формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$d_o = 0{,}02 \cdot \left[\frac{\sigma}{g(\rho - \rho_g)} \right]^{0{,}5} \qquad (7.89)$$

Охирги критериал тенгламадан эркин ва мажбурий конвекция шароитида пуфакчали қайнаш жараёнида α ни ҳисоблаш учун қуйидаги тенглама келтириб чиқарилган.

$$\alpha = b \cdot \sqrt[3]{\frac{\lambda^2 \cdot q^2}{\nu \sigma T_{кип}}}$$

бу ерда $b = 0{,}075 + 0{,}75\,(\rho_g/\rho - \rho_g)^{0{,}66}$ - ўлчамсиз коэффициент; ν – суюқликнинг кинематик қовушоқлиги, м^2/с; σ - сиртий таранглик коэффициенти, Н/м.

Эркин конвекция шароитида пуфакчали қайнаш режимида α ни аниқлаш учун ушбу тенглама таклиф этилган:

$$\alpha = 7{,}77 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{\rho_б}{\rho - \rho_б}\right)^{0{,}033} \cdot \left(\frac{\rho}{\sigma}\right)^{0{,}033} \cdot \frac{\lambda^{0{,}75} \cdot q^{0{,}7}}{\mu^{0{,}45} \cdot c^{0{,}12} \cdot T_{тўй}^{\ 0{,}37}} \qquad (7.90)$$

бу ерда $\rho_б$, ρ - буғ ва суюқликнинг зичликлари, кг/м^3; σ - суюқлик ва буғни ажратиб турувчи чегарадаги сиртий таранглик, Н/м; λ - суюқликнинг иссиклик ўтказувчанлиги, Вт/м·К; $q=Q/F$ – солиштирма иссиклик юклама, Вт/м^2; μ суюқлик ковушоқлиги, Па·с; c – суюқликнинг солиштирма иссиклик сиғими, Ж/(кг·К); $T_{тўй}$ – тўйиниш температураси, К.

Катта ҳажмда сувнинг қайнаш жараёнида иссиклик бериш коэффициентини таҳминий ҳисоблаш учун қуйидаги формулани қўллаш мумкин:

$$\alpha = 2{,}72 \cdot q^{0{,}7} \cdot p_{абс}^{0{,}7}$$

$$\alpha = 2{,}72 \cdot q^{0{,}7} \cdot p^{0{,}4} \qquad (7.91)$$

бу ерда p – босим, кг·к/см^2

(7.91) формулани $q = 0{,}4 \cdot q_{кр}$ ва $p_{абс}$= 0,2...10 кг·к/см^2 бўлган оралиқда ишлатиш мумкин.

7-4 жадвалда энг кўп учрайдиган иссиклик алмашиниш жараёнларининг таҳминий иссиклик бериш коэффициентлари келтирилган.

7-4 жадвал

т/р	Иссиклик алмашиниш жараёни	Иссиклик бериш коэффициенти, Вт/(м^2·К)
1.	Газларни иситиш ва совитиш (атмосфера босимида)	10...50
2.	Органик суюкликларни иситиш ва совитиш	50...1500
3.	Сувни иситиш ва совитиш	200...10000
4.	Сувнинг қайнаши	500...10000
5.	Сув буғларининг конденсацияланиши	4000...15000
6.	Органик суюклик буғларининг конденсацияланиши	500...2000

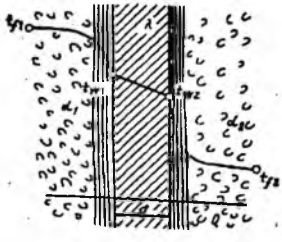
7.5. Иссиклик ўтказиш

Иссиклик алмашиниш жараёнларида кўпинча иссиклик энергияси бир суюкликдан иккинчисига уларни ажратиб турувчи девор орқали узатилади. Температураси юкори бўлган суюкликка девор орқали иссикликнинг узатилиши **иссиклик ўтказиш** дейилади. Ушбу йўл билан узатилган иссиклик миқдори иссиклик ўтказишнинг асосий тенгламасидан аниқланади:

$$Q = K \cdot \Delta t_{ур} \cdot F \qquad (7.92)$$

бу ерда K – иссиклик ўтказиш коэффициенти, Вт/(м^2·К); $\Delta t_{ур}$ – иссиклик ва совуклик элткичлар температураларининг фарки, К; F – ажратиб турувчи девор юзаси, м^2.

Текис деворнинг иссиклик ўтказиши. 7.13-расмда қалинлиги δ ва материалининг иссиклик ўтказувчанлик коэффициенти λ бўлган текис девор тасвирланган.



7.13-расм. Текис девор орқали иссиклик ўтказиш жараёнида температуранинг ўзгариш характери.

Деворнинг бир томонидан температураси t_{f1} (оким ўзагида) бўлган иссиклик элткич, иккинчи томонидан эса – температураси t_{f2} бўлган совуклик элткич оқиб ўтмокда.

Девор юзаларининг температураси t_{w1} ва t_{w2}. Иссиклик бериш коэффициентлари α_1 ва α_2.

Турғун жараёнда F юза орқали биринчи иссиклик элткич ўзагидан деворга узатилаётган иссиклик миқдори, девордан ўтган ва девордан иккинчи иссиклик элткич ўзагига узатилаётган иссиклик миқдорига тенг бўлади.

Ушбу иссиклик миқдорини қуйидаги тенгламалардан топиш мумкин:

$$Q = \alpha_1 (t_{f1} - t_{w1}) \cdot F$$

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) \cdot F$$

$$Q = \alpha_2 (t_{w2} - t_{f2}) \cdot F$$

Юкорида келтирилган тенгламалардан қуйидаги ифодаларни олиш мумкин:

$$t_{f1} - t_{w1} = \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{Q}{F}$$

$$t_{w1} - t_{w2} = \frac{\delta}{\lambda} \cdot \frac{Q}{F} \qquad (7.93)$$

$$t_{w2} - t_{f2} = \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{Q}{F}$$

Тенгламалар чап ва ўнг томонларини қўшиш натижасида, ушбу кўринишга эришамиз:

$$t_{f1} - t_{f2} = \frac{Q}{F} \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \qquad (7.94)$$

бундан:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \cdot F \qquad (7.95)$$

(7.92) ва (7.95) тенгламаларни солиштириб, қуйидаги формулага эришамиз:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad (7.96)$$

бу ерда K – иссиклик ўтказиш коэффициенти, Вт/(м^2·К).

Унда, текис деворнинг иссиқлик элткичнинг ўзгармас температураларида иссиқлик ўтказиш тенгламаси ушбу кўринишни олади:

$$Q = KF\tau \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \qquad (7.97)$$

узлуксиз жараёнлар учун эса:

$$Q = KF (t_{f1} - t_{f2}) \qquad (7.98)$$

(7.97) тенгламага биноан иссиқлик ўтказиш коэффициентининг ўлчов бирлиги:

$$K = \left[\frac{Q}{F\tau (t_{f1} - t_{f2})} \right] = \left[\frac{Ж}{м \cdot с \cdot К} \right] = \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot К} \right]$$

(7.96) тенгламадан

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \qquad (7.99)$$

Шундай қилиб иссиқлик ўтказиш коэффициенти K температураси юкори бўлган, иссиқлик элткичдан температураси паст элткичга вақт бирлигида ажратувчи деворнинг 1 м^2 юзасидан элткичлар температураси 1К бўлганда ўтказилган иссиқликнинг миқдорини билдиради.

Иссиқлик ўтказиш коэффициентига тескари бўлган катталик **термик каршилик** деб номланади. $1/\alpha_1$ ва $1/\alpha_2$ лар иссиқлик беришнинг термик қаршилиги бўлса, δ/λ деворнинг термик қаршилиги. (7.99) тенгламадан кўриниб турибдики, иссиқлик ўтказишнинг термик қаршилиги иссиқлик бериш ва деворнинг термик қаршиликлар йиғиндисига тенг.

Деворнинг термик қаршилигини аниқлашда, унга ўтириб қолган ифлосларнинг термик қаршилигини ҳам ҳисобга олиш зарур (7-5 жадвал).

$$r_{нафт} = \frac{\delta_{нафт}}{\lambda_{нафт}}$$

Кўп қатламли текис девордан иссиқлик ўтиш жараёнида хар бир қатламнинг термик каршилиги ҳисобга олиниши зарур. Бундай деворлар учун K ни қуйидаги тенгламадан аниқлаш лозим:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad (7.100)$$

бу ерда i - қатламнинг тартиб рақами; n - қатламлар сони.

Шуни алохида таъкидлаш керакки, хар доим иссиқлик ўтказиш коэффициенти энг минимал иссиқлик бериш коэффициенти қийматидан кичик бўлади.

7-5 жадвал

$r_{нафт}$ нинг тахминий қийматлари

т/р	Иссиқлик элткич	$r_{нафт}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1.	Сув	
	- дистилланган	0,00009
	- денгиз	0,00009
	- сифатли қудуқ, кўл, водопровод. дарё суви	0,00018
	- w<0,9 м/с	0,00035
	- w>0,9 м/с	0,00018
	Ифлосланган дарё суви	
	- w<0.9 м/с	0,00053
	- w>0,9 м/с	0,00035
2.	Нефть маҳсулотлари	
	- хом-ашё	0,00009
	- тоза (шу жумладан минерал мойлар)	0,00018
3.	Органик суюқликлар. тузли эритмалар, совуқлик элткичлар (NH_3, фреонлар ва хоказо.)	0,00018
4.	Сув буғи	0,00018
5.	Буғлар	
	- органик суюқликники	0,00009
	- совуқ элткичларники	0,00035
6.	Ҳаво	0,00035

Цилиндрик девориинг иссиқлик ўтказиши. Маълумки, саноатнинг турли соҳаларида иссиқлик алмашиниш труба орқали ўтади (7.7-расм). Трубадан температураси t_1 бўлган суюқлик ҳаракат қилса, ташқарисидан эса – t_2 температурали суюқлик оқиб ўтсин, яъни $t_1>t_2$ дан. Температураси юқори суюқликдан труба ички деворига иссиқлик бериш коэффициенти α_1, ташқи юзасидан совуқ суюқликка иссиқлик бериш коэффициенти - α_2, труба баландлиги L, ички радиуси r_1 ва ташқи радиуси r_2 бўлса, цилиндрик юзадан узатилган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q = K_R 2\pi\tau \cdot (t_1 - t_2) \qquad (7.101)$$

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти K ни эса ушбу тенгламадан топилади:

$$K_R = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\lambda} 2{,}3 \lg \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot r_2}} \qquad (7.102)$$

бу ерда K_R – иссиқлик ўтказишнинг чизиқли коэффициенти, Вт/(м·К).

K нинг K_R дан фарқи шундаки, K деворнинг юза бирлигига нисбатан олинса, иккинчиси K_R - труба узунлигининг бирлигига нисбатан олинади.

7.6. Иссиқлик алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи куч

Иссиқлик алмашиниш жараёнларининг ҳаракатга келтирувчи кучи – иссиқлик элткичларнинг температуралар фарқи. Ушбу фарқ таъсири остида иссиқлик температураси юқори муҳитдан температураси паст муҳитга ўтади.

Ўзгармас температурада иссиқлик ўтказиш жараёни жуда кам тарқалган. Бундай жараёнлар, бир томонида буғ конденсацияланса, иккинчисида эса, суюқлик қайнаши рўй беради. Лекин, саноатда кўпчилик жараёнлар иссиқлик элткичларнинг ўзгарувчи температураларида содир бўлади.

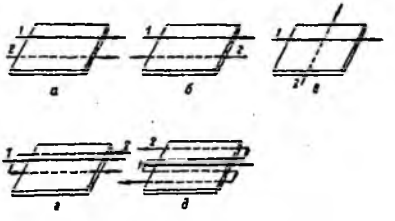
Одатда температура иссиқлик элткичларни ажратиб турувчи девор юзаси F бўйлаб ўзгаради. Лекин, вақт ўтиши билан иссиқлик элткичнинг температураси ўзгармаслиги мумкин ва у $t = f(F)$ функция билан ифодаланади. Бундай ҳол турғун иссиқлик алмашиниш жараёнини характерлайди.

Нотурғун иссиқлик алмашиниш жараёнларида 2 ҳолат бўлиши мумкин:

- девор юзасининг ҳар бир нуқтасида температура фақат вақт ўтиши билан ўзгаради, яъни $t = f(\tau)$;
- иссиқлик элткичнинг температураси вақт ўтиши ва девор юзаси бўйлаб ўзгаради, яъни $t > f(\tau,F)$.

Ўзгарувчан температурада иссиқлик ўтказиш суюқликларнинг ҳаракат йўналишига боғлиқдир.

Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда иссиқлик алмашиниш жараёнида суюқликлар ҳаракати параллел, қарама-қарши, кесишиб ўтган ва мураккаб (аралаш) йўналишли бўлиши мумкин (7.14-расм).



7.14-расм. Иссиқлик алмашиниш жараёнида суюқликларнинг ҳаракат йўналишлари:
а - параллел; б - қарама - қарши, в - кесишиб ўтган; г, д - аралаш.

Ажратиб турувчи девор бўйлаб бир - бирига нисбатан суюқликлар ҳаракатининг қуйидаги вариантлари бўлиши мумкин:

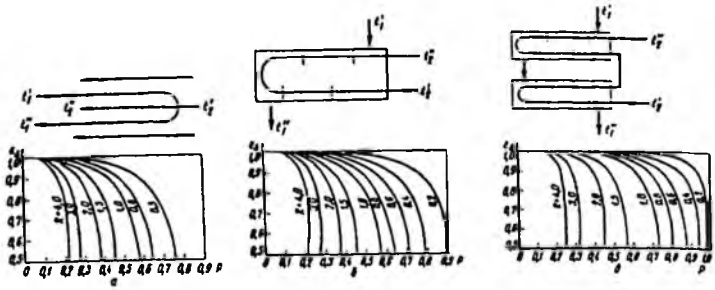
1) параллел ҳаракатда (7.14а-расм) иккала иссиқлик элткичлар ҳам бир хил йўналишда ҳаракат қилади;
2) қарама-қарши ҳаракатда (7.14б-расм) иссиқлик элткичлар бир-бирига қарши йўналишда ҳаракат қилади;
3) кесишиб ўтувчи ҳаракатда (7.14б-расм) иссиқлик элткичлар бир-бирига нисбатан перпендикуляр йўналишда ҳаракат қилади;
4) мураккаб ёки аралаш ҳаракатда (7.14г, д-расм) биринчи иссиқлик элткич бир йўналишда ҳаракат қилса, иккинчиси ҳам тўғри, ҳам тескари йўналишда ҳаракат қилади.

Ўзгарувчан температурали жараёнларда иссиқлик элткичларнинг ўзаро ҳаракат йўналишига қараб, иссиқлик алмашиниш жараёнининг ҳаракатга келтирувчи кучи ўзгаради. Шунинг учун, иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидаги ўртача ҳаракатга келтирувчи куч суюқликларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракат йўналишига ва жараённи ташкил этишга боғлиқ бўлади.

7.15-расмда параллел ва қарама - карши йўналишли ҳаракатлар пайтида иссиқлик элткичлар температураларининг ўзгариши тасвирланган. Иссиқлик элткичлардан бири G_1 совутилганда температураларининг ўзгариши тасвирланган. Иссиқлик элткичлардан бири G_1 совутилганда температураси t_1' дан t_1'' гача пасаймоқда, иккинчиси эса G_2, иситилганда t_2' дан t_2'' гача

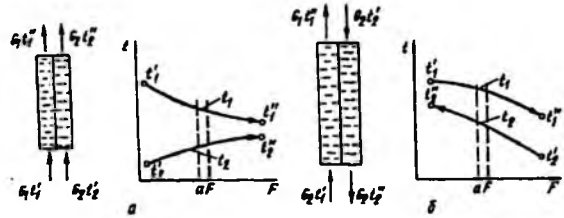
кўтарилмоқда.

7.15-расмда кобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида тез-тез учраб турадиган аралаш йўналишли суюқликлар ҳаракат схемалари келтирилган.



6.15-расм. Аралаш йўналишли кобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасида иссиқлик элткичларнинг ҳаракат схемаси ва $\varepsilon_{\Delta t}$ коэффициенти:

а - трубалараро бўшлиғи бир ва трубалар бўшлиғи эса икки, тўрт, олти ва ундан ортиқ йўлли; б - кўндаланг тўсиқли трубалараро бўшлиғи бир ва трубалар бўшлиғи икки, тўрт, олти ва ортиқ йўлли; в - кўндаланг тўсиқли трубалараро бўшлиғи икки ва трубалар бўшлиғи тўрт йўлли.



7.16-расм. Иссиқлик элткичлар температураларининг ўзгариши:

а - параллел йўналиш; б - қарама - қарши йўналиш.

7.16-расмдан кўриниб турибдики, иссиқлик алмашиниш жараёнида икки иссиқлик элткичлар орасидаги ҳаракатга келтирувчи куч миқдори девор юзаси бўйлаб ўзгармоқда. Масалан, иссиқлик элткичларнинг қурилмага киришда, параллел йўналишда (7.15а-расм) локал ҳаракатга келтирувчи куч максимал қийматга эга: $\Delta t_{max} = t_1' - t_2'$, қурилмадан чиқишда эса, минимал $\Delta t_{min} = t_1'' - t_2''$. Қарама-қарши йўналишли ҳаракатда ҳам худди шундай натижага эга бўламиз. Шунинг учун иссиқлик алмашиниш жараёнларини ҳисоблашда ўртача ҳаракатга келтирувчи кучдан фойдаланилади.

Иссиқлик алмашиниши юзасининг чексиз кичик элементида вақт бирлигида иссиқ элткичдан совуқ элткичга узатилаётган иссиқлик миқдори (7.15а-расм) ушбу тенгламадан аниқланади: $dQ = K(t_1 - t_2)dF$. Иссиқлик алмашиниш оқибатида иссиқ элткичнинг температураси $dt_1 = -dQ/(G_1 c_1)$ га пасаяди, совуқ элткичнинг температураси эса $dt_2 = -dQ/(G_2 c_2)$ га кўтарилади, бу ерда G_1 ва G_2 иссиқ ва совуқ элткичларнинг массавий сарфи; c_1 ва c_2 - иссиқ ва совуқ элткичларнинг солиштирма иссиқлик сиғимлари. Иссиқлик элткичлар температурасининг ўзгаришини топиш учун биринчи тенгламадан иккинчисини айириш керак:

$$d(t_1 - t_2) = -dQ\left(\frac{1}{G_1 \cdot c_1} - \frac{1}{G_2 \cdot c_2}\right) \qquad (7.103)$$

Агар, иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасининг dQ қийматини (7.103)га қўйсак ушбу ифодага эга бўламиз:

$$\frac{d(t_1-t_2)}{t_1-t_2}=-K\left(\frac{1}{G_1c_1}+\frac{1}{G_2c_2}\right)dF \qquad (7.103а)$$

F юзали иссиқлик алмашиниш қурилмасида вақт бирлигида иссиқлик элткичдан совутига ўтган иссиқлик миқдори Q, иссиқлик баланси тенгламасидан топилади:

$$Q=G_2c_2(t_1'-t_1'')=G_2c_2(t_2''-t_2') \qquad (7.104)$$

(7.104) тенгламадаги G_1c_1 ва G_2c_2 ларнинг қийматларини (7.103а) га қўйсак, ушбу кўринишни оламиз:

$$\frac{d(t_1-t_2)}{t_1-t_2}=-\frac{K}{Q}[(t_1'-t_1'')+(t_2''-t_2')]\cdot dF \qquad (7.105)$$

(7.105) тенгламани ўзгармас K да интегралласак:

$$Q=KF\frac{(t_1'-t_2')-(t_1''-t_2'')}{\ln\frac{t_1'-t_2'}{t_1''-t_2''}} \qquad (7.106)$$

ёки:

$$Q=KF\frac{\Delta t_{max}-\Delta t_{min}}{\ln\frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} \qquad (7.107)$$

(7.106), (7.107) ва иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламаларини солиштириш натижасида иссиқлик ўтиш жараёнининг ўртача харакатга келтирувчи кучини топиш мумкин:

$$\Delta t_{yp}=\frac{\Delta t_{max}-\Delta t_{min}}{\ln\frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} \qquad (7.108)$$

Ушбу ифода иссиқлик элткичларнинг қарама-қарши йўналишли харакати учун ҳам тааллуқлидир.

Агар $\Delta t_{max}/\Delta t_{min}\leq 2$ ва иссиқлик элткичларнинг тезлиги кичик бўлганда, температураларнинг фарқи ўртача арифметик қилиб ҳисобланади:

$$\Delta t_{yp}=\frac{(\Delta t_{max}+\Delta t_{min})}{2} \qquad (7.109)$$

Бу формулада ҳисоблаганда, хатолик 5% дан ошмайди.

Иссиқлик элткичларнинг кесишиб ўтган ва аралаш йўналишли харакатида ўртача харакатлантирувчи куч ушбу формуладан аниқланади:

$$\Delta t_{yp}=\varepsilon_{\Delta t}\frac{\Delta t_{max}-\Delta t_{min}}{\ln\frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} \qquad (7.110)$$

бу ерда $\varepsilon_{\Delta t}$ - ўлчамсиз коэффициент бўлиб, 7.16-расмдаги графиклардан топиш мумкин.

Графиклардаги P ва R катталиклар Боуман формуласидан топилади:

$$P=\frac{t_2''-t_2'}{t_1'-t_2'};\qquad R=\frac{t_1'-t_1''}{t_2''-t_2'}\tag{7.111}$$

7-боб. Иссиқлик ўтказиш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Иссиқлик алмашиниш жараёнини таърифлаб беринг.
2. Иссиқлик элткич деганда нима тушунилади?
3. Иссиқлик алмашиниш қурилмалари деган терминга таъриф беринг.
4. Иссиқлик алмашиниш қурилмаси ҳисобида қайси параметрлар топилади?
5. Иссиқлик баланс нима?
6. Температура градиенти нима?
7. Фурье қонунининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
8. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти нимага боғлиқ ва ўлчов бирлиги?
9. Қайси агрегат ҳолатида жисмлар юқори иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига эга?
10. Температура ўтказувчанлик коэффициентини ҳисоблаш формуласини ёзинг ва ўлчов бирлигини топинг?
11. Фурьенинг иссиқлик ўтказувчанлик дифференциал тенгламасини ёзинг.
12. Текис девор иссиқлик ўтказувчанлик формуласини келтириб чиқаринг.
13. Цилиндрик девор иссиқлик ўтказувчанлик формуласини келтириб чиқаринг.
14. Шарсимон девор иссиқлик ўтказувчанлик формуласини ёзинг.
15. Мураккаб шаклли девор учун иссиқлик ўтказувчанлик формуласини ёзинг.
16. Пахта чигити учун иссиқлик ўтказувчанлик формуласини ёзинг.
17. Иссиқлик нурланиш таърифини беринг.
18. Электромагнит тўлқинлар турлари ва хоссалари.
19. Абсолют оқ жисм нима ва унинг формуласини ёзинг?
20. Абсолют қора жисм нима ва унинг формуласини ёзинг?
21. Абсолют шаффоф жисм нима ва унинг формуласини ёзинг?
22. Кулранг жисм нима ва унинг формуласини ёзинг?
23. Стефан-Больцман қонунининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
24. Кирхгоф қонунининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
25. Ламберт қонунининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
26. Конвектив иссиқлик алмашиниш жараёнининг механизмини тушунтириб беринг.
27. Ньютон қонунининг физик моҳияти ва формуласини ёзинг.
28. Иссиқлик бериш коэффициентини аниқланг ва ўлчов бирлигини келтириб чиқаринг.
29. Нуссельт критерийси қайси кучлар нисбатини ифодалайди ва формуласини ёзинг?
30. Прандтл критерийси қайси кучлар нисбатини ифодалайди ва формуласини ёзинг?
31. Пекле критерийси қайси кучлар нисбатини ифодалайди ва формуласини ёзинг?
33. Фурье критерийси қайси кучлар нисбатини ифодалайди ва формуласини ёзинг?
35. Грасгоф критерийси қайси кучлар нисбатини ифодалайди ва формуласини ёзинг?
36. Галилей критерийси қайси кучлар нисбатини ифодалайди ва формуласини ёзинг?
37. Эркин конвекция жараёнида иссиқлик бериш қайси формуладан топилади?
38. Мажбурий конвекция жараёнида иссиқлик бериш қайси формуладан топилади?
39. Ламинар режимда иссиқлик бериш қайси формуладан топилади?
40. Турбулент режимда иссиқлик бериш қайси формуладан топилади?
41. Ўтиш режимида иссиқлик бериш қайси формуладан топилади?
42. Элткич агрегат ҳолати ўзгарганда иссиқлик бериш қайси формуладан топилади?
43. Иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасини ёзинг.
44. Текис деворнинг иссиқлик ўтказиши қайси формуладан топилади?
45. Цилиндрик деворнинг иссиқлик ўтказиши қайси формуладан топилади?
46. Иссиқлик элткичларнинг қандай ҳаракат йўналишлари мавжуд?
47. Ўртача температуралар фарқи қандай топилади?

7.7. Иситиш, буғлатиш, совитиш ва конденсациялаш

Кимё ва нефт-газ саноатларида иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ўтказиладиган суюқлик ва газларни иситиш, буғланиш, совитиш ва буғларни конденсациялаш жараёнлари жуда кенг тарқалган.

Бирор муҳитдан бошқасига иссиқлик ўтказиш учун мўлжалланган мослама **иссиқлик алмашиниш қурилмаси** деб номланади. Иссиқлик узатиш жараёнида қатнашаётган муҳитлар **иссиқлик элткичлар** деб аталади. Юқори температурали ва иссиқлик берувчи муҳит **иссиқлик элткич** дейилади. Паст температурали ва иссиқлик олувчи муҳит **совуқлик элткич** дейилади.

Турли саноатларда тўғридан тўғри иссиқлик манбаи бўлиб ёқилғиларни ёнишидан ҳосил бўлган газлар ва электр энергияси ҳам ишлатилади. Бу турдаги бевосита иссиқлик манбаларидан иссиқлик олиб, ўзининг иссиқлигини қурилма девори орқали иситилаётган суюқлик ёки газга берувчи моддалар **оралиқ иссиқлик элткичлар** деб юритилади. Бундай иссиқлик элткичларга сув буғи, иссиқ сув ва юқори температурали иссиқлик элткичлар (ўта қиздирилган сув, минерал мой, органик суюқлик ва уларнинг буғлари, туз эритмалари, суюқ материаллар ва бошқалар) киради.

Оддий температура (10...30°С) ларгача совитиш учун сув ва ҳаво кенг миқёсда ва самарали қўлланилади.

Иссиқлик элткичларни танлашда уларнинг қуйидаги хоссаларига эътибор бериш зарур:

- муҳитни совитиш ёки совитиш даражаси ва уни бошқариш;
- минимал массавий ва ҳажмий сарфларда катта иссиқлик алмашинуви тезлигига эришиш;
- қовушоқлиги кичик, зичлиги, иссиқлик сиғими ва буғ ҳосил қилиш иссиқлиги катта бўлиши керак;
- енмайдиган, захарлимас, иссиққа чидамли бўлиши зарур;
- иссиқлик алмашинуви қурилмаси материалини емирмаслиги ва бузмаслиги керак;
- арзон ва камёб бўлмаслиги зарур.

Кўп ҳолатларда иссиқлик элткичлар сифатида саноат ярим маҳсулот. маҳсулот ва чиқиндиларнинг иссиқлигидан фойдаланиш иқтисодий томондан мақсадга мувофиқдир.

7.7.1. Буғ билан иситиш

Маълумки, саноат миқёсида иссиқлик элткич сифатида тўйинган сув буғи кенг кўламда ишлатилади, чунки у бир қатор афзалликларга эга. Масалан, буғ конденсацияланганда жуда катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Агар, буғнинг босими $9{,}8 \cdot 10^4$ Н/м^2 бўлса. $2{,}26 \cdot 10^6$ Ж/кг миқдорда иссиқлик бериши мумкин. Конденсацияланиётган буғнинг иссиқлик бериш коэффициенти юқори бўлгани учун, буғ томонидаги термик қаршилик кичик бўлади. Бу эса, буғ ёрдамида иситиш учун кам юза талаб этади.

Тўйинган буғнинг энг асосий афзалликларидан бири шундаки, маълум бир босимда, бир хил температурада конденсацияланади. Бу ҳол тегишли иситиш температурасини юқори аниқликда ушлаб туриш имконини беради.

Зарур пайтда буғ босимини ўзгартириш усули билан иситиш температурасини бошқариб туриш мумкин. Буғ конденсати иссиқлигидан фойдаланиш натижасида буғли иситкичлар ф.и.к. жуда юқори бўлади. Яна бир афзаллиги шундаки, буғ ёнмайди ва ундан фойдаланиш қулай.

Сув буғининг асосий камчилиги, бу унинг температура ортиши билан босимининг пропорционал равишда ўсишидир. Шунинг учун, сув буғи ердамида 180...200°С гача иситиш мумкин. Ушбу температураларда буғнинг босими 1,0...1,2 МПа га тўғри келади. Жуда юқори босимли иссиқлик элткичлар ишлатилганда, қалин деворли ва қиммат қурилмалардан фойдаланиш эҳтиёжи туғилади.

7.7.2. Иссиқ сув билан иситиш

Ушбу усул кимё ва нефт маҳсулотларини 100°С гача иситиш учун қўлланилади. 100°С дан юқори температураларгача иситиш учун ортиқча босим остидаги ўта қиздирилган сув ишлатилади.

Сувнинг афзалликлари жуда кўп: ер қуррасида кенг тарқалган ва арзон; коррозион фаол эмас. Одатда бирор маҳсулотни иситиш иссиқлик қурилмасининг девори орқали амалга

оширилади. Айрим ҳолларда иситиш учун сув буғи конденсатининг иссиқлигидан ҳам фойдаланиш мумкин.

Сув ёки бошқа органик суюқликлар билан иситиш учун кўпинча циркуляцион усул ишлатилади.

Циркуляцион ҳаракат эркин ёки мажбурий бўлиши мумкин. Лекин, саноатда насос ёрдамида амалга ошириладиган мажбурий циркуляцион жараёнлар кенг тарқалган.

7.7.3. Юқори температурали органик суюқлик ва уларнинг буғлари билан иситиш

Ушбу гуруҳ иссиқлик элткичларига қуйидаги органик моддалар киради: глицерин, этиленгликоль, нафталин, дифенил эфири, дифенилметан, дитолилметан, дифенил ва полифенолларни хлорлаш маҳсулотлари, минерал мойлар, тетрахлордифенил, кремний органик бирикмалар ва ҳоказолар.

Саноатда энг кенг тарқалган юқори температурали органик суюқликлардан бири дифенил аралашма (26,5 - дифенил ва 73,5% - дифенил эфири) сидир. Ушбу иссиқлик элткич циркуляцион усулда иситиш учун ишлатилади ва эркин циркуляция шароитида иссиқлик бериш коэффициенти 200...350 Вт/(м^2·К).

Дифенил аралашмасининг асосий афзалликларидан бири шундаки, юқори босим ишлатмасдан туриб юқори температуралар олиш мумкинлигидир. Масалан, 300°С температурада сув буғининг босими 87,6 ат бўлса, дифенил аралашмасида эса - атиги 2,4 ат.

Ушбу гуруҳдаги органик суюқликлар ёрдамида 250...400°С температурагача иситиш мумкин.

Сув ёки бошқа иссиқлик элткичнинг иситиш учун кетган сарфи иссиқлик балансидан аниқланади:

$$G_c c_c t_{cб} + G_м c_м t_{мб} = G_c c_c t_{кох} + Q_{йўқ} \qquad (7.112)$$

бу ерда G_c ва $G_м$ - сув ва маҳсулотнинг массавий сарфлари, кг/соат; c_c ва $c_м$ - сув ва маҳсулотнинг иссиқлик сиғимлари. кЖ/(кг·К); $t_{cб}$ ва $t_{мб}$ - сув ва маҳсулотнинг бошланғич температуралари, °С; $t_{cох}$ ва $t_{мох}$ - сув ва маҳсулотнинг чиқишдаги температуралари, °С; $Q_{йўқ}$ – атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши, кЖ/соат.

(7.112) дан сувнинг сарфини топиш мумкин:

$$G_c = \frac{G_м c_м (t_{мох} - t_{мб}) + Q_{йўқ}}{c_c (t_{cб} - t_{cох})} \qquad (7.113)$$

7.7.4. Тўйинган сув буғи билан иситиш

Ушбу усулда иситиш амалиётда кенг миқёсда қўлланилади. Бунга унинг қуйидаги афзалликлари сабабчидир: конденсацияланиш жараёнида жуда катта миқдорда иссиқлик ажраб чиқади (2024...2264 кЖ/кг); конденсацияланаётган буғдан деворга иссиқлик бериш коэффициенти жуда юқори; иситиш бир текисда содир бўлади.

Ўткир буғ билан иситишда сув буғи бевосита иситилаётган суюқликка юборилади. Натижада буғ конденсацияланади ва иссиқлигини суюқликка беради. Жараёнда ҳосил бўлган конденсат суюқлик билан аралашиб кетади. Иситиш ва аралаштириш жараёнларини бирданига амалга ошириш учун буғ барботер ёрдамида суюқлик қатламига юборилади.

Ўткир буғ сарфи иссиқлик балансидан топилади:

$$Gct_б + Di'' = Gct_{ох} + Dct_{ох} + Q_{йўқ} \qquad (7.114)$$

Ўткир буғ сарфи:

$$D = \frac{Gc \cdot (t_{ох} - t_б)}{i'' - ct_{ох}} \qquad (7.115)$$

Иситилаётган муҳитни сув билан аралашиши мумкин бўлган ҳоллардагина ўткир буғ билан иситиш жараёни қўлланилади.

Ушбу усул кўпинча сув ва сувли эритмаларни иситиш учун ишлатилади.

Кучсиз буғ билан иситишда иссиқлик буғдан суюқликка ажратиб турувчи девор орқали узатилади. Қурилма ичида буғ конденсацияланганлан сўнг, унинг буғ бўшлиғидан конденсат

температураси осон ва аниқ ростланади. Лекин, бу турдаги иситкичлар мураккаб ва уларнинг фойдали иш коэффициенти жуда паст бўлади. Ушбу усулда ишлайдиган иситкичларда $1 \cdot 10^6 \ldots 1 \cdot 10^8$ Гц частотали токлар қўлланилади.

Электр токи ёрдамида иситиш жараёнида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори иссиқлик балансидан топилади:

$$Q_э + Gct_б = Gct_{ох} + Q_{йўқ} \tag{7.118}$$

бу ерда $Q_э$ – электр токи ўтганда электр иситиш мосламасидан ажралиб чиққан иссиқлик миқдори, кЖ/соат; G – иситилаётган қурилмада қайта ишланаётган махсулот миқдори, кг/соат; c - материал солиштирма иссиқлиги. Ж/(кг·К); $t_б$, $t_{ох}$ – материалнинг бошланғич ва охирги температуралари, ^{0}С; $Q_{йўқ}$ – атроф мухитга йўқотилаётган иссиқлик миқдори, кЖ/соат.

(7.118) тенгламадан

$$Q_э = Gc \cdot (t_{ох} - t_б) + Q_{йўқ} \tag{7.119}$$

Иситувчи элементлар қуввати эса ушбу ифодадан аниқланади:

$$N = \frac{Q}{3600} \tag{7.120}$$

7.8. Конденсациялаш

Буғ ёки газларни, сув ёки ҳаво ёрдамида совитиб, суюқ агрегат ҳолатига ўтказиш жараёнига **конденсациялаш** дейилади. Конденсациялаш жараёни конденсаторларда амалга оширилади. Ушбу жараён кимё ва озиқ - овқат саноатларида турли моддаларни суюлтириш учун қўлланилади. Буғнинг конденсацияланишида ҳосил бўлган конденсатнинг ҳажми буғ ҳажмига нисбатан тахминан 1000 марта кичик. Бу ҳодиса конденсаторларда вакуум ҳосил бўлишига олиб келади.

Совитиш усулига қараб конденсацияланиш жараёни 2 турга бўлинади: сиртий ва иссиқлик элткичларни аралаштириш йўли билан конденсациялаш.

Конденсациялаш жараёнида ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори ушбу формуладан аниқланади:

$$Q = D\,r \tag{7.121}$$

бу ерда D - конденсацияланаётган буғ массаси, кг; r - конденсацияланиш иссиқлиги, кЖ/кг.

Масалан. 1 кг сув буғининг атмосфера босимида конденсацияланишида 2264 кЖ миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади.

Сиртий конденсация иссиқлик алмашиниш қурилмаларида амалга оширилади. Бундай қурилмалар **сиртий конденсатор** деб номланади.

Ўта қиздирилган буғни сув билан конденсациялаш жараёнининг иссиқлик баланси:

$$Di + Wc_c t_{сб} = Dc_{кон} t_{кон} + Wc_c t_{сох} + Q_{йўқ} \tag{7.122}$$

бу ерда D - конденсаторга кираётган буғнинг массавий сарфи, кг/соат; i – буғ энтальпияси, кЖ/кг; $c_г$ ва $c_{кон}$ - сув ва конденсатнинг солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/(кг·К); $t_{сб}$, $t_{сох}$ - сувнинг бошланғич ва охирги температураси,°С; $Q_{йўқ}$ - атроф мухитга йўқотилаётган иссиқлик миқдори, кЖ/соат.

(7.122) дан совутувчи сувнинг массавий сарфини аниқлаймиз (кг/соат):

$$W = \frac{D \cdot (i - c_{кон} t_{кон}) - Q_{йўқ}}{c_c (t_{сох} - t_{сб})} \tag{7.123}$$

Ўта қиздирилган буғнинг солиштирма энтальпияси (кЖ/кг) ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$I = c_{бүг} (t_{бүг} - t_{тўй}) + r + c_{кон} \cdot t_{тўй} \tag{7.124}$$

бу ерда $C_{бүг}$ - ўта қиздирилган буғ солиштирма иссиқлик сиғими, кЖ/(кг·К); $t_{бүг}$ - ўта қиздирилган буғ температураси,°С; $t_{тўй}$ – буғнинг тўйиниш температураси,°С; r – буғнинг конденсацияланиш иссиқлилиги, кЖ/кг.

Конденсаторнинг иссиқлик ўтказиш юзаси 3 та зона учун алоҳида ҳисобланади:
- ўта қиздирилган буғни совитиш зонасининг юзаси F_1;
- конденсациялаш зонасининг юзаси F_2;

- конденсатни совитиш зонаси F_3.

Конденсаторнинг умумий иссиқлик алмашиниш юзаси $F_{ум} = F_1+F_2+F_3$. Ҳар бир зонанинг юзаси иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан ҳисоблаб топилади.

Иссиқлик элткичларни аралаштириш йўли билан конденсациялаш ҳўл ва қуруқ конденсаторларда олиб боради.

Ҳўл конденсаторларда сув, конденсат ва конденсацияланмаган газлар (масалан, ҳаво) қурилманинг пастки қисмидан махсус, нам - ҳаволи насос ёрдамида чиқарилади.

Қуруқ конденсаторларда совутувчи сув ва конденсат қурилманинг пастки қисмидан, ҳаво эса – юқори қисмидан вакуум - насос ёрдамида сўриб олинади.

Конденсаторлар иссиқлик элткичларнинг ҳаракатига қараб параллел ва қарама - қарши йўналишли бўлади.

7.9. Атроф муҳит температурасигача совитиш

Материалдан иссиқлик олиш йўли билан температурасини пасайтириш жараёни **совитиш** деб номланади.

Саноат миқёсида газ, буг ва суюқликлар температурасини 15...20 °С гача совитиш учун ҳаво ва сув қўлланилади. Маҳсулотларни паст температураларгача совитиш учун паст температурали совуқлик элткичлар - фреонлар, аммиак, углерод диоксиди, совутувчи эритмалар ва хоказолар - ишлатилади.

Сув билан совитиш иссиқлик алмашиниш қурилмасида амалга оширилади. Бу қурилмаларда иссиқлик элткичлар ажратувчи девор орқали ёки бевосита аралаштириш натижасида иссиқлик алмашади. Масалан, сувни газларга тўғридан – тўғри пуркаш йўли билан совутилади.

Одатда совитиш учун 15...25°С температурали оддий сув ёки 8...12°С артезиан суви ишлатилади. Сувни тежаш мақсадида ишлатиб бўлинган сувнинг температураси градирняларда совутилади ва қайтадан иссиқлик алмашиниш жараёнида қўллаш учун қайтарилади.

Совитиш учун зарур сувнинг массавий сарфи иссиқлик балансидан аниқланади:

$$Gct_б + Wc_c t_{сс} = Gct_{ак} + Wc_c t_{ак} + Q_{атр} \qquad (7.124)$$

бундан:

$$W = \frac{Gc \cdot (t_б - t_{ак}) - Q_{атр}}{c_c (t_{ак} - t_{сс})} \qquad (7.125)$$

бу ерда G – совутилаётган иссиқлик элткичнинг массавий сарфи, кг/соат; c, c_c - иссиқлик элткич ва сувнинг солиштирма иссиқлик сиғими, кЖ/(кг·К); $t_б$, $t_{ак}$ – иссиқлик элткичнинг бошланғич ва охирги температураси, °С; $Q_{атр}$ - атроф муҳитга йўқотилаётган иссиқлик миқдори, кЖ/соат.

Муз билан совитиш бир қатор маҳсулотлар температурасини нольгача совитиш учун қўлланилади. Маълумки, муз маҳсулотга иссиқлигини бериш натижасида 0°С гача исийди ва эриб бошлайди. Шу пайтда совутилаётган маҳсулотдан иссиқлик ажратиб олинади. Совитиш жараёни давомийлиги тажриба ўтказиш йўли билан аниқланади.

Муз ёрдамида бевосита совитиш жараёнида маҳсулот олиб кирилаётган совуқлик миқдори ушбу тенгламадан топилади:

$$Q = L(-r) \qquad (7.126)$$

бу ерда L - муз массаси, кг; r - музнинг эриш иссиқлиги, кЖ/кг.

Совутувчи суюқлик билан олиб кирилаётган иссиқлик миқдори қуйидаги тенгламадан аниқлаш мумкин:

$$Q_{ж} = Gct_б \qquad (7.127)$$

бу ерда G - совутилаётган суюқлик массаси, кг; c – суюқлик солиштирма иссиқлик сиғими, кЖ/(кг·К); $t_б$ - суюқликнинг бошланғич температураси, °С.

Музнинг эриш температурасида ҳосил бўлган сув ва совутилаётган суюқликнинг охирги температураси $t_{ак}$ деб қабул қиламиз. Унда, иссиқлик баланси ушбу кўринишга эга бўлади:

$$Gct_б - Lr = Gct_{ак} + Lc_c t_{ак} \qquad (7.128)$$

бу ерда c_c - сувнинг солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/кг·К.

(7.128) дан музнинг сарфини аниқлаймиз:

$$L = \frac{Gc \cdot (t_б - t_{ск})}{c_c t_{ск} - r} \qquad (7.129)$$

Ҳаво билан совитиш табиий ва сунъий усулларда амалга оширилади. Иссиқ маҳсулотларни табиий усулда совитиш жараёни атроф муҳитга иссиқлик тарқатилиши ҳисобига содир бўлади. Бу усулда совитиш қиш фаслида самарали ўтади.

Сувларни ҳаво ёрдамида градирняларда совитиш сунъий совитиш усулида амалга оширилади. Градирняда совитилаётган сув юқоридан пастга қараб пуркалса, совутувчи ҳаво эса пастдан юқори йўналган бўлади. Бунда суюқлик температурасининг пасайиши фақат иссиқлик алмашиниш ҳисобига бўлмай, балки суюқлик бир қисмининг буғланиши ҳисобига ҳам совутилади.

7.10. Атроф муҳит температурасидан паст температурагача совитиш

Кимё ва озиқ - овқат маҳсулотларини атроф муҳит температурасидан паст (+4...-60°С) температураларда совитиш, музлатиш ва сақлаш учун совутгичлар ишлатилади. Совутгичларнинг асосий ишчи қисми бу совитиш машиналаридир.

Совитиш машиналарида совуқлик ишлаб чиқариш учун газни сиқиш, конденсациялаш ва буғланиш жараёнлардан таркиб топган тескари айланма термодинамик цикл қўлланилади.

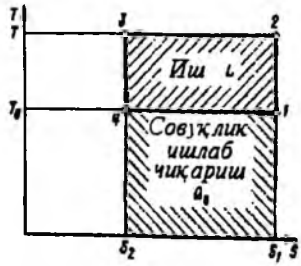
Термодинамиканинг иккинчи қонунига биноан, атроф муҳит температурасидан паст температурагача совитиш, температураси қуйи сатҳдан юқори сатҳга иссиқлик ўтказиш билан боғлиқ бўлганлиги учун, албатта энергия сарфланиши зарур. Бундай иссиқлик узатиш Карнонинг тескари цикли асосида амалга оширилади.

Карно тўғри циклининг энергетик баланси ушбу тенглама билан ифодаланади:

$$Q = L + Q_0 \qquad (7.130)$$

Карно тескари циклини кўриб чиқамиз (7.17-расм).

T_0 температурали газ ҳолатидаги ишчи жисм маълум миқдорда иш бажарганда адиабатик сиқилмоқда ва шу жараён натижасида T температурагача иситилмоқда. Ушбу жараён графикда вертикал 1-2 чизиғи билан тасвирланган. Сиқиш жараёнидан сўнг, T температурада газ изотермик конденсацияланади (2-3 чизиқ). Бу жараёнда Q миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Ундан кейин эса, ҳосил бўлган суюқлик адиабатик кенгайтирилади.



7. 71-расм. Карно тескари цикли.
L1-2-3-4– ушбу юза сарфланган ишга тенг; Q_0 – совуқлик иш унумдорлиги.

Кенгайиш жараёнида суюқлик T_0 температурагача совутилади (3-4 чизиқ) ва фойдали иш бажарилади. Сўнг эса, паст босимда ва T_0 температурада буғланади (4-1 чизиқ). Шу жараён пайтида совутилаётган объектдан Q_0 миқдорда иссиқлик олинади.

(7.130) тенгламадан газнинг фойдали ишини аниқлаймиз:

$$L = Q - Q_0 \qquad (7.131)$$

Q ва Q_0 иссиқлик миқдорларини ишчи жисмнинг конденсациягача S_1 ва ундан кейинги S_2 энтропиялари билан ифодалаш мумкин:

$$Q = T \cdot (S_1 - S_2);$$
$$Q_0 = T_0 \cdot (S_1 - S_2) \tag{7.132}$$

Агар, Q ва Q_0 қийматларини (7.131) тенгламага қўйсак, ушбу ифодани оламиз:

$$L = (T - T_0) \cdot (S_1 - S_2) \tag{7.133}$$

Совитиш коэффициенти ушбу кўринишга эга:

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{Q_0}{Q - Q_0} = \frac{T_0}{T - T_0} \tag{7.134}$$

Шундай қилиб, совитиш коэффициенти ε сарфланган иш бирлиги L ҳисобига қуйи T_0 температурадан юқори T температура сатҳигача қанча иссиқлик миқдори Q_0 ни узатиш мумкинлигини ифодалайди. Иссиқлик миқдори Q_0 **совуқлик иш унумдорлиги** деб номланади.

7.11. Иссиқлик алмашиниш қурилмалари

Маълумки, саноатнинг турли соҳаларида хилма-хил хом - ашё ва маҳсулотларни қайта ишлашда иссиқлик алмашиниш жараёнлари ва уларни амалга оширувчи қурилмалар жуда кенг миқёсда қўлланилади. Жараёнларни ўтказиш шартлари ва қурилмаларни қўллаш соҳасига қараб, иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг тузилиши турлича бўлади.

Ишлаш принципи қараб иссиқлик алмашиниш қурилмалари сиртий (рекуператив), регенератив ва аралаштирувчи (градирня, скруббер, аралаштирувчи конденсатор ва х.) қурилмаларга бўлинади.

Сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмаларида иссиқлик элткичлар девор билан ажратилган бўлиб, уларда бир муҳитдан иккинчисига иссиқлик ушбу девор орқали узатилади. Конструкциясига кўра сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмалари қобиқ - трубали, змеевикли, пластинали, спиралсимон, қиррали, ғилофли, блок-графитли ва махсус иссиқлик алмашиниш қурилмаларига бўлинади.

Регенератив иссиқлик алмашиниш қурилмаларида бир иссиқлик алмашиниш юзаси галма-гал иссиқ ва совуқ элткичлар билан ювилиб туради. Агар, иссиқлик алмашиниш юзаси иссиқ элткич билан ювилиб турса, муҳитнинг иссиқлиги ҳисобига исийди, совуқ элткич билан ювилганда эса - ўз иссиқлигини беради. Шундай қилиб, иссиқлик алмашиниш юзаси иссиқлик элткичнинг иссиқлигини йиғиб олади, сўнг эса совуқ элткичга беради.

Аралаштирувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаларида иккала элткич бевосита ўзаро аралашуви пайтида иссиқлик алмашади.

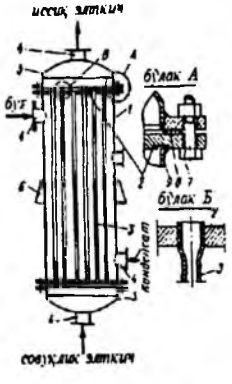
Иссиқлик алмашиниш турига кўра қурилмалар иситкич, буғлаткич, совуткич ва конденсаторларга ажратилади.

7.11.1. Сиртий иссиқлик алмашиниш қурилмалари

Конструкциясига қараб ушбу турдаги қурилмалар қобиқ - трубали, «труба ичида труба», змеевикли, спиралсимон, ювилиб турувчи, пластинали, қиррали, ғилофли, блок-графитли, шнекли ва ҳоказо бўлиши мумкин.

Қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалари халқ хўжалигининг турли соҳаларида энг кенг тарқалган ва кўп ишлатиладиган туридир.

7.18-расмда трубаларнинг қўзғалмас тешик панжарали, бир йўлли, вертикал қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси тасвирланган. Ушбу қурилма цилиндр қобиқ 1 ва унинг икки чеккасига иситувчи трубалар 3 маҳкамланган тешикли панжара 2 лардан таркиб топган. Трубалар ўрами иссиқлик алмашиниш қурилмасининг бутун ҳажмини иккига бўлади: 1) труба бўшлиғи; 2) трубалараро бўшлиқ. Тешикли панжара 2 лар цилиндрик қобиқ 1 га пайвандлаш усулида маҳкамланади. Қурилма қобиғига болтли бирикма ёрдамида 2 та қопқоқ маҳкамланади. Иссиқлик элткичлар кириши ва чиқиши учун цилиндрик қобиқ 1 ва қопқоқ 5 ларда патрубкалар ўрнатилган. Иссиқлик элткичлардан бири, масалан суюқлик, трубалар бўшлиғига йўналтирилса, у трубалар орқали ўтиб қопқоқнинг патрубкасидан чиқиб кетади. Бошқа иссиқлик элткич оқими эса, масалан буғ, трубалараро бўшлиққа йўналтирилади, иситувчи трубалар ташқи юзасига ўз иссиқлигини беради ва суюқ агрегат ҳолати (конденсат) га айланиб қобиқнинг пастки патрубкасидан чиқазиб юборилади. Муҳитлар орасидаги иссиқлик алмашиниш жараёни трубалар девори орқали амалга оширилади.



7.18-расм. Вертикал, бир йўлли қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

1 - қобиқ; 2 - тешикли панжара; 3 - иситувчи трубалар; 4 - патрубок; 5 - қопқоқ; 6 - таянч; 7 - болт; 8 - кистирма; 9 - обечайка.

Иситувчи трубалар тешикли панжарага пайвандлаш ёки развальцовка қилиб маҳкамланади (7.18-расм). Кўпинча, иситувчи трубалар пўлат, легирланган пўлат, мис, латун, титан ёки бошқа материаллардан тайёрланиши мумкин.

Иситувчи трубалар 3 ни тешикли панжаралар 2 да маҳкамлашнинг энг кенг тарқалган усули бу оддий развальцовкадир (7.19-расм). Вальцовка номли асбобда радиал йўналишда ҳосил қилинадиган куч таъсирида труба деформацияга (диаметри ортади, яъни кенгаяди) учраб, тешикли панжарага зичланади ва маҳкамланади. Труба ўрамининг тўр пардага мустаҳкам жойлаштиришга эришиш учун тешикли панжарада эни 2...3,5 мм ва чуқурлиги 0,4...1,0 мм ли иккита ҳалқасимон арикча қилинади. Ундан ташқари, трубаларни тешикли панжараларга пайвандлаш, кавшарлаш, сальник ёрдамида ҳам маҳкамлаш мумкин. Сальник ёрдамида зичлаш мураккаб ва қиммат. Бу усулда маҳкамлаш муҳитлар температура фарқи катта бўлганда, трубаларнинг бўйлама силжишига имкон беради, аммо бунда бирикма зичланиши бузулмайди.

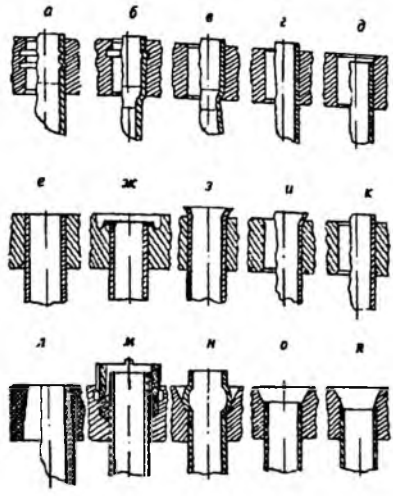
Трубанинг кириш қисмини конуссимон развальцовка қилиш, маҳаллий қаршилик коэффициентини сезиларли даражада пасайтиради. Бу эса, ўз навбатида кириш қисмининг емирилиш олдини олади.

Агар, трубалар тебраниш, циклик кизишга, температуралар катта ўзгариши ёки уларнинг учлари иссиқлик таъсирида ўта исиб кетиш ҳоллари юз берадиган бўлса, унда трубаларнинг учи албатта тешикли панжарага пайвандланиши зарур. Пайвандлаш чоки чўктирилган, валик ва арикчада валик ҳолади, ҳамда арикча ва тишли кўринишларда бўлиши мумкин.

Одатда, қалин деворли трубаларни пайвандлаш мақсадга мувофиқдир. Агар, трубалар кучланиш остида ишлатиладиган бўлса, портлатиб пайвандлаш тавсия этилади. Ушбу усулда трубаларни маҳкамлаш учун портлатиш заряд қуввати катта, тешикли панжаранинг ташқи юзаси раззенковка қилишини ва панжара ташқарисига труба учлари кўп чиқиб туриши керак. Бу усулда труба тешикли панжарага ўта мустаҳкам ҳолатда бириктирилади. Агар, трубанинг бир учи панжарага ушбу усулда портлатиб пайвандланса, иккинчи учи эса портлатиб развальцовка қилинса, энг юкори мустаҳкамликка эришса бўлади.

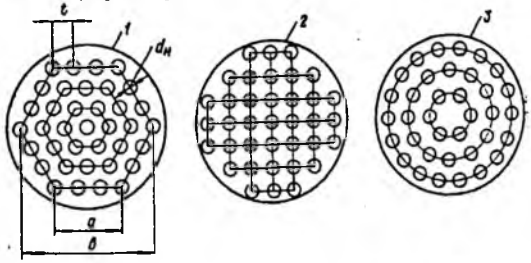
Ҳозирги кунда трубаларни тешикли панжарага маҳкамлашнинг энг замонавий, илғор технологияси - бу портлатиб вальцовка қилишдир. Бунда, портлатувчи заряд труба ичида, яъни учида жойлаштирилади. Сўнг эса, заряд капсюль ёрдамида портлатилади. Натижада, портлаш энергияси трубани радиал йўналишда деформация қилади ва тешикли панжара билан труба мустаҳкам бирикма ҳосил қилиб уланади. Бу усулдаги бирикма, развальцовка усулиникига қараганда анча мустаҳкамроқ бўлади. Портлатиб пайвандлаш усулини трубаларни таъмирлаш учун ҳам қўллаш мумкин. Трубаларни тешикли панжарага электрогидравлик маҳкамлаш ва бириктириш усули ҳам мавжуд.

Қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида труба тешикли панжарага қуйидаги



7.19-расм. Трубани тешикли панжараларга махкамлаш усуллари.
а - иккита арикчага развальцовка қилиш; б - битта арикчага развальцовка қилиш; в - пайвандлаш ва развальцовка қилиш; г,д - пайвандлаш; е, ж - арикчали ва тишли пайвандлаш; з - конуссимон развальцовка қилиш; и - развальцовка қилиш ва буклаш; к - кавшарлаш; л – елимлаш; м - сальникли зичлаш; н - портлатиб пайвандлаш; о - конуссимон разенковка қилиш; п - панжара тишки томони аста-секин силлиқ торайтириб развальцовка қилиш.

усулларда жойлаштирилиши мумкин (7.20-расм):
- тўғри олтибурчак чўққи ва қирралари ёки тенг ёнли учбурчак бўйлаб;
- концентрик айланалар бўйлаб;
- квадрат чўққи ва томонлари бўйлаб;
- шахматли кўринишда (бир ва хар хил кўндаланг қадамли).



7.20-расм. Труба тешикли панжарасида трубаларни жойлаштириш схемаси.
1 – тўғри олтибурчак томонлари ва чўққиларида;
2 – квадрат томонлари ва чўққиларида;
3 – концентрик айланалар бўйлаб.

Ушбу усулларда трубаларни иссиқлик алмашиниш қурилмасида жойлаштириш, қурилманинг ихчам бўлиш шарти билан белгиланади. Ундан ташқари, хар бир қурилмага иложи борига кўпроқ труба жойлаштиришга харакат қилинади.

Кимё машинасозлигида тўғри олтибурчак томонлари ва чўққаларида трубаларни жойлаштириш кенг тарқалган. Бу усул учун, трубалар сонини аниқлашга қуйидаги формула тавсия этилади:

$$n = 3a \cdot (a-1) + 1 \qquad (7.135)$$

бу ерда a - энг катта олтибурчак томонидаги трубалар сони; $e = 2a-1$ - энг катта олтибурчак диагоналидаги трубалар сони.

Агар, трубалар тешикли панжарага развальцовка усулида маҳкамланса, унда трубаларни жойлаштириш қадами t ни, уларнинг ташқи диаметрига d_m қараб, ушбу ораликдан танланади:

$$t = (1{,}3 \ldots 1{,}5) \cdot d_T \tag{7.136}$$

Пайвандлаб маҳкамлашда эса – $t = 1{,}25 \cdot d_T$.

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг диаметри қуйидаги тенгламадан топилади:

$$D = t \cdot (b-1) + 4d_T \tag{7.137}$$

Трубаларнинг узунлиги зарур иссиқлик алмашиниш юзаси F ва трубанинг ўртача диаметри $d_{ур}$ лардан келиб чиққан ҳолда ушбу формулада ҳисобланади:

$$l = \frac{F}{\pi \cdot n \cdot d_{ур}} \tag{7.138}$$

Қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида иссиқлик элткичларнинг йўналиши параллел ёки қарама - қарши бўлади. Иссиқ элткич қурилманинг юқори қисмидан трубалараро бўшлиққа, совуқ элткич эса, пастки қисмидан трубалар ичига юборалади. Натижада, буғ иссиқлигини беради ва совийди, яъни конденсатга айланади ва пастга қараб ҳаракатланади. Температураси ортиши билан совуқ элткичнинг зичлиги камаяди ва у юқорига қараб кўтарилади. Агар, суюқликлар сарфи кўп бўлса, уларнинг тезлиги ҳам юқори ва иссиқлик алмашиниш жараёни интенсив бўлади. Ундан ташқари, суюқликларнинг қарама – қарши йўналишида уларнинг тезликлари бир хилда тақсимланиб, қурилманинг бутун кўндаланг кесимида иссиқлик алмашиниши ўзгармас бўлади.

Трубалар бўшлиғидаги тўсиқлар. Иссиқлик алмашиниш жараёнининг тезлигини ошириш учун икки ва ундан ортиқ йўлли иситгичлар қўлланилади.

Икки ва ундан ортиқ йўлли қурилмаларда трубаларни секцияларга ажратиш учун ёки суюқликнинг ҳаракат йўли сонига қараб қурилманинг қопқоғи билан труба тешикли панжарасининг орасига тўсиқлар ўрнатилади (7-6 жадвал). Бунинг натижасида суюқлик оқими учун йўллар сон, яъни иссиқлик алмашиниш юзаси ортади.

Шунча алоҳида эътибор бериш керакки, ҳар бир секциядаги трубалар сони бир хил бўлиши зарур. Икки ва ундан ортиқ йўлли қурилмаларда бир йўналишига қараганда, суюқликларнинг тезлиги йўллар сонига қараб пропорционал равишда ўзгаради.

Лекин, шуни унутмаслик керакки, йўллар сони ортиши билан қурилманинг гидравлик қаршилиги ҳам ортади ва тузилиши мураккаблашади.

Қопқоқ бўшлиғида ўрнатиладиган тўсиқларнинг қалинлиги қопқоқ диаметрига боғлиқ. Кам легирланган ва углеродли пўлатлардан тайёрланган тўсиқларнинг қалинлиги 9...16 мм, мис ва никель қотишмалардан ясалганларники эса - 6...13 мм бўлади. Қопқоқ ва тўсиқларнинг материали ҳар доим бир хил бўлиши шарт. Одатда, тўсиқлар қопқоқларга пайвандланади ёки қопқоқ билан бир бутун, яхлит қилиб қуюлади.

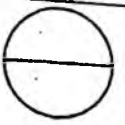
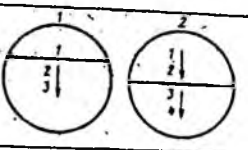
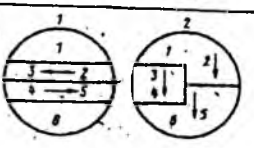
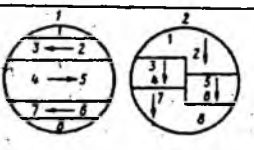
Трубалар бўшлиғидаги тўсиқлар. Маълумки иссиқлик алмашиниш қурилмаларида биринчи муҳит трубалар ичида ҳаракат қилса, иккинчиси – трубалараро бўшлиқда. Агарда, трубалар ўрами кўндаланг ҳаракатланаётган иссиқлик (ёки совуқлик) элткич оқими билан ювилиб турилса, иссиқлик бериш бўйлама ҳаракатланаетганга қараганда, анча интенсив бўлади [52,53,58,61-66].

Трубалар ўрамининг эгилиши ва тебранишини, ҳамда трубалараро бўшлиқдаги трубаларнинг кўндаланг оқим билан ювилиб туришини ташкил этиш мақсадида ва қобиқ ичида суюқликҳаракатининг тезликлари юқори бўлиши учун кўндаланг тўсиқлар ўрнатилади.

Кимё машинасозлигида энг кўп қўлланиладиган бир томонли 1 ва 2 сегмент тўсиқлар (7.21а-расм), диск-халқа типидаги 3 ва 4 тўсиқлар (7.21б-расм) ва икки томонли 5 ва 6 сегмент тўсиқлар (7.21в-расм). Ундан ташқари, труба ўрамини ёпувчи, уч томонлама жойлаштириладиган ва бошқа турдаги сегмент тўсиқлар ишлатилади.

Қопқоқлар бўшлигидан тўсиқларни жойлаштириш схемаси

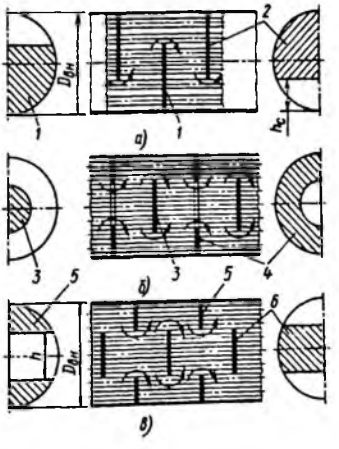
7-6 жадвал

Тўсиқлар	Схема	Йўллар сони
Биринчи қопқоқда битта, иккинчисида эса бўлмайди		2
Ҳар бир қопқоқда биттадан бўлади		4
Биринчи қопқоқда 3 та, иккинчисида эса 4 та бўлади.		6
Биринчи қопқоқда 4 та, иккинчисида эса 5 та бўлади.		8

а) сегментли

б) диск-халқали

в) икки томонлама сегментли



7.21-расм. Қобиқ трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида қўлланиладиган кўндаланг тўсиқ турлари.

Босим йўқотилиши Δp ни камайтириш мақсадида икки томонлама ва уч томонлама жойлаштириладиган сегмент тўсиқлар қўлланилади. Бу икки турдаги тўсиқлар Δp йўқотилишини 60÷100% га камайтириш имконини беради.

Тўсиқдан кесиб олинган қисми орқали суюқлик бир бўлимдан иккинчисига оқиб ўтади. Унинг баландлиги h нинг қобиқ диаметри $D_{кч}$ га нисбати одатда қуйидаги сон қийматларга тенг

бир томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{ич} = 0,15 \div 0,4$;

икки томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{ич} = 0,2 \div 0,3$.

Кўндаланг тўсиқлар бир қаватли ёки бир неча перфорация қилинган листлардан йиғилган бўлиши мумкин. Одатда, бита листнинг қалинлиги $\delta = 1,5 \div 2$ мм бўлади.

Қуйидаги жадвалда тўсиқлар умумий қалинлиги $\Sigma\delta$ нинг қобиқ диаметри $D_{ич}$ ва трубалар узунлиги L га боғлиқлиги келтирилган.

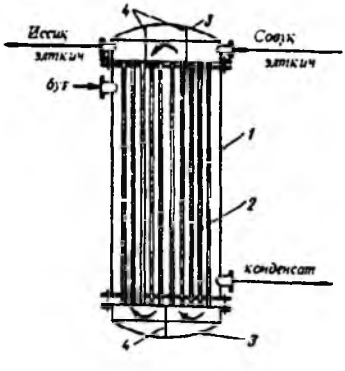
Қобиқнинг ички диаметри $D_{ич}$, мм	<325	<355	<355 (>1550)	>1550
Трубанинг таянчсиз узунлиги L, мм	<610	610...1524	>1524 (<610)	>1524
Тўсиқлар умумий қалинлиги $\Sigma\delta$, мм	3...4	4...9	9...10	19...20

Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. 7.22-расмда тўрт йўлли қурилма тасвирланган. Трубалар бўшлиғи секцияланиши туфайли, секциядаги трубалар сони бутун қурилманикига қараганда камаяди. Бу эса, суюқлик оқими ҳаракатланадиган кўндаланг кесим юзаси камайишига ва иссиқлик элткич тезлигининг ортишига олиб келади.

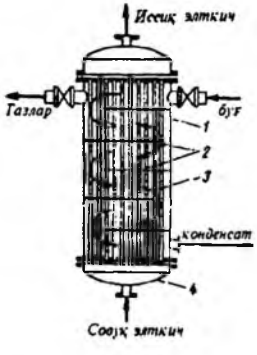
Масалан, тўрт йўлли қурилмада, бир йўлликка қараганда суюқликнинг тезлиги тўрт марта кўп бўлади. Ушбу ҳол эса, трубалар бўшлиғида иссиқлик бериш коэффициентини ўсишига сабабчи бўлади. Шуни назарда тутиш керакки, ҳар доим термик қаршилиги юқори иссиқлигик элткичнинг тезлигини ошириш мақсадга мувофиқдир.

Трубалараро бўшлиқда суюқлик оқими тезлигини ва ҳаракат йўлини узайтириш мақсадида сегмент тўсиқлар ўрнатилади (7.23-расм).

Горизонтал иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ушбу сегмент тўсиқлар труба ўрами учун оралиқ ***таянчлар вазифасини*** ҳам бажаради. Одатда горизонтал қурилмалар кўп йўлли қилиб ясалади ва уларда суюқликлар тезлиги юқори бўлади. Бундай қилишдан мақсад, температура зичликлар фарқи остида суюқликларнинг қатламларга ажралиб, ҳамда ҳаракатсиз зоналар ҳосил қилмаслигини таъминлашдир.



7.22-расм. Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 - қобиқ; 2 - ситувчи труба;
3 - қопқоқ 4 – тўсиқ.



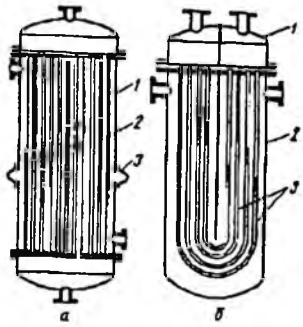
7.23-расм. Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаси
1-қобиқ; 2 - тўсиқ; 3 -ситувчи труба; 4 - қопқоқ.

Агар, иссиқлик алмашиниш қурилмаси кўзғалмас тешик панжара тузилиши, қобиқ ва трубалар температурала рининг ўртача фарқи 50°С дан катта бўлса, қобиқ ва трубалар узайиши ҳар хил бўлади. Бу ҳол ўз навбатида тешикли панжарада катта кучланишлар ҳосил қилади ва панжаралаги трубалар зичланишини, пайванд чокларини бузади ва йўл қўйиб бўлмайдиган

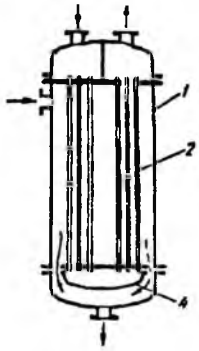
иссиқлик элткичлар аралашишига олиб келади. Шунинг учун, температуралар фарқи катта бўлганда, температура таъсирида узайини компенсация қиладиган иссиқлик алмашиниш қурилма конструкциялари қўлланилади.

Линза компенсаторли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Ушбу турдаги қурилмалар суюқликлар температура фарқи катта бўлганда ишлатилади. Линзали компенсаторлар температура деформациясини бартараф қилади. Бу турдаги қурилмалар труба ва трубалараро бўшлиқлари босимлар $P \leq 6 \cdot 10^6$ Н/м^2 бўлганда ишлатилади (7.24а-расм).

Линзали компенсатор иссиқлик алмашиниш қурилмалар қобиғига пайвандлаб қўйилади ва у эластик деформация остида сиқилади ёки узаяди. Бундай қурилмалар тузилиши содда ва ихчам.



7.24-расм. Температура кучланишларини компенсация қилувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг тузилиши.
а - линза компенсаторли: 1 - қобиқ; 2 - иситувчи труба; 3 - линзали компенсатор.
б - U-симон трубали: 1 - қопқоқ; 2 – қобиқ; 3 - U-симон иситувчи трубалар.



7.25-расм. Ҳаракатчан қалпоқчали иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 - қобиқ, 2 - иситувчи трубалар, 3 - ҳаракатчан қалпоқча.

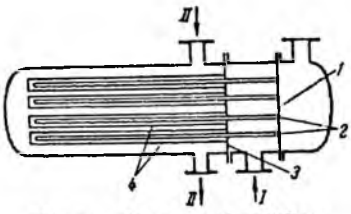
Ундан ташқари, вертикал қилиб ясалган линза компенсаторли қурилмалар кўп жой эгалламайди.

U-симон трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Бундай қурилмаларда битта тешикли труба панжараси бўлиб, U-симон трубанинг иккала учи унга маҳкамланади. Шуни алоҳида айтиш керакки, трубаларнинг ўзи компенсацияловчи мослама функциясини бажаради (7.24б-расм). Қурилма тузилиши содда ва трубаларнинг ташқи юзасини тозалаш осон. Ундан ташқари, икки ва ундан ортиқ йўлли бўлгани учун иссиқлик алмашиниш жараёни интенсив бўлади. Трубаларнинг ички юзасини тозалаш қийин ва тешикли панжарада кўп миқдорда трубалар жойлаштириш мураккаб.

Ҳаракатчан қалпоқчали иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Труба ва қобиқнинг катта силжишини таъминлаш зарур бўлган ҳолларда ҳаракатчан қалпоқчали иссиқлик алмашиниш қурилмаларидан фойдаланилади (7.25-расм).

Қурилманинг пастки тешикли труба панжараси ҳаракатчан бўлганлиги учун бутун трубалар ўрами қўзғалмас қобиққа нисбатан мустақил, эркин ҳаракат қила олади. Бу эса хавфли бўлган трубалар температура деформацияси, уларнинг тешикли панжара билан зичланишининг бузилиши олдини олиш имкониятини беради. Лекин шуни қайд қилиш керакки, температура таъсирида узайиши компенсация қилиш, қурилмани мураккаблашиши ва оғирлашиши хисобига эришилади.

Қўшалоқ трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Қурилманинг бир томонида иккита тешикли труба панжараси ўрнатилган бўлади (7.26-расм).



7.26-расм. Қўшалоқ трубали қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1, 3 - тешикли панжара;
2 - ички труба; 4-ташқи труба.

Тешикли панжара 1 да кичик диаметрли иккала учи очиқ трубалар ўрами 2 маҳкамланса, панжара 3 да эса, катта диаметрли чап учи ёпиқ трубалар маҳкамланади. Ички труба ташқи трубанинг ўртасида жойлашиши шарт. Муҳитлардан бири I қурилманинг ички 2 ва ташқи трубалари ҳосил қилган халқасимон бўшлиқ орқали ҳаракатланиб, труба 2 орқали трубалараро бўшлиқдан чиқариб юборилади. Иккинчи муҳит II эса, юқоридан пастга қараб қурилманинг трубалараро бўшлиғидан ҳаракат қилади ва труба 4 нинг ташқи юзасини ювиб чиқиб кетади.

Бундай қурилмаларда температура таъсирида трубалар бир – биридан бевосита исталган миқдорда узайиши мумкин.

Қўшалоқ трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг афзалликлари: содда, трубалараро бўшлиқда юқори босимларни қўллаш мумкин ва қарама - қарши йўналишли қобиқ трубали қурилмага ўхшаб ишлайди.

Камчиликлари: оддий қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасига нисбатан ўлчами катта ва нархи қиммат.

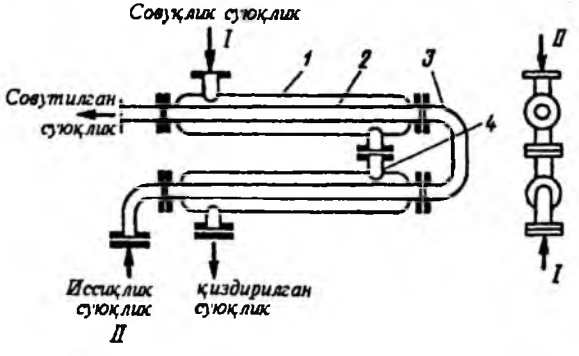
Қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалари суюқлик ва конденсацияланаётган буғ орасида иссиқлик алмашиниш учун қўлланилади. Одатда суюқ фаза трубалар ичига йўналтирилади, буғ эса - трубалараро бўшлиққа.

Қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг афзалликлари: ихчам, металл сарфи кам, U-симон трубали қурилмадан ташқари ҳамма қурилмалардаги трубалар ичини тозалаш нисбатан осон.

Камчиликлари: иссиқлик элткичлар тезлигини ошириш мураккаб (кўп йўлли қурилмалардан ташқари); трубалараро бўшлиқни тозалаш қийин; трубалараро бўшлиқни кузатиш ва таъмирлаш учун имкониятлар чегараланган; развальцовка ва пайвандлашга мойил бўлмаган материаллардан, бу турдаги қурилмаларни ясаш мураккаб.

"Труба ичида труба" типидаги иссиқлик алмашиниш қурилмаси бир нечта элементлардан таркиб топган бўлади (7.27-расм).

Ҳар бир элемент катта диаметрли ташқи труба 1 (одатда 25...159 мм) ва концентрик



7.27-расм. "Труба ичида труба" типидаги элементдан, бир юкимли иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 – ташқи труба; 2 - ички труба; 3 - калач; 4 – патрубка. I, II – иссиқлик элткичлар.

жойлаштирилган ички труба 2 (одатда 57...219 мм) лардан ташкил топган. Совуқлик элткич I труба ичида ҳаракатланса, иссиқлик элткич II трубалараро бўшлиқда ҳаракатланади. Иссиқлик алмашиниш ички трубанинг девори орқали амалга ошади.

Ушбу қурилмаларнинг труба ва трубалараро бўшлиғида юқори тезликларга (3,0 м/с гача) эришса бўлади. Агар, катта юзалар зарур бўлса, бир неча секциялардан батарея ҳосил қилиш осон ва мумкин.

Бу турдаги қурилмаларда суюқликлар сарфи катта ва «суюқлик – суюқлик», «суюқлик –

буғ» системаларида иссиклик алмашиниш учун қўлланилади.

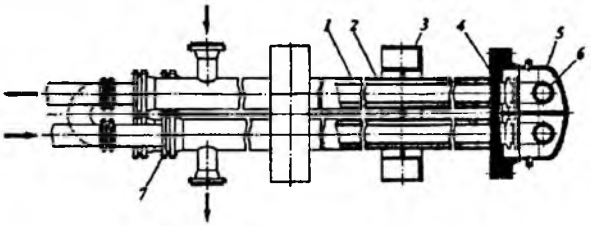
"Труба ичида труба" иссиклик алмашиниш қурилманинг афзалликлари: тузилиши ва ясалиши содда; суюқликлар тезликлари катта бўлгани учун иссиклик ўтказиш коэффициенти юқори.

Камчиликлари: қўпол; металл сарфи кўп, трубаларо бўшликни тозалаш қийин.

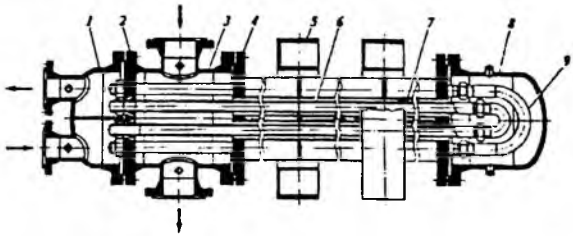
Ажралувчан конструкцияли «труба ичида труба» типидаги иссиклик алмашиниш қурилмаларида, температура ортиши билан ташқи трубаларга боғлиқ бўлмаган ҳолда, ички трубалар узайиши мумкин (7.27а,в-расм). Қурилманинг конструкцияси иссиклик алмашиниш трубаларининг ички юзасини ифлослик ва қуйқалардан мунтазам равишда механик тозалаб туриш имконини беради. Ундан ташқари, бу қурилмаларда трубаларни алмаштириш жараёнини амалга ошириш учун уларни ечиб олиш осон ва ташқи юзасини тозалаш мумкин.

Кўп оқимли иссиклик алмашиниш қурилмаларидаги (7.27 б-расм) таксимлаш камераси 1 оқимларни труба 6 ларга бўлиб беради. Труба-қобиқ 4 ва труба 2 ларнинг тешикли панжараси орасида тақсимлаш камераси 3 жойлашган. Ушбу камера трубаларо бўшликда ҳаракатланаётган муҳит учун мўлжалланган. Кўп оқимли қурилмаларнинг ички ва ташқи трубалари иккита йўлли бўлади.

Бу турдаги қурилмаларда оқимларнинг ҳаракат тезлиги қобиқ-трубали қурилмаларникига қараганда анча юқори. Шу сабабли иссиклик ўтказиш коэффициенти ва труба юзасининг иссиклик



7.27б-расм. «Труба ичида труба» типида ажралувчан, бир оқимли иссиклик алмашиниш қурилмаси.
1-иссиклик алмашиниш трубаси; 2-труба-қобиқ; 3-таянч; 4-қобиқ-труба тешикли панжараси; 5-буғлаш камераси; 6-қўшалоқ труба;



7.27в-расм. «Труба ичида труба» типидаги ажралувчан, кўп оқимли иссиклик алмашиниш қурилмаси.
1-биринчи тақсимлаш камераси; 2-трубалар тешикли панжараси; 3-иккинчи тақсимлаш камераси; 4-труба-қобиқ тешикли панжараси; 5-таянч; 6-иссиклик алмашиниш трубаси; 7-труба-қобиқ; 8-буғлаш камераси; 9-қўшалоқ труба.

қучланиши катта бўлади. Ундан ташқари, иссиклик алмашинувчи муҳитларни қарама-қарши йўналишда ҳаракат қилишини ташкил этиш осон.

Бир ва кўп оқимли қурилмаларнинг трубаларида иссиклик элткичлар таркибидаги агрессив ва механик ифлосликлар камроқ ўтириб қолади. Кўпчилик ҳолларда, «труба ичида труба» қурилмаларининг иссиклик кўрсаткичлари қобиқ-трубали қурилмаларникига қараганда анча юқори бўлади.

Айрим ҳолларда, қурилманинг ички трубаларнинг ташқи юзаси қиррали қилиб ясалади. Натижада, иссиклик алмашиниш юзаси 4...5 маротаба ортади. Одатда бу усулдан трубанинг

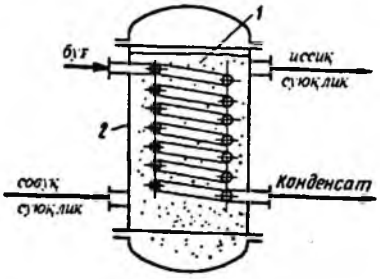
бирорта муҳит ҳаракатланаётган томонида иссиқлик бериш коэффициентини ошириш қийин бўлганда (газ, қовушоқ суюқлик ҳаракатида ёки ламинар режимда) фойдаланилади. Бундай ҳолларда, қирралн трубаларни қўллаш, узатилаётган иссиқлик миқдорини анчага ошириш имконини беради.

Змеевикли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Змеевик шаклида эгилган труба цилиндрик кобикли идишга ўрнатилган бўлади (7.28-расм). Цилиндрик қобиқли идиш 2 иситилиши зарур бўлган суюқлик билан тўлдирилади.

Змеевиклар кўпинча 15...75 мм диаметрли трубалардан ясалади. Цилиндрик идишнинг ҳажми катта бўлгани учун, суюқликнинг тезлиги кичик, яъни иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати паст бўлади. Иссиқлик элткич одатда змеевик ичига юборилади. Бу турдаги қурилмалар кам миқдордаги суюқликларни иситиш учун мўлжалланган.

Змеевикли иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг афзалликлари: тузилиши содда; нархи арзон; тозалаш ва таъмирлаш осон; юқори босим (0,2...0,5 МПа) қўллаш мумкин; кимёвий фаол суюқликларни иситиш ҳам мумкин; иситиш юзаси 10...15 м^2; суюқлик ҳажми катталиги учун ишчи режимлар ўзгариши жараёнга сезиларли таъсир этмайди.

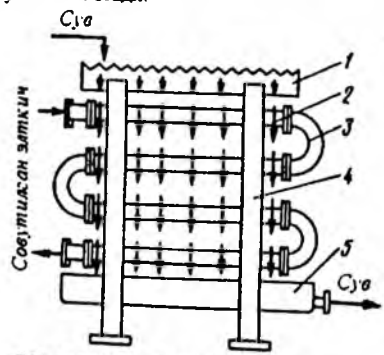
Ушбу турдаги қурилманинг камчиликлари: суюқликнинг тезлиги ва иссиқлик бериш коэффициенти кичик; труба ички деворини тозалаш қийин; $l/d \geq$200...275 бўлса, змеевик пастида конденсат йиғилади, иссиқлик алмашиниш ёмонлашади ва гидравлик каршилик ортиб кетади.



7.28-расм. Змеевикли иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 - змеевик; 2 -қобиқ.

Ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаси газ, суюқликларни совитиш ва буғларни конденсациялаш учун қўлланилади (7.29-расм).

Бу қурилма бир-бири устига жойлаштирилган труба 2 ва уларни бирлаштирувчи калач 3 лардан иборат. Трубалар ичидан совутилаётган иссиқлик элткич ҳаракатланади. Совутувчи сув четлари тишли тақсимловчи тарнов 1 га қуюлади ва ундан трубалар 2 га оқиб тушади. Сувнинг бир қисми труба юзасидан буғланиб кетади.



7.29-расм. Ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 – тақсимловчи тарнов; 2 - труба; 3 - калач; 4 - таянч; 5 - йиғувчи тарнов.

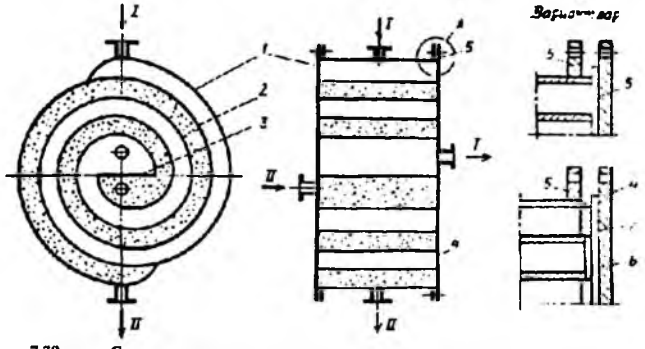
Сув бир трубани ювиб иккинчисига, ундан сўнг учинчисига ва хоказо тартибда ҳаракатланиб, охири исиган ҳолда йиғувчи тарновга оқиб тушади.

Ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг афзалликлари: тузилиши содда; очиқ ҳавода ишлатиш мумкин; сув сарфи кам; трубаларни тозалаш осон.

Ушбу қурилманинг камчиликлари: қўпол; иссиқлик ўтказиш коэффициенти кичик; металл сарфи кўп.

Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Бу қурилмаларда иссиқлик алмашиниш юзаси иккита юпқа металл лист 1 ва 2 ларни спирал бўйлаб ўраш натижасида ҳосил бўлади (7.30- расм). Спиралларнинг ички учлари пластина– тўсиқ 3 ёрдамида бирлаштирилган.

Каналлар ён томони кистирма ва текис копқоқ ёрдамида зичлаб ёпилган. Натижада бир - биридан ажраб турувчи каналлар ҳосил бўлади ва уларда қарама - қарши йўналишда суюқликлар



7.30-расм. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1,2- металл листлар; 3- пластина-тўсиқ; 4- копқоқлар; 5- фланец; 6- кистирма; 7- оралиқни белгиловчи бўлакча. I ва II- иссиқлик элткич.

ҳаракатлантирилади. Каналларнинг эни металл лист эни билан белгиланади. Баландлиги эса оралиқни белгиловчи бўлакча 7 нинг ўлчами билан аниқланади. Текис копқоқ 4 лар фланец 5 га болтлар ёрдамида маҳкамланади.

Иссиқлик элткичлар кириши ва чиқиши учун текис қопқоқларнинг марказида ва спиралнинг ташқи учларида штуцерлар ўрнатилади.

Бу қурилма суюқлик ва газлар орасида иссиқлик алмашиниш учун ишлатилади. Агар, иссиқлик элткич таркибида қаттиқ заррачалар бўлган тақдирда ҳам ушбу қурилмалардан фойдаланиш мумкин, чунки тўғри тўртбурчак шаклдаги каналга тиқилиб қолмайди.

Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг афзалликлари: тузилиш ихчам; гидравлик қаршилиги нисбатан кичик; суюқликлар тезлиги юкори (1...2 м/с); иссиқлик ўтказиш коэффициенти катта; кам жой эгаллайди.

Ушбу қурилма камчиликлари: ясаш, таъмирлаш ва тозалаш қийин; юкори босим (≥1,0 МПа) да ишлатиш мумкин эмас, чунки бу босимларда зичланишни таъминлаш қийин.

Пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Юпқа металл листлардан тайёрланган бир неча пластина тепа ва пастки тутиб турувчи брусларлан иборат ромда йиғилади (7.31-расм).

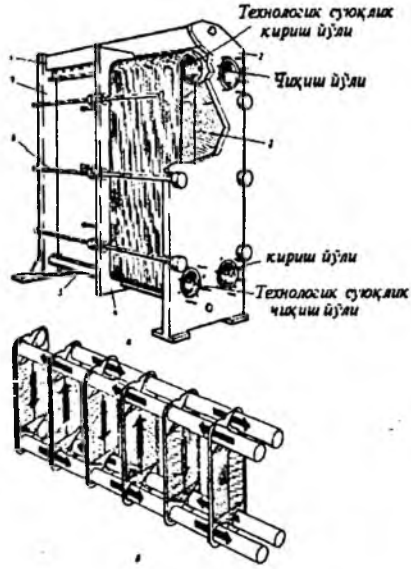
Қўзғалмас ва ҳаракатчан плиталар орасида штамповка қилинган пўлат, гофирланган пластина дастаси жойлашган бўлиб, уларда иссиқлик элткичлар ҳаракати учун каналлар бор. Пластина дастаси қўзғалмас 2 ва ҳаракатчан плиталар 4 орасида йиғилади ва тортиб турувчи шпилька 6 ёрдамида сиқилади. Пластиналарни зичлаш юкори босимга бардош бера оладиган кистирмалар ёрдамида амалга оширилади. Пластиналар орасидаги каналлар эни 3...6 мм бўлади.Пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг ишлаш принципи 7.31б-расмда кўрсатилган. Расмдан кўриниб турибдики, суюқликларнинг ҳаракати қарама - карши йўналишда. Шуни қайд этиш керакки, ҳар бир иссиқлик элткич пластинанинг бир томони бўйлаб ҳаракат қилади.

Бу турдаги қурилмалар иситкич, совуткич, ҳамда пастеризация, стерилизация қилиш учун ҳам қўллаш мумкин.

Пластиналар орасидаги каналларда суюқлик тезликлари юқори бўлгани учун иссиқлик ўтказиш коэффициенти $K \leq 3800$ Вт/м^2·К гача эришиш мумкин. Ундан ташқари, бундай юқори иссиқлик ўтказиш коэффициентларни олишга сабабчи бўлган оқ...ллардан бири, гофрирланган пластина юзасининг суюқлик оқимини турбулизация қилиши ва деворнинг кичик термик қаршилигидир.

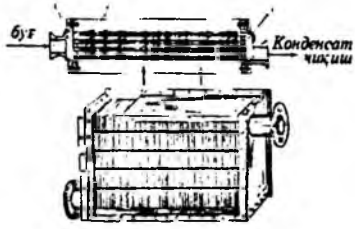
Пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг афзалликлари: иссиқлик ўтказиш коэффициенти катта; гидравлик қаршилига нисбатан кичик; тузилиши ихчам; суюқликлар тезлиги юқори; иссиқлик алмашиниш юзаси катта.

Бу турдаги қурилмалар камчиликлари: катта босимга бардош беролмайди; тайёрлаш қийин; суюқлик таркибидаги қаттиқ заррачалар каналларни ёпиб қўйиш эҳтимоли бор.



7.31-расм. Пластинали иситгич (а) ва унинг ишлаш принципи (б):
1-тепа тутиб турувчи брус; 2-қўзғалмас плита; 3-пластина; 4-ҳаракатчан плита; 5-пастки тутиб турувчи брус; 6-йўналтирувчи ва тортиб турувчи шпилька; 7-таянч.

Қиррали иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Бу турдаги қурилмаларда иссиқлик бериш коэффициенти паст муҳит томонидаги, иссиқлик ўтказиш юзасини кўпайтириш имконияти бор (7.32-расм).

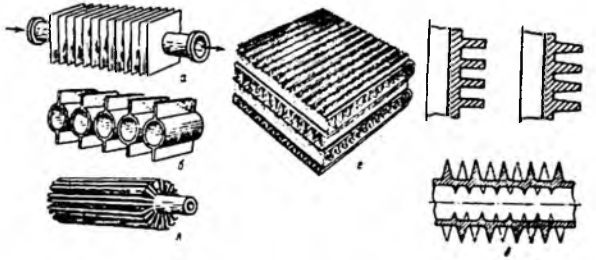


7.32-расм. Пластинали калорифер.
1 -қути; 2 - қовурға.

Саноатда ишлатиладиган иссиқлик алмашиниш жараёнларида деворнинг икки томонидаги иссиқлик бериш коэффициентлар бир - биридан кескин фарқ қилади. Масалан, сув буғи ёрдамида ҳаво иситилганда, буғнинг деворга иссиқлик бериш коэффициенти тахминан 10000...15000 Вт/(м^2·К) ни ташкил этади. Демак, ушбу ҳолатда ҳаво томонидан юза миқдорини ошириш керак, яъни α паст томонидан.

Трубалар юзасини ошириш мақсадида унинг ташқи юзасига думалоқ ёки тўртбурчак шаклидаги металл шайбалар пайвандланади. Трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида қўндаланг ёки бўйлама қовурғалар қўлланиши мумкин. Натижада, бу турдаги трубалар ўрнатилган қурилманинг иссиқлик юкламаси ортади. Маълумки, қиррали трубалар ясаладиган материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти юқори бўлиши керак.

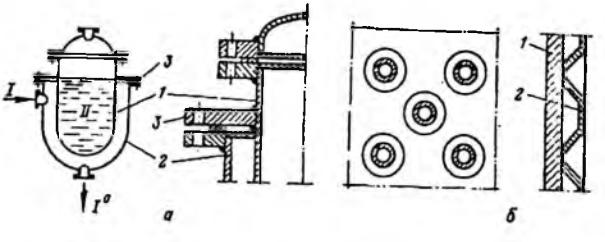
Бундай трубаларнинг гидравлик каршилиги кичик бўлиши учун қирралар юзаси иссиқлик элткич оқимининг йўналишига параллел бўлиши зарур. Ҳозирги кунда тўғри тўртбурчак ва трапеция шаклидаги кўндаланг кесимли қирралар энг кўп қўлланилади. (7.33-расм) Қиррали иссиқлик алмашиниш юзали элементлар ҳаво ва турли газларни иситадиган иссиқлик алмашиниш



7.33-расм. Қиррали иссиқлик алмашиниш юзалари.
а – тўғри тўртбурчак қирралар; б - трапеция шаклидаги қирралар; в – кўндаланг кирра; г – бўйлама, қирралар "копич"; д – бўйлама, қирралар; е - гофрирланган қирралар; ж - учбурчак шаклидаги, қирралар.

қурилмаларида ўрнатилади.

Ғилофли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Бундай қурилмаларда иссиқлик алмашиниш жараёнлари (иситиш ёки совитиш) билан кимёвий жараён бир вақтда юз беради. Ғилофли қурилма тасвири 7.34-расмда келтирилган.



7.34-расм. Ғилофли иссиқлик алмашиниш қурилмалари
а - паст босимлар учун; б – юқори босимлар учун;
1 - қобиқ; 2 – ғилоф; 3 - фланецли бирикма;
I, I⁰, II – иссиқлик элткичлар.

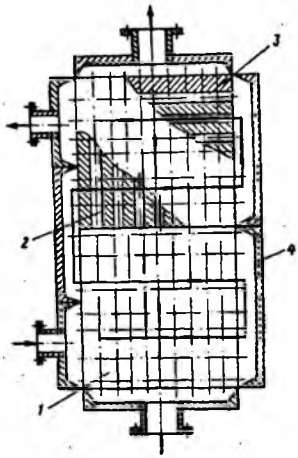
Бундай қурилмаларда иссиқлик алмашинишни юзаси сифатида реактор девори хизмат қилади. Фланец бирикма 3 ёрдамида қобиқ 1 га ғилоф 2 маҳкамланади. Қобиқ ва ғилоф орасидаги бўшлиқда иссиқлик элткич I циркуляция қилади. Қурилманинг ичида эса, элткич II жойлаштирилади. Бу турдаги қурилмаларнинг иссиқлик алмашиниш юзаси ≤10 м² ва ғилофдаги босим 1,0 МПа дан ошмайди.

Агар, босим 7,5 МПа дан ортса, ғилофда кўп миқдорда тешиклар қилинади ва ғилоф листининг четлари периметри бўйича букланади ва қурилма қобиғига пайвандланади (7.34 б-расм).

Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Блок-графитли иситкичларда графитнинг юқори иссиқлик ўтказувчанлик [100 Вт/(м·К)] ва кислота ва ишқор таъсирида емирилмаслиги туфайли саноатнинг барча соҳаларида ишлатиладиган иситкичларга нисбатан кенг тарқалган бўлиб, унинг афзалликларини ҳеч қандай иситкич билан солиштириб бўлмайди.

Бу турдаги иссиқлик алмашиниш қурилмаларинг асосий элементи параллелипипед шаклидаги графитли блокдир. Унда иссиқлик элткичлар учун бир-бири билан кесишмайдиган тешиклар ясалган (7.35-расм). Қурилма бир ёки бир неча тўғри тўртбурчакли блокдан йиғилади.

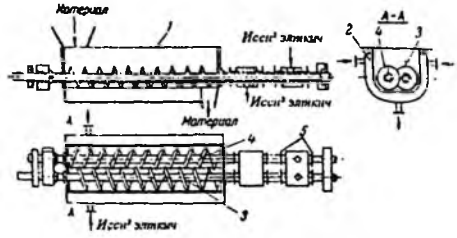
Ён томонидаги металл плиталар ёрдамида ҳар бир блокда иссиқлик элткичнинг икки йўлли



7.35-расм. Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 - графитли блок; 2 - вертикал каналлар; 3 - горизонтал каналлар; 4 - кобик.

горизонтал каналларда ҳаракати ташкил этилади. Ўлчами 350x515x350 мм³ бўлган блоклардан йиғилган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг вертикал каналлари бўйича элткич бир ёки икки йўлли ҳаракат қилиши мумкин. Вертикал йўлларнинг сони қурилманинг пастки ва юқори қопқокларининг конструкциясига боғлиқдир. Графитли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ишчи босимнинг қиймати $2{,}9 \cdot 10^5$ Па дан ошмаслиги керак. Блок-графитли қурилмаларни иккала муҳитлар ҳам коррозион-фаол бўлган ҳолларда ишлатиш мумкин.

Шнекли иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Юқори қовушоқли суюқлик ва иссиқлик ўтказувчанлиги кичик бўлган сочилувчан материалларни иситиш даврида, жараённи



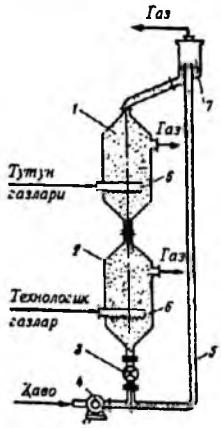
7.36-расм. Шнекли иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 - кобик; 2 - гилоф; 3, 4 - шнеклар; 5 - ички бўш ўқларнинг сальники.

интенсивлаш учун қурилма деворига тегиб турган муҳит юзасини доимий равишда янгилаб туриш керак. Бунинг учун, бир пайтнинг ўзида шнек ёрдамида материални механик аралаштириш ва узатиб туриш мақсадга мувофиқдир (7.36-расм).

Қурилма қобиғининг бир учидан материал юкланади ва бир – бирига қараб айланаётган 3 ва 4 шнеклар ёрдамида аралаштирилади. Аралаштириш билан бирга материални қурилманинг бошқа учига узатади.

7.11.2. Регенератив иссиқлик алмашиниш қурилмалари

Регенератив иссиқлик алмашиниш қурилмалари иккита секциядан ташкил топган бўлади. Биринчисида иссиқлик элткичдан оралиқ материалга иссиқлик узатилса, иккинчисида эса – оралиқ материалдан технологик газга узатилади. 7.37-расмда циркуляцион ҳаракатлантирувчи донадор



7.37-расм. Циркуляцион ҳаракатлантирувчи донадор қатламли қурилма.
1,2 – иссиқлик алмашиниш қурилмаси; 3 - пилэли тамба; 4 - газодувка; 5 – пневмотранспорт линияси; 6 - газ тақсимлагич; 7 - сепаратор.

катламли узлуксиз ишлайдиган регенератив иссиклик алмашиниш курилмаси келтирилган.

Курилма асосан иккита иситкичдан тузилган бўлиб, ҳар бир иситкичнинг пастки қисмида газ оқимини бир меъёрда узатиш учун таксимлагич 6 ўрнатилган. Иситкичдан донадор материални узлуксиз равишда тўкиш учун шлюзли тамба 3 хизмат қилади.

Иккинчи иситкичдан чиқаётган совутилган донадор материал пневмотранспорт линиясига тўкилади. Ундан сўнг, ҳаво ёрдамида бункер - сепараторга узатилади ва у ерда заррачалар чўктирилади ва яна қайтадан биринчи иситкичга юборилади.

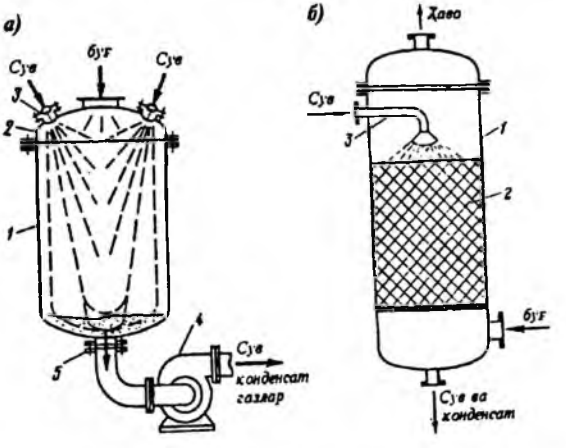
7.11.3. Аралаштирувчи иссиклик алмашиниш курилмалари

Бир хил йўлли, ҳўл конденсатор буғни сув ёрдамида конденсациялаш учун мўлжалланган (4.38-расм). Конденсаторга совутувчи сув сопло орқали киритилади. Сувни пуркаш натижасида сув ва буғ орасидаги иссиклик алмашиниш юзаси сезиларли даражада ошади. Буғни сув билан ўзаро таъсири, буғни конденсацияланишига олиб келади. Конденсатор ичидан конденсат, сув ва конденсацияланмаган газлар махсус насос ёрдамида сўриб олинади.

Жараённинг моддий баланси қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$Di + Wc_c t_{об} = (D + W)\, c_c \cdot t_{кон}$$

бундан:



7.38-расм. Бир хил йўлли ҳўл (а) ва насадкали (б) конденсатор.
а) 1-кобик; 2-қопқоқ; 3-пурковчи сопло; 4–махсус насос; 5-штуцер. б) 1-кобик, 2-насадка; 3-сув пуркагич.

$$W = \frac{D \cdot (i - c_c t_{кон})}{c_c (t_{кон} - t_{об})} \qquad (7.139)$$

бу ерда D - конденсацияланаётган буғ массавий сарфи, кг/соат; i – конденсацияланаётган буғ энтальпияси, кЖ/кг; W – совутувчи сув массавий сарфи, кг/соат; c - сувнинг иссиклик сиғими, кЖ/(кг·К); $t_{об}$ ва $t_{кон}$ - сувнинг бошланғич ва охирги температураси, °С.

Аралаштирувчи конденсатордан сўриб олинаётган ҳавонинг массавий сарфи (кг/соат):

$$G_c = 25 \cdot 10^6 (D + W) + 0{,}01 \cdot D \qquad (7.140)$$

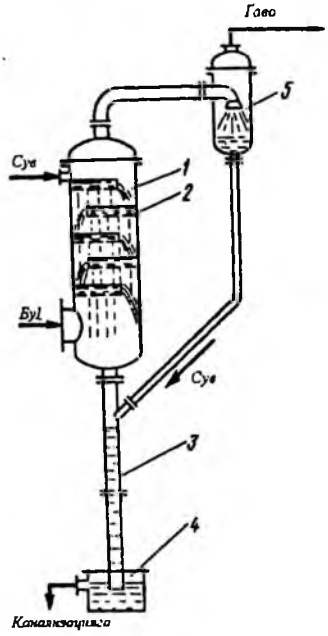
Ҳавонинг температураси конденсатордан чиқаётган совутувчи сувнинг температурасига тенг деб қабул қилинади, яъни $t_{хаво} = t_{кон}$.

Қарама - қарши йўлли қуруқ конденсаторда буғ ва совутувчи сувнинг ўзаро таъсири қарама - қарши йўналишда ўтади (4.39-расм).

Совутувчи сув конденсаторнинг юқори қисмидаги тешикли тарелкаси 2 га юборилса, буғ эса

- пастдаги тарелка остига. Сув тарелкадан тарелкага тешиклари ва четидан ингичка оқимча кўринишида оқиб ўтади. Сув билан суюқликнинг ўзаро таъсири конденсаторнинг тарелкалараро бўшлиғида юз беради. Ҳосил бўлган конденсат барометрик труба 3 орқали совутувчи сув билан йиғгич 4 га туширилади.

Ҳаво эса, ушлагич орқали вакуум - насос ёрдамида сўриб олинади. Шунинг учун ҳам бу турдаги конденсаторларни **барометрик конденсатор** деб аталади.



7.39-расм. Барометрик конденсатор.
1 - қобиқ; 2 - тарелка; 3 - барометрик труба;
4 – йиғгич; 5-ушлагич.

Барометрик конденсаторда конденсациялаш жараёни вакуум остида олиб борилади. Қурилмадаги абсолют босим 0,01...0,02 МПа бўлади.

Атмосфера ва барометрик конденсаторларда босимлар фаркини тенг ҳолатда ушлаб туриш барометрик труба 3 даги суюқлик устуни h_3 хизмат қилади.

Барометрик трубанинг баландлиги ушбу ифодадан аниқланади:

$$H_{Tp} = h_3 + h_Д + 0{,}5 \qquad (7.141)$$

бу ерда $h_3 = 103{,}3 \cdot B$ (B - конденсатордаги вакуум, МПа): $h_Д$ - динамик напор ҳосил қилиш учун зарур суюқлик устунининг баландлиги, $h_Д = (w^2/2g) \cdot (2{,}5 + \lambda \cdot H_{тр}/d)$; w - трубадаги суюқлик тезлиги, $w = 1...2$ м/с; λ - гидравлик қаршилик коэффициенти; d - труба диаметри, $d = \sqrt{[0{,}004(D+W)]/\ 3600\pi w}$, м; D ва W - конденсаторга кираётган буғ ва сувнинг массавий сарфлари, кг/соат; 0,5 – буғ кираётган штуцерни сув билан тўлиб кетмаслиги олдини олувчи баландлик, м.

Барометрик конденсатор ўлчамлари барометрик труба диаметрига боғлиқ бўлиб, ёрдамчи жадвал ва адабиётлардан аниқланади.

Вакуум - насосни танлаш учун сув ва буғ таркибидаги ҳаво, ҳамда фланецли бирикмалар ёрдамида орасидан сўрилаётган ҳаво миқдорини билиш зарур.

Ҳавонинг сарфи (7.140) тенгламадан ҳисоблаб топилади, температураси эса ушбу ифодадан:

$$t_{ҳаво} = t_{сб} + 0{,}1 \cdot (t_{сах} - t_{сб}) + 4 \qquad (7.142)$$

7.12. Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини танлаш

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг конструкциясини танлашда қуйидагиларни инобатга олиш керак: қурилма технологик жараёнга мос бўлиши зарур; юқори самарали, тежамкор ва ишлаш пайтида ишончли, ҳамда металл сарфи кам бўлиши зарур; ишчи муҳитларда қурилма материали емирилишга бардошли бўлиш керак.

Иссиқлик элткичлар қурилма орқали катта тезликда ўтса, иссиқлик ўтказиш коэффициентининг юқори қийматларига эришса бўлади. Бундай юқори қийматларни олиш учун иссиқлик алмашиниш юзаси тоза бўлиши керак.

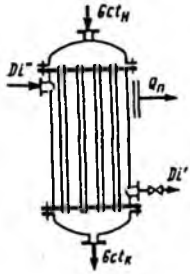
Агар, суюқликлар бирортасининг тезлиги оширилса, иккинчи суюқлик томонидаги иссиқлик бериш коэффициенти кўпаяди. Лекин, иссиқлик ўтказиш коэффициентининг сезиларли даражада кўпайиши учун девор ва ундаги ифлосликларнинг термик қаршилиги кичик бўлиши керак. Масалан, агар трубалараро бўшлиқдаги иссиқлик бериш коэффициенти трубалар бўшлиғиникидан жуда паст бўлса, трубалар ичида оқаётган суюқлик тезлигининг ўсиши иссиқлик ўтказиш коэффициентига унча таъсир қилмайди. Бу ҳолда трубалараро бўшлиқдаги иссиқлик бериш коэффициентини ошириш зарур, яъни у ерга сегмент тўсиқлар ўрнатиш мақсадга мувофиқдир.

Қайси муҳитни труба ичига, қайси бирини трубалараро бўшлиққа йўналтириш эгаммосини ҳал этишда қуйидаги қоидаларга амал қилиш керак:

- юқори иссиқлик ўтказиш коэффициентига эришиш учун иссиқлик бериш коэффициенти кичик бўлган муҳитни труба ичига йўналтириш зарур;
- кимёвий фаол, коррозион муҳитларни труба ичига юбориш зарур, чунки бунда фақат труба, тешикли панжара ва қопқоқлар тегишли легирланган металлдан ясалади, яъни кобик, сегмент тўсиқ ва бошқалар оддий, углеродли пўлатдан тайёрланиши мумкин;
- атроф муҳитга иссиқлик йўқотилишини камайтириш учун температураси юқори муҳитни труба ичига юбориш мақсадга мувофиқдир;
- чўкма ҳосил қиладиган муҳитларни трубалар юзаси осон тозаланадиган бўшлиққа йўналтириш тавсия этилади;
- босими юқори бўлган муҳитни труба ичига йўналтириш зарур, чунки кобикдан кўра трубалар босимни яхши ушлайди.

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг конструкцияси техник-иқтисодий ҳисоблашлар асосида танланади. Бунда, тайёрлаш учун кетган асосий (капитал) ва йиллик эксплуатацион сарфлар таққосланади. Айрим ҳолларда, эксплуатацион сарфлар тежалиши ҳисобига сарфлар тез қопланса, асосий сарфларни кўпайтириш ҳам мумкин.

Технологик жараёнлар учун иссиқлик алмашиниш қурилмаси лойиҳаланаётганида, ҳисоблашнинг асосий мақсади, қурилманинг иссиқлик алмашиниш юзаси ва габарит ўлчамларини аниқлашдир.



7.40-расм. Модний баланс тузишга оид.

Ҳисоблаш, биринчи навбатда қурилманинг иссиқлик балансини тузишдан бошланади. Сўнг, иссиқлик балансидан узатилган иссиқлик миқдори топилади. Масалан, сув буғи ёрдамида бирор муҳит $t_б$ дан $t_ох$ температурагача иситилаётган бўлса, иссиқлик баланс ушбу кўринишда ёзилади (7.40-расм).

$$Gct_б + Di'' = Gct_ox + Di' + Q_{йўқ}$$

$$Q = Gc\,(t_ox - t_б) + Q_{йўқ} = D\,(i'' - i') + Q_{йўқ}$$

бу ерда $D=Q/(i''-i')$ - иситувчи буғ сарфи.

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти ушбу формуладан ҳисобланади:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

бу ерда α_1 ва α_2 иссиқлик бериш коэффициентлари 7 - бобдаги тегишли критериал тенгламалардан аниқланади.

Жараённи ўртача ҳаракатга келтирувчи кучи қуйидаги тенгламалардан топилади:

$$\Delta t_{ур} = \frac{\Delta t_{max} + \Delta t_{min}}{2} \qquad \text{ёки} \qquad \Delta t_{ур} = \frac{\Delta t_{max} + \Delta t_{min}}{2{,}3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}}$$

Иссиқлик алмашиниш юзаси иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан аниқланади:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{ур}}$$

Иситкичдаги трубалар сонини эса, ушбу тенгламадан аниқлаш мумкин:

$$n = \frac{4 \cdot F}{\pi d_T^2 l}$$

бу ерда d_T - трубалар ташқи диаметри, м; l – труба узунлиги, м.

Тешикли панжарада трубалар жойлаштириш ушбу бобда кўриб чиқилган усуллардан бирида амалга оширилади.

Қобиқ - трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг диаметрини ушбу формулада ҳисоблаб топиш мумкин:

$$D = (1{,}3 \ldots 1{,}5) \cdot (b-1) \cdot d_T + 4d_T$$

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг гидравлик қаршилиги Дарси - Вейсбах формуласидан топилади:

$$\Delta p = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\rho w^2}{2}$$

бу ерда λ - гидравлик қаршилик коэффициенти; l - труба узунлиги, м; d - труба диаметри, м; $\sum \xi$ - маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси; w – муҳит тезлиги, м/с; ρ – муҳит зичлиги, кг/м^3.

Иситкичнинг технологик жараён учун яроқлигини билиш учун текширув ҳисоблаши ўтказилади. Бунинг учун қуйидаги бошланғич маълумотлар зарур:

F – иссиқлик алмашиниш юзаси; Q – иссиқлик юклама; муҳитларнинг қурилмага кириш ва чиқишдаги температуралари; w – муҳит тезлиги ва муҳитлар физик параметрлари.

Ҳисоблаш даврида қуйидагилар аниқланади:

берилган иссиқлик юклама ва ҳақиқий иссиқлик алмашиниш шароитларидаги термик қаршилик; зарур бўлган ўртача температуралар фарқи $\Delta t_з$; мавжуд ўртача температуралар фарқи $\Delta t_м$; қурилманинг иш унумдорлик заҳираси.

Температураларнинг ўртача фарқи ушбу формуладан топиш мумкин:

$$\Delta t_з = \frac{Q}{K \cdot F}$$

Мавжуд ўртача температуралар фарқи (7.108) формуладан аниқланади.

Мавжуд ўртача температуралар фарқининг зарур ўртача температуралар фарқига нисбати иситкичнинг иш унумдорлик заҳираси деб аталади:

$$\chi = \frac{\Delta t_м}{\Delta t_з}$$

Зарур ўртача температуралар фарқи иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ўртача эксплуатацион ишлаш шароитлари ва иссиқлик алмашиниш юзасидан фойдаланиш коэфициентини ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

7.13. Иссиқлик алмашиниш жараёнларини интенсивлаш

Халқ хўжалиги турли соҳаларининг жадал суръатлар билан ривожланиши иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг кенг миқёсда қўлланиши ва уларга қўйиладиган талабларни ортиши билан характерланади. Шу билан бирга бу турдаги қурилмаларнинг габарит ўлчамлари ва массасини камайтириш энг долзарб муаммо бўлиб ҳисобланади. Ундан ташқари, айрим ҳолларда температуралар фарқини ва девор температурасини пасайтириш зарур бўлади.

Худди шундай муаммолар иссиклик алмашиниш курилмаларини ишлатадиган кимё, озик - овкат, энергетика, нефть, металлургия ва бошка саноат корхоналари олдида турибди.

Юкорида кайд этилган муаммоларни хал этиш йўли - бу каналларда иссиклик алмашиниш жараёнини интенсивлашдир.

Интенсивлаш усулини танлаш бир катор шартлар билан белгиланади. Улардан энг асосийлари:

1. Иссиклик алмашиниш курилмасининг габарит ўлчамлари ва массасини камайтириш;

2. Иссиклик алмашиниш жараёнини интенсивлаш учун рухсат этилган энергетик сарфлар ва уни амалга ошириш учун бор энергия тури;

3. Иссиклик бериш интенсивланадиган окимнинг гидродинамик таркиби. Иссиклик окими зичлигининг таксимланиш ёки иссиклик элткичда температуралар майдони;

4. Иссиклик алмашиниш курилмасининг тайёрлаш технологиясига мойиллиги, хамда эксплуатация даврида кулайлиги ва ишончлилиги.

Ундан ташкари, курилма конструкцияси ва жараёнининг тахлили, иссиклик элткични узатиш учун рухсат этилган энергия сарфини аниклаш имконини беради. Одатда, энергия сарфи деганда насоснинг куввати назарда тутилади.

Шунинг учун, курилма оркали иссиклик элткични узатишда босимлар йукотилишининг йигиндиси ўзгармас бўлганда, унинг габарит ўлчамларини камайтиришни таъминлайдиган интенсивлаш усуллари яратилиши керак.

Маълумки, хамма турбулент окимларни интенсивлаш усулларида иссиклик беришни жадаллаштириш учун оким кўшимча сунъий турбулизация килинади. Лекин, шу билан бирга гидравлик каршилик коэффициенти хам ошади. Шунинг учун, интенсивлаш даражасини билиш учун интенсивлаш усулида олинган натижаларни, текис трубада олинган тажриба маълумотлар билан таккослаш максадга мувофик. Бунинг учун Nu/Nu_T нисбатдан фойдаланиш мумкин.

Турбулент окимнинг гидродинамик таркибини ва ундан иссиклик алмашинишни ўзига хос хусусиятларини билиш, окимнинг кайси сохасида турбулент тебранишларни интенсивлаш зарурлигини аниклашга ёрдам беради. Купгина олимларнинг маълумотларига биноан, одатда труба девори якинидаги суюкликлар харакатини жадаллаштириш кераклигини хеч ким инкор килмайди.

Одатда, турбулентлик интенсивлигини ошириш энергетик сарфлар ўсиши билан боғлик, яъни гидравлик каршилик коэффициенти ортади. Шунинг учун, $\lambda_{тр}$ ни бутун окимда эмас, балки девор якинида ошириш максадга мувофик. Шунга алохида эътибор бериш керакки, яратилган интенсивлаш усули иссиклик алмашиниш курилмаларини ясаш технологиясини тубдан бузмаслиги керак ва катта серияда ишлаб чикаришга мойил бўлиши зарур. Бу ерда на фақат ясаш ва йиғиш технологияси назарда тутилган, балки оддий курилмага нисбатан нархи хам хисобга олинган бўлиши керак.

Ундан ташкари, яратилган интенсивлаш усули курилма мустахкамлигини, ишончлилигини ва унинг эксплуатацион характеристикаларини пасай-тирмаслиги керак.

Труба каналларида иссиклик алмашиниш жараёнини интенсивлаш буйича хамма ишлар тахлили куйидаги хўлосаларга олиб келди:

1. Сунъий равишда ташкил этилган уюрмавий тузилишли оким турбулентлигини хосил килиш энг самарали воситадир.

2. Трубада бўртик-ботик типидаги силлик кўндаланг тўсиклар ясалиши окибатида хосил бўлган уюрмавий оким турбулентлиги тўсиклар ўлчами ва шаклига катта боғликдир.

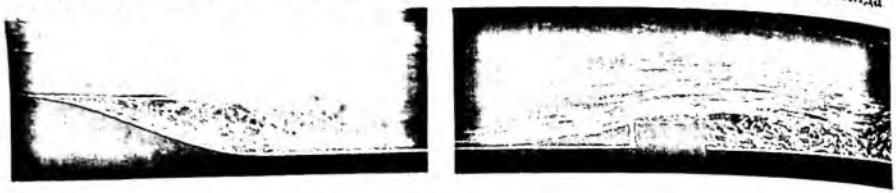
3. Иссиклик алмашиниш жараёнини интенсивлаш учун турбулизатор шакли ўткир киррали (учбурчак, тўғри тўртбурчак ва х.) бўлмаслиги керак, чунки бу шаклли тўсикларнинг гидравлик каршилиги катта.

Демак, турбулизаторлар шакли аста-секин ортиб, кейин эса камаювчи, силлик шаклли бўлиши гидравлик каршилик кўрсат кичини кескин ортиб кетмаслигини таъминлайди.

Суюклик ва газларнинг оқими труба ичида харакати даврида девор атрофидаги юпка, чегаравий катламни сунъий равишда турбулизация килиши керак. Ундан ташкари, ушбу девор атрофидаги юпка катламни сунъий равишда турбулизация килиш учун дискрет жойлашган кўндаланг бўртик турбулизаторлар қўллаш максадга мувофик.

Бир хил баландликдаги силлиқ ва тўғри тўртбурчак шаклдаги бўртиқ тўсиқларнинг таҳлили ва у ердаги босимларни ўлчаш шуни кўрсатдики, биринчисида девор яқинидаги юпқа қатламнинг турбўлизацияси энг минимал гидравлик қаршиликларда эришилади. (7.41-расм).

Ҳозирги кунда, проф. Зокиров С.Г. ва бошқалар томонидан яратилган, ташқи томонида

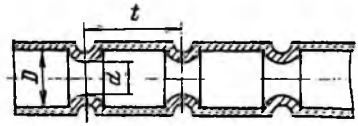


7.41-расм. Силлиқ (а) ва тўғри тўртбурчак (б) шаклидаги бўртиқ тўсиқларда оқим турбулентлигининг тузилиши.

қўндаланг ботиқ ариқча ва ички томони силлиқ бўртиқ тўсиқли иссиқлик алмашиниш юзаси энг самарали интенсивлаш трубаси деб ҳисобланади (7.42-расм). Бу турдаги трубаларни «накатка» усулида ясаш технологияси содда ва осон, нархи эса текис трубанинг бир неча фоизини ташкил этади.

"Накатка" қилиш усулида тайёрланган иссиқлик алмашиниш қурилмаси текис трубалардан қурилма ясаш технологиясидан фарқ қилмайди. Лекин, самарадор трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасидаги накаткали трубаларнинг умумий узунлиги, текис трубали қурилманикидан кам бўлади, яъни камроқ сарф бўлади.

Шунинг учун ҳам, ушбу усулда жараённи интенсивлаш қурилманинг габарит ўлчамлари ва массасини 1,5...2,0 марта камайтириш имконини беribгина қолмай, балки унинг нархини ҳам арзонлаштиришга эришилди.



7.42-расм. Ташқи томонида қўндаланг ботиқ ариқча ва ички томони силлиқ бўртиқ тўсиқли самарадор иссиқлик алмашиниш юзаси.

Ушбу усулда Pr = 2...80 бўлган суюқликлар учун гидравлик қаршилик 2,7...5,0 марта ўсганда, иссиқлик бериш коэффициентини 2,0...2,6 марта орттиришга эришса бўлади. Ҳаво учун эса, гидравлик қаршилик 2,8...4,5 марта ошганда иссиқлик бериш коэффициенти 2,8...3,5 марта кўпаяди.

"Накатка" қилинган трубалар иссиқлик алмашиниш жараёнининг самарадорлигини оширади ва бир қатор афзалликларга эга [47,48,59]:

- трубанинг ички ва ташқи томонларида иссиқлик алмашиниш самарадорлигини бир вақтда амалга ошириш мумкин;
- бошқа усулларга нисбатан юқори иссиқлик алмашинишни самарадорлигига эришилади;
- бу турдаги турбулизаторли трубаларни саноат миқёсида тайёрлаш осон. Бундай трубали қурилмаларни тайёрлаш «Ўзбеккимёмаш» АЖда йўлга қўйилган.

Газларни иситиш ва совитиш жараёнида (Re = 10^4...$4\cdot10^5$, d/D = 0,88...0,98 учун T_w/T_b = 0,13...1,6) ўртача иссиқлик беришни ушбу формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$\frac{Nu}{Nu_T}=\left[1+\frac{\lg \mathrm{Re}-4{,}6}{35}\right]\cdot\left\{3-2\exp\cdot\left[\frac{-18{,}2\cdot(1-d/D)^{1.13}}{(t/D)^{0.326}}\right]\right\} \qquad (7.151)$$

агар t/D = 0,8...2,5 бўлса,

$$\frac{Nu}{Nu_T}=\left[1+\frac{\lg \mathrm{Re}-4,6}{35}\right]\cdot\left[\left(3,33\frac{t}{D}-16,33\right)\frac{d}{D}+\left(17,33-3,33\frac{t}{D}\right)\right] \qquad (7.152)$$

(7.151) ва (7.152) формулалардаги *Nu* ни ҳисоблашда ҳамма параметрлар газнинг ўртача массавий температурасида олинади.

d/D = 0,9...0,97 ва *t/D* = 0,5 параметрларга эга турбўлизаторларни трубаларда иссиқлик беришни ҳисоблашда қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин:

$$\frac{Nu}{Nu_T}=\left(1+\frac{\lg \mathrm{Re}_w-4,6}{7,45}\right)\cdot\left(\frac{1,14-0,28\sqrt{1-d/D}}{1/14}\right)\cdot\exp\left[\frac{9(1-d/D)}{(t/D)^{0,58}}\right] \qquad (7.153)$$

бу ерда Re_w - деворнинг ўртача температурасида ҳисобланади.

(7.151)-(7.153) формулалардаги Nu_T қуйидаги тенгламаларда ҳисобланади.
газларни иситиш пайтида

$$Nu_T = 0,0207\cdot \mathrm{Re}^{0,8}\cdot \mathrm{Pr}^{0,43} \qquad (7.154)$$

бу ерда аниқловчи температура - труба узунлиги бўйича деворнинг ўртача температураси.

газларни совитиш пайтида

$$Nu_T = 0,0207\cdot \mathrm{Re}^{0,8}\cdot \mathrm{Pr}^{0,43} \qquad (7.154)$$

бу ерда аниқловчи температура - труба узунлиги бўйича деворнинг ўртача температураси.

$$Nu_T = 0,018\cdot \mathrm{Re}^{0,8} \qquad (7.156)$$

бу ерда аниқловчи температура - труба узунлиги бўйича ўртача массавий температураси.

Агар *t/D* = 0,5 ва *d/D* ≥ 0,94 (*Re>Re**) бўлса, суюқликлар учун ўртача иссиқлик бериш қуйидаги формуладан топилади:

$$\frac{Nu}{Nu_T}=\left[100\cdot\left(1-\frac{d}{D}\right)\right]^{0,445} \qquad (7.157)$$

бу ерда Nu_T ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$Nu_T = 0,0216\cdot \mathrm{Re}^{0,8}\cdot \mathrm{Pr}^{0,445} \qquad (7.158)$$

Ушбу трубаларнинг гидравлик қаршилигини *Re* = 10^4...$4\cdot10^5$ ораликда қуйидаги формуладан аниқласа бўлади:

d/D = 0,90...0,97 ва *t/D* = 0,5...1,0 бўлганда:

$$\frac{\xi}{\xi_T}=\left[1+\frac{100\cdot(\lg \mathrm{Re}-4,6)\cdot(1-d/D)^{1,65}}{\exp(t/D)^{0,3}}\right]\cdot\exp\left[\frac{25\cdot(1-d/D)^{1,32}}{(t/D)^{0,75}}\right] \qquad (7.159)$$

d/D = 0,88...0,98 ва *t/D* = 0,5 бўлганда

$$\frac{\xi}{\xi_T}=\left[1+\frac{\lg \mathrm{Re}-4,6}{3,4\,\mathrm{Re}\cdot10^{-5}+6}\right]\cdot\left(1,3-\sqrt{\left|\frac{d}{D}-0,93\right|}\right)\cdot\exp\left[20,9\cdot(1-d/D)^{1,05}\right] \qquad (7.160)$$

d/D = 0,90...0,98 ва *t/D* = 0,25 бўлганда эса,

$$\frac{\xi}{\xi_T}=\left[1-\frac{\lg \mathrm{Re}-4,6}{6\left(\mathrm{Re}\cdot10^{-5}\right)^{0,33}}\right]\cdot\left(3\frac{d}{D}-2\right)\cdot\left(2,5-1,5\frac{d}{D}\right)\cdot\exp\left[17\left(1-\frac{d}{D}\right)^{0,858}\right] \qquad (7.161)$$

(7.159) формуладаги ξ_T қуйидаги тенгламадан топилади:

$$\xi_m = \frac{0{,}316}{\mathrm{Re}^{0{,}254}} \cdot \left(\frac{\mu_b}{\mu_w}\right)^n \qquad (7.162)$$

бу ерда газларни иситиш жараёни учун $n = 0{,}14$, газларни совитиш учун $n = 0$ ва суюқликларни иситиш учун $n = 0{,}333$.

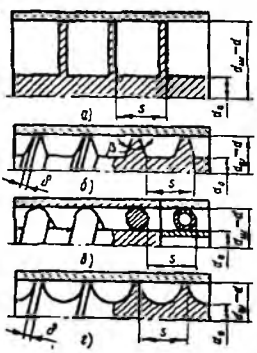
(7.161) ва (7.162) формулардаги ξ_T ушбу тенгламадан ҳисоблаб аниқланади:

$$\xi_T = 0{,}182 \cdot \mathrm{Re}^{-0{,}2} \qquad (7.163)$$

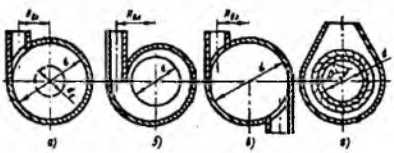
Ушбу усулда Pr = 2...80 бўлган суюқликлар учун гидравлик қаршилик 2,7...5,0 марта ўсганда иссиқлик бериш коэффициентини 2,0...2,6 марта оширишга эришса бўлади. Ҳаво учун эса, гидравлик қаршилик 2,8...4,5 марта ошганда иссиқлик бериш коэффициенти 2,8...3,5 марта кўпаяди.

Юқорида келтирилган девор яқинидаги чегаравий қатламнинг турбўлентлигини жадаллаштирадиган турбўлизаторлардан ташқари бошқа интенсивлаш усуллари ҳам кимё ва нефт машинасозлигида қўлланилади.

Бошқа усуллар ўртасида иссиқлик элткичларни труба ичида бураб, спиралсимон ҳаракатлантириш усули алоҳида ўрин тутади. Бунинг учун 7.43...7.46 расмларда ва 7-7, 7-8



7.43-расм. Шнексимон ўюрмалантиргичлар конструкциялари.
а - тўртбурчак арикчали; б – трапеция шаклидаги арикчали; в - сим ёки найча ўраш йўли билан ҳосил қилинган шнекли; г-ярим доира шаклидаги арикчали.



7.44-расм. Иссиқлик элткични тангенциал йўналишда узатиш мосламалари.
а- битта тешикли тангенциал ўюрмалантиргич; б- чиғаноқ шаклли ўюрмалантиргич; в - иккита тешикли ўюрмалантиргич; г - тангенциал қуракчали ўюрмалантиргич.

жадвалларда келтирилган мосламалардан фойдаланилади [48,49].

а) трубанинг бир қисми ёки бутун узунлигига винтсимон (буралган лента, шнек) турбўлизаторлар ўрнатилади (7.43-расм);

б) трубага иссиқлик элткични тангенциал йўналишда узатиш (7.44-расм);

в) трубага киришда ёки трубаларнинг керакли жойларига қуракчали ўюрмалаштиргичлар ўрнатиш (7.45-расм);

г) иситкичга бурама-спирал кўринишидаги трубалар ўрнатиш (7.46-расм).

Ушбу усулда иссиқлик беришни интенсивлаш бир қатор омиллар таъсирида рўёбга ошади:

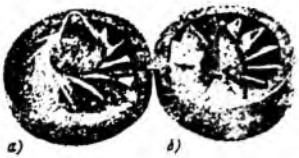
- текис трубалар билан бир хил ўртача сарфда ўюрмалантиргичли трубаларнинг девори яқинида тезлик градиенти ва турбўлентли кучланишлар юқори бўлади;

- марказдан қочма куч таъсирида зичлиги юқори совуқ суюқлик девор атрофига, труба марказида эса - зичлиги кичик иссиқ суюқлик йиғилади. Суюқликнинг қатламларга ажралиш эффекти иситиш жараёнида иссиқлик беришни интенсивлайди;

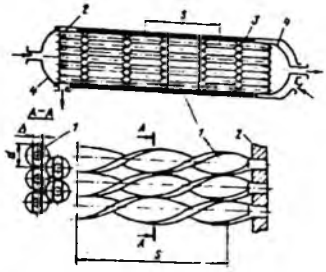
- винтсимон элементларни қўллаш киррали юзалар эффектини беради. Бу усулда иссиқлик

бериш коэффициенти 30...40% ортади, гидравлик қаршилик эса 1,5...2,5 марта кўпаяди.

Турбулент ва ўтиш режимларида девор яқинидаги катлам зонасини интенсивлаш керак, чунки чегаравий қатламнинг иссиқлик ўтказувчанлиги кичик. Ундан ташқари, бу ерда «девор – суюқлик» системасининг 60...70% температура напори мужассамланган, яъни иссиқлик



7.45-расм. Аксиал - қуракчали уюрмалантиргич.
а) профилли; б - ясси қуракчали.



7.46-расм. Суюқлик оқимини бурама йўналишда ҳаракатлантирувчи иссиқлик алмашинши қурилмаси.
1 - бурама трубалар; 2 - труба тешикли панжараси; 3 - қобиқ; 4 - қопқоқ

оқимининг зичлиги максималдир.

Яна бир самарали интенсивлаш усули проф. Дзюбенко Б.В., проф. Дрейцер Г.А. ва бошқалар томонидан яратилган. Бу самарадор труба бўлиб, уни бураш йўли билан ҳосил қилинади ва унинг кўндаланг кесим юзаси эллипсоид шаклида бўлади (7.46-расм).

Бурама трубалардан ясалган қурилмаларда иссиқлик алмашиниш ҳам трубалар ичида, ҳам трубалараро бўшлиқда интенсивлашади. Агар, трубалар бураш қадами $S/d = 6...15$ бўлса, қурилма ҳажмини текис трубали қурилмага нисбатан 1.5...2 баробар камайтириш мумкин. Демак, қурилманинг массаси ва металл сарфи ҳам кам бўлади.

Бу турдаги трубалар винтсимон каналлари чегарасида тезликнинг айланувчан ташкил этувчисининг тангенциал узилиши рўй беради ва бу ҳол оқимни турбўлизация ҳолатига олиб келади. Оқим ядросига қараганда, труба девори яқинида суюқлик оқими уюрмавий ҳаракатланади. Бурама трубалар биринчи навбатда девор яқинидаги суюқлик қатламини турбўлизация қилиш учун қўлланилади.

Саноат синовлари шуни кўрсатадики, агар $S/d \approx 12$ бўлса, турбўлент режимда трубалараро бўшлиқда иссиқлик алмашиниш ва гидравлик қаршилик бир хил даражада ортади. Ўтиш соҳаси $Re = 10^3...10^4$ да эса, гидравлик қаршиликдан иссиқлик алмашинишнинг ўсиш даражаси кўпрок бўлади.

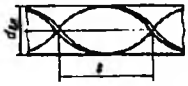
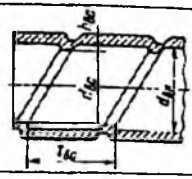
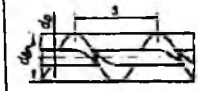
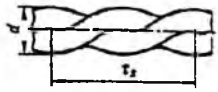
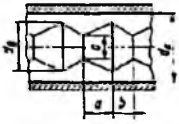
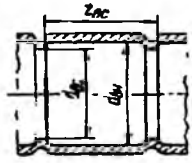
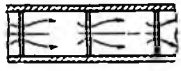
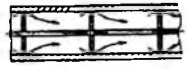
Иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсивлашнинг яна бир самарали усули - бу труба ташқи юзасида қўшимча қиррали юзалар ҳосил қилишдир. Ушбу усулда иссиқлик бериш коэффициенти паст бўлган муҳит албатта труба ичига йўналтирилиши керак. Пластина қиррали иссиқлик алмашиниш юзаларнинг баъзи бирлари 7-7 жадвалга келтирилган.

Иссиқлик алмашиниш юзасига механик таъсир усуллари, ҳамда электр, ультратовуш ва магнит майдонларининг таъсири, шу кунгача ҳали етарли ўрганилмаган.

Иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсивлаш натижасида иссиқлик ўтказиш коэффициентининг ортиши иссиқлик алмашиниш юзалари тоза бўлганда, иситувчи буғ ва иситилаётган суюқликлар ва девор ўртасидаги иссиқлик бериш коэффициенти билан белгиланади. Кўпинча ишлатиладиган иссиқлик элткичларнинг физик - кимёвий хоссалари, босими, температураси ва иссиқлик бериш коэффициентлари бир - биридан кескин равишда фарк қилади. Масалан, буғдан деворга иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати $\alpha = 4000...15000$ Вт/(м²·К), ковушоқ суюқликлар учун эса - $\alpha \leq 200$ Вт/(м²·К).

Самарадор иссиқлик алмашиниш трубалари

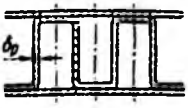
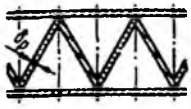
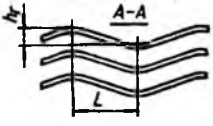
7-7 жадвал

Иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсивлаш усуллари ва мосламалари	Схема	Иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсивлаш усуллари ва мосламалари	Схема
Бурама лента		Ташқи томонида винтсимон қўнда-ланг ботиқ арикча ва ички томонида силлиқ бўртиқ тў-сиқли труба	
Узлуксиз, шнекли лента		Бурама труба	
Конфузор-диффузор типидаги халқасимон канал		Ташқи томонида дискрет жойлаш-тирилган ботиқ арикча ва ички томонида бўртиқ тўсиқли труба	
Диафрагма кўринишидаги турбулизатор		Диск кўринишидаги турбулизатор	
Спи-ралсимон қовурғали		Узлуксиз спирал-ли труба	

Кўриниб турибдики, жараённи интенсивлаш α коэффициенти кичик бўлган иссиқлик элткич томонидан қилиш зарур, яъни қовушоқ суюқлик томонидан ўтказилиши даркор. Агар иссиқлик бериш коэффициенти иккала муҳит учун таҳминан бир хил қийматга эга бўлса, интенсивлаш иккала тарафдан ўтказилиши мумкин. Лекин, қурилмани эксплуатацион ва техник имкониятлари инобатга олиниши зарур.

Одатда иссиқлик бериш жараёнини интенсивлаш, гидравлик қаршиликларни енгиш учун сарфланадиган, ўсиб борувчи энергия билан боғлиқдир. Шунинг учун, иссиқлик бериш жараёнини интенсивлашни характерловчи энг асосий кўрсаткичлардан бири - бу қурилманинг энергетик самарадорлигидир. Гидравлик қаршилик ўсиши билан иссиқлик беришнинг ортиши бир хил даражада бўлиши мақсадга мувофиқдир.

7-8 жадвал

Схема	Характеристика
	Тўғри тўртбурчак канал хосил қилувчи, текис, узлуксиз қобурғалар (ТУЛ).
	Трапеция шаклидаги канал хосил қилувчи, (ТУЛ).
	Учбурчак шаклида канал хосил қилувчи, (ТУЛ).
	Узлуксиз, тўлқинсимон қовурға (УТЛ).
	Трубаларо бўшлиқда иссиқлик элткич тўлқинсимон ҳаракатланади.
	Учбурчак шаклида канал ҳосил қилувчи жалюзли қовурға (ЖЛ). Текис қовурғаларда тиркишлар ҳосил қилиб, қирқилган бўлаклари қарама-қаршн томонга букилган. Бундай каналларда суюқликнинг ҳаракати туфайли ҳосил бўладиган чегаравий қатлам бузилади ва иссиқлик бериш жараёни интенсивлашади.

Иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсивлашнинг қуйидаги усуллари мавжуд:

- девор яқинидаги чегаравий қатлам оқимини интенсивловчи ғадир - будур ва мураккаб шаклдаги юзалар барпо этиш;
- труба ичига оқимни турбулизация қилувчи шнек ва мосламалар ўрнатиш;
- иссиқлик элткич оқимига электр, магнит ва ультратовуш майдонларини таъсир эттириш;
- девор яқинидаги чегаравий қатламни ҳаракатдаги оқим тезлигининг тебранишин ёки уюрмали ҳаракатини ташкил этиш ва уни бурама, спиралсимон траекторня бўйича йўналтириш;
- киррали конструкция ясаш йўли билан иссиқлик алмашиниш юзасини ошириш;
- иссиқлик алмашиниш юзасини айлантириш ва тебранма ҳаракатлантириш каби механика таъсир эттириш;
- кўзгалмас ёки мавҳум қайнаш қатламларида донадор насадкаларни қўллаш;
- иссиқлик элткич таркибига қаттиқ заррача ёки газ пуфакчаларини қўшиш.

Аниқ шароит учун интенсивлашнинг у ёки бу усулларини қўлашнинг имконияти ва мақсадга мувофиқлиги унинг техник имконияти ва самарадорлиги билан белгиланади. Трубалар ичида иссиқлик беришни интенсивлаш учун қўлланиладиган айрим мосламалар схемаси 7-8 жадвалда келтирилган.

7-боб. Иситиш, буғлатиш, совитиш ва конденсациялаш

Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Иссиқлик алмашиниш қурилмалари қайси гуруҳлардан иборат?
2. Қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкцияси чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
3. Трубаларни тешикли панжарага қандай маҳкамлаш усуллари бор?
4. Трубаларни панжарага маҳкамлашнинг исталган 5 конструкциясини чизинг.
5. Трубаларни панжарага жойлаштириш усуллари ва уларнинг афзалликлари.
6. Трубалараро бўшлиқда қўлланиладиган тўсиқлар конструкцияларини чизинг.
7. Кўп йўлли қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
8. U-симон қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
9. Линза компенсаторли қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
10. Ҳаракатчан калпоқчали, қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
11. Қўшалоқ трубали қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
12. Труба ичида труба иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
13. Змеевикли иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
14. Ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
15. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
16. Пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
17. Қиррали иссиқлик алмашиниш юзаларининг конструкцияларини чизинг ва афзалликларини аниқланг.
18. Ғилофли иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
19. Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
20. Шнекли иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
21. Регенератив иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
22. Аралашиш иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
23. Бир хил йўлли конденсатор конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
24. Насадкали конденсатор конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
25. Барометрик конденсатор конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
26. Иссиқлик трубаси , термосифон нима ва қандай вазифани бажаради?
27. Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини танлашда қайси критерийларга амалқилинади?
28. Иссиқлик алмашиниш жараёнларини интенсивлашни қандай усуллари бор?

7.14. Буғлатиш

Қаттиқ, учувчан бўлмаган ёки учувчанлиги ёмон бўлган моддалар эритмаларини қайнатиш даврида эритувчисини ва ҳосил бўлган буғларни чиқариб юбориш жараёнига *буғлатиш* дейилади.

Одатда, саноат миқёсида буғлатиш жараёни эритмаларни қайнатиш йўли амалга оширилади.

Эритмаларни буғлатишдан мақсад уларнинг концентрациясини орттириш бўлиб, яъни эритмаларни қуюқлаштиришдир. Агарда, қуюқлаштирилган эритмалардан яна эритувчи чиқарилса, қаттиқ моддалар кристаллана бошлайди ва кристаллар ажралиб чиқади.

Суюлтирилган эритмалар концентрациясини ошириш ёки улардан эриган моддаларни кристаллаш усулида ажратиб олиш учун буғлатиш жараёни қўлланилади.

Кимё, озиқ - овқат ва бошқа саноатларда буғлатиш жараёнидан кенг кўламда фойдаланилади. Масалан, туз, ишқор каби моддаларнинг сувли эритмаларини, минерал ва органик кислоталар, кўп атомли спиртлар, шакар ва консерва маҳсулотларини ишлаб чиқариш технологиясида томат, сут ва шарбатларни концентрлашда бу жараёнсиз технологияни тасаввур қилиб бўлмайди. Шу билан бирга, ушбу жараённи тоза эритувчи ишлаб чиқариш учун ҳам қўлласа бўлади.

Шуни алохида қайд этиш керакки, агар **буғланиш** жараёни қайнаш температурасидан паст, исталган температурада эритма юзасида содир бўлса, **буғлатиш** эса - қайнаш температурасидан юқори температурада, эритманинг бутун ҳажмида юз беради.

Ушбу жараёнлар буғлатиш қурилмаси деб номланадиган қурилмаларда амалга оширилади. Маълумки, узлуксиз ва узлукли буғлатиш жараёнларини ташкил этиш мумкин. Узлукли ишлайдиган қурилмалар, одатда кам миқдорда маҳсулот ишлаб чиқарадиган технологияларда қўлланилади.

Йирик саноат корхоналарида узлуксиз ишлайдиган буғлатиш қурилмаларидан фойдаланилади ва уларнинг иссиқлик алмашиниш юзалари 600...1000 м^2 бўлади. Бундай қурилмаларнинг тежамлилигини аниқловчи асосий омил бўлиб, ундаги буғ ва сув сарфи ҳисобланади.

Буғлатиш вакуум, атмосфера ва юқори босим остида олиб борилиши мумкин.

Вакуум остида буғлатиш пайтида иккиламчи буғни махсус конденсаторда конденсациялаш йўли билан қурилмада вакуум ҳосил қилинади ва насос ёрдамида конденсацияланмаган газлар сўриб олинади. Бу усулда жараён олиб борилса, эритманинг қайнаш температурасини пасайтиришга эришса бўлади. Натижада юқори температурага ўта таъсирчан маҳсулотлар сифатини сақлаб қолиш имконияти туғилади. Ундан ташқари, вакуумни жараёнда қўллаш, ҳаракатга келтирувчи куч миқдорини оширади ва буғлатиш қурилмасининг иссиқлик алмашиниш юзасини, ҳамда металл сарфини камайтириш имконини беради.

Вакуум остида буғлатишнинг яна бир афзаллиги шундаки, паст температура ва босимли иссиқлик элткичлардан фойдаланиш мумкин. Бу усулда буғлатилганда, ҳосил бўлган иккиламчи буғни, кейинги корпусда бирламчи буғ сифатида қўллаш мумкин.

Албатта, бу усулнинг камчиликлари ҳам бор: жараёнда вакуумни қўллаш унинг нархини оширади; буғлатгичдан ташқари бир нечта қўшимча қурилма ва мосламалар ишлатиш керак.

Атмосфера босимида буғлатиш жараёнида ҳосил бўлган иккиламчи буғ атроф муҳитга чиқариб юборилади. Бундай усул энг содда деб ҳисобланса ҳам, лекин у иқтисодий жиҳатдан энг тежамсиздир.

Юқори босим остида буғлатиш жараёнида ҳосил бўлган иккиламчи буғ қайтадан буғлатиш жараёнида, ҳамда бошқа мақсадлар учун ҳам ишлатиш мумкин. Бу усулда жараён юқори босимда олиб борилгани учун, эритмаларнинг қайнаш температураси анча кўтарилади.

Бошқа мақсадлар учун ишлатиладиган иккиламчи буғ - *экстра буғ* деб номланади. Юқори босим остида буғлатиш жараёнида ажралиб чиққан иккиламчи буғни қайтадан қўллаш, вакуум остида буғлатишга нисбатан иссиқликдан тўла миқдорда фойдаланиш имконини беради. Шунинг учун, ушбу усул фақат иссиқликка бардош эритмаларни буғлатиш учун қўлланилади. Ундан ташқари, юқори босим остида буғлатиш жараёни учун юқори температурали иссиқлик элткичларни ишлатиш керак. Бу ҳол албатта унинг энг асосий камчилигидир.

Атмосфера босими, айрим ҳолларда вакуум остида жараён олиб борилганда, бир корпусли буғлаткичлардан фойдаланилади. Лекин, саноат миқёсида кўпинча бир неча қурилмадан йиғилган кўп корпусли буғлатиш қурилмаларида жараённи олиб бориш кенг тарқалган. Бундай қурилмаларда фақат биринчи корпусда бирламчи буғ ишлатилади. Иккинчи, учинчи ва кейинги

корпусларда эса, олдинги корпусда ажралиб чиққан иккиламчи буғ қўлланилса, элткич тежалишига сабабли бўлади ва буғ сарфининг камайишига олиб келади.

Бир корпусли буғлатиш қурилмаларида ҳам, бирламчи буғ сарфини камайтириш мумкин. Бунинг учун, қурилмадан чиқаётган иккиламчи буғ иссиқлик насоси ёрдамида бирламчи буғ температурасига тўғри келадиган босимгача сиқилади ва қайтадан эритмани буғлатиш учун қурилмага йўналтирилади.

7.15. Буғлатишнинг назарий асослари

Буғлатиш жараёнида эритмаларнинг концентрацияси ортади ва натижада унинг физик ва иссиқлик хоссалари ўзгаради.

Буғлатиш қурилмаларини ҳисоблаш, лойиҳалаш ва эксплуатация қилиш учун муҳим бўлган эритмаларнинг баъзи бир хоссаларини кўриб чиқамиз.

Температура депрессияси - Δ'. Эритма T_1 ва эритувчилар T қайнаш температуралари ўртасидаги фарқдир, яъни $\Delta t = T_1 - T$ температура депрессияси деб номланади. Эритмалар назариясидан маълумки, бир хил T температурада тоза эритувчи устидаги буғларининг босими p, эритма устидаги буғларнинг босими p_1 дан ҳар доим кўп бўлади. Ёки бир хил босимда тоза эритувчининг қайнаш температураси эритманинг қайнаш температурасидан паст бўлади.

Эритмаларнинг температура депрессияси эритувчи ва эриган моддалар хоссаларига боғлиқдир. Босим ва концентрация ортиши билан температура депрессияси ошади. Кўпинча ушбу кўрсаткич тажрибавий йўл билан аниқланади.

Маълумки, буғлаткичларда иссиқлик йўқотилиши оқибатида температураларнинг пасайиш ходисаси юз беради. Натижада температуралар фарқи камаяди ва жараён интенсивлиги сусаяди. Температуралар йўқотилиши Δ, температура депрессияси Δ', гидростатик Δ'' ва гидравлик депрессия Δ''' лар йиғиндисига тенг, яъни: $\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta'''$.

Агар, эритманинг атмосфера босимдаги температура депрессияси $\Delta'_{атм}$ маълум бўлса, исталган бошқа босимлардаги депрессия Тишенко формуласидаги тахминан ҳисоблаб аниқланиш мумкин:

$$\Delta' = 1{,}62 \cdot 10^{-2} \frac{T^2}{r} \Delta'_{атм} \qquad (7.165)$$

бу ерда T - маълум босимдаги тоза эритувчининг қайнаш температураси, К; r - маълумки босимдаги тоза эритувчининг буғлатиш иссиқлиги, кЖ/кг; $\Delta'_{атм}$ - атмосфера босимидаги температура депрессияси, ^{0}С.

Агар, $\Delta'_{атм}$ катталиги бўйича тажрибавий маълумотлар йўқ бўлса, уни бир нечта усул билан тахминан ҳисоблаб топиш мумкин. Бирор босимда эритманинг битта қайнаш температураси маълум бўлса - Бабо, иккита температураси маълум бўлганда эса - Дюринг ёки Киреев қоидасига биноан аниқлаш имкони бор.

Бабо қоидасига биноан, бирор концентрацияли эритма устидаги буғ босимининг пасайиши $(p_1-p_2)/p_1$ ёки p_2/p_1 температурага боғлиқ эмас ва ўзгармас қийматга тенгдир:

$$\frac{p_2}{p_1} = K = const \qquad (7.166)$$

бу ерда p_1 ва p_2 - эритувчи ва эритма буғларининг босимлари.

Гидростатик депрессия - Δ''. Буғлаткич қайнаш трубаларининг бир қисми суюқлик билан тўлиб турган бўлади ва унинг устида буғ - суюқликдан иборат эмульсия қатламида юқорига қараб кўтарилган сари буғнинг миқдори ошиб боради.

Агар, қайнаш трубасидаги суюқлик ва эмульсияни шартли равишда суюқлик деб номласак, унда гидростатик босимлар фарқи ҳисобига трубанинг пастки қисмидаги суюқликнинг қайнаш температураси тепа қисминикидан юқори бўлади.

Гидростатик эффект ҳисобига эритма қайнаш температурасининг ортиши **гидростатик депрессия** деб аталади.

Буғлатиш жараёни вакуум остида олиб борилганда, гидростатик депрессия салмокли бўлади.

Тўйинган сув буғи t_c ва иккиламчи буғ температура T лари орасидаги фарқ гидростатик депрессияни беради:

$$\Delta'' = t_c - T'' \qquad (7.167)$$

Ушбу тенглик эритма ҳаракатини инобатга олмагани учун унинг хатолиги катта. Шунинг

учун Δ'' нинг қийматлари тажрибавий усулда топилади.
Вертикал буғлаткичда интенсив ҳаракатланаёган эритмалар учун Δ'' миқдори 1...3°С оралиқда қабул қилиниши мумкин.

Гидравлик депрессия - Δ'''. Ушбу депрессия иккиламчи буғнинг сепаратор ва қувурлар орқали ҳаракати даврида ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликларни енгиши туфайли вужудга келадиган температура йўқотилишлар.

Ушбу гидравлик қаршиликларни енгиш вақтида босимнинг камайиши, температура пасайишига сабабчи бўлади.

Демак, гидравлик қаршиликлар туфайли эритма қайнаш температурасининг кўпайиши **гидравлик депрессия** деб номланади. Одатда Δ'''нинг қиймати 0,5...1,5 °С оралиғида бўлади.

Юқорида қайд этилган депрессияларни ҳисобга олсак, эритманинг қайнаш температураси қуйидагича ҳисобланади:

$$t_к = T' + \Delta' + \Delta'' \qquad (7.168)$$

бу ерда T' - иккиламчи буғ температураси, К

Эритмалар иссиқлик сиғими температура ва эриган моддалар концентрацияси функциясидир.

Кўпчилик эритмалар иссиқлик сиғими аддитивлик қоидасига бўйсинмайди. Шунинг учун эритманинг ушбу хоссасини эриган модда ва эритувчилар иссиқлик сиғимлари ёрдамида аниқлаб бўлмайди. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, эритма концентрацияси канчалик катта бўлса, унинг иссиқлик сиғими шунчалик аддитивлик қоидасига кам бўйсинади. Эритманинг ушбу хоссаси махсус адабиётларда келтирилган.

Эритиш иссиқлиги эритманинг концентрацияси, эритувчи ва эриган моддалар хоссаларига боғлиқ. Қўшимча қаттиқ моддалар эриши даврида кристаллик панжара бузилади. Албатта, бунинг учун энергия сарфланади ва оқибатда эритманинг совиши рўй беради. Агар эритувчи ва эрийдиган моддалар ўзаро кимёвий реакцияга киришса, гидратлар ҳосил бўлиб, жараён натижасида иссиқлик ажраб чиқади. Шундай қилиб, эритиш иссиқлиги эриш ва кимёвий ўзаро таъсир иссикликлари йиғиндисига тенг.

Осон гидрат ҳосил қиладиган моддалар мусбат эритиш иссиқлигига (сувда), эга; гидрат ҳосил қилмайдиган моддалар - манфий эритиш иссиқлигига эга.

7.16. Буғлатиш усуллари

Саноатда мавжуд технологияларда асосан қуйидаги буғлатиш усулларидан фойдаланилади:
- оддий буғлатиш (узлукли ва узлуксиз);
- кўп корпусли қурилмаларда буғлатиш (фақат узлуксиз);
- иссиқлик насосларини қўллаб буғлатиш.

Эритмалар ва иситувчи буг хоссаларига қараб ҳамма 3 та буғлатиш усуллари вакуум ва босим остида ўтказилиши мумкин. Иссиклик элткич сифатида, деярли ҳар доим, тўйинган сув буғи ишлатилади. Камдан - кам ҳолларда эритмалар электр токи ёки оралиқ иссиклик элткичлари ёрдамида иситилади.

Оддий буғлатиш. Иссиқлик тежалиши катта аҳамиятга эга бўлмаган ва унумдорлиги кичик бўлган қурилмаларда оддий буғлатишдан фойдаланилади. Ундан ташқари, температура депрессияси юқори эритмаларнигина узлукли ишлайдиган, бир корпусли буғлатиш қурилмасида амалга ошириш иқтисодий жиҳатдан тўғри ва мақсадга мувофиқдир. Узлукли буғлатишни икки хил йўл билан олиб бориш мумкин: бошланғич эритмани даставвал юклаш ва оз-оз миқдорда юклаш.

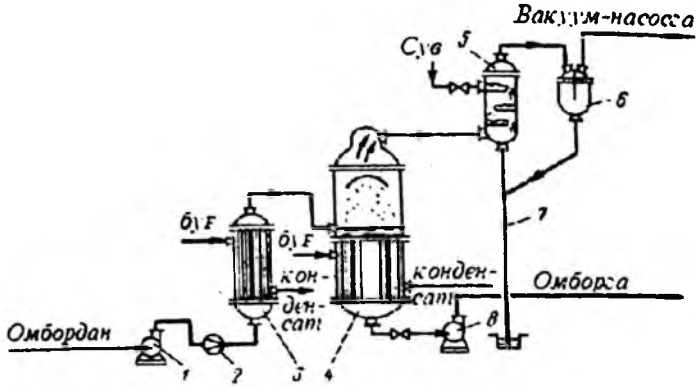
Узлуксиз ишлайдиган оддий буғлатиш қурилмаси 7.47-расмда келтирилган.

Бошланғич концентрацияли эритма насос 1 ёрдамида сарф ўлчагич 2 орқали иситкич 3 га узатилади. У ерда эритма қайнаш температурасигача иситилади ва сўнг буғлаткич 4 га буғлатиш учун юборилади. Қурилма 4 нинг пастки қисмида эритма сув буғи ёрдамида иситилади, натижада эритувчи буғлатади. Ҳосил бўлган иккиламчи буғ қурилма 4 нинг юқори қисми бўлмиш сепарацион бўлимида майда томчилардан ажратилади ва барометрик конденсатор 5 га йўналтирилади. Ундан иккиламчи буг конденсацияланади.

Конденсацияланмаган инерт газлар ушлагич 6 орқали вакуум - насос 8 ёрдамида сўриб олинади. Совутувчи сув билан ҳосил бўлган конденсат барометрик труба 7 орқали йиғгичга

тушурилади. Қуюқлаштирилган эритма насос 8 ёрдамида тайёр маҳсулот омборига узатилади.

Вакуум остида эритмаларни буғлатиш жараёнини ташкил этишнинг бир қатор афзалликлари бор: эритма қайнаш температураси пасаяди; паст босимли буғларни иссиқлик элткич сифатида қўллаш мумкин



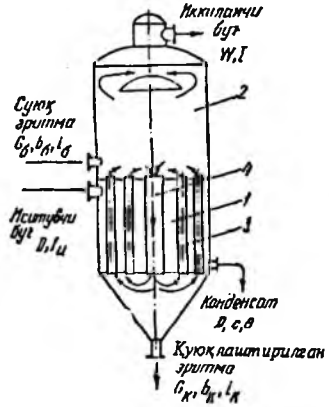
7.47-расм. Бир корпусли, узлуксиз ишлайдиган буғлатиш қурилмасининг схемаси.
1, 8 - насослар; 2 - сарф ўлчагич; 3 - иситкич; 4 – буғлаткич; 5 - барометрик конденсатор; 6 - ушлагич; 7 - барометрик труба.

Марказий циркуляция трубали, узлуксиз ишлайдиган буғлаткич 7.48-расмда кўрсатилган.

Буғлаткич асосан икки қисмдан, яъни иситувчи камера 1 ва сепаратор 2 дан иборат бўлади.

Камера 1 кўпинча тўйинган сув буғи билан иситилади. Сув буғи камеранинг трубаларо бўшлиғига йўналтирилади, у ерда труба девори орқали ўз иссиқлигини эритмага узатади ва совитиш натижасида конденсацияланади. Ҳосил бўлган конденсат камеранинг пастки қисмидаги штуцер орқали ташқарига чиқарилади.

Трубаларда иситилаётган эритманинг температураси ортиши билан зичлиги камаяди. Натижада, эритма труба бўйлаб юқорига кўтарилади ва девор орқали ўтаётган иссиқлик таъсирида қайнаш бошланади. Қайнаш жараёнида ҳосил бўлаётган иккиламчи буғ эритмадан ажрайди ва сепаратор 2 га қараб ҳаракатланади. У ерда буғ майда эритма томчиларидан ажратилади ва буғ ташқарига чиқарилади. Сепараторда ажратилган томчилар яна қайтадан буғлатаётган эритмага қўшилади.



7.48-расм. Марказий циркуляция трубали буғлаткич.
1 - иситувчи камера; 2 - сепаратор; 3 - иситувчи трубалар; 4- циркуляция трубаси.

Эритманинг маълум қисми (зичлиги юқори) циркуляция трубаси орқали буғлатишнинг пастки қисмига тушади. Ушбу трубадаги эритма ва иситувчи трубалардаги «буғ - суюқлик» аралашмаси зичликлари ўртасидаги фарқ таъсирида бетўхтов равишда циркуляция қилиб туради. Концентрацияси ошган, яъни қуюқлашган эритма, қурилманинг пастки қисмидан чиқариб олинади.

7.16.1. Оддий буғлатишнинг моддий баланси

Оддий буғлатиш жараёнининг моддий баланси ушбу тенгламалар ёрдамида ифодаланади:

$$G_б = G_{ox} + W \tag{7.169}$$

бу ерда $G_б$ – бошланғич эритма сарфи, кг/соат; G_{ox} - қуюқлаштирилган эритма сарфи, кг/соат; W – буғлатилган сув миқдори, кг/соат.

Эритмадаги қуюқ моддага нисбатан моддий баланс ушбу кўринишга эга:

$$\frac{G_б \cdot x_б}{100} = \frac{G_{ox} \cdot x_{ox}}{100} \tag{7.170}$$

бу ерда $x_б$ ва x_{ox} - эритманинг бошланғич ва охирги концентрациялари, % (масс).

Агар, (7.169) ва (7.170) тенгламалардан буғлатилган сув миқдорини топиш мумкин:

$$W = G_б\left(1 - \frac{x_б}{x_{ox}}\right) \tag{7.171}$$

Эритманинг охирги концентрацияси эса:

$$x_{ox} = G_б \frac{x_б}{G_б - W} \tag{7.172}$$

Қуюқлаштирилган эритма бўйича буғлаткичнинг иш унумдорлиги қуйидаги тенгламадан топилади:

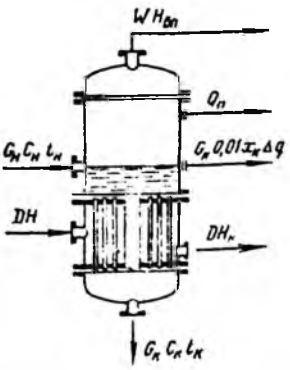
$$G_{ox} = \frac{G_б \cdot x_б}{x_{ox}} \tag{7.173}$$

7.16.2. Оддий буғлатишнинг иссиқлик баланси

Оддий буғлатиш жараёнининг иссиқлик баланси 7.49-расмда келтирилган иссиқлик оқимлари асосида битта тенглик ёрдамида ёзилиши мумкин:

$$G_б c_б t_б + DI = G_{ox} c_{ox} t_{ox} + G_{ox} 0{,}01 x_{ox} \Delta q + W \cdot I_{об} + D \cdot I_к + Q_{йўқ} \tag{7.174}$$

бу ерда D - иситувчи буғ сарфи, кг/соат; I - иситувчи буғ энталпияси, кЖ/кг; $t_б$ ва t_{ox} - эритманинг бошланғич ва охирги температуралари, °С; $I_к$ - конденсат энталпияси, кЖ/кг; Δq - эритмани $x_б$ ва x_{ox} гача қуюқлаштириш иссиқлиги, кЖ/кг; $Q_{йўқ}$ – иссикликнинг атроф мухитга йўқотилиши, кЖ/соат.



7.49-расм. Оддий буғлатиш жараёнидаги иссиқлик оқимлар схемаси

$G_б c_б t_б$ - бошланғич эритма билан иссиқлик кириши;
DI - иситувчи буғ билан иссиқлик кириши;
$G_{ак} c_{ак} t_{ак}$ - қуюқлашган эритма билан иссиқлик чиқиши;
$WI_{иб}$ - иккиламчи буғ билан иссиқликнинг чиқиши;
$DI_к$ - иситувчи буғ конденсати билан иссиқликнинг чиқиши;
$G_{ак} 0{,}01 \cdot x_{ак} \cdot \Delta q$ - қуюқлаштириш иссиқлиги;
$Q_{атр}$ - атроф муҳитга иссиқлик йўқотилиши.

Агар, (7.169) тенгламани (7.174) га қўйсак, ушбу кўринишга эришамиз

$$G_б c_б t_б + W c_в t_б + DI = G_{ак} c_{ак} t_{ак} + G_{ак} 0{,}01 x_{ак} \cdot \Delta q + W \cdot I_{иб} + D \cdot I_к + Q_{атр} \qquad (7.175)$$

бундан

$$D = G_{ак} \frac{c_{ак} t_{ак} - c_б t_б + 0{,}01 x_{ак} \Delta q}{I - I_{ак}} + W \frac{I_{иб} - c_б t_б}{I - I_{ак}} + \frac{Q_{атр}}{I - I_{ак}} \qquad (7.176)$$

(7.176) тенгламадан кўриниб турибдики, буғлатиш учун зарур бўлган иситувчи буғ сарфи, учта қўшилувчи ёрдамида аниқланади:

- биринчиси, буғлатилаётган эритма энтальпиясини ўзгартириш учун зарур буғ сарфи;
- иккинчиси, иккиламчи буғ хосил қилиш учун зарур буғ сарфи;
- учинчиси, атроф муҳитга йўқотилинаётган иссиқликни қоплаш учун зарур буғ сарфи.

Биринчи ва учинчи қўшилувчилар қиймати, иккинчисига қараганда, жуда кичикдир. Шунинг учун, тахминий хисоблашларда $H_{иб} - c_б t_б \approx I - I_к$ эканлигини инобатга олиб, эритмадан 1 кг сувни буғлатиш учун 1,1...1,2 кг иситувчи буғ керак деб қабул қилинади.

7.16.3. Иситиш юзаси

Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан аниқланади, яъни $Q = KF\Delta t$ дан.

Унда, узлуксиз ишлайдиган буғлаткичнинг иситиш юзаси қуйидаги ифодадан топилади:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}$$

бу ерда t - температураларнинг фойдали фарқи, иситувчи тўйинган сув буғи ва қайнаётган эритма температуралари фаркига тенг.

Температураларнинг фойдали фарқи температуралар умумий фарқи ва температура депрессиялари орқали аниқланади.

Иситувчи ва иккиламчи буғ температуралари орасидаги фарққа температураларнинг умумий фарқи дейилади ва ушбу кўринишда ёзилади:

$$\Delta t_{ум} = t_{иб} - t_{конд} \qquad (7.177)$$

бу ерда $t_{иб}$ - иситувчи буғ температураси, °С; $t_к$ - конденсаторга киришдаги иккиламчи буғ температураси, °С.

Температураларнинг фойдали фарқи $t_{ум}$ дан температуралар йўқотилиш йиғиндиси $\Sigma\Delta$ га камроқ бўлади, яъни

$$\Delta t = \Delta t_{ум} - \Sigma\Delta \qquad (7.178)$$

бу ерда

$$\Sigma\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta'''$$

Кўп корпусли қурилмаларда буғлатиш. Бу турдаги қурилмаларда иситувчи буғ сифатида иккиламчи буғ ишлатилади. Натижада жуда катта миқдорда иссиқлик тежалади. Эритмадан 1 кг сувни буғлатиш учун иситувчи, тўйинган сув буғининг солиштирма сарфи қуйидагича :

- бир корпусли қурилма учун 1,1...1,2 кг;
- икки корпусли қурилма учун 0,55 кг;
- уч корпусли қурилма учун 0,40 кг;
- тўрт корпусли қурилма учун 0,30 кг.

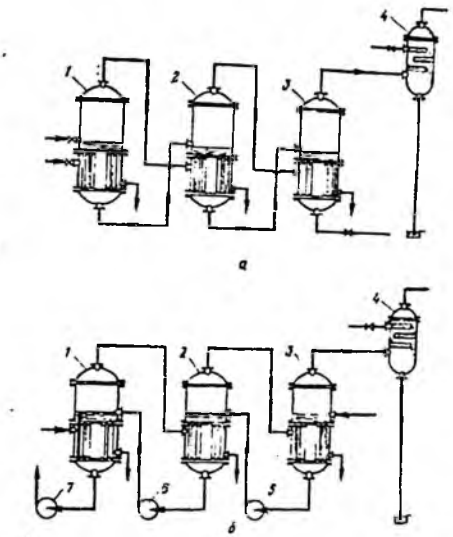
Кўп корпусли қурилмаларда буғлатиш жараёнини юқори босимли иситувчи буғ ёки вакуум

ёрдамида амалга ошириш мумкин.

Буғлатиш корпусларидаги босим шундай бўлиши керакки, унга узатилаётган буғ температураси, шу корпусдаги эритманинг қайнаш температурасидан юқори бўлиши таъминланиши керак. Охирги корпусдаги иситувчи буғнинг босими техник – иқтисодий ҳисоблар асосида аниқланади.

Иситувчи буғ ва эритманинг ҳаракат йўналишига қараб параллел (бир хил), қарама - қарши ва комбинацияланган йўлли кўп корпусли буғлатиш қурилмаларига бўлинади. 7.50а-расмда уч корпусли параллел йўналишли буғлатиш қурилмаси келтирилган.

Бошланғич эритма корпус 1 га юборилади, сўнг корпус 2 ва 3 га узатилади ва керакли концентрациягача қуюқлаштирилгандан сўнг корпус 3 нинг пастки қисмида чиқарилади. Корпус 1 дан корпус 3 га қараб босим пасайиб боради. Шунинг учун, эритма босимлар фарқи остида корпусдан корпусга ўтиб боради. Иситувчи буғ эритма каби уша йўналишда бир корпусдан кейингисига ҳаракат қилади. Яъни, корпус 1 да ҳосил бўлган иккиламчи буғ 2-корпусга иситувчи буғ бўлиб, 2-корпусда ҳосил бўлган иккиламчи буғ эса, 3-корпусга иситувчи буғ бўлиб, 3-



7.50-расм. Буғлатиш қурилмаларининг принципиал схемалари.
а - бир хил (параллел) йўналишли; б - карама-қарши йўналишли;
1-3 – корпуслар; 4- барометрик конденсатор; 5-7 – насослар.

корпусда ҳосил бўлган иккиламчи буғ конденсацияланиш учун барометрик конденсатор 4 га юборилади.

7.50б-расмда уч корпусли қарама - қарши йўналишли буғлатиш қурилмаси тасвирланган. Янги иситувчи буғ 1-корпусга ҳайдалади, иккиламчи буғлар эса 1-корпусдан 3-га қараб ҳаракат қилади. Бошланғич эритма эса, аввал 3-корпусга юкланади, сўнг эса 3-корпусдан 1-корпус томон қараб узатилади. Қуюқлаштириб бўлинган эритма 1-корпуснинг пастки қисмидан чиқариб олинади. Ҳар бир кейинги корпусдаги босим аввалги корпусникидан кам бўлгани учун, эритмани узатиш учун насос 5, 6, 7 лар хизмат қилади.

Комбинациялашган буғлатиш қурилмаларида эритмани киритиш ва чиқариш вариантлари турлича бўлиши мумкин.

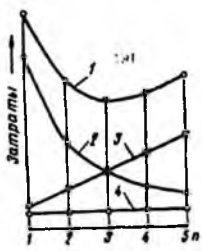
Параллел йўналишли буғлатиш қурилмасининг афзалликлари: эритмани корпусдан корпусга узатиш учун насос керак эмас.

Ҳар бир кейинги корпусда, юқори концентрацияли эритма, нисбатан пастроқ босимда буғлатилади.

Шу охирги корпусдаги иссиқлик ўтказиш коэффициенти биринчисига қараганда анча кичик

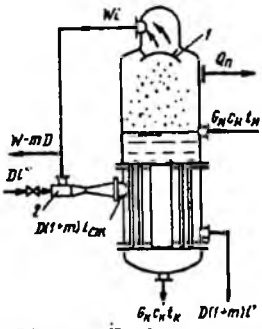
бўлади.

Қарама - қарши йўналишли буғлатиш қурилмасининг афзалликлари: жуда юқори концентрацияларгача қуюқлаштириш мумкин; бир йўналишли қурилмаларга нисбатан кичик иситиш юзаси талаб этилади. Камчилиги: эритмани корпусдан корпусга узатиш учун насослар зарур.



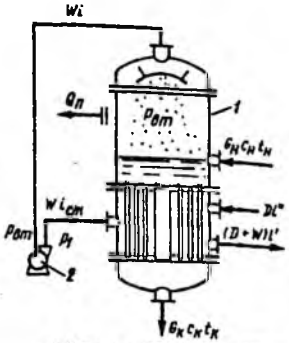
7.51-расм. Буғлатиш корпуслари *n* нинг оптимал сонини аниқлашга оид.

1 - умумий сарфлар; 2 - энергетик (иситувчи буғга бўлган) сарфлар; 3 - капитал ва амортизация сарфлари; 4 - эксплуатация сарфлари.



7.52-расм. Турбокомпрессорли буғлатиш қурилмаси.

1 - буғлаткич.
2 - турбокомпрессор.



7.53-расм. Инжектор иссиқлик насосли буғлатиш қурилмаси.

1- буғлаткич;
2- иссиқлик насоси.

7.51-расмда буғлатиш қурилмалари сонининг ортиши билан турли сарфлар ўзгариши кўрсатилган.

Юқорида қайд этилгандан маълумки, қурилмалар сони ўсиши билан эритма таркибидаги 1 кг сувни буғлатиш учун иситувчи буғ сарфи кескин камайиб боради. Лекин, қурилмалар сони ортиши билан температура йўқотилишлар кўпаяди. Иссиқлик алмашиниш жараёни самарали ўтиши учун температураларнинг фойдали фарқи маълум қийматга эга бўлиши керак. Табиий циркуляцияли қурилмалар учун ушбу фарқ 5...7°С ва мажбурий циркуляцияли учун эса- 3°С дан кам бўлмаслиги зарур.

Буғлатиш қурилмаларининг сони кўп бўлса, бунда температуралар йўқотилишининг йиғиндиси, температураларнинг умумий фарқига тенг ёки ундан ортиб кетиши мумкин. У ҳолда эритмаларни буғлатиш қийинлашади ва жараённи ўтказиш имкони бўлмай қолади.

Қурилмаларнинг оптимал сонини техник-иқтисодий ҳисоблашлар йўли билан аниқлаш мақсадга мувофиқдир.

Графикдаги эгри чизиқ 1 нинг минимумига тўғри келадиган минимал умумий сарфлар, кўп корпусдаги буғлатиш қурилмасининг оптимал сонини кўрсатади. Саноат миқёсида кўп корпусли буғлатиш қурилмаларининг оптимал сони 3 –4 та бўлади.

Иссиқлик насосини қўллаб буғлатиш. Ушбу усул, шу қурилмада олинган иккиламчи буғни қайтадан ўша буғлатгичда қўллашга асосланган. Бунинг учун иккиламчи буғ температураси иситувчи буғ температурасигача кўтариш зарур. Иккиламчи буғ температурасини ошириш учун у компрессор ёки инжекторли иссиқлик насосда сиқилади. Одатда, компрессор сифатида турбокомпрессор қўлланилади (7.52-расм).

Буғлатгичдан чиқаётган босими $p_{ик}$ ва энтальпияси i иккиламчи буғ турбокомпрессор ёрдамида сўриб олинади ва у ерда p босимгача сиқилади. Сиқиш натижасида буғнинг энтальпияси i гача ўсади. Шундай қилиб, сиқилиш натижасида буғ $\Delta i = i_c - i$ миқдорда иссиқлик олади. Турбокомпрессордан чиқаётган сиқилган буғ буғлатиш қурилмасининг иситиш камерасига йўналтирилади.

Жараённинг иссиқлик баланси:

$$G_б c_б t_б + D \cdot i'' + W \cdot i_c = G_{ск} \cdot c_{ск} \cdot t_{ск} + W \cdot i + (D + W) \cdot i' + Q_{атр} \qquad (7.179)$$

бундан иситувчи буғ сарфи:

$$D = G_{ак}\frac{c_{ак}t_{ак} - c_б t_б}{i'' - i'} + W\frac{i - c_б t_б - i_c}{i'' - i'} + \frac{Q_{бук}}{i'' - i'} \quad (7.180)$$

бу ерда i_c - иккиламчи буғнинг турбокомпрессорда сиқилгандан кейинги солиштирма энтальпияси, кЖ/кг.

(7.176) ва (7.180) тенгламаларни таққослашдан кўриниб турибдики, иккиламчи буғлар энтальпиясини ошириш ҳисобига иситувчи буғ сарфи i_c қийматга камроқ сарфланади:

$$D = W\frac{i - c_б t_б - i_c}{i'' - i'} \quad (7.181)$$

Турбокомпрессорда сарфланаётган қувват миқдори ушбу тенгламадан топилади:

$$N = \frac{W(i_c - i)}{3600\eta_{ад}\cdot\eta_{мех}} \quad (7.182)$$

бу ерда $\eta_{ад}$ - турбокомпрессорнинг адиабатик ф.и.к.; $\eta_{мех}$ – электр юритқич ва юритмаларнинг механик ф.и.к.

Буғ-инжектор иссиқлик насосли буғлаттичда иситувчи буғ инжекторга узатилади (7.53-расм). Буғ-инжектор Вентури трубаси типидаги мослама бўлиб, уни ясашга кўп металл сарфланмайди. Инжектор ишлаши пайтида вакуум ҳосил бўлади ва буғлаттичда ажралиб чиққан, босими $p_{ив}$ ва энтальпияси i бўлган, иккиламчи буғни у сўриб олади.

Иситувчи буғни ҳар бир массавий бирлиги иккиламчи буғнинг m массавий бирлигини сўриб олади. Натижада $D\ (1+m)$ миқдорда иситувчи буғ олинади, лекин унинг босими бирламчи буғнинг босимидан паст, иккиламчи буғникидан эса юқори бўлади. W-mD миқдордаги буғ қурилмадан бошқа мақсадлар учун ажратиб олинади.

Жараённинг иссиқлик баланси ушбу тенглик билан ифодаланади:

$$D\cdot(1+m)\cdot i_c + G_б c_б t_б = G_{ак}c_{ак}t_{ак} + W\cdot i + D\cdot(1+m)\cdot i' + Q_{бук} \quad (7.183)$$

бундан буғ сарфи:

$$D = G_{ак}\frac{c_{ак}t_{ак} - c_б t_б}{(1+m)\cdot(i_c - i')} + W\frac{i - c_б t_б}{(1+m)\cdot(i_c - i')} + \frac{Q_{бук}}{(1+m)\cdot(i_c - i')} \quad (7.184)$$

бу ерда m =0,5...1,0 - инжекция коэффициенти.

(7.184) тенгламанинг таҳлили шуни кўрсатадики, иссиқлик насос ёрдамида буғлатиш жараёнида, иситувчи буғ сарфи оддий буғлатишга қараганда $(1+m)$ марта кам бўлади.

Инжекторли буғлаткичлар температура депрессияси паст ва иккиламчи буғ босими юқори бўлган эритмаларни буғлатиш учун қўлланилади. Агар, иккиламчи буғ босими камайиб кетса, инжекция коэффициенти m ҳам камаяди. Бундай ҳолларда иситувчи буғ сарфи кўпайиб кетади ва иссиқлик насосли буғлаткичларни ишлатиш мақсадга мувофиқ эмас.

7.17. Буғлаткичлар тузилиши ва ишлаш принциплари

Буғлатиш қурилмаларини классификациялаш усуллари кўп. Лекин, буғлатиш қурилмаларини ишлаш интенсивлигини характерловчи эритма циркуляциясининг тури ва карралиги классификациялашнинг асосий белгилари деб ҳисоблаш мумкин. Кимё ва нефт-газнини қайта ишлаш саноатларида уч хил буғлатиш қурилмалари кенг тарқалган:

1. Эркин (табиий) циркуляцияли буғлатиш қурилмалари;
2. Мажбурий циркуляцияли буғлатиш қурилмалари;
3. Юпқа қатламли (плёнкали) буғлатиш қурилмалари.

Замонавий буғлатиш қурилмаларининг иситиш юзалари 10...1800 м^2. Буғлаткичлар конструкцияларини танлашда эритмаларнинг физик ва иссиқлик хоссалари, кристалланишга мойиллиги, юқори температураларга чидамлилиги, ҳар бир корпусдаги фойдали температуралар фарқи, иссиқлик алмашиниш қурилмасининг юзаси, технологик хусусиятлари ҳисобга олиниши зарур.

Буғлатиш қурилмалари углеродли, легирланган ва икки қатламли пўлатлардан тайёрланади.

Қуйида, саноатда энг кенг тарқалган, типик буғлаткичлар конструкциялари келтирилади.

Ички иситувчи камерали ва марказий циркуляцион трубали буғлаткич. Вертикал қобиқ 1 нинг пастки қисмида иситиш камераси 2 жойлашган. Ўз навбатида иситиш камераси

иккита тешикли панжара ва унга развальцовка усулида махкамланган қайнаш трубалари 3 дан таркиб топган. Иситиш камерасининг ўртасига қайнаш трубаларига қараганда диаметри каттарок циркуляцион труба 4 ўрнатилган бўлади.

Иситиш камерасининг трубалараро бўшлиғига иссиқлик элткич, яъни сув буғи юборилади.

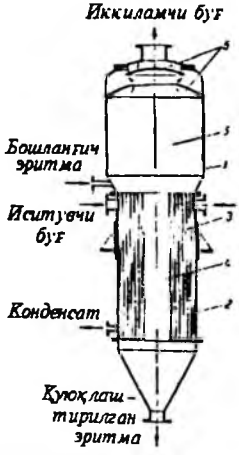
Эритма эса қурилманинг тешикли труба панжараси устига узатилади ва циркуляцион труба орқали пастга оқиб тушади. Сўнгра, иситиш натижасида зичлиги камайиб, қайнаш трубалари бўйлаб тепага кўтарилади ва труба ичидан маълум бир масофада қайнайди. Ҳосил бўлган иккиламчи буғ сепарацион бўшлиқ 5 га кўтарилади ва томчи ушлагич 6 да инерцион куч таъсирида майда эритма томчиларидан ажратилади. Ундан кейин, иккиламчи буғ қурилмадан чиқиб кетади.

Қуюқлаштирилган эритма конуссимон тубдаги штуцер орқали оралиқ ёки тайёр маҳсулот сифатида чиқарилади.

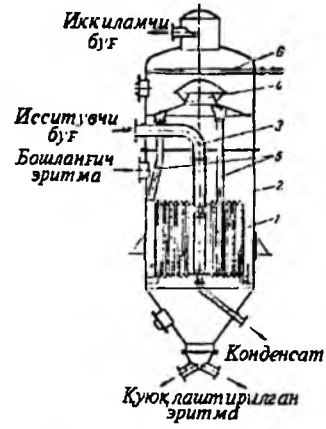
Юқорида қайд этилгандек қайнаш ва марказий (циркуляцион) трубада эритманинг циркуляцияси унинг зичликлари фарқи остида рўй беради. Эритма зичлиги фаркининг ҳосил бўлишига сабаб, иситиш камераси юзасининг марказий трубаникидан анча катталигидир.

Маълумки, иситувчи камера трубаларида эритмадан буғ ажралиб чиқиши, марказий трубага қараганда анча интенсив бўлади. Демак, қайнаш трубуларида эритманинг зичлиги, марказий трубаникидан пастроқ бўлади. Натижада, зичликлар фарқи таъсири остида эритма эркин циркуляция қилади ва иссиқлик ўтказиш жараёни жадаллашади. Ундан ташқари, эритма циркуляцияси труба юзасига сополсимон, говак қатлам (накипь) ўтириб қолишига қаршилик кўрсатади.

Бу турдаги қурилмалар вакуум остида ишлаганда, қайнаш температураси пасаяди. Демак,



7.54-расм. Ички иситувчи камера ва марказий циркуляция трубали буғлатиш қурилмаси.
1 - қобиқ, 2 - иситувчи камера; 3 - қайнаш трубалари; 4 - циркуляцион труба; 5 - сепарацион бўшлиқ; 6 – томчи ушлагич.



7.55-расм. Осма иситувчи камерали буғлатиш қурилмаси.
1 - иситувчи камера; 2 - қобиқ;
3 - буғ трубаси; 4 - томчи ушлагич;
5 - тўкиш трубаси; 6 - ювиш учун тешикли труба.

паст босимли иссиқлик элткичлардан фойдаланиш мумкин. Ушбу усулда юқори температураларга бардош беролмайдиган эритмаларни буғлатиш тавсия этилади.

Буғлатиш жараёнида вақт ўтиши билан эритманинг физик ва иссиқлик-диффузион хоссалари ўзгаради. Бу ҳол иссиқлик бериш жараёнига салбий таъсир кўрсатиши мумкин.

Қурилманинг камчиликлари: трубалар тешикли панжараларга қаттиқ, кўзғалмас қилиб маҳкамланганлиги учун қобиқ ва трубаларнинг температура таъсирида узайишига йўл қўймайди; марказий труба иситиш камерасининг ичида ўрнатилгани учун температура фарқи кам бўлади, натижада зичликлар фарқи ҳам оз бўлади, яъни циркуляция карралиги камаяди.

Осма иситувчи камерали буғлаткич. Ушбу турдаги қурилмаларда иситувчи камера 1 обечайкасига эга бўлиб, қобиқ 2 нинг пастки қисмига эркин, кўзғалувчан қилиб ўрнатилган.

Иситувчи буғ труба 3 орқали узатилади ва камера 1 нинг трубалараро бўшлиғига юборилади. Иссиқлигини берган буғ конденсат ҳолида ҳамда иситувчи камеранинг пастки қисмидан чиқарилади. Исиган эритма эса, қайнаш трубаларидан юқорига кўтарилади ва эркин циркуляция таъсирида буғлатиш жараёни содир бўлади (7.55-расм).

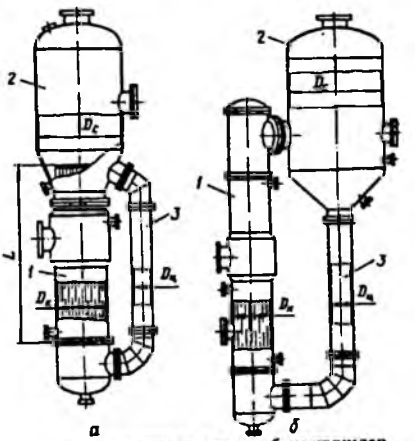
Иккиламчи буғ томчи ушлагич 4 дан ўтиб қурилманинг тепасидан чиқиб кетади. Иккиламчи буғдан ажратиб олинган суюқлик труба 5 орқали пастга оқизиб туширилади. Қурилманинг қайнаш трубаларининг ички ва ташқи юзаларида ҳосил бўлувчи ковакли қатлам (накипь) вақти – вақти билан сув билан ювилиб турилади.

Бу қурилмада марказий циркуляцион труба иситувчи камера ташқарисида ўрнатилган бўлиб, катта кўндаланг кесимга эга. Шунинг учун ҳам эритма циркуляциясияга ижобий таъсир этади. Иситувчи камера эркин, ҳаракатчан ҳолда ўрнатилгани учун трубаларнинг тешикли панжаралардаги зичлиги бузилмайди. Ундан ташқари, осма ҳолатдаги камерани демонтаж қилиш осон. Осма иситувчи камерали буғлаткич афзалликлари: эритмалар буғлатиши интенсив; иситиш камераси осма ҳолда ўрнатилгани учун, температуралар фарқи катта бўлганда ҳам трубалар зичлиги ўзгармайди; иситувчи камеранинг яроқсиз трубаларини алмаштириш осон; эритма циркуляциясининг қирралиги катта; қаттиқ, ковакли қатлам кам ҳосил бўлади.

Буғлаткич камчиликлари: иситувчи элткич ва конденсатнинг трубалар орқали кириши ва чиқиши қийин; металл сарфи катта; қовушоқлиги юқори эритмаларни буғлатиш самардорлиги паст; эритма трубаларга ёпишиб қолади. Эркин циркуляцияли буғлаткичлар тузилиши содда ва кристалланмайдиган, ўртача қовушоқлик суюқликларни буғлатиш учун қўлланилади (7.56-расм).

Буғлатиш қурилмаси сепаратор, иситувчи камера ва циркуляцион трубадан ташкил топган. Сепаратор эллиптик қопқоқли цилиндрик қобиқдан иборат бўлиб, иситувчи камерага болтлар ёрдамида бирлаштирилган. Унда, иккиламчи буғни томчилардан ажратиш учун турли конструкцияли қайтаргичлар ўрнатилади (7.56а-расм). Иситувчи камера эса, вертикал қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси типида ясалган бўлиб, трубалараро бўшлиғига буғ юборилади ва трубалар ичида эритма қайнатилади.

Сепаратор ва иситувчи камералар пастки қисмлари циркуляцион труба билан бирлаштирилган. Циркуляцион ва қайнатиш трубаларидан таркиб топган туташган системада табиий циркуляция ҳосил бўлади. Агар, трубаларда эритма қайнаш даражасигача иситилса,



7.56-расм. Эритмаси эркин циркуляция қиладиган буғлаткичлар.
а - иситувчи камераси ажратилган буғлаткич; б - иситувчи камераси ташқарига ўрнатилган буғлаткич: 1- иситувчи камера; 2-сепаратор; 3-циркуляцион труба. $D_ц$, $D_к$, $D_и$ - сепаратор, иситувчи камера ва сепарацион труба диаметрлари; L - камера узунлиги.

ундаги бир қисм суюқлик буғлатиши натижасида трубаларда буғ - суюқлик аралашмаси ҳосил бўлади. Албатта, бу аралашма зичлиги суюқлик зичлигидан кичикдир. Шундай қилиб, циркуляцион трубадаги суюқлик массаси, қайнаш трубадаги суюқликдан катта бўлиши аниқ

труба трубулар ва ҳоказо йўли бўйича эритма циркуляцион ҳаракатланади.

Циркуляция пайтида қайнаётган суюқлик томонидаги иссиқлик бериш коэффициенти ортади ва труба юзасида қаттиқ, коваклн ифлослик қатлами ҳосил бўлиши камаяди.

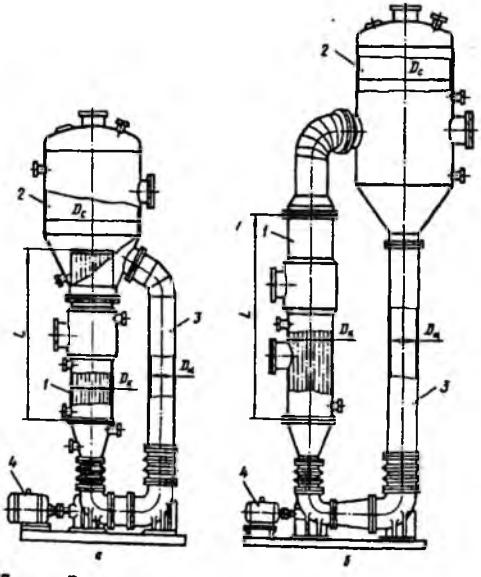
Табиий циркуляция бўлиши учун иккита шарт бажарилиши зарур:

1) Буғ - суюқлик аралашма қатламини мувозанатда ушлаб туриш ва зарур тезлик ҳосил қилиш учун циркуляцион трубадаги суюқлик сатҳининг баландлиги етарли бўлиши керак;

2) Буғ - суюқлик аралашмаси иложи борича кам зичликли бўлиши учун қайнаш трубаларида буғ ажралиб чиқиш интенсивлиги етарли миқдорда бўлиши даркор.

Эритма ва буғ орасидаги температуралар фарқи кўп ва қайнаш зонасида напорнинг йўқотилиши кам бўлгани учун, циркуляция тезлиги 1,8...2 м/с ни ташкил этади.

Агар, циркуляция тезлиги юқори бўлса, буғлаттичнинг иш унумдорлиги ва иссиқлик алмашиниш жараёнининг интенсивлиги катта бўлади.4.56-расмда эскириб колган марказий циркуляция трубали буғлаттичдан тубдан фарқ қиладиган қурилма келтирилган. Маълумки, марказий циркуляцион трубали буғлаткичларда температуралар фарқи кичик ва циркуляция интенсивлиги паст бўлади. Қайнаш трубаларида буғ ҳосил бўлиши эритманинг физик хоссалари, труба девори ва суюқлик ўртасидаги температуралар фарқи билан белгиланади. Эритманинг қовушоқлиги қанчалик кам бўлса, шунчалик буғ ажралиб чиқиши ва циркуляция тезлиги кўп бўлади. Интенсив циркуляцияга эришиш учун иситувчи буғ ва эритма орасидаги фарқ 10°С дан кам бўлмаслиги керак.



7.57-расм. Эритма мажбурий циркуляцияли буғлаткичлар.

а - иситувчи камера ажратилган буғлаткич;

б - иситувчи камераси ташқарида ўрнатилган буғлаткич;

1 - иситувчи камера; 2 - сепаратор; 3 - циркуляцион труба; 4 - насос.

7.56-расмда келтирилган буғлаткичларнинг иссиқлик алмашиниш юзаси 10...1200 м^2, диаметрига қараб қайнаш трубаларнинг узунлиги 3...9 м бўлади. Қайнаш трубаларнинг диаметри 25, 38 ва 57 мм бўлиши мумкин. Иситувчи камерадаги ортиқча босим 0,3...1,6 МПа, сепаратордаги вакуум эса - 93,0 кПа. Циркуляцион труба кўндаланг кесим юзасининг иситувчи камера юзасига нисбати 0,3 дан кам бўлмаслиги зарур.

Мажбурий циркуляцияли буғлаткичлар эритма циркуляциясининг интенсивлиги ва иссиқлик ўтказиш коэффициентини ошириш имконини беради. Бундай қурилмаларда қовушоқлиги катта бўлган эритмаларни ҳам буғлатиш мумкин (7.57-расм). Эритма циркуляцияси

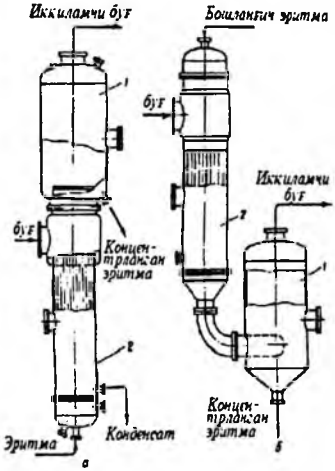
пропеллерли ёки марказдан қочма типдаги насослар ёрдамида амалга оширилади.

Бошланғич эритма иситувчи камера 1 нинг пастки қисмига юборилса, қуюқлаштирилган эритма эса - сепараторнинг пастки қисмидан чиқарилади (7.57а-расм).

Эритма қайнаш трубалари учидан озгина пастроқ сатҳда ушлаб турилади. Иситувчи камера трубаларадаги эритма тезлиги 1,2...3,5 м/с бўлади. Эритма циркуляция қиладиган система суюқлик билан тўлиб тургани учун насос иши фақат гидравлик қаршиликларни енгиш учун сарфланади. Қайнаш трубаларининг пастки қисмидаги босим, тепа қисминикидан, труба ичидаги суюқлик устини ва қаршиликлар йиғиндисига тенг миқдорда ортиқ бўлади. Шунинг учун, трубанинг кўп қисмида эритма қайнамасдан, фақат иситилади. Труба учининг маълум бир қисмидагина эритма қайнайди. Насос узатаётган суюқлик миқдори буғлатаётган сувдан бир неча баробар ортиқдир. Шунинг учун ҳам, суюқлик массасининг қайнаш трубасидан чиқаётган буғ - суюқлик аралашмадаги буғ массасига нисбати жуда катта.

Бу турдаги буғлаткичлар иситиш юзаси 25...1200 м², қайнаш трубаларининг узунлиги 4...9 м, диаметри 25, 38, 57 мм бўлиши мумкин. Иситувчи камерадаги ортиқча босим 0,3...1,0 МПа, сепаратордаги вакуум эса - 93 кПа. Циркуляцион труба кўндаланг кесими юзасининг иситувчи камера юзасига нисбати 0,9 дан кам бўлмаслиги керак.

Мажбурий циркуляцияли буғлаткичлар афзалликлари: иссиқлик ўтказиш коэффициенти жуда катта (эркин циркуляциялиги қараганда 3...4 марта кўп), шунинг учун иситиш юзаси кам бўлса ҳам бўлади; кичик температуралар фарқида (3...5°С) ҳам самарали ишлайди; кристалланишга мойил эритмалар буғлатилганда, иссиқлик алмашиниш юзаларида ифлосликлар ёпишиб қолмайди.



7.58-расм. Юпқа қатламли буғлаткичлар.
а - кўтарилувчи қатламли буғлаткич;
б- пастга оқиб тушувчи қатламли буғлаткич.

Бундай қурилмаларнинг камчилиги шундаки, насосни ишлатиш туфайли энергия сарфи кўпаяди.

Одатда, буғлаткичлар қиммат легирланган металлардан ясалганда, ҳамда қовушоқлиги юқори ва кристалланишга мойил эритмаларини буғлатиш учун қўллаш юқори самара беради.

Юпқа қатламли (плёнкали) буғлаткичлар юқори температурага чидамсиз эритмаларни қуюқлаштириш учун қўлланилади. Қурилма трубалари орқали эритманинг бир марта ўтиши натижасида буғлатиш жараёни содир бўлади.

Эритманинг ҳаракат йўналишига қараб, кўтарилувчи ва пастга оқиб тушувчи юпқа қатламли буғлаткичларга бўлинади. Юпқа қатламли буғлаткичлар иситувчи камера ва сепаратордан таркиб топган бўлади (4.58-расм). Иситувчи камера трубалари 7...9 м узунликда бўлиб, сув буғи ёрдамида иситилади.

7.58а-расмда кўтарилувчи қатламли буғлаткич кўрсатилган. Бошланғич эритма узлуксиз равишда иситувчи камеранинг пастки қисмига юборилади ва трубаларнинг 20..25% узунлигини тўлдириб туради. Трубаларнинг қолган қисми буғ - суюқлик аралашмаси билан банд бўлади.

Ушбу аралашма труба деворида юпқа қатламли суюқликка ва унинг ўқида буғ агрегат ҳолатига ажралган бўлади. Буғ оқими ҳаракати пайтида суюқлик қатламига ишқаланиш оқибатида юпқа қатлам турбулизацияга учрайди ва унинг юзаси жадал равишда янгиланиб туради. Шу омиллар ҳисобига юқори иссиқлик ўтказиш коэффициенти ва катта буғлатиш юзасига эришилади.

7.58б-расмда пастга оқиб тушувчи қатламли буғлаткич тузилиши келтирилган. Бундай қурилмада бошланғич эритма иситувчи камеранинг юқори қисмига узатилади.

Қуюқлаштирилган эритма, сепараторнинг пастки қисмидан чиқарилади.

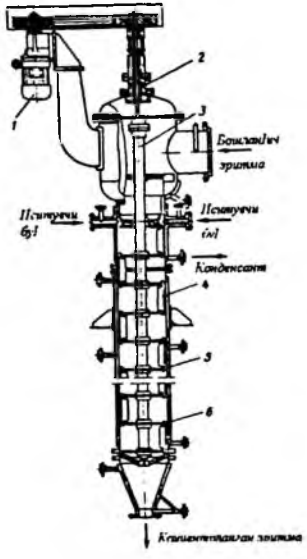
Юпқа қатламли буғлаткичларнинг иссиқлик алмашиниш юзаси 63...2500 м² бўлиб, 38 ва 57 мм ли трубалардан ясалади.

Иситувчи камерадаги ортиқча босим 0,3...1,0 МПа, сепаратордаги вакуум эса - 93 кПа.

Камчиликлари: иситувчи буғ босими тебраниб турган ҳолларда ишлаши бир текисда эмас. Агар, иш режими бузилса, қурилмани циркуляцияли ишлаш режимига ўтказиш мумкин.

юқори температурага чидамсиз, қовушоқ пастасимон материалларни, ҳамда суспензияларни буғлатиш учун ишлатилади (7.59-расм).

Бундай буғлаткичлар цилиндрсимон ёки конуссимон қобиқ 5 дан иборат бўлиб, ташқариси иситувчи ғилоф 6 билан ўралган. Қобиқ 5 ичида ротор 3 айланиб, эритмани цилиндрик қобиқ деворига юпқа қатлам кўринишда пуркайди. Айрим ҳолларда эса, оқимча ёки томчилар кўринишида ҳам сочиб юбориш мумкин.



7.59-расм. Ротор - юпқа қатламли буғлаткич.
1 - юритма; 2 - зичлагич; 3 - ротор; 4 - паррак; 5 - қобиқ; 6 - ғилоф.

Девор бўйлаб тақсимланган эритма аста - секин буғлатади ва деворда паста ёки кукуннинг юпқа қатлами ҳосил бўлади. Ушбу қатлам роторнинг парраклари ёрдамида қириб ташланади. Бу турдаги қурилмаларда юқори иссиқлик алмашинишга эришиш мумкин, аммо буғ билан суюқликнинг илиниб чиқиб кетиши кам бўлади.

Иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш учун ушбу формула тавсия этилади:

$$\alpha = 110 \cdot \left(\frac{n}{\mu}\right)^{0,33} \cdot \lambda \qquad (7.185)$$

бу ерда n - айланиш частотаси, айл/мин; μ - динамик қовушоқлик коэффициенти, Па·с; λ - мухитнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/м·К.

Иссиқлик бериш коэффициентини бошқа формуладан ҳам ҳисоблаб топса бўлади:

$$Nu = 0,65 \cdot \mathrm{Re}^{0,25} \cdot \mathrm{Re}_ч^{0,43} \cdot \mathrm{Pr}^{0,3} \cdot z^{0,33} \qquad (7.186)$$

бу ерда z - ротордаги парраклар сони.

$$\mathrm{Re}_ч = \frac{d^2 \cdot n}{\upsilon} \qquad (7.187)$$

Қобиқ девори ва парраклар орасидаги тиркиш 0.04...1,5 мм ни ташкил этади. Бошланғич эритма қурилманинг юқори қисмига узатилади ва цилиндрик девор бўйлаб юпқа қатлам кўринишида тақсимланади. Парракларнинг айланма тезлиги 12 м/с.

Қурилма конструкцияси роторни ўқ бўйлаб силжишига имкон беради. Натижада, эритма қатлами қалинлигини ростлаш ва жараён тезлигини ошириш мумкин.

Ротор – юпқа қатламли буғлаткичлар жуда юқори иссиқлик ўтказиш коэффициентига эга, яъни 2300...2700 Вт/м²·К. Лекин, бу қурилмалар тузилиши мураккаб, ясаш қийин ва жуда қиммат. Ундан ташқари, иссиқлик алмашиниш юзаси кам бўлгани учун, иш унумдорлиги юқори эмас.

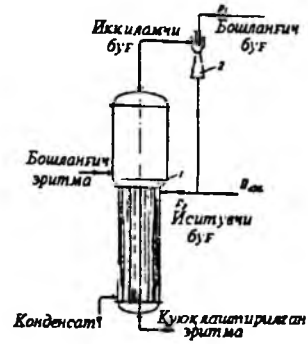
Иссиқлик насосли буғлаткичлар. Айрим пайтларда технологик сабабларга кўра, кўп корпусли буғлатиш қурилмаларини қўллаб бўлмайди. Масалан, юқори температураларга чидамсиз эритмаларнинг сифат кўрсаткичларини сақлаб қолиш учун иссиқлик насосли, бир корпусли буғлаткичларни ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

7.60-расмда буғлаткич 1 ва оқимчали компрессор 2 дан иборат бир корпусли буғлатиш қурилмаси келтирилган. Бундай қурилмаларда иккиламчи буғ босими иситувчи буғ босимигача инжекторли компрессорда сиқилади. Сўнг, сиқилган буғ сиқиш учун буғлаткичга йўналтирилади. Демак, иссиқлик насосли буғлатиш қурилмаларида иккиламчи буғ температураси иситувчи буғ температурасигача кўтарилади, яъни компрессорга сарфланган энергия, иккиламчи буғ температурасини оширишга кетади.

Температура депрессияси кичик бўлган эритмаларни буғлатиш учун иссиқлик насосларини қўллаш жуда ўринли ва кўп корпусли буғлатиш схемаларида иситувчи буғни тежаш имконини беради.

Иссиқлик насосига сарфланадиган энергия миқдори иситувчи ва иккиламчи буғлар тўйиниш температуралари фарқига пропорционалдир. Шунинг учун, температура депрессияси катта бўлган эритмаларни, ушбу усулда буғлатиш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ эмас.

Одатда, иссиқлик насосли буғлатиш қурилмалари ва эритувчининг қайнаш температураларининг фарқи 5...15°С бўлган ҳолларда қўллаш мумкин. Демак, эритманинг қайнаш температураси катта бўлса, ушбу усул ишлатилмайди. Бунга сабаб, иккиламчи буғни иситувчи буғ босимигача сиқиш учун кўп энергия сарф бўлишидир.



7.60-расм. Иссиқлик насосли бир корпусли буғлатиш қурилмаси.
1-буғлаткич; 2-оқимча (инжектор)ли насос

7.18. Перспектив иссиқлик алмашиниш қурилмалари

Маълум қурилмага қараганда, янги иссиқлик алмашиниш қурилмаси юқори иссиқлик ўтказиш коэффициентли, емирилишга бардош, металл ва иссиқлик элткични узатишга энергия сарфи кам каби кўрсаткичларга эга бўлиши зарур.

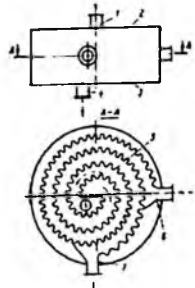
Бундай иссиқлик алмашиниш қурилмаларини лойиҳалаш усулларидан бири – иссиқлик беришни чегаралайдиган, суюқлик юпқа қатламини бузадиган юзали қурилмалар яратишдир. 7.61–расмда самарадор пластинали – спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси келтирилган.

Бу турдаги қурилмалар спирал бўйича ўрилган гофрирланган лист 5 ва иккала томонидан текис қопқоқ 2 лардан таркиб топган. Иссиқлик элткичларни кириш ва чиқиши учун 1,4,6,7 штуцерлар мўлжалланган. Мухитларнинг қарама - қарши йўналишли ҳаракатидаги биринчи иссиқлик элткич штуцер 6 дан киради ва гофрирланган каналлар орқали ўтиб, штуцер 4 дан чиқарилади. Иккинчи иссиқлик элткич эса, штуцер 1 дан кириб, гофрирланган каналдан ўтиб штуцер 7 дан чиқади.

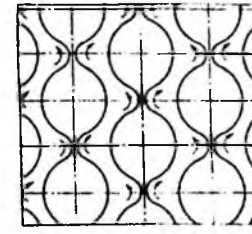
Гофрирланган листлардан ясалган каналларда сунъий равишда ҳосил қилинган гофрлар ёки макро ғадир-будурликлар дискрет жойлашган бўлади. Ушбу ғадир-будурликлар девор юзасидаги суюқлик чегаравий қатламни бузади ва иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсивлайди. Ундан ташқари, каналлар спиралсимон бўлгани учун суюқлик оқимлари ҳаракати даврида марказдан қочма кучлар пайдо бўлади. Бу омил ҳам жараённи жадаллашига олиб келади.

Бу турдаги қурилмалар жуда юқори иссиқлик – энергетик характеристикаларга эгадир. Масалан, пластинали-спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаларида 1 м^2 юзага сарфланадиган қувват миқдори оддий турбулизаторсиз қобиқ-трубали қурилмаларникига қараганда тахминан 10 марта кам.

Германия фирмаси «Бавария Анлагенбау» томонидан «Бабекс» типидаги иссиқлик алмашинди



7.61- расм. Пластинали спиралсимон иссиқлик алмашинди қурилмаси.
1,4,6,7–штуцерлар; 2,3– текис қопқоқлар; 5 – гофрирланган лист.



7.62-расм. «Бабекс» типидаги иссиқлик алмашинди қурилмасининг комбинациялашган трубалар ўрами.

бузилади ва жараён интенсивлашади (7.62-расм). Бу қурилма кобиқ-трубали ва пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг энг яхши хусусиятларини ўз ичида мужассамлаган.

Иссиқлик алмашиниш юзалари 0,2...1,0 мм қалинликдаги штампланган металл листлардан иборат. Металл листда ярим доира шаклидаги ариқчалар штамповки усулида қилинади. Штамповка қилинган листлар симметрик ҳолатда кетма-кет йиғилиб маҳкамланади ва натижада трубалар ва трубалараро бўшлиқлар ҳосил бўлади. Суюқлик гофрларни ташқи томонидан оқиб ўтиши пайтида тўлқинсимон ҳаракатланади. Листлар (1500 ва ундан ортиқ) йиғилиб блок ҳосил қилади ва унинг юзаси 7200 м^2 гача бўлиши мумкин.

Қурилманинг трубалар бўшлиғи 8,4 МПа, трубалараро бўшлиғи эса 10,5 МПа гача бўлган босимларга бардош бера олади. Иссиқлик элткичларнинг температураси 130...760^{0}С оралиқда бўлиши мумкин.

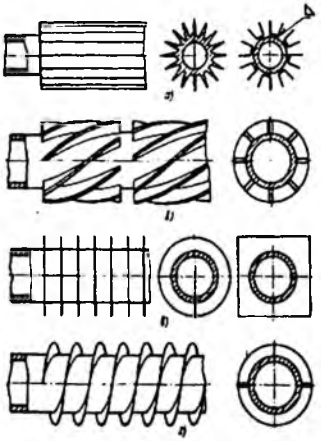
Маълумки, кимёвий технология жараёнларида кимёвий агрессив иссиқлик элткичлар қўлланилади. Шунинг учун, қурилма ясашда легирланган ва махсус материаллардан фойдаланилади.

Кобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида жараённи жадаллаштиришнинг асосий муаммоси–бу иссиқлик алмашиниш юзасининг қарама - қарши томонларидаги термик қаршиликларни тенглаштириш ёки бир-бирига яқинлаштиришдир. Бунга эришиш учун иссиқлик алмашиниш юзаси F оширилади ёки иссиқлик элткичнинг оптимал гидродинамик режими ташкил этилади.

Жараён гидродинамикасини яхшилашдан мақсад, оқимнинг бутун кўндаланг кесимида температура ва тезликни текислашдир. Натижада, қовушоқ, чегаравий катламнинг термик қаршилиги камаяди. Кўпчилик олимларнинг тажрибалари шуни кўрсатдики, иссиқлик алмашиниш жараёни интенсивлигини пасайтирувчи асосий омиллардан бири, бу суюқлик чегаравий юпқа катламининг қалинлигидир. Шунинг учун, иссиқлик элткичларнинг ҳаракати пайтида трубалараро бўшлиқ трубаларида ҳосил бўладиган чегаравий юпқа қатламни бузадиган турли шаклдаги турбулизаторлар қўлланилади (7.63-расм).

Қиррали трубаларда на фақат иссиқлик алмашиниш юзаси F ортади, балки оқим турбулизацияси жадаллашганлиги сабабли қиррали юзадан иссиқлик элткичга иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати ҳам кўпаяди. Лекин, шу билан бирга, гидравлик қаршилик ҳам ошади, яъни суюқликни узатиш учун бўладиган қўшимча энергия сарфини ҳам инобатга олиш керак.

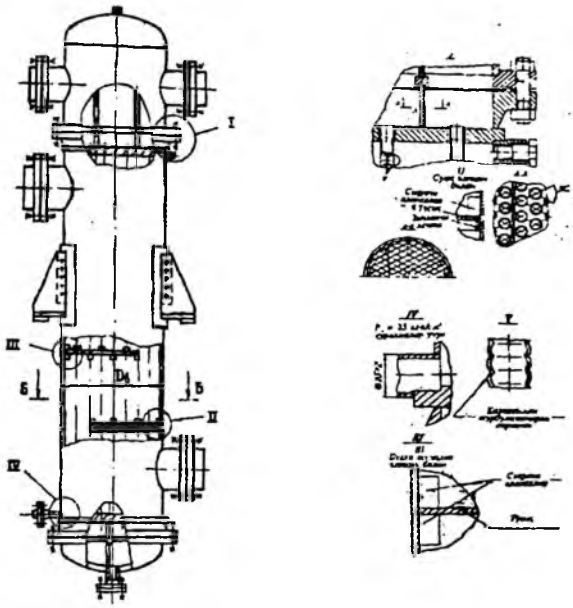
Трубалар самарадорлиги қовурға шакли, геометрик ўлчами ва материалига боғлиқ бўлиб,



7.63-расм. Самарадор қиррали трубалар
а – бўйлама қиррали; б,г -қирқма, спиралсимон қиррали; в-кўндаланг қиррали.

иссиқлик бериш коэффициенти билан характерланади.

Иссиқлик бериш коэффициентини оз миқдорда ошириш учун пўлатдан, кўп миқдорда ошириш учун эса – мис ва алюминийдан ясалган қовурғалар қўллаш мақсадга мувофиқ.



7.64-расм. Самарадор қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

Труба ичида ҳосил бўладиган чегаравий қатламни бузиш ва жараённи интенсивлаш учун сунъий равишда дискрет жойлаштирилган силлиқ диафрагма, ғадир-будурлик ва мосламалар жуда юкори самара беради. Ҳар томонлама мукаммал ва самарадор иссиқлик алмашиниш юзали (7.42-расм) қурилмалардан бирининг тузилиши 7.64-расмда келтирилган.

Бу турдаги трубали қурилмаларда, ҳаттоки ламинар режимда ҳам, иссиқлик бериш коэффициенти оддий трубаларникига қараганда 20...100% га ортиқ бўлади.

Агар, ушбу қурилма трубаларида дискрет ясалган ботиқ ариқча ва ички томонида силлиқ, бўртиқ тўсиқлар жойлашиш қадами t/D = 0,25...1,0, d/D = 0,88...0,94 ва $Re \geq 10^4$ бўлганида жараён интенсивлиги $Nu/Nu_{тек}$ = 1,8...3,2 марта ортади, гидравлик қаршилик эса - $\xi/\xi_{тек}$ = 1,8...7 баробар ўсади.

Фторопласт каби материалларнинг кашф этилиши билан емирилишга бардош кимёвий иссиқлик алмашиниш қурилмаларини яратиш имкони пайдо бўлди. Бундай қурилмалар диаметри 2...5 мм ли трубалардан тайёрланади. Қурилмалардаги босим P = 1,0 МПа ва иссиқлик элткичлар орасидаги температуралар фарки 200°С гача бўлиши мумкин. Одатда, фторопластдан ясаладиган қурилмалар қобиқ-трубали тузилишли бўлади (7.65-расм).

Эгилувчан полимер трубалар ўрамининг учлари тешикли панжарага пайвандланади (7.65б-расм).



7.65-расм. Фторопласт трубали иссиқлик алмашиниш элементи.

Фторопласт трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалари сульфат кислота, хлорли органик ва тиббиёт маҳсулотларини ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Самарадор қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларини яратишни яна бир усули – бу тешикли

панжара қалинлигини иссиқлик алмашиниш девори ёки унга яқин қалинликда қилишдир (4.65б-расм). Бундай ҳолатларда, температуралар фарқи катта бўлишига қарамасдан, труба ва тешикли панжара маҳкамланиши жойида кучланишлар ҳосил бўлмайди. Натижада, линза компенсатор, U-симон труба ёки ҳаракатчан калпоқчали конструкциялар қилишга ҳожат қолмайди.

Ундан ташқари, электромагнит майдонининг (ўта юкори частотаси СВЧ) нурланиш энергиясидан иссиқлик энергия манбаи сифатида фойдаланишнинг келажаги порлоқдир.

7-боб. Буғлатиш бўйича
Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Буғлатиш жараёнининг назарий асослари.
2. Буғлатиш жараёни қайси шароитларда олиб борилади?
3. Буғланиш нима ва қайси температураларда содир бўлади?
4. Температура депрессия нима?
5. Тишченко формуласини ёзинг ва параметрларни таърифлаб беринг.
6. Гидравлик депрессия нима?
7. Гидростатик депрессия нима?
8. Бир корпусли буғлатиш қурилма конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини таърифлаб беринг.
9. Жараённинг моддий балансини тузинг.
10. Буғлаткичнинг иситиш юзасини аниқлаш формуласини ёзинг.
11. Бир корпусли буғлаткичда 1 кг сувни буғлатиш учун қанча иситувчи буғ зарур?
12. Икки корпусли буғлаткичда 1 кг сувни буғлатиш учун қанча иситувчи буғ зарур?
13. Уч корпусли буғлаткичда 1 кг сувни буғлатиш учун қанча иситувчи буғ зарур?
14. Тўрт корпусли буғлаткичда 1 кг сувни буғлатиш учун қанча иситувчи буғ зарур?
15. Беш корпусли буғлаткичда 1 кг сувни буғлатиш учун қанча иситувчи буғ зарур?
16. Буғлаткичларнинг оптимал сонини аниқлашда қайси кўрсаткичлар инобатга олинади?
17. Турбокомпрессорли буғлатиш жараёнининг физик асослари нимада?
18. Инжектор иссиқлик насосли буғлатиш жараёнининг физик асослари нимада?
19. Ички иситувчи камера ва марказий циркуляция трубали буғлаткич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
20. Осма иситувчи камерали буғлаткич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
21. Эркин циркуляцияли буғлаткич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
22. Мажбурий циркуляцияли буғлаткич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
23. Юпка катламли буғлаткич конструкцияси. афзаллик ва камчиликлари.
24. Ротор-юпка катламли буғлаткич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
25. Барботажли буғлаткич конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
26. Пластина-спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси конструкциясини чизинг, афзаллик ва камчиликларини аниқланг?
27. Самарадор иссиқлик алмашиниш трубаларининг конструкцияларини чизинг ва изоҳланг.
28. Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш кетма-кетлиги.

8 – боб

МАССА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАРИ

Бир ёки бир неча компонентларни бинар ёки мураккаб аралашмаларда бир фазадан иккинчи фазага ўтишида рўй берган жараёнлар ***масса алмашиниш*** жараёни деб юритилади (масалан, газдан газга, суюқликдан газга, каттиқ жисмдан суюқлик ёки газга). Одатда. компонентларнинг бир фазадан иккинчисига ўтиши молекуляр ёки турбулент диффузия орқали содир бўлади. Шунинг учун, бу жараёнлар **диффузион жараёнлар** деб аталади.

Масса алмашиниш жараёнлари фаол компонент ва инерт ташувчи фазалар билан характерланади. Фаол компонент – бу фазадан фазага ўтувчи масса. инерт ташувчиларнинг миқдори эса, жараён давомида ўзгармайди.

Масса алмашиниш жараёнини ҳаракатга келтирувчи куч – концентрациялар фарқи.

МАССА АЛМАШИНИШ АСОСЛАРИ

8.1. Масса алмашиниш турлари

Саноат технологияларида ишлатиладиган абсорбция, экстракция («суюқлик - суюқлик», «каттиқ технология жисм – суюқлик системаларида), адсорбция, қуритиш, кристалланишларда масса алмашиниш жараёнлари содир бўлади.

Абсорбция – бу газ аралашмасидан бирор модданинг суюқ фазага селектив равишда ютилиш жараёнидир. яъни, бу жараёнда модда буғ ёки газ фазадан суюқ фазага ўтишини кузатишимиз мумкин.

Моддани ўзига ютувчи фаза абсорбент деб номланади. Абсорбция 2 хил бўлади: физик абсорбция – бу газнинг суюқликда оддий ютилиши; хемосорбция - бу газнинг суюқликда ютилиши даврида кимёвий бирикма ҳосил бўлиши.

Абсорбцияга тескари жараён, яъни ютилган компонентларни суюқликдан ажратиб олиш **десорбция** деб аталади.

Суюқликларни ҳайдаш ва ректификация – бу суюқ ва буғ фазалар орасида компонентлар ўзаро модда алмашиниш йўли билан суюқ аралашмаларни компонентларга ажратиш жараёнидир. Ушбу жараён иссиқлик таъсирида олиб борилиб, компонентларнинг қайнаш температураси ҳар хил бўлишига асосланади. Бу жараён 2 хил бўлади: оддий ҳайдаш (дистиллаш) ва мураккаб ҳайдаш (ректификация). Шу алохида таъкидлаш керакли, бунда модда суюқ фазадан буғга ва буғдан суюқ фазага ўтади

Экстракция – бу эритма ёки қаттиқ жисмдан эритувчи ёрдамида бир ёки бир неча компонент ажратиб олиш жараёнидир («суюқлик-суюқлик» системасида фаол компонент бир суюқ фазадан иккинчисига ўтади. «Қаттиқ жисм – суюқлик» системасида модда қаттиқ жисмдан суюқ фазага ўтади. Бундай системада компонентнинг суюқ фазага ўтиши **эритиш жараёни** деб номланади.

Адсорбция – бу газ, буғ ёки суюқ аралашмалардан бир ёки бир неча компонентларни қаттиқ, говакли жисм билан ютилиш жараёнидир. Жуда катта фаол юзага эга қаттиқ жисмлар **адсорбентлар** деб аталади. Ушбу жараён саноатнинг турли соҳаларида ишлатилади ва газ, буғ ёки суюқ аралашмалардан у ёки бу компонентни ажратиб олиш учун хизмат қилади.

Адсорбция жараёнида суюқ ёки газ фазадаги компонент каттиқ жисмга ўтади.

Қуритиш – бу қаттиқ материаллар таркибидаги намликни буғ шаклида ажратиб олиш жараёнидир. Ушбу жараёнда фаол компонент - намлик каттиқ фазадан газ ёки буғ фазасига ўтади.

Кристалланиш – бу суюқ эритмалар таркибидаги каттиқ фазани кристалл шаклида ажратиб олиш жараёнидир. Ушбу жараёнда суюқ фазадан модданинг каттиқ фазага ўтиши рўй беради.

Юқорида келтирилган жараёнлардан кўриниб турибдики, уларнинг ҳаммаси учун бир фазадан иккинчисига масса ўтиши ёки масса ўтказиш хос.

Модданинг бир фазадан иккинчига, ажратиб турувчи юза орқали ўтиши **масса ўтказиш жараёни** деб номланади.

Бир фаза ичида, фазадан ажратиб турувчи юза ёки ажратиб турувчи юзадан фазага модданинг ўтишига **масса бериш жараёни** дейилади.

8.2. Масса ўтказиш кинетикаси

Мувозанат ҳолатига эришиш йўналишида модданинг бир фазадан иккинчисига ўтиш жараёнига масса ўтказиш дейилади.

Масса алмашиниш жараёнида энг камида 3 та модда иштирок этади: 1) биринчи фазани ташкил этувчи модда; 2) иккинчи фазани ташкил этувчи модда; 3) бир фазадан иккинчисига ўтган таркалувчи модда.

Масса алмашиниш жараёнида мувозанат ҳолатларини аниқлашда **фазалар кондасидан** фойдаланилади:

$$\Phi + C = K + 2 \qquad (8.1)$$

бу ерда Φ – фазалар сони; C – эркинлик даражаси сони; K – системадаги компонентлар сони.

Бу қоидага биноан, мувозанат ҳолатларини ҳисоблашда параметрларининг (босим, температура, концентрация) нечтасини ўзгартириш имконияти борлигини аниқлаш мумкин.

Биринчи фазани - G, иккинчисини – L ва таркалувчи массани – M билан белгилаб оламиз. Ҳамма масса алмашиниш жараёнлари қайтар, шунинг учун модда G фазадан L га ва тескари йўналишда ўтиши мумкин.

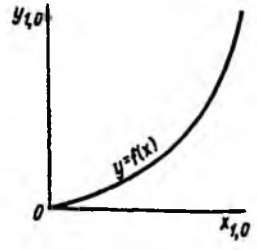
Даставвал, таркалувчи модда фақат G фазада ва Y концентрацияли бўлсин. Бошланғич даврда L фазада таркалувчи модда йўқ бўлса, унда фазадаги концентрацияси $x = 0$.

Агар, фазаларни аралаштириб юборадиган бўлсак, унда тарқалувчи модда G фазадан L фазага ўтади. L фазада таркалувчи модда M бўлиши билан тескари ўтиш бошланади, яъни L фазадан G фазага. Маълум вақтгача G фазадан L га ўтаётган тарқалувчи модда заррачаларининг сони M. L фазадан G фазага ўтаётганникидан кўпрок бўлади.

Лекин, яъни бирор фурсатдан сўнг, M модданинг тўғри ва тескари ўтиш тезликлари тенглашади. Системанинг бундай ҳолати **фазавий мувозанат** дейилади. Мувозанат пайтида x нинг маълум кийматига бошқа фазадаги тегишли аниқ бир қийматли мувозанат концентрацияси y_M тўғри келади. Худди шундай, y нинг маълум қийматига тегишли мувозанат концентрацияси x_M мос келади. Мувозанат пайтида фазалардаги тарқалувчи компонент концентрациялари ўртасида умумий боғлиқлик қуйидаги кўринишга эга:

$$\bar{y}_p = f_1(\bar{x}); \qquad \bar{x}_p = f_2(\bar{y}) \qquad (8.2)$$

Ушбу тенгламалар графикда мувозанат чизиғи билан ифодаланади ва масса алмашиниш жараёнининг турига қараб тўғри ёки эгри чизикли кўринишда бўлади. 8.1-расмда газ фазасидаги мувозанат концентрациясининг суюк фазадаги концентрация билан боғлиқлиги берилган.



8.1-расм. p=const ва t=const бўлгандаги мувозанат диаграмма.

Мувозанат пайтидаги фазалар концентрацияларининг нисбати **тарқалиш коэффициенти** m деб номланади.

$$m = \frac{y_M}{\bar{x}}$$

Одатда, кўпчилик эритмалар учун мувозанат чизиғи тўғри чизиқ шаклида бўлади. Тарқалиш коэффициентининг қиймати кўпинча ўзгармас бўлиб, мувозанат чизиғининг қиялик бурчаги тангенсига тенгдир.

Турли-туман масса алмашиниш жараёнларига оид конунларнинг аниқ турлари тегишли бобларда кўриб чиқилади.

Мувозанат боғлиқликлар жараён йўналиши билан бирга, бир фазадан иккинчисига таркалувчи модда ўтиш тезлигини ҳам аниқлаш имконини беради. Мувозанат ва ҳақиқий концентрациялар орасидаги фарқ масса алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи кучи деб ҳисобланади. Масса алмашиниш жараёнларининг тезлик коэффициенти ва ҳаракатга келтирувчи кучини ҳисолаш масса ўтказиш кинетикасининг асосий масаласидир.

Масса ўтказишнинг асосий тенгламаси кинетиканинг умумий тенгламасидан келтириб чиқарилиши мумкин.

Ушбу тенгламага биноан, масса алмашиниш жараёнларининг тезлиги ҳаракатга келтирувчи

кучга тўғри ва жараён диффузион қаршилигига тескари пропорционалдир.

Агар, диффузион қаршилик тескари катталикни $K = 1/R$ (бу ерда R – диффузион қаршилик) деб белгиласак, ушбу тенгламага эга бўламиз:

$$\frac{dM}{F \cdot d\tau} = k\Delta \qquad (8.3)$$

бу ерда, M – бир фазадан иккинчисига ўтган модда миқдори, кг; F – масса ўтказиш юзаси, м²; τ - жараён давомийлиги, с; k – масса ўтказиш коэффициенти. Кўриниб турибдики, $dM/Fd\tau$ ажратиб турувчи юза бирлигига тўғри келадиган масса ўтказиш тезлигидир.

Демак, агар k=const бўлса, бутун масса алмашиниш юзаси учун

$$M = k \cdot \Delta \cdot F\tau$$

$$M = K_y F\Delta y_{yp} \cdot \tau \quad \text{ёки} \quad M = K_x F\Delta x_{yp} \cdot \tau \qquad (8.4)$$

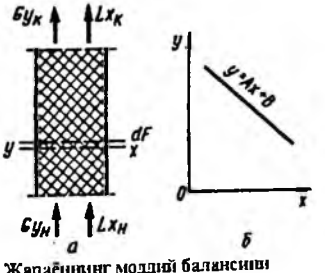
(8.4) масса ўтказиш жараёнининг асосий тенгламаси деб номланади. Ушбу тенгламага биноан, бир фаза ядросидан иккинчи фаза ядросига узатилган масса миқдори фазалар ядросидаги концентрациялар фарқи, ажратиб турувчи юза ва жараён давомийлигига тўғри пропорционалдир.

Масса ўтказиш коэффициенти, вақт бирлиги ичида харакатга келтирувчи куч бирга тенг бўлганда, уларни ажратиб турувчи юза бирлигидан ўтган масса миқдорини характерлайди.

(8.4) тенгламани ташкил этувчи параметрлар бирликларига қараб, масса ўтказиш коэффициенти қуйидаги ўлчов бирлигига эга бўлади: м/с; кг/(х.к.к. б ·м²·с); кмоль/(х.к.к.б. ·м²·с).

8.3. Масса алмашиниш жараёнининг моддий баланси

Бир хил йўналишли фазалар ўртасида масса алмашиниш рўй бераётган элементар масса алмашиниш қурилмасининг схемасини кўриб чиқамиз. Фазаларни ажратиб турувчи юзага нисбатан массавий тезликларини G ва L (кг/соат), таркалувчи модда концентрацияларини эса – y ва x (кг/кг) деб белгилаб оламиз (8.2-расм).



8.2-расм. Жараённинг моддий балансини тузишга ва ишчи чизиқ тенгламасини келтириб чиқаришга оид.

а- қурилмадаги оқимлар схемаси;

б- y-x координаталарида ишчи чизиқни тасвирлаш.

Агар, $y>y_M$ деб фараз қилсак, таркалувчи модда G фазадан L фазага ўтади, аммо G фазада концентрация $y_б$ дан $y_{ох}$ гача камаяди.

L фазада эса, мос равишда концентрация $x_б$ дан $x_{ох}$ гача ортади.

Қурилманинг чексиз кичик dF юзаси учун:

$$dM = G(-d\bar{y}) = Ld\bar{x} \qquad (8.5)$$

Қурилмада таркалувчи модда концентрациялари ўзгариши чегарасида (8.5) тенгликни интеграллаб, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$M = -G(\bar{y}_{ох} - \bar{y}_б) = G(\bar{y}_б - \bar{y}_{ох}) = L(\bar{x}_{ох} - \bar{x}_б)$$

Бундан, фазаларнинг массавий сарфини аниклаймиз:

$$G = L\frac{\bar{x}_{ох} - \bar{x}_б}{\bar{y}_б - \bar{y}_{ох}}; \qquad L = G\frac{\bar{y}_б - \bar{y}_{ох}}{\bar{x}_б - \bar{x}_{ох}} \qquad (8.7)$$

(8.5) тенгламани бошланғич ва охирги концентрациялар оралиғида интеграллаб қуйидаги ифодани оламиз:

$$G(\bar{y}_б - \bar{y}) = L(\bar{x} - \bar{x}_б)$$

Бундан, жорий концентрациялар орасидаги боғлиқлик топилади:

$$\bar{y} = \frac{L}{G}\bar{x} + \frac{G\bar{y}_б - L\bar{x}_{ох}}{G} \qquad (8.8)$$

ёки

$$\bar{y} = Ax + B \tag{8.9}$$

бу ерда $A = L/G$; $B = (G\bar{y}_б - L\bar{x}_{ох})/G$.

(8.8) ва (8.9) лар ишчи чизик тенгламасини характерлайди. Улардан, масса алмашиниш курилмаларини хисоблашда фойдаланилади. Шундай килиб, мувозанат ва ишчи чизик тенгламаларидан жараённинг йўналишини хам аниклаш мумкин.

Хакикий (ишчи) концентрациялар орасидаги боғликликни ифодаловчи тўғри чизик тенгламаси (8.9) **жараённинг ишчи чизиғи** деб номланади.

8.4. Масса ўтказишнинг асосий қонунлари

Масса ўтказиш жараёнлари бир неча масса алмашиниш йўли билан амалга оширилиши мумкин: газ (ёки буғ) ва суюклик окимлари орасида; суюклик окимлари орасида; суюклик окими ва каттик фаза орасида; газ (ёки буғ) окими ва каттик фаза орасида.

Масса ўтказишнинг асосий қонунлари бўлиб молекуляр диффузия (Фикнинг 1- қонуни), масса бериш (Ньютон – Шукарев қонуни) ва масса ўтказувчанлик қонунлари ҳисобланади.

Молекуляр диффузия қонуни (Фикнинг 1- қонуни). Молекула, атом, ион ва коллоид заррачаларнинг хаотик харакати натижасида моддаларнинг тарқалиши **молекуляр диффузия** деб номланади. Маълумки, моддалар хар доим концентрацияси юкори зонадан концентрацияси паст зонага караб тарқалади. Ушбу қонунга биноан, диффузия йўли билан тарқалган модда миқдори концентрациялар градиенти, диффузион оким йўналишидаги перпендикуляр ажратувчи юза ва жараён давомийлигига тўғри пропорционалдир:

$$dM = -D\frac{\partial c}{\partial t}Fd\tau \quad \text{ёки} \quad M = -D\frac{dc}{dn}F\tau \tag{8.10}$$

бу ерда dM - диффузия йўли билан тарқалган масса миқдори; D – диффузия коэффициенти; $\partial c/\partial\tau$ концентрациялар градиенти; F – диффузия ўтаётган юза; $d\tau$ - диффузия давомийлиги.

Диффузия коэффициенти, 1 м^2 ажратувчи юза орқали 1 соат давомида 1 м оралиқдаги концентрациялар фарқи 1 га тенг бўлганда тарқалган модда миқдорини характерлайди.

Тенгламадаги «минус» ишора молекуляр диффузия жараёнида концентрация камайиб боришини ифодалайди.

(8.10) тенгламадаги диффузия коэффициентининг ўлчов бирлигини аниклаймиз:

$$[D] = \left[\frac{M \cdot dn}{dc \cdot F \cdot \tau}\right] = \left[\frac{кг \cdot м \cdot м^3}{кг \cdot м^2 \cdot с}\right] = \left[\frac{м^2}{с}\right]$$

Молекуляр диффузия коэффициенти ўзгармас физик катталик бўлиб, модданинг диффузия йўли билан кўзғалмас мухитга кириш қобилиятини характерлайди. Ушбу коэффициент жараённинг гидродинамикасига боғлиқ эмас. Лекин, у тарқалувчи модда ва мухитнинг иссиклик-диффузион хоссалари, температура ва босимига боғлиқ, яъни температура ошиши ва босим пасайиши билан унинг қиймати ортади.

Одатда, диффузия коэффициентининг қийматлари адабиётлардан ёки қуйидаги формулалардан аниқланади:

газлар учун:

$$D = 4{,}35\cdot10^{-2}\frac{T^2}{P\left(V_A^{0,33}+V_B^{0,33}\right)}\sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}} \tag{8.11}$$

суюкликлар учун:

$$D = \frac{8{,}2\cdot10^{-12}T}{\mu\cdot V_a^{0,33}}\left[1+\left(\frac{3V_B}{V_A}\right)^{0,66}\right] \tag{8.12}$$

бу ерда T – температура, К; P - босим, Па; V_A ва V_B - жараёнда иштирок этувчи моддалар моль ҳажми, см^3/моль; M_A ва M_B – моддаларнинг молекуляр массаси, кг/кмоль; μ - динамик ковушоклик, мПа·с; A ва B – моддаларнинг табиатига боғлиқ тажрибавий константа;

Диффузия коэффициенти системанинг агрегат ҳолатига боғлиқ. Газлар учун D нинг қийматлари (0,1…1,0)·10^{-4} м^2/с. Суюкликларнинг диффузия коэффициенти тўрт даражага паст

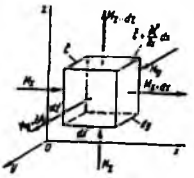
бўлади. Маълумки, температура ортиши билан D ортади, босим ошиши билан эса – камаяди.

Газлардаги диффузия коэффициенти концентрацияга умуман боғлиқ эмас. Лекин, суюкликларда эса, диффузия коэффициенти концентрацияга боғлиқлиги бор. Пахта ёғининг нормал шароитда экстракцион бензиндаги диффузия коэффициенти $D = 0{,}71 \cdot 10^{-5}$ см^2/с; газнинг бошқа бир газдаги таркалиш диффузия коэффициенти ~ 0,1…1,0 см^2/с; газнинг суюкликлардаги диффузия коэффициенти $10^4 \ldots 10^5$ маротаба кам бўлиб, тахминан 1 см^2/суткага тенг.

Хўлоса қилиб айтганда, молекуляр диффузия жуда секин ўтадиган жараёндир.

Турбулент диффузия. Турбулент тебраниш таъсирида оқимнинг ҳаракатида бир фазадан иккинчисига модданинг таркалиши **турбулент диффузия** деб номланади.

Турбулент диффузия тезлиги оқимнинг турбулентлик даражасига, жараённинг гидродинамик режимида боғлиқдир. Исталган фазада турбулент диффузия йўли билан таркалган модданинг миқдори ушбу тенгламадан топилади:



8.3-расм. Молекуляр диффузиянинг дифференциал тенгламасини келтириб чиқаришга оид.

$$M = -\varepsilon_Д \frac{\partial c}{\partial n} F \cdot \tau \qquad (8.13)$$

бу ерда $\varepsilon_Д$ - турбулент диффузия коэффициенти

(8.13) тенгламадан $\varepsilon_Д$ - аниклаймиз

$$[\varepsilon_Д] = \left[\frac{M \cdot dn}{dc \cdot F \cdot \tau}\right] = \left[\frac{кг \cdot м \cdot м^2}{с \cdot м^2 \cdot кг}\right] = \left[\frac{м^2}{с}\right]$$

Турбулент диффузия коэффициенти вакт бирлиги ичида концентрация градиенти бирга тенг бўлганда ажратувчи юза бирлигидан турбулент диффузия йўли билан таркалган модданинг миқдорини билдиради. Унинг қиймати жараённинг гидродинамик режимига боғлиқ. Бу ерда гидродинамик режим деганда оқимнинг тезлиги ва турбулентлик масштаби назарда тутилади.

Молекуляр диффузиянинг дифференциал тенгламаси (Фикнинг 2-қонуни). Бирор фазанинг оқимида ажратиб олинган элементар параллелепипед учун таркалувчи модданинг моддий баланси кўриб чиқилади ва ундан конвектив диффузия ёки масса бериш жараёнининг тенгламасини келтириб чиқариш мумкин (8.3-расм).



8.4-расм. Масса бериш тенглама сини келтириб чиқаришга оид.

Элементар кичик параллелепипед орқали молекуляр диффузия йўли билан модда таркалаётган бўлсин.

Агар, $dydz$, $dxdy$ ва $dxdz$ томонлари орқали M_x, M_z ва M_y миқдорда моддалар ўтаётган бўлса, қарама-қарши томонлардан эса M_{x+dx}, M_{z+dz} ва M_{y+dy} миқдорда моддалар чиқади. Яъни, параллелепипеднинг элементар ҳажми $dM = (M_x - M_{x+dx}) + (M_y - M_{y+dy}) + M_{z+dz}$ миқдорда таркалган модда ютиб олади. Бунда, модданинг концентрацияси $(\partial C/\partial t)\partial\tau$ миқдорга ортади. Фикнинг 1 - қонунига биноан:

$$M_x = -D \frac{\partial \overline{C}}{\partial x} dydz\tau$$

$$M_{x+dx} = -D \frac{\partial\left(\overline{C} + \frac{\partial \overline{C}}{\partial x} dx\right)}{\partial x} dydz\tau = -D \frac{\partial \overline{C}}{\partial x} dydz\tau - D \frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial x^2} dxdydz\tau$$

демак:

$$M_x - M_{x+dx} = D \frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial x^2} dxdydz\tau$$

Худди шундай қилиб параллелепипеднинг қолган томонлари учун ҳам ўтган моддалар фаркини аниқлаб оламиз.

Параллелепипед билан ютилган умумий модда миқдори:

$$dM = D\left(\frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial z^2}\right) dxdydzd\tau \qquad (8.14)$$

Ушбу модда миқдорини параллелепипед ҳажмини тарқалаётган модда концентрациясининг $\partial\tau$ вақт ичида ўзгаришига кўпайтириб ҳам топса бўлади:

$$dM = dxdydz \frac{\partial \overline{C}}{\partial \tau} d\tau \qquad (8.15)$$

(8.14) ва (8.15) ларни тенглаштириб, ушбу кўринишдаги молекуляр диффузиянинг дифференциал тенгламасини оламиз:

$$\frac{\partial \overline{C}}{\partial \tau} = D\left(\frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial z^2}\right) \qquad (8.16)$$

(8.16) тенглама Фикнинг 2-қонуни деб юритилади. $\partial C/\partial\tau$ - фазода олинган исталган нуктадаги концентрациянинг вакт бўйича ўзгариш тезлигини характерлайди.

Масса беришнинг асосий қонуни. Ушбу қонун қаттиқ жисмлар эришини ўрганиш пайтида рус олими Шукарев томонидан аниқланган. Бу қонунга биноан, фазаларни ажратиб турувчи юзадан бирор фаза ядросига ёки тескари йуналишда масса бериш йўли билан ўтган модда миқдори фазалар концентрацияси фарқига, фазага ва жараён давомийлигига тўғри пропорционалдир.

Диффузион чегаравий қатлам назариясига асосан тарқалувчи модда суюқлик оқими ядросидан фазаларни ажратувчи юзага суюқлик конвектив оқимлари ва молекуляр диффузия йўли билан ўтади. Кўрилаётган системада оқим ядроси ва чегаравий диффузион қатламлар бор (8.4-расм). Фаза ядросида модданинг тарқалиши асосан суюқлик ёки газ оқими билан амалга оширилади. Оқимларнинг турбулент ҳаракати давомида тарқалувчи модда концентрацияси ўзгармас бўлади. Чегаравий диффузион қатламга яқинлашган сари модданинг турбулент тарқалиши камаяди ва молекуляр диффузия ҳисобига масса бериш улуши ортади.

Бунда, тарқалувчи модданинг концентрация градиенти ҳосил бўлади ва фазаларни ажратувчи чегарага яқинлашиб борган сари, унинг қиймати ошиб боради. Шундай қилиб, чегаравий диффузион қатлам атрофи–бу концентрация градиенти ҳосил бўлиши ва ўсиши соҳасидир. Ундан ташқари, бу ер – умумий масса ўтказишга молекуляр диффузия тезлигининг таъсири кўпаядиган соҳадир.

G фазадан L фазага тарқалаётган модда миқдори M бўлсин. Агар, фазалар ядросидаги моддалар концентрациясини y_f ва x_f деб, фазаларни ажратиб турувчи юзадаги концентрацияларни эса – $y_ю$ ва $x_ю$ деб белгиласак, унда масса бериш жараёнида ўтган модда миқдорларини қуйидаги тенгламалардан аниқлаш мумкин:

$$dM = \beta_y (y_f - y_ю) \cdot F d\tau; \qquad dM = \beta_x (x_ю - x_f) \cdot F d\tau \qquad (8.17)$$

бу ерда β_y, β_x – конвектив ва молекуляр оқимлар билан модда узатилишини характерловчи масса бериш коэффициентлари; $y_ю$=$y_{ул}$ ва $x_ю$=$x_{ул}$ деб қабул қилинади

Масса бериш коэффициентининг ўлчов бирлиги қуйидагича:

$$[\beta] = \left[\frac{M}{(y_f - y_ю) \cdot F \cdot \tau}\right] = \left[\frac{кг \cdot м^3}{кг \cdot м^2 \cdot соат}\right] = \left(\frac{м}{соат}\right)$$

Масса бериш коэффициенти вакт бирлигида жараённи ҳаракатга келтирувчи кучи бирга тенг бўлганда, юза бирлигидан фазаларни ажратувчи юзадан фазанинг ядросига ёки тескари йўналишда ўтган модда миқдорини характерлайди.

Масса бериш коэффициенти фазаларнинг зичлиги, қовушоқлиги ва бошқа хоссаларига, суюқлик ҳаракат режимига, қурилманинг тузилиши ва ўлчамларига боғлиқдир. Шунинг учун ҳам унинг қийматини тажриба ёки ҳисоблаш йўли билан аниқлаш қийин. Лекин, ҳар бир аниқ шароит ва суюқликлар учун β нинг қийматини тажриба йўли билан топиш мумкин.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, масса бериш коэффициенти физик маъноси бўйича масса

ўтказиш коэффициентидан фарқ қилса ҳам, лекин бир хил ўлчов бирлигига эга.

8.5. Қаттиқ жисм иштирокида масса алмашиниш

Бундай жараёнларга адсорбция, десорбция, кристалланиш, қуритиш, эритиш, қаттиқ материаллардан экстракциялаш кабилар киради. Албатта, бу нотурғун жараёнларнинг ўзига хос алоҳида хусусиятлари бор. «Қаттиқ жисм-суюқлик» системасида масса алмашиниш жуда мураккаб жараён деб ҳисобланади.

Ғоваксимон қаттиқ жисмдан фазаларни ажратиб турувчи чегара орқали газ (ёки буғ) суюқлик муҳитга ёки газ (ёки буғ) муҳитдан қаттиқ жисмга модданинг тарқалиши, ўтказиш потенциали градиенти мавжуд бўлгандагина рўй беради. Бошқача қилиб айтганда, «қаттиқ жисм – суюқлик» системада масса ўтказиш жараёни ички ва ташқи диффузиялардан ташкил топган бўлади. Бу системада масса алмашиниш жараёнига қаттиқ жисмнинг тузилиши катта таъсир кўрсатади. Маълумки, қаттиқ жисм мураккаб, геометрик система бўлиб, ғоваклилик, полидисперслик, капиллярлар шакли ва ковакчаларни ўлчами бўйича таксимланиши билан ажралиб туради.

Капилляр-ковакли тузилишига қараб қаттиқ жисмлар қуйидаги синфларга ажратилади: йирик ковакли $(d_{кр} \leq 100нм)$; ўртача ковакли ва ультрамикроковакли материаллар бўлади.

«Қаттиқ жисм – суюқлик» системасида масса бериш жараёни билан **масса ўтказувчанлик** (қаттиқ жисмда модданинг тарқалиши) бир вақтда ўтади.

Бу системада кечадиган жараёнларнинг тезлиги вақт ўтиши билан молекуляр диффузия тезлигига караганда камайиб бориш хосдир. Шунинг учун ушбу жараёнларни ифодалашда "сиқиқ диффузия" деган атамадан фойдаланилади.

Эритманинг "сиқиқ диффузия"си учун Кади ва Вильямслар томонидан ушбу формула таклиф этилган:

$$D_{сиқ} = D\frac{1}{1+a\left(\frac{r}{R}\right)} \tag{8.18}$$

бу ерда $D_{сиқ}$ – «сиқиқ диффузия» коэффициенти; D – молекуляр диффузия коэффициенти; r – тарқалаётган молекула ўлчами; R - қаттиқ жисм ковакчаларининг кўндаланг ўлчами.

«Сиқиқ диффузия» ўрнига жараённи ҳар томонлама тўлиқ ифодаловчи умумий кинетик характеристика – масса ўтказувчанликни аниқлаш мақсадга мувофиқдир. Унда, қаттиқ жисмда тарқалган модданинг узатилишини ифодаловчи қонун сифатида қабул қилиниш мумкин: қаттиқ жисмда масса ўтказувчанлик ҳисобига тарқалган масса миқдори концентрациялар градиенти, оқим йўналишига перпендикуляр юза ва жараён давомийлигига тўғри пропорционалдир, яъни:

$$dM = -k\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}dFd\tau \tag{8.19}$$

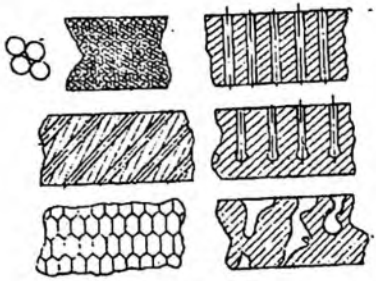
бу ерда k – масса ўтказувчанлик коэффициенти, м²/с. Ушбу коэффициент температура ва қаттиқ жисмда тарқалган модда концентрацияларига боғлиқдир.

8.5-расмда ғоваксимон қаттиқ жисмларнинг типик тузилишлари келтирилган. Кўриниб турибдики, бундай тузилишли жисмларда жараённинг кинетикаси турлича бўлиши табиийдир.

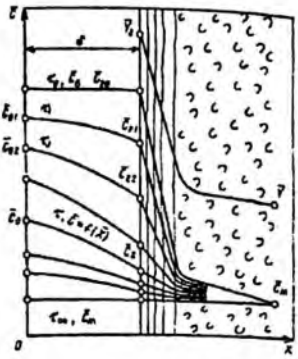
Қаттиқ жисмдан намликни десорбцияси мисолида масса алмашиниш жараёнини кўриб чиқамиз (8.6-расм).

Бошланғич вақт $\tau = \tau_0$ да пластинанинг бутун ҳажмида концентрация ўзгармас бўлади (*c=const*). Қаттиқ жисм билан масса алмашинувчи суюқлик фазада тарқалувчи модданинг концентрацияси ўзгармас ва y_f га тенгдир. Дастлабки даврда, тарқалаётган модда қаттиқ жисмдан суюқликка қараб ҳаракат қилади.

Қаттиқ материалдан эркин боғланган намликнинг чиқиб кетиши билан жисмнинг температураси ўзгармайди ва у ҳўл термометр температурасига тенг бўлади. Материал устидаги



8.5-расм. Ғоваксимон жисмлар тузилиши модификациялари.



8.5-расм. Капиллар-ғовакли жисмда масса алмашиниш модели.

буғ босими эса, суюкликнинг тўйинган буғлари босимига баробардир. Шу даврда материалдан намликнинг буғ ҳолатида чиқиб кетиши ўзгармас тезликда содир бўлади.

Вақт ўтиши билан жисмнинг концентрацияси узлуксиз равишда пасайиб боради.

Қандайдир критик концентрация $x_{кр}$ дан бошлаб, буғланиш зонаси жисмнинг ичига сурилади. Бу ҳол, албатта ўтказиш потенциали градиентининг камайишига ва жараённи секинлашувига олиб келади. Намликни буғланиши на фақат ўзгарувчан координатали юзаларда бўлибгина қолмасдан, балки жисмнинг «аввалги» қатламларида ҳам боради. Лекин, жисмнинг ташқи юзасига яқинлашган сари, жараён интенсивлиги камаяди. Бундай ҳол намликни материал билан турли усулларда боғланганлигидан далолат беради.

Жараён тезлиги пасайиши даврида масса алмашиниш жараёнининг тезлиги масса ўтказувчанлик тезлиги билан белгиланади. Ўз навбатида, масса ўтказувчанлик тезлиги масса алмашиниш механизмига боғлиқдир.

Қаттиқ фаза иштирок этадиган масса алмашиниш жараёнларининг энг мураккаби - бу қуритиш жараёнидир, чунки бунда масса ва иссиқлик алмашиниш жараёнлари бир вақтда рўй беради.

Масса ўтказувчанлик дифференциал тенгламаси иссиқлик ўтказувчанлик дифференциал тенгламасига ўхшаш келтириб чиқарилади ва у ушбу кўринишга эга:

$$\frac{\partial \bar{C}}{\partial \tau} = k\left(\frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial z^2}\right) \tag{8.20}$$

Кўриниб турибдики, масса ўтказувчанлик коэффициенти ўзгарувчан катталик ва у жараён тури (адсорбция, қуритиш, эритиш), қаттиқ жисм тузилиши ва молекуляр диффузия коэффициентига таъсир этувчи параметрларга боғлиқ.

(8.20) дифференциал тенглама фазаларни ажратувчи чегарасида масса ўтказиш шартларини белгиловчи тенглама билан биргаликда кўрилиши керак. Ушбу шартларни (8.19) тенгламани $dM = \beta(y_s - y_M)F \cdot d\tau$ тенглама билан таққослаш мумкин. Тенгламаларнинг ўнг томонларини бир-бирига тенглаб, ушбу кўринишга эга ифодани оламиз:

$$-k\frac{\partial \bar{C}}{\partial x} = \beta \Delta \bar{y} \tag{8.21}$$

Ўхшашлик назариясини қўллаб қуйидаги ўлчамсиз комплексни келтириб чиқарамиз:

$$Bi_д = \frac{\beta \cdot l}{k} \tag{8.22}$$

Ушбу комплекс **Био диффузион критерийси** деб номланади.

Био критерийси қаттиқ фазадан ювиб турувчи суюқ фазага модда тарқалиши тезлигининг масса ўтказувчанлик тезлигига нисбатани ифодалайди.

Масса ўтказувчанлик тенгламасидан Фурье диффузион критерийсини келтириб чиқариш мумкин:

$$Fo_д = \frac{k\tau}{l^2} \tag{8.23}$$

Фурье критерийси қаттиқ жисм ичида масса алмашиниш тезлигининг вақт ўтиши билан ўзгаришини характерлайди.

(8.21) тенглама таҳлили шуни кўрсатадики, масса ўтказиш тезлиги масса ўтказувчалик ва масса беришга боғлиқ. Экстракция жараёнининг масса ўтказишга таъсири 3 хил бўлади:

- масса бериш жараёни тезлиги масса ўтказиш тезлигига нисбатан анча катта. Бунда масса ўтказиш тезлиги масса ўтказувчанлик орқали топилади;
- масса ўтказувчанлик тезлик тезлиги масса бериш жараёнининг тезлигига нисбатан анча катта бўлади. Бунда масса ўтказиш тезлиги масса бериш жараёни β асосида ҳисобланади;
- масса ўтказувчанлик ва бериш жараёнларининг тезлигини ўзаро солиштириш мумкин бўлади. Бунда масса ўтказишнинг тезлигини топишда $D_м$ ва β коэффициентлар ҳисобга олинади.

Қаттиқ жисмдан керакли компонентни ажратиб олиш мураккаб жараёндир. Бунда, қаттиқ жисм ичида ва атроф – муҳитда концентрациялар миқдори вақт давомида ёки қурилманинг узунлиги бўйича ўзгартириб туради (8.6-расм).

Қаттиқ жисмда концентрациялар миқдорининг ўзгариш тезлигига қуйидаги омиллар сабабчи бўлади:

1. Қаттиқ жисм ва тарқалаётган модданинг диффузия хоссалари, бу хоссалар масса ўтказувчанлик коэффициенти $D_м$ орқали ифодаланади;
2. «Қаттиқ жисм – суюқлик» чегарасида масса ўтказиш шароитлари;
3. Қаттиқ жисм ва суюқ фазалар миқдорларининг нисбати

$$\frac{C_б - C_0}{C_б' - C_0'} = n$$

билан ифодаланади.

бу ерда $C_б'$ ва $C_б'$ – жараённинг бошланиш ва охирида суюқ фазадаги экстракцияланган модданинг концентрациялар; $C_б$ ва C_0 - жараённинг бошланиши ва охирида қаттиқ фазадаги экстракциялашиши зарур бўлган модданинг концентрацияси; $n=W/N$ - ўзаро тўқнашиш ҳолатида бўлган суюқлик миқдори W нинг қаттиқ жисм миқдори N ни нисбати.

4. Қаттиқ материал заррачаларининг суюқлик билан ўзаро таъсир қилиш усули;
5. Қаттиқ материал заррачаларининг шакли ва ўлчамлари.

Масса ўтказувчанлик йўли билан масса алмашиниш жараёнининг ўхшашлигини ифодалашда геометрик ўхшашлик ҳам инобатга олиниши зарур.

Бир ўлчамли оқим учун масса ўтказувчанликнинг критериал тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{C - C_н}{C_б - C_н} = f\left(Bi_д, Fo_д, \frac{x}{\delta}\right) \tag{8.24}$$

бу ерда C – вақт моменти τ да қаттиқ фазанинг берилган нуқтасидаги концентрацияси; $C_б$ - қаттиқ фазадаги бошланғич концентрация; $C_н$ - қаттиқ фазадаги экстракцияланаётган модданинг мувозанат концентрацияси; δ - қаттиқ жисмнинг аниқловчи ўлчами; x - қаттиқ жисмнинг берилган нуқтасидаги координатаси. (8.24) тенгламанинг счими фақат энг оддий шаклдаги жисмлар (шар, цилиндр ва чексиз пластина) учун бор.

"Қаттиқ жисм – суюқлик" системасида масса ўтказиш жараёнини ифодалаш учун масса ўтказишнинг асосий тенгламасидан фойдаланиш мумкин. Унда, масса ўтказиш коэффициенти ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{(\psi + n) \cdot km} \tag{8.25}$$

бу ерда ψ - шакл коэффициенти, пластина учун 1 га, цилиндр учун 2 ва шар учун 3 тенг; n – даража кўрсаткичи.

Ташқи диффузия соҳасида жараён ўтказилганда ва $Bi_д \le 3{,}0$ бўлганда (8.25) формула ушбу кўринишни олади:

$$K \approx \beta_y \tag{8.26}$$

Ушбу ҳолатда жараён тезлиги фақат ички диффузия омиллари билан аниқланади.

Иссиқлик ва масса алмашиниш жараёнлари биргаликда содир бўлганда, иссиқлик ва масса бериш коэффициентларини топиш учун ушбу критериал тенглама тавсия этилади:

$$Nu = A \cdot \mathrm{Re}^n \cdot \mathrm{Pr}^{0,33} \cdot Gu^{0,175} \tag{8.26}$$

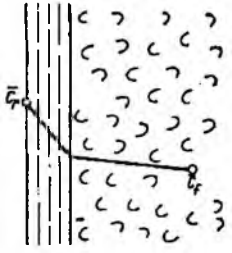
бу ерда Gu – адиабатик шароитда суюқликнинг ҳажмий буғланишини характерловчи Гухман критерийси. Константа A ва даража кўрсаткичи n қурилмадаги гидродинамик режимга боғлиқ бўлади.

8.6. Конвектив диффузиянинг дифференциал тенгламаси

Диффузион чегаравий қатлам назариясига биноан, суюқлик оқими фазаларни ажратувчи чегарасида тарқалаётган модда молекуляр диффузия ва бевосита суюқлик оқими билан узатилади (8.7-расм). Кўрилаётган системада оқимни 2 қисмдан иборат деб ҳисобласа бўлади, яъни ядро ва чегаравий диффузион қатламдан. Турбулентлик анча юқори бўлганда ҳам, ядрода модданинг тарқалиши асосан суюқлик ҳаракати туфайли рўй беради. Турғун режимда ушбу кўндаланг кесимда тарқалувчи модда концентрацияси ўзгармасдир. Чегаравий диффузион қатламга яқинлашган сари, турбулентлик даражаси пасаяди. Шунинг учун, фазаларни ажратувчи чегарада модданинг тарқалиши асосан молекуляр диффузия ҳисобига ўтади. Ундан ташқари, бу зонага яқинлашиш билан концентрациялар градиенти ҳам ортади.

Шундай қилиб, чегаравий диффузион қатлам – бу концентрация градиенти ҳосил бўладиган ва ортадиган, ҳамда молекуляр диффузия қийматининг минимумдан максимумгача кўпаядиган зонасидир.

Конвектив диффузия жараёнида фазанинг элементар ҳажмида тарқалувчи модданинг концентрацияси ҳам молекуляр диффузия, ҳам механик ҳаракат таъсири остида ўзгаради. Бундай ҳолларда, тарқалаётган модданинг концентрацияси x, y, z координаталар ва вақт τ нинг функцияси бўлиб қолмай, балки элемент силжиш тезлиги w_x, w_y ва w_z ларга ҳам боғлиқ бўлади.



8.7-расм. Конвектив диффузия қонунини келтириб чиқаришга оид.

Молекуляр диффузия йўли билан модданинг тарқалиши (8.16) тенглама ёрдамида топилади.

Конвектив диффузия пайтида эса, элемент фазонинг бир нуқтасидан иккинчисига кўчади. Бунда, элементда тарқалаётган модда концентрациясининг ўзгариши субстанционал ҳосила орқали ифодаланади:

$$\frac{D\bar{c}}{D\tau} = \frac{\partial \bar{c}}{\partial \tau} + \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} w_x + \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} w_y + \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} w_z \tag{8.27}$$

Ушбу тенгламадаги қўшилувчилар йиғиндиси $\frac{\partial \bar{c}}{\partial x} w_x + \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} w_y + \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} w_z$ - концентрациянинг конвектив ўзгаришини, $\frac{\partial \bar{c}}{\partial \tau}$ эса – локал ўзгаришини характерлайди.

Молекуляр диффузия ҳисобига тарқалаётган модданинг ортиши (8.16) тенглама ёрдамида аниқланади. Агар, (8.16) ва (8.27) тенгламаларни тенглаштирсак ва концентрациянинг локал ўзгариши $\frac{\partial \bar{C}}{\partial \tau}$ ни (8.27) даги тўлиқ $\frac{D\bar{C}}{\partial \tau}$ га алмаштирсак, конвектив диффузиянинг дифференциал тенгламасини келтириб чиқариш мумкин:

$$\frac{\partial \bar{C}}{\partial \tau} + \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} w_x + \frac{\partial \bar{C}}{\partial y} w_y + \frac{\partial \bar{C}}{\partial z} w_z = D\left(\frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial z^2}\right) \tag{8.28}$$

Фазаларни ажратувчи чегара атрофида фазадан фазага таркалаётган модда миқдори конвектив диффузия қонуни (8.17) ёрдамида аниқланади. Юқорида айтилгандек, фазаларни ажратувчи юза олдида, модданинг бир фазадан иккинчисига ўтиши эса, молекуляр диффузия (8.10) ҳисобига амалга ошади.

(8.10) ва (8.17) тенгламаларни бир-бирига тенглаштириб, ушбу формулани оламиз:

$$\beta\Delta\bar{C} = -D\frac{\partial\bar{C}}{\partial x} \tag{8.29}$$

бу ерда $\Delta C = \bar{C}_c - \bar{C}_f$ - жараённи ҳаракатга келтирувчи куч.

Конвектив диффузиянинг критериал тенгламалари. Бундай формулалар (8.28) ва (8.29) тенгламалардан келтириб чиқарилади. Диффузион критерийларни олиш учун ўхшашлик назариясидан фойдаланамиз. (8.29) тенгламадан ўлчамсиз $\beta\Delta C\partial x / D\partial\bar{C}$ комплексни оламиз ва баъзи қисқартиришлардан сўнг Нуссельт диффузион критерийсини хосил қиламиз:

$$Nu_д = \frac{\beta \cdot l}{D} \tag{8.30}$$

бу ерда β - масса бериш коэффициенти; l – аниқловчи ўлчам; D – молекуляр диффузия коэффициенти.

(5.28) тенгламанинг иккала қисмини $D\partial C/\partial x$ га бўлиб, ушбу ўлчамсиз комплексни олиш мумкин:

$$\frac{\partial\bar{C}\cdot\partial x^2}{\partial\tau\cdot\partial^2\bar{C}} \quad \text{ва} \quad \frac{\partial\bar{C}\cdot w_x\cdot\partial x^2}{\partial x\cdot D\cdot\partial^2\bar{C}}$$

Булардан эса Фурье диффузион критерийси:

$$Fo_д = \frac{D\tau}{l^2} \tag{8.31}$$

ва Пекле диффузион критерийси:

$$Pe_д = \frac{wl}{D} \tag{8.32}$$

келтириб чиқарилади. Бу ерда τ - жараён давомийлиги; w – оқим тезлиги.

Фурье критерийси вақт ўтиши билан таркалаётган масса оқими тезлиги ўзгаришини ифодалайди ва нотурғун масса бериш жараёнларни характерлайди.

Пекле критерийси ўхшаш системаларнинг ўхшаш нуқталарида конвектив ва молекуляр диффузиялар оркали ўтаётган массаларнинг нисбатини ифодалайди.

Пекле критерийсини ўзгартириб, ушбу кўринишда ёзамиз:

$$Pe = \frac{wl}{D} = \frac{wl}{\nu}\cdot\frac{\nu}{D} = \mathrm{Re}\cdot\mathrm{Pr}_д$$

бу ерда

$$\mathrm{Pr}_д = \frac{\nu}{D} \tag{8.33}$$

Прандтл критерийси физик катталиклар майдонларининг ўхшашлигини характерлайди ва моддалар физик хоссалари нисбатининг ўзгармаслигини ифодалайди.

Масса бериш жараёнини характерловчи ўхшашлик критерийлари аниқлангандан сўнг, конвектив диффузиянинг умумий критериал тенгламаси тузилиши мумкин:

$$f\left(\mathrm{Re}, Gr, Nu_д, \mathrm{Pr}_д, Fo_д\right) = 0 \tag{8.34}$$

Нуссельтнинг диффузион критерийси асосий аниқланувчи критерий бўлгани учун (8.34) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$Nu_D = f\left(\mathrm{Re}, Gr, \mathrm{Pr}_д, Fo_д\right) \tag{8.35}$$

(8.39)даги Грасгоф критерийси эркин конвекция пайтида конвектив диффузияни характерлайди.

Агар, жараён турғун бўлса, умумий критериал тенгламадан, Фурье критерийси туширилиб қолдирилади:

$$Nu_D = f\left(\mathrm{Re}, Gr, \mathrm{Pr}_Д\right) \tag{8.36}$$

Суюқлик оқимининг мажбурий ҳаракати пайтида эркин конвекцияни ҳисобга олмаса бўлади. Бу ҳолда (8.36) тенгламадан Грасгоф критерийси тушириб қолади:

$$Nu_D = f\left(\mathrm{Re}, \mathrm{Pr}_D\right) \tag{8.37}$$

Критериал тенгламалардан аниқланган Нуссельт критерийси қийматларидан масса бериш коэффициентини ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\beta = \frac{Nu \cdot D}{l} \tag{8.38}$$

Масса бериш коэффициентларининг қийматлари ёрдамида масса ўтказиш коэффициенти K ни топиш мумкин.

Гидродинамик ўхшашлик асосида масса бериш коэффициенти β ни оқим ўртача тезлиги w га нисбатини аниқлаш мумкин. Бу ўлчамсиз катталик Стантон диффузион критерийси деб номланади ва ушбу кўринишга эга:

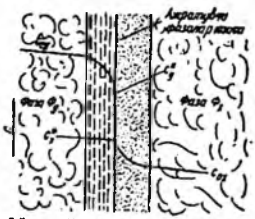
$$St_D = \frac{\beta}{w} = \frac{Nu_D}{Pe_D} = \frac{\beta \cdot l / D}{w \cdot l / D} \tag{8.39}$$

Стантон критерийси турбулент оқимларда масса бериш жараёнида концентрация ва тезлик майдонлари ўхшашлигини характерлайди.

8.6.1. Масса алмашиниш жараёни механизми

Маълумки бирор модда массасининг иккинчи фазага ажратиб турувчи юза орқали ўтиши ***масса ўтказиш*** деб номланади. Бу жараён жуда мураккабдир, чунки масса бериш ва турбулент оқимларнинг гидродинамик қонуниятлари яхши ўрганилмаган.

8.8-расмда суюқлик ва газ (буг) ёки иккала фаза орасида масса ўтказиш жараёнини тушунтирувчи схема келтирилган.



8.8-расм. Масса ўтказиш жараёнида фазаларда концентрациялар таксимланиш схемаси

Фазалар бир - бирига нисбатан турбулент режимга оид тезликда ҳаракат қилмоқда ва улар ўртасида ажратувчи юза мавжуд.

Таркалувчи модда массаси M фаза $Ф_y$ (аммиакнинг ҳаво билан аралашмаси)дан суюқ фаза $Ф_x$ (сув) га ўтмоқда. Шундай қилиб, $Ф_y$ фаза ядросидан фазаларни ажратиб турувчи юзага ва ажратиб турувчи юзадан $Ф_x$ фазанинг ядросига масса бериш жараёни содир бўлади.

Ажратувчи юза қаршилигини (агар унинг миқдори сезиларли бўлса) енгиб, бир фазадан иккинчисига масса ўтади, яъни масса ўтказиш жараёни рўй беради.

Маълумки, масса алмашиниш жараёни ҳар бир фазадаги оқим турбулентлик тузилиши билан узвий равишда боғлиқ.

Гидродинамикадан маълумки, суюқлик оқимининг девор яқинида ҳаракат пайтида чегаравий қатлам ҳосил бўлади. Ҳар бир фаза ядро ва чегаравий қатламдан ташкил топган бўлади. Фаза ядросида модданинг таркалиши кўпчилик ҳолларда турбулент пульсация ёрдамида амалга ошади ва таркалувчи модданинг концентрацияси, 8.8-расмда кўрсатилгандек, ўзгармас бўлади. Чегаравий катламда эса, турбулентлик аста - секин сўниб, концентрация эса ўзгариб боради. Ажратувчи юзага яқинлашган сари, концентрация ўзгариши кескинлашади. Бевосита ажратувчи юзада модданинг таркалиш тезлиги жуда кичик бўлади ва у молекуляр диффузиянинг тезлигига боғлиқ бўлиб қолади. Фазалараро ишқаланиш ва сиртий таранглик кучлари таъсирида ажратувчи юза яқинида концентрация кескин, тўғри чизиқли қонун бўйича ўзгаради.

Шундай қилиб, суюқлик оқимининг турбулент ҳаракати пайтида фаза ядросидан ажратувчи юзагача ёки тескари йўналишда массанинг берилиши ҳам молекуляр, ҳам турбулент диффузиялар усулида боради. Лекин, таркалаётган массанинг асосий қисми турбулент диффузия усулида ўтади.

Демак, масса алмашиниш жараёнини интенсивлаш учун оқим турбулентлик даражасини кўпайтириб, чегаравий қатлам қалинлигини камайтириш зарур.

Маълумки, оқим турбулентлик даражасини кўпайтириш учун суюқлик тезлигини ошириш керак бўлса, чегаравий қатлам қалинлигини камайтириш учун аралаштириш, пульсация, тебраниш, электромагнит майдон ёки ультратовуш каби усулларни қўллаш мумкин.

8.6.2. Масса ўтказиш ва бериш коэффициентлари ўртасидаги боғлиқлик

Ишчи ва мувозанат концентрациялари орасида чизиқли боғлиқлик шароитида, бирор G фазадан L фазага масса ўтказиш жараёнини кўриб чиқамиз (8.4-расм). Фазаларни ажратувчи чегарада мувозанат ҳолатига эришилади деб қабул қиламиз.

G фазадан фазаларни ажратувчи чегаравий юзага тарқалган модда миқдори ушбу тенгламадан топилади:

$$dM = \beta \cdot y(y - y_ч) \cdot dF$$

Фазаларни ажратувчи чегаравий юзадан L фаза ядросига берилган модда миқдори эса қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$dM = \beta_x (x_ч - x) \cdot dF$$

Мувозанат концентрация $y_м = m \cdot x$ эканлиги маълум бўлгани учун, L фазадаги концентрация x ни G фазадаги мувозанат концентрацияси орқали ифодаласа мумкин:

$$dM = \beta_x (x_ч - x) \cdot dF = \frac{\beta_x}{m} (y_{мч} - y_м) \cdot dF$$

бундан:

$$y_{мч} - y_м = \frac{dM \cdot m}{\beta_x dF}; \qquad y - y_ч = \frac{dM}{\beta_y dF}$$

Юқорида келтирилган охирги икки тенгламаларнинг чап ва ўнг томонларининг йиғиндиси, ҳамда $y_ч = y_{мч}$ га тенглигини ҳисобга олсак ушбу кўринишдаги тенгламани оламиз:

$$y - y_м = \frac{dM}{dF\left(\frac{m}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y}\right)} \tag{8.40}$$

Масса ўтказишнинг асосий тенгламасидан:

$$y - y_м = \frac{dM}{dF} \cdot \frac{1}{K} \tag{8.41}$$

(8.40) ва (8.41) тенгламаларни ўнг томонларини тенглаштириб, ушбу кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{m}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y} \qquad \text{ёки} \qquad K_y = \frac{1}{\frac{m}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y}} \tag{8.42}$$

Худди шу усулда L фаза учун масса ўтказиш коэффициентини аниқлаш формуласини келтириб чиқарамиз:

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{m\beta_y} + \frac{1}{\beta_x} \qquad \text{ёки} \qquad K_x = \frac{1}{\frac{1}{m\beta_y} + \frac{1}{\beta_x}} \tag{8.43}$$

Бу тенгламаларнинг чап томонлари массанинг бир фазадан иккинчисига ўтиши учун умумий диффузион қаршиликни, ўнг томонлари эса – фазалардаги масса бериш жараёнлари диффузион қаршиликларнинг йиғиндисини ифодалайди. Шунинг учун ҳам, (8.42) ва (8.43) тенгламалар фазавий қаршиликларнинг ***аддитивлик тенгламалари*** деб юритилади.

K_y ва K_x коэффициентлар $K_y = K_x/m$ тенглик билан боғлиқ бўлади. Масса ўтказиш коэффициентларнинг қиймати масса бериш коэффициентларининг сон қийматлари ва мувозанат чизиғининг қиялик бурчаги билан белгиланади. Масса бериш коэффициентлари критериал

тенгламалардан аниқланади.

8.6.3. Масса алмашиниш жараёнининг моделлари

Масса бериш механизми бир вақтда ҳам молекуляр, ҳам конвектив усулларда масса ўтиш билан характерланади. Масса ўтказиш эса, ундан ҳам мураккаб жараёндир, чунки фазаларни ажратувчи чегаранинг иккала томонида масса бериш жараёнлари рўй беради. Шу кунгача фазалар орасидаги ҳаракатчан юза чегарасида борадиган масса ўтказиш жараёнининг назарияси яратилмаган. Шунинг учун ҳам масса ўтказиш механизмининг бир қатор соддалаштирилган назарий моделлари ишлаб чиқилган.

Кўпчилик моделлар қуйидаги тахминлар асосида яратилган:

1. Бир фазадан иккинчисига масса ўтиш жараёнидаги умумий қаршилик иккала фаза ва уларни ажратувчи юза қаршиликларининг йиғиндисига тенг. Лекин, кўпинча ажратувчи юзадаги қаршилик нольга тенг деб ҳисобланади. Унда умумий қаршиликни фазалар қаршиликлари йиғиндиси деб қараш мумкин;

2. Ажратувчи юзада фазалар мувозанат ҳолатида бўлади.

Юпқа қатламли модель. Бу модель энг биринчиларидан бўлиб, Льюис ва Уитменлар томонидан таклиф этилган. Ушбу модельга биноан, ҳар бир фазада унинг бевосита чегарасига қўзғалмас ёки ламинар ҳаракатланувчи юпқа қатлам ёндашиб туради.

Юпқа қатламда масса фақат молекуляр диффузия усулида тарқалади. Масса беришга қаршиликнинг ҳаммаси юпқа қатламда мужассамлашган. Шунинг учун, концентрациялар градиенти фақат чегаравий юпқа қатлам ичида ҳосил бўлади, чунки фазалар ядросида концентрациялар ўзгармас ва сон жиҳатидан ўртача концентрацияларга тенгдир.

Ундан ташқари, юқорида қабул қилинган тахминлар бу модельга ҳам тааллуқли. Шундай қилиб, ушбу модель схемасининг 8.8-расмдагидан фарқи шундаки, чегаравий қатламда турбулент пульсациялар ёрдамида аралаштириш тўғри чизиқ қонунига бўйсинади.

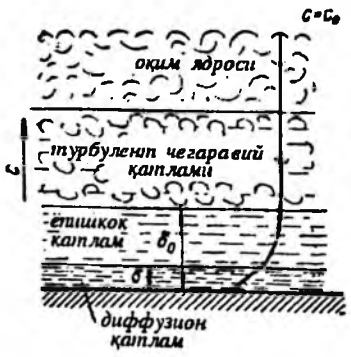
Юпқа қатламли модельга биноан, вақт бирлигида тарқалган масса миқдори қуйидаги тенгламадан аниқланиши мумкин:

$$M = \frac{D}{\delta_{эф}}(C_0 - C_в) \qquad (8.44)$$

бу ерда C_0 ва $C_в$ – фаза ядроси ва уларни ажратиб турувчи чегарадаги концентрациялар; δ – чегаравий юпқа қатламнинг эффектив қалинлиги; $D/\delta_{эф}$ – масса бериш тезлигини характерловчи коэффициент.

Ушбу модельда ажратувчи юза атрофидаги гидродинамик шароитлар анча соддалаштирилган. Молекуляр ва турбулент диффузияларни ажратиб турувчи чегарасида турбулент пульсацияларнинг сўниши, системанинг физик ва геометрик катталиклари ҳисобга олинмаган. Шу сабабларга кўра, кўпчилик тажрибаларда олинган натижаларда M~D боғлиқлик исботланмаган.

Ундан ташқари, чегаравий қатламнинг эффектив қалинлигини ўлчаш ёки формулалар ёрдамида ҳисоблаш қийин.



8.9-расм. Фазадаги оқим тузилиши ва концентрациянинг ўзгариши.

Диффузион чегаравий қатламли модель. Ушбу модельда фазаларни ажратувчи чегара яқинидаги шароитлар аниқроқ ҳисобга олинган (8.9-расм).

«Қаттиқ жисм – суюқлик» системасидаги нисбатан юқори аниқликка эга модель, рус олимлари Ландау ва Левич томонидан яратилган. Кўриниб турибдики, фаза ядросида концентрация ўзгармас (C_0=const) бўлиб, турбулент чегаравий қатламда аста-секин камайиб бошлайди. Қовушоқ қатламга яқинлашган сари турбулент пульсациялар сўниб боради. Лекин, қовушоқ қатламда концентрация сезиларли даражада камаяди. Бу қатламда ишқаланиш кучлари катта бўлгани учун суюқлик ҳаракати ламинар режимга тўғри келади. Натижада молекуляр диффузия усулида тарқалаётган модданинг улуши ортиб боради.

Лекин, қовушоқ қатлам δ_0 нинг катта қисмига турбулент диффузия усулида тарқаладиган массанинг

миқдори молекуляр диффузияникига қараганда нисбатан кўп. Фақат диффузион қатлам δ дагина массанинг ўтиши бутунлай молекуляр диффузия йўли билан тарқалади.

Диффузион қатламда концентрация кескин ўзгаради ва бу ўзгариш тўғри чизиқ бўйича боради.

Қовушоқ қатлам қалинлиги δ_0 ва диффузион қатлам қалинлиги δ ўртасида қуйидаги боғлиқлик бор:

$$\delta = \left(\frac{D}{\nu}\right)^{1/m} \cdot \delta_0 \tag{8.45}$$

δ нинг қийматини (5.44) га қўйиб, ушбу тенгламани оламиз:

$$M = \frac{D^{\frac{m-1}{m}}}{\nu^{1/m}\delta_0}(C_0 - C_\nu) \tag{8.46}$$

бу ерда ν - кинематик қовушоқлик; m – фазаларни ажратувчи чегарада турбулент диффузия усулида масса тарқалишининг сўниш конуниятини ифодаловчи даража кўрсаткичи.

Кўпинча, тажриба йўли билан аниқланади ва «қаттиқ жисм – суюқлик» системаси учун m=3, «суюқлик – газ», «суюқлик – суюқлик» системаси учун – m = 2 ва (8.46) тенгламага асосан $M \sim D^{0,66}$, ҳамда $M \sim D^{0,5}$.

Шундай қилиб, турбулентлик аста-секин ва узлуксиз равишда сўниб боради ва қаттиқ жисм юзаси яқинида пульсацион тезлик нольга тенглашади, $\varepsilon_D = 0$.

Ҳаракатчан ажратувчи юзага эга бўлган «суюқлик - газ» ва «суюқлик - суюқлик» системаларидаги сиртий таранглик кучлари, худди қаттиқ юзада ишқаланиш кучи каби таъсир этади. Лекин, шу кунгача турбулент пульсацияларнинг сўниш қонуни топилмаганлиги учун m нинг қийматини назарий йўл билан аниқлаб бўлмайди.

Юқорида кўриб чиқилган моделларда модда ўтиши узлуксиз деб тахмин қилинган. Лекин, тўқнашиш юзасининг янгиланиш модели (Данквертс ва Кишиневскийлар томонидан яратилган) да масса алмашиниш жараёни узлукли бўлади, яъни вақт ўтиши билан ўзгариб туради.

Кишиневский М.Х томонидан таклиф этилган модельга биноан, фазаларни ажратувчи чегарагача масса беришда молекуляр ва турбулент диффузия биргаликда боради деб қабул қилинади. Шунинг учун, бу модельда ўтаётган масса миқдори қуйидаги формуладан хисобланади:

$$M = 2\sqrt{\frac{D+\varepsilon_д}{\pi\tau}}(C_0 - C_\nu) \tag{8.47}$$

бу ерда τ - фазаларнинг тўқнашиш вақти; C_0-C_ν – фазалар чегараси ва ядросидаги концентрациялар фарқи.

Данквердс моделига биноан, фазаларни ажратувчи юзалар чегарасида модданинг тарқалиши фақат молекуляр диффузия хисобига боради деб қабул қилинган. Лекин, ҳар бир элемент янгиси билан алмашиш эҳтимоли бор деб қаралади. Шу билан бирга, элементларнинг ажратувчи юзада бўлиш вақти бир хил эмас ва модданинг тарқалиши экспоненциал қонунга бўйсинади, яъни (8.47) тенглама ушбу кўринишни олади:

$$M = \sqrt{Ds}(C_0 - C_\nu)$$

бу ерда s – вақт бирлиги ичида янгиланаётган юзанинг улуши, $с^{-1}$.

Маълумки, турбулент ҳаракат шу кунгача мукаммал ўрганилмаган. Шунинг учун ҳам, аниқ ва мукаммал масса ўтказиш моделлари ишлаб чиқилмаганлиги учун (8.17) тенглама ишлатилади.

8.6.4. Масса алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи куч

Иссиқлик алмашиниш жараёнларида каби, масса алмашинишда ҳам фазалар йўналиши параллел, қарама - қарши, ўзаро кесишган ва мураккаб бўлиши мумкин.

Маълумки, фазалар ҳаракатининг ўзаро йўналиши ва уларнинг таъсир қилиш усули масса алмашиниш жараёнининг ҳаракатга келтирувчи куч қийматини белгилайди. Фазалар, ажратувчи юза бўйича ҳаракатланганда, уларнинг концентрацияси ўзгаради. Бу ҳол эса ўз навбатида ҳаракатга келтирувчи кучнинг ўзгаришига олиб кетади. Шунинг учун, масса ўтказишнинг асосий

тенгламасида ўртача ҳаракатга келтирувчи куч катталиги ишлатилади.

Масса ўтказиш жараёнининг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучи. Ушбу кучнинг ифодаланиши мувозанат чизиғи тўғри ёки эгри чизиқ шаклида эканлигига боғлиқ.

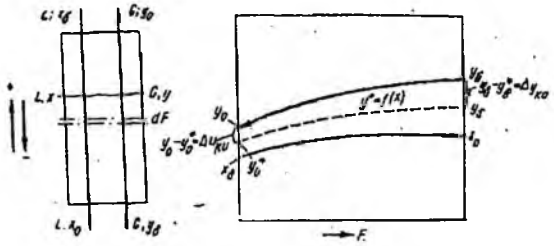
Қарама - қарши йўналишли колоннада масса алмашиниш жараёнини кўриб чиқамиз (8.10-расм).

Жараён қуйидаги шартларга амал қилган ҳолатда юз бермоқда:

1) Мувозанат эгри чизиғи $y^* = f(x)$;

2) фазалар сарфлари ўзгармас ($G = const$, $L = const$), яъни ишчи чизиқ тўғри чизиқ функциясидир.

3) масса ўтказиш коэффициенти қурилманинг баландлиги бўйича ўзгармайди, яъни $K_x = const$, $K_y = const$.



8.10-расм. Масса ўтказиш жараёнининг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучини аниқлашга оид.

Масса ўтказиш жараёнида dF элементар юзадан Φ_y фазанинг концентрацияси dy га камаяди ва таркалган масса dM нинг миқдори қуйидагича аниқланади:

$$dM = -Gdy$$

Тенглама ўнг томонидаги манфий ишора Φ_y фазадаги концентрациянинг камайишини ифодалайди.

Худди шу миқдордаги dM масса Φ_x фазага ўтиб, унинг концентрациясини dx қийматга оширади. Унда, dF элементар юза учун масса ўтказиш тенгламасини ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$dM = -Gdy = K_y(y - y^*) \cdot dF \qquad (8.48)$$

Ўзгарувчи y ва F қийматларни ажратиб (8.48) тенгламани интегралласак (концентрация бўйича $y_б$ дан $y_{ск}$ гача, тўқнашиш юзаси бўйича O дан F гача), қуйида тенгламани оламиз:

$$\int_{y_{ск}}^{y_б} \frac{d_y}{y - y^*} = \int_0^F \frac{K_y}{G} dF$$

бундан

$$\int_{y_{ск}}^{y_б} \frac{d_y}{y - y^*} = \frac{K_y}{G} F \qquad (8.49)$$

Моддий баланс тенгламасига биноан, бутун қурилма учун бир фазадан иккинчисига ўтган модда массаси қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$M = G \cdot (y_б - y_{ск})$$

Охирги ифодадаги G нинг қийматини (8.49) тенгламага қўйсак, ушбу кўринишга эришамиз:

$$\int_{y_{ск}}^{y_б} \frac{d_y}{y - y^*} = \frac{K_y \cdot F}{M} (y_б - y_{ск})$$

бундан:

$$M = K_y F \frac{y_б - y_{ск}}{\int_{y_{ск}}^{y_б} \frac{dy}{y - y^*}} \qquad (8.50)$$

(8.50) тенгламани (8.4) билан таққослаб, (8.50) тенгламанинг охирги кўпайтмаси масса алмашиниш жараёнинг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучини ифода этишини биламиз:

$$\Delta y_{yp} = \frac{y_б - y_{ак}}{\int_{y_ак}^{y_б} \frac{dy}{y - y^*}} \qquad (8.50а)$$

Худди шундай Φ_x фазадаги Δx_{yp} ни қуйидагич ифодалаш мумкин:

$$\Delta x_{yp} = \frac{x_{ак} - x_б}{\int_{x_б}^{x_ак} \frac{dx}{x^* - x}} \qquad (8.50б)$$

Мувозанат чизиғи тўғри чизиқ ($y^*=mx$) функцияси бўлган ҳолда ўртача логарифмик ёки арифметик катталик сифатида аниқлаш мумкин.

Шундай қилиб, Φ_y фазаси учун масса ўтказишнинг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучи ушбу тенглама билан ифодаланади:

$$\Delta y_{yp} = \frac{\left(y_б - y_б^*\right) - \left(y_{ак} - y_{ак}^*\right)}{\ln \frac{y_б - y_б^*}{y_{ак} - y_{ак}^*}} = \frac{\Delta y_{кб} - \Delta y_{кн}}{2{,}3 \lg \frac{\Delta y_{кб}}{\Delta y_{кн}}} \qquad (8.51)$$

Φ_x фазаси учун масса ўтказишнинг ўртача логарифмик ҳаракатга келтирувчи кучини эса қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$\Delta x_{yp} = \frac{\left(x_{ак}^* - x_{ак}\right) - \left(x_б^* - x_б\right)}{\ln \frac{x_{ак}^* - x_{ак}}{x_б^* - x_б}} = \frac{\Delta x_{кб} - \Delta x_{кн}}{2{,}3 \lg \frac{\Delta x_{кб}}{\Delta x_{кн}}} \qquad (8.52)$$

Агар $\Delta y_{кб} / \Delta y_{кн} < 2$ бўлган шароитда, техник ҳисоблашлар учун етарли аниқликда, масса ўтказишнинг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучи, ўртача арифметик қиймат сифатида топилади:

$$\Delta y_{yp} = \frac{\Delta y_{кб} + \Delta y_{кн}}{2} \qquad (8.53)$$

Худди шундай, Φ_x фазаси учун:

$$\Delta x_{yp} = \frac{\Delta x_{кб} + \Delta x_{кн}}{2} \qquad (8.54)$$

Ўтказиш бирлигининг сони. (8.50а) ва (8.50б) тенгламалари маҳражидаги интеграл **ўтказиш бирлигининг сони** деб номланади ва у $n_{оу}$, $n_{ох}$ билан белгиланади:

$$n_{оу} = \int_{y_ак}^{y_б} \frac{dy}{y - y^*}$$

$$n_{ох} = \int_{x_б}^{x_ак} \frac{dx}{x^* - x} \qquad (8.55)$$

(8.55) тенгламадан кўриниб турибдики, ўтказиш бирлигининг сони ва ўртача ҳаракатга келтирувчи куч ўртасида маълум боғлиқлик бор:

$$n_{оу} = \frac{y_б - y_{ак}}{\Delta y_{yp}}$$

$$n_{ох} = \frac{x_{ак} - x_б}{\Delta x_{yp}} \qquad (8.56)$$

Шундай қилиб, ўтказиш бирлиги сони жараённинг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучига тескари пропорционалдир.

Ўтказиш бирлигининг баландлиги. Фараз қилайлик, Φ_y фазадан Φ_x га масса ўтказиш жараёни содир бўлиб, ўртача ҳаракатга келтирувчи куч Φ_y фаза концентрациясида ифодаланганда, тарқалган модда M миқдори ушбу тенгламадан аниқланади:

$$M = G \cdot (y_б - y_{ох})$$

бу ерда $G - \Phi_y$ фаза сарфи.

Ундан ташқари, тарқалган модда миқдори ҳажмий масса ўтказиш коэффициенти орқали ифодаланган масса бериш тенгламаси ёрдамида топилиши мумкин:

$$M = K_y \cdot a \cdot S \cdot H \cdot \Delta y_{ур}$$

Агар, охирги икки тенгламаларнинг ўнг томонларини тенглаштирсак, ушбу ифодани оламиз:

$$K_y \cdot aSH\Delta y_{ур} = G \cdot (y_б - y_{ох})$$

бундан, қурилманинг ишчи баландлиги:

$$H = \frac{G}{K_y \cdot aS} \cdot \frac{y_б - y_{ох}}{\Delta y_{ур}} \qquad (8.57)$$

(8.57) тенглама ўнг томонидаги биринчи кўпайтмасини $n_{оу}$ деб белгилаб, (8.49) ва (8.55) тенгламаларни ҳисобга олган ҳолда қуйидагига эришамиз:

$$h_{оу} = \frac{H}{n_{оу}} = \frac{HG}{K_y F}$$

Агар, фазалар тўқнашиш юзаси $F = aSH$ эканлигини инобатга олсак:

$$h_{оу} = \frac{HG}{K_y aSH} = \frac{G}{K_y \cdot aS} \qquad (8.58)$$

ёки

$$h_{ох} = \frac{L}{K_x \cdot aS}$$

$K_y \cdot a = K_v$ ва $G/S = W$ – суюқлик массавий тезлиги, бўлгани учун:

$$h_{оу} = \frac{W}{K_v}$$

ёки

$$h_{ох} = \frac{L}{K_v} \qquad (8.59)$$

Шундай қилиб, ўтказиш бирлигининг баландлиги битта ўтказиш бирлигига эквивалент бўлган қурилма баландлигини ифодалайди. Ўтказиш бирлигининг баландлиги масса ўтказишнинг ҳажмий коэффициентига тескари пропорционалдир. Демак, қурилмада масса ўтказиш интенсивлиги қанчалик юқори бўлса, ўтказиш бирлигининг баландлиги шунчалик кичик бўлади.

Ўтказиш бирлиги баландлиги узунлик ўлчов бирлиги (м) ёрдамида ўлчанади.

Ажратиб олиш коэффициенти. Масса алмашиниш жараёни нуқтаи назаридан қаралганда, қурилманинг самарадорлиги тарқалувчи компонентни газ (ёки суюқлик) фазадан ажратиб олиш даражаси ёрдамида характерланади.

Қурилмада бир фазадан иккинчисига ўтган компонент ҳақиқий массасининг максимал ўтиши мумкин бўлган компонент массасига нисбати масса алмашиниш қурилмаларининг асосий характеристикаси бўлиб, ***ажратиб олиш*** ёки **бойитиш коэффициенти** деб номланади.

$$\varphi = \frac{y_б - y_{ох}}{y_б - y_{ох}^*} \qquad (8.60)$$

8.7. Масса алмашиниш курилмаларининг асосий ўлчамларини ҳисоблаш

Масса алмашиниш курилмаларини технологик ҳисоблаш уларнинг асосий ўлчамлари: курилма унумдорлигини характерловчи – диаметр ва унда рўй бераётган жараён интенсивлигини ифодаловчи – ишчи баландликлар аниқланиши зарур.

Курилма диаметри. Ушбу параметрни ҳисоблаш учун суюқлик сарфи тенгламасидан фойдаланилади:

$$V = Fw_0 \tag{8.61}$$

бу ерда V – фазанинг ҳажмий сарфи; w_0 – фазанинг соҳта тезлиги; F - курилма кўндаланг кесимининг юзаси.

Думалоқ кўндаланг кесим юзаси $F = \pi D^2 / 4$. Демак:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} w_0$$

Бундан курилманинг диаметри:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi w_0}} \tag{8.62}$$

Одатда, V катталик берилган бўлади ва курилма диаметрини аниқлаш учун тегишли фазанинг соҳта тезлигини танлаш зарур. Фаза тезлигини танлаш қуйидаги талаблар асосида амалга оширилади: суюқлик оқимининг тезлиги ортиши билан масса ўтказиш коэффициенти кўпаяди; суюқлик тезлиги ортиши билан курилманинг гидравлик қаршилиги ҳам ошади: гидравлик қаршилик ортиши билан жараённи ўтказиш учун зарур энергия сарфи кўпаяди. Шунинг учун газ ёки суюқликнинг оптимал тезлигини топиш техник-иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқдир. Лекин, амалиётда соҳта тезликни ҳисоблаб чиқиш ва унинг максимал қийматини топиш билан чегараланади.

Курилма баландлиги. Масса алмашиниш курилмасининг баландлиги жараёнда иштирок этувчи фазалар тўқнашувчи узлуксиз ёки поғонали бўлишига қараб аниқланиши мумкин.

Узлуксиз тўқнашишли курилманинг баландлиги. Фазалари узлуксиз тўқнашувда бўлган курилмаларда унинг баландлиги ҳажмий масса ўтказиш коэффициенти орқали ифодаланган масса ўтказиш формуласи асосида ҳисоблаш мумкин:

$$M = K_y a \cdot V \cdot \Delta y_{yp}$$

ёки

$$M = K_x \cdot a \cdot V \cdot \Delta x_{yp} \tag{8.63}$$

Курилманинг ишчи ҳажми:

$$V = FH$$

бу ерда F - курилма кўндаланг кесими юзаси, м; H - курилманинг ишчи баландлиги, м.

Агар, V нинг қийматини (8.63) га қўйиб, тенгламани H га нисбатан ечсак, курилманинг баландлигини топамиз:

$$H = \frac{M}{K_y \cdot a \cdot F \cdot \Delta y_{yp}} \tag{8.64}$$

ёки

$$H = \frac{M}{K_x \cdot a \cdot F \cdot \Delta x_{yp}}$$

(8.64) тенгламадан H ни аниқлашда солиштирма юза a ва масса ўтказишнинг сиртий коэффициенти (K_y ёки K_x) ни ёки ушбу катталикларнинг кўпайтмаси бўлмиш ҳажмий масса ўтказиш коэффициенти K_V ни билиш керак.

Курилманинг ишчи баландлигини аниқлашда ўтказиш бирлиги сони ёрдамида ҳам топиш мумкин, яъни:

$$H = h_{oy} \cdot n_{oy} \qquad \text{ёки} \qquad H = h_{ox} \cdot n_{ox} \tag{8.65}$$

Поғонали тўқнашишли қурилманинг баландлиги. Бундай турдаги қурилмаларнинг, шу жумладан, тарелкали колонналарнинг баландлиги ҳажмий масса ўтказиш коэффициенти орқали ифодаланади.

Лекин, K_V ни аниқлаш учун керакли ҳаракатчан фаза ҳажмини топиш жуда қийин. Шундай учун, H ни ҳисоблашда қурилма поғоналарининг сони аналитик ёки график усулда топилиши мумкин.

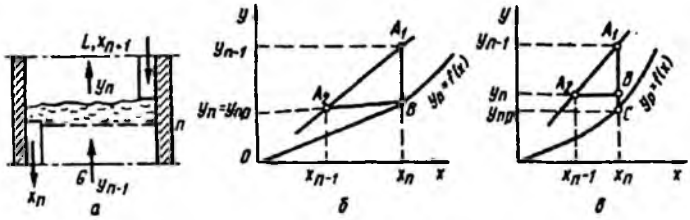
Қурилманинг ишчи баландлиги поғоналарнинг ҳақиқий сони орқали аниқланиши мумкин:

$$H = n_x \cdot h$$

бу ерда h – поғоналар орасидаги масофа.

Поғоналар сонини аниқлашнинг аналитик усули. n - поғонали, карама-қарши йўналишли, колоннали қурилмада масса алмашиниш жараёнини кўриб чиқамиз (8.11-расм).

Колонна тарелкасига y_{n-1} концентрацияли G газ фаза ва x_{n+1} концентрацияли L суюқ фаза



8.11-расм. Тарелкада масса алмашиниш (а) ва жараённи у-х координатларида тасвирлаш

б – тарелка мувозанат бўлган шароитда – идеал жараён,
в – тарелкада мувозанат бўлмаган шароитда - ҳақиқий жараён.

узатилмоқда. Масса алмашиниш натижасида газ фазанинг концентрацияси y_n миқдоргача пасайса, суюқ фазаники x_n миқдоргача кўпаяди. Тарелкадан чиқиб кетаётган газ y_n ва ундан оқиб тушаётган суюқлик x_n таркибларининг мувозанат ҳолати концентрациялари мувозанат чизиғида B нуқта билан ифодаланади.

Назарий поғонада газ фазаси концентрациясининг ўзгаришига A_1B вертикал чизиқ тўғри келади. Суюқ фазада концентрациянинг x_n дан x_{n+1} гача ўзгариши BA_2 горизонтал чизиқ билан ифодаланади.

Шундай қилиб, A_1BA_2 "поғона" назарий тарелкада иккала фазалар концентрацияларининг ўзгаришини тасвирлайди. Колоннали қурилмаларда назарий тарелкалар сонини аниқлаш учун бошланғич ва охирги концентрациялар оралиғида кетма-кет шундай "поғоналар" қурилади.

Ҳақиқий тарелкалар сонини топиш учун қурилманинг ф.и.к. дан фойдаланилади. Ушбу коэффициент ҳақиқий тарелкадаги масса алмашиниш жараёнининг реал кинетикасини ҳисобга олади ва тарелкалар тузилишига қараб η =0,5...0,8 оралиқда бўлади.

Ф.и.к. ҳисобга олинган ҳолларда, тарелкаларнинг ҳақиқий сони ушбу нисбатдан топилади:

$$n_x = \frac{\eta_n}{\eta} \tag{8.66}$$

бу ерда η_n - тарелкаларнинг ҳақиқий сони; η - ф.и.к.

Тарелкалар ф.и.к. унинг тузилишига, газ ва суюқликларнинг физик – кимёвий хоссаларига, ҳамда оқимлар гидродинамикасига боғлиқдир.

Шуни назарда тутиш керакки, назарий тарелкалар сони ёрдамида қурилма баландлигини аниқлаш тахминий усул бўлиб ҳисобланади. Бундан, фақат масса ўтказиш коэффициенти ёки ф.и.к. нинг ишончли қийматлари бўлмаган ҳолатларда фойдаланиш мумкин.

Кўпинча, масса алмашиниш жараёнларида мувозанат ҳолатига эришиб бўлмайди. Шунинг

учун, ҳақиқий тўқнашиш поғоналарини аниқлаш бу жараёнларда асосий масаладир.

Поғонанинг самарадорлиги фазанинг поғонадаги концентрациялар ўзгаришини шу фазанинг поғонага киришдаги ҳаракатга келтирувчи кучи нисбати билан белгиланади.

n - поғона тарелкасидаги концентрациянинг ўзгариши $y_{n-1}-y_n$ фарқ билан (8.11в-расм, A_1B кесма), суюқликни идеал аралаштириш пайтидаги ҳаракатга келтирувчи куч эса, $y_{n-1}-y_{ap}$ (8.11в-расм, A_1C кесма) фарқ билан ифодаланади.

Унда, поғоналарнинг самарадорлиги ёки ф.и.к. қуйидагича ҳисобланади:

$$E_y = \frac{y_{n-1} - y_n}{y_{n-1} - y_{ap}} \tag{8.67}$$

Қурилма баландлиги эса ушбу нисбатдан топилади:

$$H = \frac{n_x \cdot h_x}{\eta} \tag{8.68}$$

$y>y_p$ бўлганда, n – тарелка учун ҳаракатга келтирувчи куч қуйидагича аниқланади:

$$\Delta y_{yp} = \frac{(y_{n-1} - y_{ap}) - (y_n - y_{ap})}{\ln \frac{y_{n-1} - y_{ap}}{y_n - y_{ap}}} = \frac{y_{n-1} - y_n}{\ln \frac{y_{n-1} - y_{ap}}{y_n - y_{ap}}} \tag{8.69}$$

Ўтказиш бирлигининг сони эса,

$$m_y = \ln \frac{y_{n-1} - y_{ap}}{y_n - y_{ap}} \tag{8.70}$$

Бундан

$$e^{m_y} = \frac{y_{n-1} - y_{ap}}{y_n - y_{ap}} \tag{8.71}$$

8.11-расмдан кўриниб турибдики, $e^{m_y} = AC/BC$ ёки $BC = ACe^{-m_y}$. Агар, e^{-m_y} маълум бўлса, BC кесма бўйича B, B_1, B_2 нуқталар ўрнини топиш мумкин. B, B_1, B_2,... нуқталарни бирлаштириб, ҳар бир тарелкадан чиқишдаги фазанинг концентрациясини ифодаловчи жараённинг кинетик чизиғини оламиз.

Масса ўтказиш коэффициенти β_y ва β_x ларни ҳисобга олган ҳолда аниқланади:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}}$$

Шундай қилиб, K_y ва e^{-m_y} қийматларни, ҳамда CB кесмани ҳисоблаб, кинетик чизиқ ўрнини топиш мумкин. Поғоналар самадорлиги ва ўтказиш бирлигининг сони орасида эса қуйидаги боғлиқлик бор:

$$e^{-m_y} = 1 - \frac{y_{n-1} - y_n}{y_n - y_{ap}} = 1 - E_y \tag{8.72}$$

Бундан

$$E_y = 1 - e^{-m_y} \tag{8.73}$$

8-боб. Масса алмашиниш асослари бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Масса алмашиниш жараёни деб нимага айтилади?
2. Масса алмашиниш жараёнларнинг турлари.
3. Масса ўтказиш жараёнининг таърифини беринг.
4. Фазалар қоидаси нимани ифодалайди?
5. Масса ўтказишнинг асосий тенгламасини ёзинг ва унга кирувчи параметрларни таърифланг, ўлчов бирликларини аниқланг.
6. Масса ўтказиш коэффициентининг физик маъноси ва ўлчов бирлиги.
7. Фикнинг 1-қонунининг физик маъносини ва формуласини ёзинг.
8. Диффузия коэффициентининг ўлчов бирлиги ва нимани билдиради ?
9. Турбулент диффузиянинг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
10. Турбулент диффузия коэффициенти ўлчов бирлиги ва физик маъноси?
11. Фикнинг 2-қонунининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
12. Масса бериш ва уни ифодаловчи формуласини ёзинг.
13. Масса бериш коэффициенти ва унинг ўлчов бирлиги.
14. Конвектив диффузия критериал тенгламаларини ёзинг ва изоҳланг.
15. Масса алмашиниш жараёни механизмини тушунтиринг.
16. Масса бериш ва ўтказиш орасидаги боғлиқлик формулаларини ёзинг.
17. Масса алмашиниш жараёни юпқа қатламли моделининг моҳияти?
18. Масса алмашиниш жараёни диффузион чегаравий қатламли моделининг маъносини изоҳланг.
19. Масса алмашиниш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи куч қандай аниқланади?
20. Диффузион Нуссельт критерийсининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
21. Диффузион Прандтл критерийсининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
22. Диффузион Фурье критерийсининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
23. Диффузион Пекле критерийсининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.?
24. Масса алмашиниш қурилмаларининг қайси асосий ўлчамлари ҳисобланади?

АБСОРБЦИЯ

8.8. Умумий тушунчалар

Газ ёки буғларни газ ёки буғли аралашмалардаги компонентларининг суюкликда ютилиш жараёни **абсорбция** деб номланади. Ютилаётган газ ёки буғ ***абсорбтив***, ютувчи суюклик эса – **абсорбент** деб аталади. Ушбу жараён селектив ва қайтар жараён бўлиб, газ ёки буғ аралашмаларини ажратиш учун хизмат қилади.

Абсорбтив ва абсорбентларнинг ўзаро таъсирига қараб, абсорбция жараёни 2 га бўлинади: физик абсорбция; кимёвий абсорбция (ёки хемосорбция).

Физик абсорбция жараёнида газнинг суюклик билан ютилиши пайтида кимёвий реакция юз бермайди, яъни кимёвий бирикма хосил бўлмайди. Агар, суюклик билан ютилаётган газ кимёвий реакцияга киришса, бундай жараён **хемосорбция** дейилади.

Маълумки, физик абсорбция кўпинча қайтар жараён бўлгани сабабли, яъни суюкликка ютилган газни ажратиб олиш имкони бўлади. Бундай жараён ***десорбция*** деб номланади. Абсорбция ва десорбция жараёнларини узлуксиз равишда ташкил этиш, ютилган газни соф холда ажратиб олиш ва абсорбентни кўп марта ишлатиш имконини беради.

Абсорбция жараёни саноат корхоналарида углеводородли газларни ажратиш, сульфат, азот, хлорид кислоталар ва аммиакли сувларни олишда, газ аралашмаларидан қимматбаҳо компонентларни ажратиш ва бошқа холларда кенг миқёсда ишлатилади.

Абсорбция жараёни иштирок этадиган технологияларни қурилмалар билан жиҳозлаш мураккаб эмас. Шунинг учун, кимё, озиқ - овқат ва бошқа саноатларда абсорберлар кўп қўлланилади.

8.9. Абсорбция жараёнининг физик асослари

Газ фаза суюклик билан ўзаро таъсири натижасида иккита фаза ($Ф=2$) ва учта компонент, яъни таркалувчи модда ва иккита модда ташувчи ($К=3$) лардан иборат система хосил бўлади.

Фазалар қоидасига биноан, бундай система 3 та эркинлик даражасига эга:

$$C = K + 2 - Ф = 3 + 2 - 2 = 3$$

Системадаги фазавий мувозанатни белгиловчи асосий учта параметрлар қуйидагилардир: босим, температура ва концентрация. Демак, «газ -суюклик» системада иккала фазанинг босими p, температураси t ва концентрацияси x ўзгариши мумкин. Абсорбция жараёни ўзгармас босим ва температурада борадиган бўлса, бир фазада таркалаётган модданинг хар бир концентрациясига, иккинчи фазадаги аниқ концентрация тўғри келади.

Ўзгармас температура ($t=const$) ва умумий босимли шароитда мувозанат концентрациялари орасидаги боғлиқлик Генри қонуни билан ифодаланади. Бу қонунга биноан, бирор температурада эритмадаги эритма устидаги газ парциал босими, унинг моль улушига тўғри пропорционалдир:

$$p = Ex$$

ёки

$$x = \frac{p}{E} \qquad (8.74)$$

бу ерда p – мувозанат холатидаги эритмада x концентрацияли ютилаётган газнинг парциал босими; E – Генри константаси.

Генри константаси абсорбтив ва абсорбентларнинг хоссаларига, хамда температурага боғлик бўлади:

$$\ln E = -\frac{q}{RT} + C \qquad (8.75)$$

бу ерда q – газнинг эриш иссиқлиги, кЖ/кмоль; R = 8,325 кЖ/(кмоль·К) – универсал газ доимийси; T – абсолют температура, К; C – ютаётган суюклик ва газларнинг табиатига боғлиқ бўлган ўзгармас катталик.

(8.75) тенгламадан кўриниб турибдики, температура ортиши билан газнинг суюкликда эриши камаяди.

Дальтон қонунига биноан, газ аралашмасидаги компонентнинг парциал босими, ушбу компонент моль улушининг умумий босимга кўпайтирилганига тенгдир, яъни

$$p = P \cdot y \quad \text{ва} \quad y = \frac{p}{P} \tag{8.76}$$

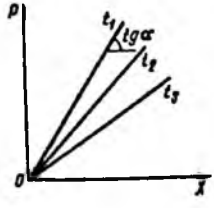
бу ерда P – газ аралашмасининг умумий босими; y – тарқалаётган модданинг аралашмадаги концентрацияси; моль улуши.

(8.74) ва (8.76) тенгламаларини таққослаб, қуйидаги ифодага келамиз:

$$y = \frac{p}{P} = \frac{E}{P}x$$

ёки фазавий мувозанат константаси E/P ни m орқали белгилаб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$y = m \cdot x \tag{8.77}$$



8.12-расм. Турли температурада ($t_1>t_2>t_3$) газнинг суюкликда эриши.

(8.77) тенглама, газ аралашмаси ва суюқликда тарқалаётган моддаларнинг мувозанат концентрациялари орасидаги боғлиқлик тўғри чизиқ билан ифодаланишини кўрсатади. Ушбу чизиқ координаталар бошидан ўтади ва унинг қиялик бурчаги тангенси m га тенг. Қиялик бурчак тангенси температура ва босимга боғлиқ. 8.12-расмдан кўриниб турибдики босим ошиши ва температура камайиши билан газнинг суюкликда эрувчанлиги ортади (m эса камаяди). Суюқлик билан газлар аралашмаси мувозанат ҳолатида бўлганида, аралашма газ компонентининг ҳар бири Генри қонунига бўйсунади.

Абсорбция жараёни нисбий моль концентрацияларда ҳам ҳисобланиши мумкин. Бунда, газ фазасининг суюқликдаги кичик концентрациялари x да Генри қонуни ушбу кўринишда ёзилади:

$$Y = m \cdot X$$

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ўта суюлтирилган эритмалар, ҳамда кичик босимларда ўз хоссалари бўйича идеал суюкликларга ўхшаш эритмалар ҳам Генри қонунига бўйсунади.

Юқори концентрацияли эритмалар ва катта босимларда газ билан суюкликнинг ўзаро мувозанат ҳолати Генри қонунига бўйсунмайди, чунки фазаларнинг мувозанат концентрациялари орасидаги боғлиқлик эгри чизиқ билан ифодаланади.

8.10. Адсорбциянинг моддий баланси ва кинетик қонуниятлари

Абсорбция жараёнининг моддий баланси қуйидаги кўринишдаги умумий тенглама билан ифодаланади:

$$-G \cdot (dy) = L \cdot dx$$

Охирги тенгламани бошланғич ва охирги концентрациялар оралигида интеграллагандан сўнг, ундан абсорбент сарфини (кмоль/с) аниқлаш мумкин:

$$L = G\frac{y_б - y_{ох}}{x_{ох} - x_б} \tag{8.78}$$

1 кмоль инерт газ учун зарур солиштирма сарф:

$$l = \frac{L}{G} \cdot \frac{y_б - y_{ох}}{x_{ох} - x_б} \tag{8.79}$$

Абсорберда концентрациянинг ўзгариши (8.8) ва (8.9) тенгламалар билан ифодаланади. Жараён ишчи чизиги y-x координаталарида тўғри чизиқ кўринишида бўлади. Унинг қиялик бурчаги тангенси $l = L/G$.

Абсорбент солиштирма сарфининг абсорбер ўлчамига ва суюк фазада тарқалаётган модданинг охирги концентрациясига таъсирини кўриб чиқамиз.

Абсорберда фазалар йўналиши параллел деб қабул қиламиз.

y-x координаталарнинг B нуқтасида аниқланаётган суюқ фазада тарқала-ётган модданинг

бошланғич концентрацияси $x_б$, газ фазасидаги бошланғич концентрация $y_б$, охиргиси эса - $y_{ох}$ (8.13-расм).

Фазалар мувозанат ҳолати $y_м = f(x)$ тенгламага биноан турли қиялик бурчаги остида бир нечта ишчи чизиқлар ўтказамиз. Расмдаги A_1, A_2, A_3 нуқталар газ фаза ва абсорбентдаги бошланғич ва охирги концентрацияларни характерлайди. Жараённи ҳаракатга келтирувчи кучи ишчи ва мувозанат чизиқлар ўртасидаги фарқ билан аниқланади, яъни $\Delta y = y - y_м$. Бутун қурилма учун ўртача ҳаракатга келтирувчи куч ўртача логарифмик қиймат сифатида топилади. Агар ишчи чизиқ BA вертикал чизиқ билан устма-уст тушса, ҳаракатга келтирувчи куч энг катта қийматга эга бўлади. Агар, (8.79) тенгламага $x_{ох} = x_б$ қўйилса, абсорбентнинг сарфи чексиз бўлади.

Бошқа ҳолатда эса, яъни ишчи чизик BA_3 мувозанат чизиғи билан туташса, абсорбентнинг сарфи минимал ва туташиш нуқтасида ҳаракатга келтирувчи куч нольга тенг бўлади, чунки $y_б = y_м$

Биринчи ҳолатда абсорбернинг ўлчамлари минимал бўлади, чунки абсорбентнинг чексиз сарфида $\Delta y_{ур}$ максимал қийматга эгадир. Иккинчи ҳолатда эса, абсорбентнинг сарфи минимал бўлганда абсорбентнинг ўлчамлари чексиз бўлади.

Масса алмашиниш, шу жумладан, абсорбция жараёнида ҳам мувозанатга эришиб бўлмайди, чунки ҳар доим ($x_{ох} < x_м$). Демак, абсорбентнинг сарфи ҳар доим минимал қийматдан катта бўлиши керак. Абсорбентнинг минимал сарфини қуйидаги тенгламадан топиш мумкин:

$$l_{min} = \left(\frac{L}{G}\right)_{min} = \frac{y_б - y_{ох}}{x_{ур} - x_б} \qquad (8.80)$$

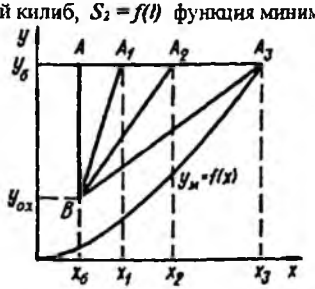
Абсорбентнинг оптимал сарфи техник-иқтисодий ҳисоблашлар асосида аниқланади.

1 кмоль газни ютиш учун зарур сарфлар газ ва эксплуатация нархи S_1, амортизация ва таъмирлаш учун сарфлар, энергия нархи S_2, газни узатиш ва десорбция S_3 га кетадиган ҳаражатлар йиғиндисига тенг:

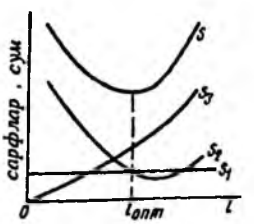
$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

Маълумки, S_1 катталик абсорбентнинг солиштирма сарфига боғлиқ эмас. Агар, l ортса, абсорбернинг ишчи баландлиги ва унинг гидравлик қаршилиги камаяди. Лекин, бунда қурилманинг диаметри катталашади.

Шундай килиб, $S_2 = f(l)$ функция минимумга эга бўлиши мумкин.



8.13-расм. Абсорбентнинг солиштирма сарфини аниқлашга оид.



8.14-расм. Абсорбентнинг оптимал солиштирма сарфини аниқлашга оид.

Абсорбентнинг солиштирма сарфи l ошиши билан газни узатиш ва десорбциясига кетадиган сарфлар S_3 кўпаяди. 8.14-расмда юкорида келтирилган боғликликлар характеристикалари тасвирланган. Ҳамма эгри чизиқлар ординаталарини қўшсак. 1 кмоль газни абсорбция қилиш учун зарур сарфлар йиғиндиси эгри чизиғини оламиз. Ушбу эгри чизикнинг абсорбция қилиш учун зарур сарфлар йиғиндиси эгри чизиғини оламиз. Ушбу эгри чизикнинг минимуми, абсорбент оптимал солиштирма сарфига тўғри келади.

Абсорция жараёнининг асосий тенгламаси абсорция жараёни икки фазали системаларнинг масса ўтказиш тенгламаси билан ифодаланиши мумкин:

$$M = K_y F \Delta y_{ур} \cdot \tau \qquad \text{ёки} \qquad M = K_x F \Delta x_{ур} \cdot \tau$$

Кўпинча, абсорбция жараёнининг масса ўтказиш тенгламасида, харакатга келтирувчи куч $y - y_м$ босимлар фарки билан ифодаланади:

$$M = K_м (p - p_м) \cdot F\tau \qquad \text{ёки} \qquad M = K_м \cdot \Delta p_{ур} \cdot F\tau \qquad (8.81)$$

бу ерда p - газ аралашмасида таркалаётган газнинг ишчи парциал босими; $p_м$ - абсорбент устидаги газнинг

мувозанат босими; $K_м$ – масса ўтказиш коэффициенти; M – газ фазасидан суюк фазага ўтган масса миқдори, $\Delta p_{ур}$ – жараённи ҳаракатга келтирувчи кучи.

Агар, мувозанат чизиғи тўғри бўлса, жараённинг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучи ушбу формуладан топилади:

$$\Delta p_{ур} = \frac{\Delta p_{ка} - \Delta p_{ки}}{2{,}31 \lg \frac{\Delta p_{ка}}{\Delta p_{ки}}}$$

бу ерда $\Delta p_{ка} = p_б - p^*_{ак}$ ва $\Delta p_{ки} = p_{ак} - p^*_б$ абсорбернинг охирги қисмларидаги ҳаракатга келтирувчи кучлар $p_б$ ва $p_{ак}$ - абсорберга кираётган ва чиқаётган газнинг парциал босими; $p_{ак}^*$, $p_б^*$ - абсорберга кираётган ва чиқаётган газнинг мувозанат парциал босими.

Абсорбция жараёнида масса алмашиниш механизми қуйидагича: ҳар бир фаза асосий масса ва чегаравий юпқа қатламдан иборат бўлади. Асосий массага ютилувчи компонент конвектив диффузия йўли билан ўтади.

Иккала чегаравий юпқа қатламда эса, ютилувчи компонентнинг ўтиши молекуляр диффузия усулида боради. Шунинг учун, абсорбция жараёнида масса ўтказишга бўлган қаршилик чегаравий юпқа қатламлар йиғиндисидан иборат бўлади. Суюқ, юпқа қатламдаги масса ўтказишга бўлган қаршилик $1/\beta_y$, газдаги эса - m/β_x бўлса, масса ўтказиш коэффициенти ушбу тенгламадан ҳисобланади.

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_x} + \frac{m}{\beta_y}} \tag{8.82}$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y m}} \tag{8.83}$$

бу ерда β_y - газ оқимидан фазаларни ажратувчи юзасига масса бериш коэффициенти; β_x - фазаларни ажратувчи юзадан суюқлик оқимига масса бериш коэффициенти; m – пропорционаллик коэффициенти, абсорбтив ва абсорбент хоссаларига ва температурага боғлиқ.

Коэффициент m нинг катталиги масса ўтказиш тенгламасининг тузилишига ҳам таъсир этади. Яхши эрийдиган газлар учун m нинг қиймати жуда кичик бўлади. Шунинг учун, суюқлик фазасидаги диффузион қаршилик ҳам кичикдир. $1/\beta_y >> m/\beta_x$ бўлгани учун, (8.82) тенглама қуйидагича ёзилади:

$$K_y \cong \beta_y$$

Қийин эрийдиган газлар учун пропорционаллик коэффициент m нинг қиймати жуда каттадир. Шунинг учун газ фазасидаги диффузион қаршиликни инобатга олмаса ҳам бўлади. $1/\beta_x >> 1/\beta_y m$ бўлгани учун, (8.83) тенглама қуйидагича ёзилади:

$$K_x \cong \beta_x$$

яъни, ҳамма диффузион қаршилик суюқ фазада мужассамланган бўлади.

8.11. Абсорбция жараёнини олиб бориш усуллари

Халқ хўжалигининг турли тармоқларида абсорбция жараёнини ташкил этишда қуйидаги принципиал схемалар қўлланилади:

- параллел йўналишли;
- карама - қарши йўналишли;
- бир поғонали, қисман рециркуляцияли;
- кўп поғонали, қисман рециркуляцияли.

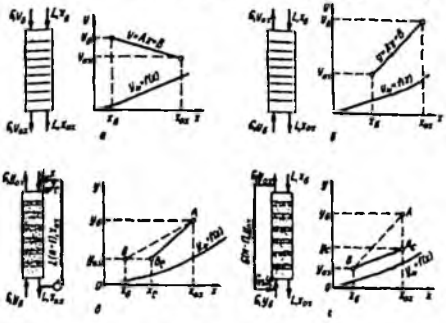
Параллел йўналишли схема 8.15а-расмда кўрсатилган. Бунда газ оқим ва абсорбент параллел (бир хил) йўналишда ҳаракатланади. Абсорберга киришда, абсорбтив концентрацияси катта бўлган газ фаза, абсорбтив концентрацияси паст бўлган суюқ фаза билан контактда бўлса, қурилмадан чиқишда эса - абсорбтив концентрацияси кичик бўлган газ фаза, абсорбтив концентрацияси юкори бўлган суюқлик билан ўзаро таъсирда бўлади.

Қарама - қарши йўналишли схема 8.15б-расмда кўрсатилган.

Ушбу схемали абсорберларнинг бир учида абсорбтив концентрацияси юкори газ ва суюқлик

тўқнашувда бўлса, иккинчи учида эса - концентрациялари паст фазалар ўзаро таъсирда бўлади.

Қарама - қарши йўналишли схемаларда параллел йўналишлига қараганда, абсорбентдаги абсорбтив энг юқори қийматига эришса бўлади. Лекин, жараённинг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучи параллел йўналишлига нисбатан кам бўлгани учун, қарама - қарши йўналишли абсорбернинг габарит ўлчамлари катта бўлади.



8.15-расм. Абсорбция схемалари ва жараённи у-х координатларда тасвирлаш.
а - параллел; б - қарама - қарши;
в - абсорбент рециркуляцияси билан;
г - абсорбтив рециркуляцияси билан.

Абсорбент ёки газ фазанинг рециркуляцияли схемалари (8.15в,г - расм). Бундай схемаларда абсорбент кўп марта ўтади.

8.15в - расмда абсорбент бўйича рециркуляцияли схема келтирилган. Бунда, газ фаза абсорбернинг тепа қисмидан кириб, паст қисмидан чиқиб кетса, суюқ фаза эса қурилмадан бир неча марта қайтариб ўтказилади. Абсорбент қурилманинг тепа қисмига узатилади ва газ фазасига қарама - қарши йўналишда ҳаракатланади. Янги, $x_б$ концентрацияли абсорбент абсорбердан чиқаётган суюқ фаза билан аралашиши натижасида унинг концентрацияси x_c га кўтарилади. Жараённинг ишчи чизиги у-х диаграммада AB тўғри чизиғи билан ифодаланади. Абсорбтивнинг аралаштиришдан кейинги концентрацияси x_c ни моддий баланс тенгламасидан топиш мумкин.

Агар, абсорберга киришдаги абсорбент миқдорини янги абсорбент миқдорига нисбатини n деб белгиласак, моддий баланс тенгламаси ушбу кўринишда ёзилади:

$$G\cdot(y_б - y_{ак}) = L\cdot(x_{ак} - x_б) = Ln\cdot(x_{ак} + x_c)$$

бундан

$$x_c = \frac{x_{ак}(n-1) + x_б}{n} \qquad (8.84)$$

Газ фазаси рециркуляцияли абсорбция схемаси 8.15г-расмда келтирилган. Ишчи чизиқ ҳолати A_c (y_c, $x_{ак}$) ва B ($y_{ак}$, $x_б$) нукталари билан белгиланади. y_c концентрация моддий баланс тенгламасидан аниқланади:

$$y_c = \frac{y_{ак}(n-1) + y_б}{n} \qquad (8.85)$$

Абсорбент ҳаракат тезлиги ортиши билан масса бериш коэффициенти кўпаяди, бу эса ўз навбатида масса ўтказиш коэффициентини ўсишига олиб келади.

Қийин эрувчан газларни абсорбция қилиш пайтида абсорбентни рециркуляция қилиш усулини қўллаш мақсадга мувофиқдир. Агар, абсорбтив рециркуляция қилса, газ фазасида масса бериш коэффициенти кўпаяди. Бу усул яхши эрийдиган газларни абсорбция қилишда юқори самара беради.

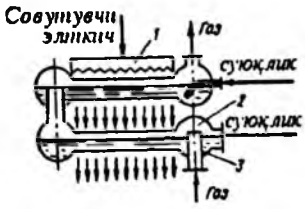
8.12. Абсорберлар конструкциялари

Абсорбция жараёни фазаларни ажратувчи юзада содир бўлади. Шунинг учун ҳам, суюқлик ва газ фазалар тўқнашув қиладиган абсорберлар юзаси иложи борича катта бўлиши керак. Масса алмашиниш юзаларини ташкил этиш ва лойиҳалаш бўйича абсорберлар 4 гуруҳга бўлинади: сиртий ва юпқа қатламли абсорберлар; насадкали абсорберлар; барботажли абсорберлар; пурковчи абсорберлар.

Сиртий абсорберларда ҳаракатланаётган суюқлик устига газ узатилади. Бундай қурилмаларда суюқлик тезлиги жуда кичик ва тўқнашув юзаси кам бўлган учун бир нечта қурилма кетма - кет қилиб ўрнатилади.

Суюқлик ва газ қарама - қарши йўналишда ҳаракатлантирилади. 8.16 - расмда горизонтал трубалардан таркиб топган ювилиб турувчи абсорбер тасвирланган. Трубалар ичида - суюқлик оқиб ўтса, унга тескари йўналишда газ ҳаракат қилади. Трубалар ичидаги суюқлик сатҳи остона 3

ёрдамида бир хил баландликда ушлаб турилади.



8.16-расм. Сиртий абсорбер.
1 - тақсимлагич;
2- труба; 3- остона.

Абсорбция жараёнида ҳосил бўлаётган иссикликни ажратиб олиш учун трубалар тақсимлаш мосламаси 2 дан оқиб тушаётган сув билан ювилиб туради. Совутувчи сувни бир меъёрда тақсимлаш учун тишли тақсимлагич 1 қўлланилади. Бу турдаги абсорберлар яхши эрийдиган газларни ютиш учун ишлатилади.

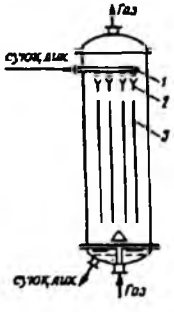
Юпка қатламли абсорберлар ихчам ва юкори самаралидир. Бу абсорберларда фазаларнинг тўкнашиш юзаси оқиб тушаётган суюқлик юпқа қатлами ёрдамида ҳосил бўлади. Юпқа қатламли қурилмалар гуруҳига трубали, листнасадкали, кўтариладиган қатламли абсорберлар киради.

Трубали абсорберларда суюқлик вертикал трубаларнинг ташқи юзасидан пастга қараб оқиб тушса, газ фаза эса қарама - қарши йўналишда юқорига қараб ҳаракатланади. Қолган турдаги абсорберларда ҳам фазаларнинг ҳаракат йўналиши трубали абсорберларникига ўхшашдир.

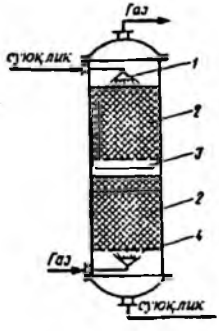
Трубали абсорберлар тузилишига қараб қобиқ - трубали иссиқлик алма-шиниш қурилмасига ўхшайди. Қурилмада ҳосил бўлган иссикликни ажратиб олиш учун трубалар ичига сув ёки бошқа совуқлик элткич юборилади.

8.17-расмда текис, параллел насадкали абсорбер тасвирланган.

Насадкалар вертикал листлар кўринишида бўлиб, абсорбер ҳажмини бир нечта секцияга бўлади. Абсорберга суюқлик труба орқали узатилади ва тақсимлаш мосламаси ёрдамида насадкага тақсимланади. Натижада текис листнинг иккала томони ҳам суюқлик билан ювилиб туради. Газ ва юпқа қатламли суюкликларнинг нисбий ҳаракат тезлигига қараб, суюқлик юпқа қатлами пастга оқиб тушиши ёки газ оқимига илакишиб, тепага ҳам ҳаракатланиши мумкин. Агар, фазалар оқимининг тезлиги кўпайса, масса бериш коэффициентининг қиймати ва фазалар тўкнашиш юзаси ошади. Бунга сабаб, чегаравий катламнинг турбулизацияси ва унда уюрмалар ҳосил бўлишидир.



8.17-расм. Юпқа қатламли текис параллел насадкали абсорбер.
1 - труба; 2 - тақсимлаш мосламаси;
3- текис параллел насадка.



8.18-расм. Насадкали абсорбер.
1 – тақсимлагич; 2 – насадка;
3 – суюқликни қайта тақсимлаш
мосламаси; 4 - тешикли панжара.

Юпқа қатламнинг ўртача тезлиги ушбу тенгламадан топилиши мумкин:

$$w_{yp} = \sqrt[3]{\frac{g \cdot L_c^2}{3 \cdot \rho \cdot \mu}} \qquad (8.86)$$

бу ерда L_c – тўкиш мосламаси периметрининг суюқлик билан солиштирма пуркалиш зичлиги, кг/(м·с); ρ - суюқлик зичлиги, кг/м^3; μ - суюқлик динамик қовушоқлиги, Па·с.

Юпқа қатлам ялинидаги суюқликнинг тезлиги:

$$w = 1{,}5 \cdot w_{yp} \tag{8.87}$$

Юпқа қатламнинг қалинлиги:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot L_c \cdot \mu}{g\rho^2}} \tag{8.88}$$

Юпка қатламнинг ҳаракат тезлиги Рейнольдс критерийсидан аниқланади:

$$\mathrm{Re} = \frac{w_{yp} \cdot d_э \cdot \rho}{\mu} \tag{8.88а}$$

бу ерда $d_э$ – юпка қатламнинг эквивалент диаметри, м.

Юпқа қатламнинг эквивалент диаметри:

$$d_э = \frac{4П \cdot \delta}{П} = 4\delta \tag{8.89}$$

бу ерда $П$ - суюқлик оқиб чиқаётган тўкиш мосламасининг периметри, м.

Насадкали абсорберлар. Турли шаклли қаттиқ насадкалар билан тўлдирилган вертикал цилиндрсимон колонналарнинг тузилиши содда, ихчам ва юқори самаралор бўлгани учун саноатда кўп ишлатилади. Одатда, насадкалар қатлами тешикли панжараларга жойлаштирилади. Газ фаза тешикли панжара остига юборилади ва ундан ўтиб, қатлам оркали юқорига қараб ҳаракатланади (8.18-расм).

Суюқлик фаза абсорбернинг юқори қисмидан тақсимлаш мосламаси 1 ёрдамида пуркалади ва насадка қатламида газ фазаси билан ўзаро таъсир этади. Қурилма самарали ишлаши учун суюқ фаза бир текисда пуркалиши ва тақсимланиши зарур. Бу турдаги абсорберларда насадкалар ҳам суюқликни бир меъёрда тақсимлашга салмокли хисса қўшади. Насадкалар қуйидаги талабларга жавоб бериш керак: катта солиштирма юзага эга бўлиши; газ оқимига кўрсатадиган гидравлик қаршилиги кичик бўлиши; ишчи суюқлик билан яхши қўлланилиши; абсорбер қўндаланг кесим юзаси бўйлаб суюқликни бир текисда тақсимлаши; иккала фаза таъсири остида емирилмайдиган бўлиши; енгил ва арзон бўлиши керак.

Саноатда қўлланиладиган насадкаларнинг баъзи бир турлари ва уларни қурилмада жойлаш усуллари 8.19-расмда келтирилган. Бу насадкаларнинг ичида энг кенг тарқалган насадка Рашиг ҳалқаларидир. Ундан ташқари, керамик жисм, кокс, майдаланган кварц, полимер ҳалқа, металл тўр ва панжара, шар, пропеллер ва паррак, эгарсимон элемент ва бошқа жисмлар ишлатилади.

Рашиг ҳалқалари 15х15х2,5; 25х25х3; 50х50х5 мм ўлчамли қилиб ясалади. Насадкаларнинг геометрик характеристикаси бўлиб эквивалент диаметр хисобланади:

$$d_э = \frac{4V_б}{a} \tag{8.90}$$

бу ерда $V_б$ – бўш ҳажм, $м^3/м^3$; a - солиштирма юза. $м^2/м^3$.

Рашиг ҳалқаларининг ўлчамлари катталашиши билан солиштирма юзаси 300; 204; 87,5 $м^2/м^3$ ва бўш ҳажми 0,7; 0,74; 0,785 $м^3/м^3$ миқдорларга тенг бўлади.

Насадкали абсорберларда тақсимловчи мослама оркали пуркалаётган суюқлик, газнинг кичик тезликларида, насадка устида юпка катлам кўринишида окади. Насадканинг ҳўлланган юзаси фазаларга тўкнашиш юза вазифасини бажаради. Шунинг учун, насадкали абсорберларни юпка қатламли қурилмалар деб қараш мумкин. Суюқ фаза қурилмалар девори атрофида йиғилиб қолмаслиги учун насадка бир неча секцияга юкланади. Суюқликни бир текисда тақсимлаш учун секциялар орасида қайта тақсимлаш мосламалари ўрнатилади. Насадкали колонналарда газ ва суюқлик қарама - қарши ҳаракат қилади.

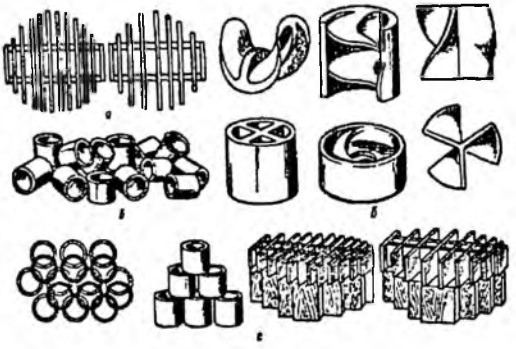
Гидродинамик режимлар. Абсорбция жараёнининг самарадорлиги гидродинамик режимларга боғлиқ. Бу режимлар узатилаётган суюқлик миқдори (намлаш зичлиги) ва газ оқимининг тезлиги билан белгиланади. Қурилмада рўй берадиган режимлар насадка гидравлик қаршилигини газ оқимининг сохта тезлигига боғлиқлик функцияси сифатида тасвирланади (8.20-расм).

1 - режим – **юпқа қатламли режим** - газ оқимининг тезлиги кичик ва узатилаётган суюқлик миқдори кам бўлганда рўй беради. Суюқлик насадка бўйлаб юпка катлам кўринишида оқиб тушади. Юпқа қатламли режим биринчи ўтиш нуктаси (А нукта, 8.20-расм) да тамом бўлади

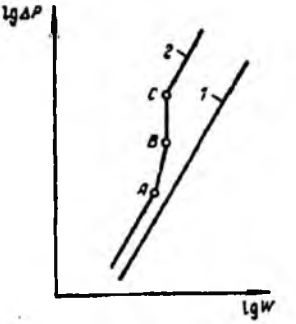
ва у **осилиб туриш нуқтаси** деб номланади. Бу режимда фазаларапо тўқнашиш юзаси кичик ва жараён самарадорлиги камроқ бўлади.

2 - режим - **осилиб туриш режими**. Бунда фазалар карама - қарши йўналиши ҳаракати туфайли газ ва суюқлик орасидаги ишқаланиш кучлари ортади. Бу ҳол суюқликни насадкадан оқиб тушиш тезлигини секинлаштиради, юпқа қатлам қалинлиги ва ундаги суюқлик миқдори ортади. Шу билан бирга фазалар орасидаги тўқнашиш юзаси кўпаяди, жараённинг самарадорлиги бир-мунча каттароқ бўлади. Бу режим иккинчи ўтиш нуқтаси (В) да тамом бўлади.

Шуни таъкидлаш керакки, осилиб туриш режимида қатламнинг секин оқиши бузилади; уюрма ва томчилар ҳосил бўлади, яъни барботаж ҳолатига ўтиш шароитлар туғилади. Юқорида қайд этилган масса алмашиниш жараёнини интенсивлаштиради.



8.19-расм. Насадка турлари.
а - ясси параллел, б - керамик фасонли ва уларни жойлаш усуллари (в-бетартиб, г-тартибли)



8.20-расм. Насадка гидравлик қаршилигининг колоннадаги газ тезлигига боғлиқлиги.
1 - қуруқ насадка;
2 - намланган насадка.

3 - режим - **эмульгацион режим** - насадканинг бўш ҳажмида суюқлик йиғилиши натижасида пайдо бўлади. Суюқлик йиғилиши кўтарилаётган газ ва оқиб тушаётган суюқлик орасидаги ишқаланиш кучи билан оғирлик кучи тенг бўлгунга қадар давом этади. Натижада «газ – суюқлик» дисперс системаси ва ташқи кўриниши бўйича барботажли (кўпикли) қатлам ёки газ суюқликли эмульсия ҳосил бўлади. Маълумки, қурилма кўндаланг кесимида юкланган насадка қатламининг зичлиги бир хил эмас. Шунинг учун, қатламнинг энг тор жойларида эмульгацион режим пайдо бўлиб бошлайди. Газ узатишни ўта аниқ ростлаш йўли билан насадка қатламининг бутун баландлигида эмульгацион режим ўрнатиш мумкин. Колоннанинг гидравлик қаршилиги кескин равишда ортади (ВС кесма).

Шунинг учун, юқори босимда ишлайдиган абсорберларда гидравлик қаршиликнинг таъсири суст ёки бўлмагани учун абсорбция жараёни эмульгацион режимда олиб борилади.

Эмульгацион режим самарали режим деб ҳисобланади. Бу режимда фазалар тўқнашиш юзаси катта бўлгани учун жараён жуда интенсив кечади.

Атмосфера босимида ишлатиладиган абсорберларда гидравлик қаршилик жуда юқори бўлгани учун, уларни юпқа қатламли режимда ишлатилиш мақсадга мувофиқдир.

Шундай қилиб, ҳар бир аниқ, шароит учун энг оптимал гидродинамик режим техник – иқтисодий ҳисоблашлар асосида топилади.

Агар, газ оқими тезлигини эмульгацион режим тезлигидан оширсак, тикилиб қолиш ҳодисасига дуч келамиз.

Тикилиб қолиш ҳолатига тўғри келадиган газ тезлиги проф. Касаткин А.Г. томонидан келтириб чиқарилган формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\lg\left(\frac{w_г^2 \cdot a}{gV^3_{бо}} + \frac{\rho_г}{\rho}\mu^{0,16}\right) = 0,076 - 1,75\left(\frac{L}{G}\right)^{0,25} \cdot \left(\frac{\rho_г}{\rho}\right)^{0,125} \qquad (8.91)$$

бу ерда a - насадканинг солиштирма юзаси, $м^2/м^3$; $V_{бш}$ - насадканинг бўш ҳажми, $м^3/м^3$; L ва G – суюқлик ва газнинг массавий сарфлари; кг/с; $w_т$ - тикилиб қолиш тезлиги, м/с.

Колоннадаги газ ёки буғнинг оптимал тезлигини ушбу критериал тенгламадан аниқлаш мумкин:

$$\mathrm{Re} = 0{,}045 \cdot Ar^{0{,}57} \cdot \left(\frac{G}{L}\right)^{0{,}43} \qquad (8.92)$$

бу ерда

$$\mathrm{Re} = \frac{w d_э \cdot \rho_г}{\mu_г}; \qquad Ar = \frac{g d_э^3 \rho_г}{\mu_г^2}(\rho - \rho_г)\rho_г$$

w - газ (ёки буғ) оптимал тезлиги; $d_э$ - насадканинг эквивалент диаметри; ρ ва $\rho_г$ – суюқлик ва газнинг зичлиги; $\mu_г$ - газ (ёки буғ) динамик қовушоқлиги; G ва L – газ (ёки буғ) ва суюқлик массавий тезликлари.

4 - режим - **учиб чиқиш режимида** суюқ фаза колоннадан газ оқими билан ташқарига чиқа бошлайди. Ушбу режим саноатда ишлатиладиган қурилмаларда қўлланилмайди.

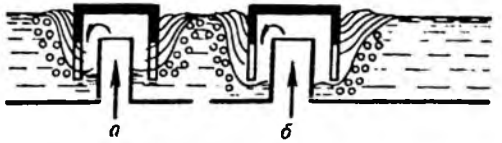
Насадкаларни танлашда уларнинг ўлчамларига катта аҳамият бериш керак. Агар, насадка элементлари қанчалик кичик бўлса, гидравлик қаршилик шунчалик кам ва газнинг тезлига юқори бўлади. Бундай насадкали абсорберлар нархи нисбатан арзон бўлади.

Агар, абсорбер юқори босим остида ишлайдиган бўлса, кичик ўлчамли насадкалар қўлланилади. Чунки, бу турдаги қурилмаларда гидравлик каршиликнинг аҳамияти йўқ. Ундан, ташқари насадкаларнинг ўлчами кичик бўлганда, унинг солиштирма юзаси нисбатан катта бўлади ва абсорбция жараёнида бир фазадан иккинчисига ўтган масса миқдори кўп бўлади.

Абсорберларда газлар ютилиши пайтида ажралиб чиқадиган иссиқликни нейтраллаш кийин. Бундай қурилмалардаги иссиқликни камайтириш ва насадкалар ҳўлланишини ошириш мақсадида суюқликни насос ёрдамида рециркуляция қилиш зарур. Бу усулда ишлайдиган абсорберлар тузилиши мураккаблашади ва нархи ортади. Ундан ташқари, ифлосланган суюқликларни ажратиш учун қайновчи абсорберларда пластмассадан ясалган шарлар ишлатилиб, газ тезлиги ошиши билан мавҳум қайнай бошлайди. Одатда, қайновчи абсорберларда газнинг тезлиги жуда катта бўлади, аммо қатламнинг гидравлик қаршилига жуда оз миқдорга ортади.

Тарелкали абсорберлар самарали ва энг кенг тарқалган қурилмалардан бўлиб, унинг ичида бутун баландлиги бўйича бир хил масофада бир нечта тарелкалар ўрнатилган. Тешикли тарелкалар орқали ҳам газ, ҳам суюқлик ҳаракатланади ва ундан ўтиш пайтида бир фазадан иккинчисига масса ўтади. Газ фазанинг суюқлик қатламидан ўтиши даврида пуфакча ва кўпикларнинг ҳосил бўлиш жараёни **барботаж** деб номланади. Суюқлик ва газ (ёки буғ) ни бир-бири билан тўқнашиши зарур бўлган ҳолларда барботаж қўлланилади. 8.21-расмда қалпоқчали насадкадан газ ёки буғнинг ўтиши тасвирланган.

Баробатаж асосан икки режимда кечиши мумкин: пуфакчали ва оқимчали. Газ ёки буғнинг сарфи кичик бўлса, пуфакчали режимни кузатиш мумкин. Бунда, газ пуфакчалари суюқлик



а *б*

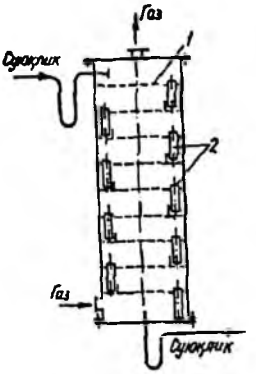
8.21-расм. Барботаж жараёни схемалари.
а - кичик тезликда қалпоқчали насадкадан газнинг чиқиши; б - катта тезликда қалпоқчали насадкадан газнинг чиқиши.

қатламини битта–битта бўлиб ёриб чиқади. Пуфакчалар ўлчами барботёр тузилишига, суюқлик ва газ хоссаларига боғлиқ.

Агар, газ тезлиги ошириб берилса, оқимчали режим пайдо бўлади. Барботёрдан чиқаётган газ оқими шакли ва ўлчами ўзгармайдиган "машъала" ҳосил бўлади. Одатда, машъала баландлиги 30...40 мм дан ошмайди.

Тарелкали колонналар қалпоқчали, клапанли, пластинали ва элаксимон тарелкали бўлади. Фазаларнинг бир тарелкадан иккинчисига ўтишига қараб қуйилиш мосламали ва қуйилиш мосламасиз абсорберларга бўлинади.

Кўриниб турибдики, қуйилиш трубасининг пастки қисми қўйида жойлашган тарелка устидаги остонага тушиб туради ва гидравлик тамба вазифасини бажаради (8.22-расм). Одатда, суюқ фаза қурилманинг тепа қисмидан тарелкага узатилади ва унинг пастки қисмид ан чиқарилади. Газ фаза эса, қурилманинг пастидан узатилиб, тарелкалар оркали пуфакчалар кўринишида чиқиб кетади. Тарелкада хосил бўладиган газ – суюқлик кўпик қатламида асосий иссиқлик ва масса бериш жараёнлари юз беради. Абсорбция жараёнида тозаланган газ қурилманинг тепа қисмидан чиқиб кетади. Тарелка. қуйилиш трубаси ва остона шундай жойлаштириладики, суюқ фаза албатта қарама - қарши йўналишда ҳаракат қилади.



8.22-расм. Қуйилиш мосламали, тарелкали абсорбер.

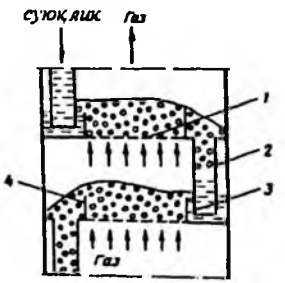
Тарелкали абсорберлар гидродинамик режими маълумки, исталган конструкцияли тарелкаларнинг самарадорлиги унинг гидродинамик режимларига узвий боғлиқдир.

Газнинг тезлигига ва суюқликни пуркаш зичлигига қараб барботажли тарелкаларнинг 3 та асосий гидродинамик режими бўлади: пуфакчали, кўпикли ва оқимчали (ёки инжекцион).

Пуфакчали режим. Газнинг тезликлари жуда кичик ва суюқлик қатламидан алоҳида пуфакчалар ҳолатида ўтиш даврида пуфакчали режимни кузатиш мумкин. Бу режимда тарелкадаги фазалар контакт юзаси кам бўлади.

Кўпикли режим. Газ фазасининг тезлиги ортиши билан тешиклардан чиқаётган пуфакчалар қўшилиб оқимча ҳосил қилади. Тарелкадан маълум бир масофада қатлам каршилиги туфайли оқимча бузилади ва кўп миқдордаги пуфакчаларга ажраб кетади. Натижада, "газ – суюқлик" дисперс система, яъни кўпик пайдо бўлади. Ушбу режимда газ ва суюқ фазалар тўқнашиши пуфакчалар ва газ оқимчаси, ҳамда суюқ томчилар сиртига тўғри келади. Кўпикли режимда барботажли тарелкаларда фазаларнинг тўқнашиши юзаси максимал миқдорга эгадир.

Оқимчали (инжекцион режим). Агар газ тезлиги янада оширилса, газ оқимчасининг узунлиги кўпаяди ва у барботаж қатламидан чиқиб қолади. Шу билан бирга, барботаж катлам бузилмайди ва кўп миқдорда йирик томчилар ҳосил бўлади. Бундай режимда фазаларнинг тўқнашиш юзаси кескин равишда камайиб кетади. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, бир режимдан кейингисига ўтиш аста-секин бўлади. Барботажли тарелкалар гидравлик режимлари чегарасини ҳисоблашнинг умумий усуллари шу кунгача яратилмаган. Шунинг учун ҳам, тарелкали абсорберларни лойиҳалашда тарелка ишлашининг пастки ва тепа ораликлари учун ҳисоблаш йўли билан топилади. Сўнг эса, газни ишчи тезлиги топилади.



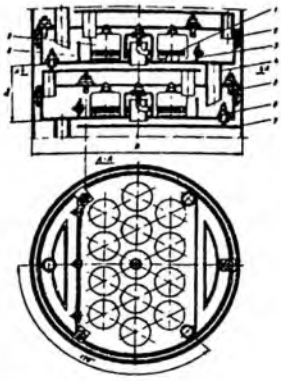
8.23-расм. Элаксимон тарелкали колонна.
1 - тарелка; 2 - қуйилиш мосламаси; 3, 4 - остоналар

Элаксимон тарелкали абсорбер. Бу турдаги қурилма 8.23-расмда тасвирланган.

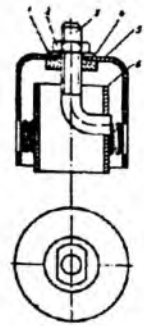
Бу колонна горизонтал тарелка қуйилиши ва остоналардан таркиб топган бўлади.

Одатда бу турдаги тарелка юзаси 1...5 мм ли тешиклардан иборатдир ва тарелкадан тушаётган кўпикни парчалаш учун остона тарелкадаги суюқлик сатҳини бир хил баландликда ушлаб туриш учун эса, остона 3 хизмат қилади. Суюқ фаза тепадаги тарелкага узатилади ва қуйилиши мосламаси 2 дан, ўтиб, қурилманинг пастки қисмидан чиқиб кетади. Газ фаза қурилманинг пастки қисмига узатилади ва тарелкалардан пуфакча шаклида ўтиб, юқори қисмидаги штуцердан чиқади.

Қалпоқча тарелкали абсорбер. Бу турдаги қурилма 8.24-расмдан келтирилган бўлиб капсула қалпоқча ва сегмент қуйилиш мосламасидан таркиб топган. Тарелка қўплаб дискдан иборат бўлиб, таянч ҳалқага қистирма ёрдамида болтлар билан маҳкамланади.



8.24-расм. Қалпоқчали тарелка.
1-тарелка; 2-қистирма; 3-ростловчи қуйилиш остонаси; 4-қуйилиш патрубкаси; 5-болт; 6-ростловчи болт; 7-халқа; 8-қуйилиш остонаси; 9-қалпоқча.

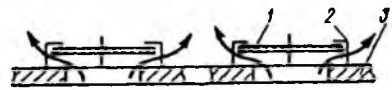


8.25-расм. Капсулали қалпоқча.
1-шайба, 2- гайка; 3- болт; 4- втулка; 5- қалпоқча; 6- патрубка.

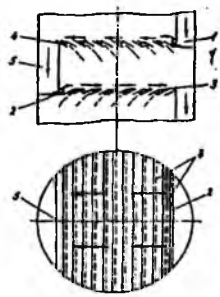
Қалпоқчадаги ҳаво тешиклари турли бўлиб, тўғри учбурчак шаклида ясалади. Суюқлик қатлами орқали ўтаётган газ ёки буғ оқими алоҳида-алоҳида пуфакчаларга бўлиниб кетади. Тарелкалардан суюқлик қуйилиши патрубкаси 4 орқали тўкилади. Бу турдаги тарелкаларда газ кўпиклари ва пуфакчаларнинг ҳосил бўлиш интенсивлиги буғ (ёки газ) тезлиги ва тарелкадаги суюқлик қатлами баландлигига боғлиқ. Капсулали қалпоқчанинг бўйлама киркими 8.25 - расмда келтирилган. Тарелка ва қалпоқчанинг пастки қисми орасидаги масофа втулка 4 ва гайка 2 ёрдамида амалга оширилади. Бу турдаги тарелкалар саноатда кенг кўламда қўлланилади. Элаксимон тарелкали абсорберларга қараганда қалпоқчали қурилмалар газ аралашмалари ифлос бўлганда ҳам узоқ муддатда барқарор ишлай олади. Ундан ташқари, газ ёки суюқ фазалар бўйича юклама катта миқдорда ўзгарса ҳам, қалпоқчали тарелка бир текисда яхши ишлайди. Ушбу тарелка камчиликлари: конструкцияси мураккаб, қиммат ва гидравлик қаршилиги юқори, газ фаза сарфи кам бўлганда, қурилма самарадорлиги кескин равишда камайиб кетади.

Клапанли тарелкалар. Бу турдаги тарелкалар газ фазасининг тезлиги тез ўзгариб турадиган жараёнларда қўлланиши мақсадга мувофиқдир.

Клапанли тарелкалар элаксимон ва қалпоқчали тарелкаларнинг яхши хоссаларини ўзида мужассам қилган (8.26-расм). Клапанлар 1 думалоқ пластина шаклида, диаметри эса 40...50 мм бўлади.



8.26-расм. Клапанли тарелка.
1 - клапан, 2 – кронштейн-чеклагич; 3 - тарелка.



8.27-расм. Оқимчали тарелкалар.
1 - гидравлик тамба; 2 - қуйилувчи тўсиқ; 3 - тарелка; 4 - пластина; 5 - қуйилиш мосламаси.

Кронштейн-чеклагич 2 даги тешик диаметри эса 30...40 мм ва улар орасидаги масофа эса - 70...150 мм га тенг. Клапанларнинг кўтарилиш баландлиги 6...8 мм. Клапанлардан ўтаётган газ оқимининг тезлигига қараб, клапан вертикал, тепага силжийди. Газ ёки буғ бўйича юклама кенг кўламда ўзгарганда ҳам, клапанли тарелкалар бир меъёрда, барқарор ишлайди. Лекин, уларнинг гидравлик қаршилиги юқори.

Оқимчали тарелкалар. Бу турдаги тарелкалар қия, параллел пластиналар кўринишида тайёрланади (8.27-расм).

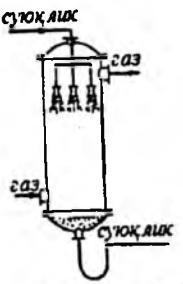
Қалпоқчали, клапанли ва оқимчали тарелкаларда фазаларнинг йўналиши ўзаро

кесишган бўлади. Газ ёки буғ тарелкадаги тешиклардан ўтади. суюқлик эса, горизонтал ҳаракатланиб, тарелкадан тарелкага қуйилиш мосламаси 5 орқали ўтади.

Юқорида қайд этилган тарелкалар самарадорлиги гидродинамик режимларга боғлиқ. Газ (ёки буғ) тезлиги ва суюқлик сарфига қараб 3 хил режимлар мавжуд: пуфакчали, кўпикли ва оқимчали. Ҳар бир режимда барботажли қатлам ўзига хос тузилишига эга бўлиб, у қатламнинг гидравлик қаршилиги ва масса алмашиниш юзаси катталигини характерлайди. Бундай тарелкаларнинг гидравлик қаршилиги кам, уларни ясаш учун металл кам сарфланади ва таркибида ифлосликлар бўлган суюкликларни ҳам ишлатиш мумкин. Ундан ташқари, бу тарелкали қурилмаларда жараённи ҳаракатга келтирувчи куч катта бўлади.

Оқимчали тарелкалар камчиликлари: тарелкага иссиқлик бериш ва ажралиб чиқан иссикликни ажратиб олиш мураккаб; суюқлик сарфи нисбатан кам бўлгани учун, унинг самарадорлиги пастрок.

Пурковчи абсорберлар суюқ фазани – газ оқимига пуркаб бериш усули ёрдамида амалга оширилади (8.28-расм). Бу абсорбер ичи бўш кобик ва суюкликни пурковчи механик форсункадан таркиб топган бўлади. Суюкликни пуркаш пайтида масса ўтказиш коэффициенти катта миқдорга эга. Вақт ўтиши ва фазалар ўзаро таъсир юзаси камайиши сабабли жараён сусаяди. Шунинг учун, пуркагичлар қурилманинг бутун баландлиги бўйича ўрнатилади. Одатда, пурковчи абсорберлар яхши эрийдиган газларни абсорбция қилиш учун ишлатилади. Пурковчи абсорберларга механик абсорберларни ҳам киритиш мумкин.



8.28-расм. Пурковчи абсорбер.

8-боб. Абсорбция бўйича
Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Абсорбция жараёнининг моҳияти нимада?
2. Абсорбция жараёнининг турлари.
3. Физик абсорбция нима?
4. Генри қонуни
5. Дальтон қонуни
6. Хемосорбция нима?
7. Тарқалиш коэффициенти нимани ифодалайди?
8. Абсорбцияда ҳаракатга келтирувчи кучни ҳисоблаш усуллари.
9. Абсорбцияда тарқалган масса миқдори қайси формуладан топилади?
10. Масса ўтказиш коэффициентининг масса бериш коэффициентига боғлиқлигини ифодаловчи формулаларни ёзинг.
11. Абсорбция жараёнини ташкил этиш усуллари схемаларини чизинг.
12. Сиртий абсорбер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
13. Трубали абсорбер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
14. Юпка қатламли абсорбер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
15. Насадкали абсорбер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
16. Қайта тақсимлаш тарелка конструкциясини чизинг.
17. Тезкор абсорбер.
18. Рашиг ҳалқаси конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
19. Гудлое насадкаси конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
20. Пал ҳалқасини конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
21. «Спрейпак» насадкаси конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
22. Бёрл эгари конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.

23. Ватарли насадка конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
24. «Инталлокс» эгари конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
25. Блокли насадка конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
26. Параллел ва карама-қарши йўналишли
27. Шарсимон насадкали абсорбер.
28. Босимлар фарқи орқали ифодаланган ўртача ҳаракатга келтирувчи куч
29. Адсорбентни минимал сарфини ҳисоблаш формуласини ёзинг
30. Теллер розеткаси конструкциясини чизинг ва таърифини беринг.
31. Фасонли насадкалар конструкцияларини чизинг ва таърифини беринг.
32. Насадкаларда суюқ ва газ фазалар тўқнашувида қандай режимлар хосил бўлади?
33. Тарелкали абсорберлар конструкциялари, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
34. Элаксимон тарелка конструкциясини чизинг ва таърифлаб беринг.
35. Қалпоқчали тарелка конструкциясини чизинг ва таърифлаб беринг.
36. Капсулали қалпоқча тарелка конструкциясини чизинг ва таърифлаб беринг.
37. Клапанли тарелка конструкциясини чизинг ва таърифлаб беринг.
38. Балластли тарелка конструкциясини чизинг ва таърифлаб беринг.
39. Оқимчали тарелка конструкциясини чизинг ва таърифлаб беринг.
40. Туннели қалпоқчали тарелка конструкцияси ва таърифи.
41. S-симон элементли тарелка конструкцияси ва таърифи.
42. Суюқлик оқиб тушадиган тарелкани чизинг ва афзалликларини изоҳлаб беринг.
43. Панжарали тарелка конструкцияларини чизинг ва афзалликларини тушунтиринг
44. Барботажли абсорбер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
45. Насадкали абсорбер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
46. Пурковчи абсорбер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
47. Вентури абсорбери конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
48. Ҳаракатчан насадкали абсорбер афзаллик ва камчиликлари.
49. Кўпикли абсорберлар конструкцияси ва афзалликлари.
50. Абсорберлар гидравлик каршилик формулаларини ёзинг.
51. Абсорберларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.

АДСОРБЦИЯ

Газ аралашмалари газ ёки буғларни ёки эритмалардан эриган моддаларни каттиқ говаксимон жисм ёрдамида ютиш жараёни **адсорбция** деб номланади. Ютилаётган модда **адсорбтив**, ютувчи модда эса – **адсорбент** деб аталади. Адсорбция жараёнининг ўзига хослиги шундаки - у селектив ва қайтар жараёндир. Жараённинг қайтар бўлишлиги туфайли адсорбент ёрдамида буғ – газ аралашамаларидан бир ёки бир неча компонентларни ютиш, сўнг эса махсус шароитда уларни адсорбентдан ажратиб олиш мумкин.

Адсорбцияга тескари жараён **десорбция** деб номланади. Адсорбция жараёни халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг тарқалган бўлиб, газларни тозалаш ва қисман қуритиш, эритмаларни тозалаш ва тиндириш, буғ - газ аралашмаларини ажратиш учун ишлатилади.

Кимё саноатда адсорбция қуйидаги жараёнларни: газлар ва эритмаларни тозалаш ва қуритишда, эритмалардан қимматбаҳо моддаларни ажратиб олишда, нефть ва нефть маҳсулотларини тозалашда, нефтни қайта ишлашда ҳосил бўладиган газ аралашмаларидан ароматик углеводородларни (этилен, водород, бензин фракцияларидан ароматик углеводородларни) ажратиб олишда ишлатилади.

Озиқ - овқат саноатида эса қанд киёми ва диффузион шарбатларни тозалашда, пиво ва мевалар шарбатларини тиндириш, вино, коньяк, арақ ва спиртларни органик ва бошқа бирикмалардан тозалаш, крахмал-патока саноатида қиёмларни тозалашда қўлланилади.

Адсорбция жараён 2 хил бўлади, яъни физик ва кимёвий адсорбция. Агар, адсорбент ва адсорбтив молекулаларининг ўзаро тортишиши Ван-дер-Ваальс кучлари таъсири остида содир бўлса, бундай жараён **физик адсорбция** деб номланади.

Физик адсорбция жараёнида адсорбент ва адсорбтивлар ўртасида кимёвий ўзаро таъсир бўлмайди.

Адсорбция жараёнида буғларнинг ютилиши пайтида улар конденсацияланади, яъни адсорбент ковакларини суюқлик билан тўлиб қолади. Бошқача қилиб айтганда, адсорбентда капилляр конденсация рўй беради.

Кимёвий адсорбция ёки **хемосорбция** адсорбент ва ютилган модда молекулалари орасида кимёвий боғлар ҳосил бўлиши билан характерланади. Бу албатта кимёвий реакциянинг натижасидир. Ундан ташқари, хемосорбция жараёнида кимёвий реакция туфайли катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Одатда адсорбция жараёнида ажралиб чиқадиган иссиқлик **адсорбция иссиқлиги** (Ж/кг) деб номланади ва у тажрибавий усулда ёки қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$r = \frac{19{,}16 \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \qquad (8.175)$$

бу ерда p_1 ва p_2 - тегишли абсолют температуралар T_1 ва T_2 ларда адсорбент устидаги ютилаётган модданинг мувозанат босимлари.

Шундай қилиб, хемосорбция жараёни юқори температурада кичик тезликларда содир бўлади. Адсорбция жараёнининг селективлиги адсорбент ва ютилаётган компонентнинг концентрациясига температурага, табиатига ва газлар ютилаётганда босимга боғлиқдир.

Ундан ташқари, жараён тезлиги адсорбентларнинг солиштирма юза катталигига ҳам боғлиқ.

8.14. Адсорбентлар турлари ва характеристикалари

Маълумки, халқ хўжалигининг турли соҳаларида қўлланиладиган адсорбентлар иложи борича катта солиштирма юзага эга бўлиш керак. Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатларда фаолланган кўмир, силикагеллар, алюмогеллар, цеолитлар, целлюлоза, ионитлар, минерал тупроқ (бентонит, диатомит, каолин) ва бошқа материаллар адсорбент сифатида ишлатилади. Албатта, адсорбентлар маҳсулот билан бевосита таъсирда бўлгани учун зарарсиз, мустаҳкам, заҳарлимас ва маҳсулотни ифлос қилмаслиги керак.

Адсорбентлар модданинг масса бирлигига нисбатан жуда катта солиштирма юзали бўлади. Унинг ичидаги капилляр каналлари ўлчамига қараб 3 гуруҳга бўлинади, яъни макроковакли

($>2\cdot10^{-4}$мм), оралиқ ковакли ($6\cdot10^{-6}...2\cdot10^{-4}$мм) ва микроковакли ($2\cdot10^{-6}...6\cdot10^{-6}$мм) бўлади. Шуни таъкидлаш керакки, адсорбция жараёнининг характери кўп жиҳатдан коваклар ўлчамига боғлиқ.

Адсорбент юзасида ютилаётган компонент молекулаларининг миқдорига қараб бир молекулали қатлам (мономолекулали адсорбция) ва кўп молекулали қатлам (полимолекулали адсорбция) ҳосил қилиш мумкин.

Адсорбентларнинг яна бир муҳим характеристикаси шундаки, бу унинг ютиш қобилияти ёки фаоллигидир. Адсорбент фаоллиги унинг бирлик массаси ёки ҳажмида компонент ютиш миқдори билан белгиланади. Ютиш қобилияти 2 хил, яъни статик ва динамик бўлади. Адсорбентнинг статик ютиш қобилияти масса ёки ҳажм бирлигида максимал миқдорда модда ютиши билан белгиланади.

Динамик ютиш кобилияти эса, адсорбент орқали адсорбтив ўтказиш йўли билан аниқланади.

Адсорбентларнинг компонент ютиш қобилияти температура, босим ва ютилаётган модда концентрациясига боғлиқ. Ушбу шароитларда адсорбентнинг максимал ютиш кобилияти мувозанат фаоллиги деб номланади.

Адсорбентлар зичлиги, эквивалент диаметри, мустаҳкамлиги, гранулометрик таркиби, солиштирма юза каби хоссалари билан характерланади. Саноатда кўпинча гранула (2...7 мм) кўринишидаги ёки ўлчамлари 50...200 мкм бўлган кукунсимон адсорбентлардан фойдаланилади.

Фаолланган кўмирлар одатда таркибида углерод бор ёғоч, торф, хайвонлар суяги, тошкўмир каби махсулотларни куруқ ҳайдаш йўли билан олинади. Кўмир фаоллигини ошириш учун унга 900°С дан ортиқ температурада ҳавосиз термик ишлов берилади. Бунда, материал коваклардаги смолалар экстрагент ёрдамида экстракция қилиб олинади.

Фаолланган кўмирларнинг солиштирма юзаси - 600...1750 $м^2/г$, тўкма зичлиги - 250...450 $кг/м^3$, микроковаклар ҳажми - 0,23...0,7 $см^3/г$. Ундан ташқари, улар таркибида жуда кам миқдорда (<8%) кул бўлади. Яна шуни таъкидлаш керакки, ҳавода 300°С температурада фаолланган кўмир ёнади.

Фаолланган кўмирнинг майда кукунлари 200°С га якин температурада ёнади ва концентрацияси 17...24 $г/см^3$ бўлганда ҳаво таркибидаги кислород билан портловчи бирикма ҳосил қилади.

Адсорбция жараёнида тозалашнинг самарадорлиги адсорбентнинг говаксимон тузилишига боғлиқ бўлиб, бунда микроковак асосий роль ўйнайди. Фаолланган кўмирлар адсорбцион бўшлиғининг чегаравий ҳажми 0,3 $см^3/г$ лигги тозалаш жараёнида қўллаш тавсия этилади. Маълумки, микроковаклар ўлчами каталитик реакциялар тезлигини белгилайди. Микроковак ўлчами 0,8...1,0 мкм бўлган фаолланган кўмирлар оптимал деб хисобланади.

Спирт ва ликер-ароқ ишлаб чиқариш саноатида оқ қайин БАУ, бук каби ёғочлардан олинган фаолланган кўмир, спирт-ректификатларни альдегид, кетон, мураккаб эфир, карбон кислоталар ва юқори молекулали бирикмалардан тозалашда ишлатилади. Ундан ташқари, мевалар шарбати ва пивони тиндириш учун ҳам ишлатиш мумкин. Қанд шарбатини тиндириш учун эса суяк кўмири асосида олинган кўмирлар қўлланилади. Қанд шарбати, коньяк, вино, мева шарбатлари, эфир ёғлари, желатинни тозалаш учун майда донасимон фаолланган кўмир - деколар ишлатилади. Айрим ҳолларда, фаолланган кўмирлар тозалаш билан бирга ҳид, ёқимсиз таъм, коллоид ва бошқа қўшимча аралашмаларни ҳам йўқотади.

Силикагеллар - бу кремний кислота гелининг сувсизлантирилган махсулотидир. Ушбу адсорбентлар натрий силикат эритмаларига кислота ёки улар тузларининг эритмаларини таъсири натижасида олинади. Силикагелларнинг солиштирма юзаси 400...780 $м^2/г$, тўкма зичлиги эса - 100...800 $кг/м^3$. Силикагел гранулалари 7 мм гача бўлиши мумкин. Силикагеллар асосан сув буғини ютиш, газларни қуритиш, пиво ёки мева шарбатларини тозалаш учун қўлланилади. Бу адсорбент бошқа адсорбентларга караганда ёнмайди, механик жиҳатдан мустаҳкам бўлади.

Цеолитлар - табиий ва сунъий минерал ҳолатида бўлиб, алюмосиликатнинг сувли бирикмаси. Ушбу адсорбент сувда ва органик эрималарда эримайди. Сунъий цеолит коваклари ўлчами сорбцияланаётган молекула ўлчамига якин бўлгани учун, коваклларга кириётган молекулаларни адсорбция қила олади. Бу турдаги цеолитлар молекуляр элаклар деб номланади. Цеолитларнинг айрим турлари шарбатларни концентрлаш учун ишлатилади.

Цеолитлар юқори ютиш қобилиятига эга бўлгани учун, газларни ва суюкликларни қисман қуритиш ёки сувсизлантириш учун ҳам қўлланилади. Цеолитлар, кўпинча 2...5 мм диаметрли гранула кўринишида ишлаб чиқарилади.

Тупроқлар ва табиий тупроқсимон адсорбентлар каторига бентонит, диатомит, гумбрин.

асканит, мураккаб кимёвий таркибли юқори дисперс системалар SiO_2, Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3, MgO ва бошқа металл оксидлари киради. Табиий тупроқлар фаоллигини ошириш учун улар сульфат ва хлорид кислоталар билан қайта ишланади. Натижада кальций, магний, темир, алюминий ва бошқа метал оксидлари чиқариб юборилиши туфайли қўшимча коваклар ҳосил бўлади.

Бу тупроқлар солиштирма юзаси 20...100 м^2/г, коваклар ўртача радиуси 3...10 мкм бўлади.

Катион алмашиниш сиғими ортиши билан тупроқларнинг тозалаш қобилияти кўпаяди. Одатда, тупроқлар суюқлик муҳитларни тозалаш учун ишлатилади, масалан, рангли моддаларни қайта ишлаш натижасида маҳсулот оқаради. Шунинг учун, айрим ҳолларда тупроқли адсорбентлар оқартирувчи тупроқ деб ҳам аталади.

Озиқ-овқат саноатида тупроқсимон адсорбентлар вино, пиво, мева шарбатлари, ўсимлик ёғларини рафинация қилиш ва бошқа мақсадларда ишлатилади. Пивони тозалаш учун эса, сирт фаол бентонитдан кенг кўламда фойдаланилади. Масалан, натрийли бентонит винони на фақат тозалайди ва мўтадиллайди, балки уни етилиш жараёнини тезлаштиради ва муддатини қисқартиради.

8.15. Адсорбция жараёни мувозанати

Адсорбцион кучлар табиатидан қатъий назар, адсорбентнинг масса ёки ҳажм бирлигида ютилган модда миқдори, ютилаётган модда табиати, температура, босим ва фазадаги аралашма миқдорига боғлиқ.

Жараёндаги қаттиқ ва газ ёки суюқлик фазаларида ютилаётган модданинг мувозанат концентрациялари ўртасида қуйидаги боғлиқлик бор:

$$\bar{x}_м = f_1(\bar{y}) \quad \text{ёки} \quad \bar{x}_м = f_2(p) \tag{8.176}$$

бу ерда $\bar{x}_м$ - адсорбентда ютилган модда (адсорбтив) концентрацияси, яъни газ ёки суюқлик фазаларидаги адсорбтивнинг мувозанат концентрацияси, кг адсорбтивнинг *1* кг адсорбентга нисбати; $\bar{y}$ - буғ ёки суюқлик фазадаги адсорбтив концентрацияси, кг адсорбтивнинг 1 кг инерт қисмига нисбати; p - буғ-газ аралашмадаги адсорбтивнинг мувозанат босими, Н/м^2.

(8.176) тенглама билан ифодаланувчи боғлиқликлар ***адсорбция изотермалари*** деб номланади.

Кимёвий термодинамика асосида адсорбция изотермаларининг аниқ ифодалари топилади:

Ленгмюр изотермалари

$$x_м = \frac{abp}{1+ap} \tag{5.177}$$

ёки Фрейдлих изотермалари

$$x_м = k \cdot p^{1/n} \tag{5.177а}$$

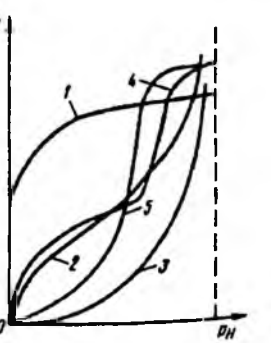
бу ерда $x_м$ - адсорбент билан ютилган модда концентрацияси, кг *1* кг адсорбентга; *a, b, k, n* - тажрибавий усул билан аниқланадиган константалар.

Температура пасайиши, босим ортиши ва фазаларда қўшимча аралашмалар бўлмаса, адсорбция жараёни тезлашади.

Адсорбция изотермасининг тури кўпгина омилларга: адсорбентнинг солиштирма юзаси, коваклар ҳажми, адсорбент тузилиши, ютилаётган модда хоссалари ва жараён температурасига боғлиқ.

8.29-расмда асосий 5 хил изотермалари келтирилган.

Расмдаги 1 эгри чизиқ микроковакли адсорбентга оид. 2 ва 4 эгри чизиқлар бошланишидаги бўртиқлик ҳам микроковаклар билан боғлиқ. Изотермаларнинг кейинги қисми йўналишини полимолекуляр адсорбция ва капилляр конденсация белгилайди. 3 ва 5 эгри чизиқлар ботиқ қисми "адсорбент-адсорбтив" системада адсорбтив билан адсорбент молекулаларининг ўзаро таъсир кучлари адсорбтив молекулаларининг ўзаро таъсир кучларидан кам бўлган ҳолатини характерлайди. Бу турдаги изотермалар жуда кам учрайди.



8.29 расм. Изотермаларнинг асосий турлари.

Адсорбция жараёнида буғ ёки суюқлик фазадан бир неча модда адсорбцияланаётганда, ҳамма моддалар ютилиши аниқланган. Лекин, ҳар бир модданинг мувозанат концентрацияси ҳар бир моддани алоҳида адсорбциялашдаги концентрациясига қараганда кам бўлади.

Адсорбция жараёнининг бир неча назарияси мавжуд бўлиб, уларнинг хар бири маълум шароитдаги тажриба натижаларини ифодалайди.

Дубинин М.М. назариясига биноан, микроковаклы адсорбент ипттирокида ўтказилаётган адсорбция жараёни микроковакларни адсорбтив билан тўлдирилиши деб каралади. Жуда катта температуралар оралиғида газ ва буғлар адсорбцияси учун келтириб чикарилган тенгламалар адсорбтив мувозанат концентрациясининг адсорбент коваклари тузилишига боғлиқлигини характерлайди. Бундай тенгламалар мураккабдир.

Проф. Дубинин М.М. томонидан олинган тенгламалардан бири қуйидаги кўринишга эга:

$$x_м = \frac{V}{V_c}\exp\cdot\left[-B\frac{T^2}{\beta_a^2}\lg\left(\frac{P}{p}\right)^2\right] \qquad (8.178)$$

бу ерда V - адсорбент коваклари хажмининг йиғиндиси; V_c - суюқлик холатидаги ютилган модда хажми; B - адсорбент тузилишига боғлиқ константа; T - буғнинг абсолют температураси; β_a - бирор адсорбент ва стандарт коваклардаги суюқлик холатидаги моль хажмларига тенг бўлган аффинлик коэффициенти; P - адсорбтив тўйиниш буғининг босими; p - адсорбция температурасидаги адсорбтив буғининг парциал босими.

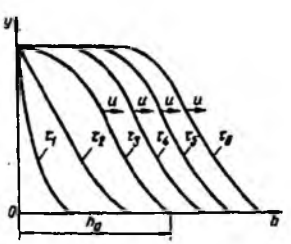
Адсорбция жараёнида бошланғич аралашмада ютилаётган модда буғининг босими камаяди ва иссиқлик ажралиб чиқади. Шунинг учун Ле-Шателье принципига биноан, температура пасайиши ва босим ортиши билан адсорбцияланаётган модда миқдори кўпайиб боради. Шундай қилиб, босим пасайиши ва температура ортиши тескари - десорбция жараёнини тезлаштиради.

Адсорбция жараёнида ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори (кЖ/кмоль) тажрибавий усул билан аниқланади. Тажрибавий маълумотлар йўқ бўлса, ажраб чиқаётган иссиқлик миқдори (8.175) тенглама ёрдамида хисобланиши мумкин.

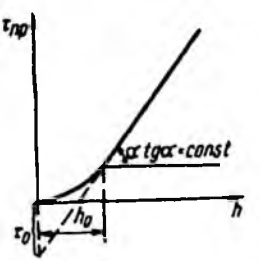
8.16. Адсорбция статикаси ва кинетикаси

Адсорбция жараёни бошқа қаттиқ фазали системаларда масса алмашинуш жараёнидан (механизми) фарқ қилмайди.

Умумий холатда адсорбентда ютилаётган модданинг диффузия жараёни (8.24) критериал тенгламаси ёрдамида ифодаланади:



8.30-расм. Адсорбция қўламининг ўзгариш схемаси.



8.31-расм. Химояловчи таъсир давомийлигининг адсорбент қатлами баландлигига боғлиқлиги.

$$\frac{x - x_н}{x_б - x_н} = f\left(Bi_д, Fo_д, \frac{z}{\delta}\right)$$

Кўзғалмас адсорбент қатламига ютилаётган модданинг бошланғич концентрацияси у бўлган оқим узлуксиз равишда узатилиш холатини кўриб чиқамиз.

Адсорбент қатлами орқали оқим аралашмасдан, идеал сиқиб чиқариш режимида харакатланмоқда деб фараз қиламиз.

Маълум вақт ўтгандан сўнг, адсорбент қатламининг бошланғич қисми тезда тўйинади ва адсорбтивни адсорбция қилиши тўхтайди. Натижада, ютилаётган модда концентрацияси ўзгармас қатламнинг бошланғич қисмидан ўтиб кетади ва адсорбция зонаси юқорига қараб кўтарилиб боради. Адсорбент қатлами баландлиги бўйича адсорбтивнинг тарқалиши равон ва адсорбция

қўлами хосил бўлади (8.30-расм). Ушбу расмда τ_1, τ_2, $\tau_3 \ldots \tau_n$ вақтларда адсорбент қатлами баландлиги h бўйича адсорбтив нисбий концентрациясининг тақсимланиш эгри чизиқлари келтирилган. Шуни таъкидлаш керакки $\tau_1<\tau_2<\tau_3<\ldots<\tau_n$ бу ерда τ_n-жараён бошланишидан ўтган вақт.

Жараён давомида бирор вақт ўтиши билан адсорбция қўлами ўзгармайди. Адсорбция жараёнида адсорбтив қатламининг тўйиниш пайтигача ишлаш вақти, адсорбция қўламининг ташкил этиш даври деб номланади. Адсорбентнинг бутун қатлами бўйича адсорбция зонаси вақт ўтиши билан қатламда адсорбтив концентрацияси равон ўзгаради. Натижада, адсорбция қўлами қандайдир ўзгармас тезлик билан силжийди. Адсорбтивнинг "ўтиб кетишига" тўғри келадиган вақтдан бошлаб адсорбент қатламининг адсорбцион ёки ҳимояловчи таъсири тамом бўлади.

Адсорбент қатламидан адсорбтивнинг "ўтиб кетиш" вақтига мос келадиган ўртача концентрацияси қатламнинг динамик фаоллиги деб аталади.

Адсорбция жараёни бошланишидан мувозанат ҳолатигача адсорбент массаси бирлигида ютилган модда миқдори адсорбентнинг статик фаоллиги дейилади. Маълумки, динамик фаоллик ҳар доим статик фаолликдан кичик бўлади. Демак, адсорбентнинг сарфи унинг динамик фаоллигига қараб танланади. Адсорбент қатлами ишлатилишининг фронтал (қатламли) модели проф. И.А. Шилов томонидан яратилган.

Ютилаётган модда концентрацияси бошланғичдан "ўтиб кетиш" концентрациясигача ўзгараётган адсорбент қатламининг h_o қисми ишчи қатлам дейилади. Ушбу жараёнга тўғри келадиган вақт - ҳимоя қилиш вақти дейилади.

Проф. И.А. Шилов томонидан ўзгармас тезлик u да адсорбция қўламининг силжишини ифодалаш учун тегишли формуласи келтириб чиқарилган. Адсорбция ёки ҳимояловчи таъсир вақтини ушбу тенгламадан топиш мумкин:

$$\tau = kh - \tau_0 = \frac{h}{u} - \tau_0 \qquad (8.179)$$

бу ерда $k=1/u$ - қатламни ҳимояловчи таъсир коэффициенти; τ_o - қатламни ҳимояловчи таъсир вақтининг йўқотилиши.

(8.179) тенгламадаги катталиклар тажрибавий йўл билан аниқланади ва уларнинг график тасвири 8.79-расмда кўрсатилган. Эгри чизиқ тўғри қисмининг қиялик бурчак тангенси ($tg\alpha=k$) қатламнинг ҳимояловчи таъсири коэффициентига тенг. Ордината ўқи давоми билан эгри чизиқнинг тўғри қисмининг кесишган жойидаги кесма эса, ҳимояловчи таъсир вақти йўқотилиши τ_o га тегишли.

Адсорбция қўламининг силжиш тезлигини ҳисоблаш учун қуйидаги тенглама тавсия этилади:

$$u = w_0 \frac{y_\delta}{\varepsilon \cdot y_\delta + x_н} \qquad (8.180)$$

бу ерда $w_0 = w'\cdot\varepsilon$ - оқимнинг сохта тезлиги (w'- адсорбент заррачалари орасидаги каналларда оқимнинг тезлиги; ε - адсорбент қатламининг ғоваклилиги); $x_н$ - оқимдаги адсорбтивнинг ҳажмий концентрацияси $y_н$ билан мувозанатдаги адсорбент қатламидаги адсорбтив концентрацияси.

Адсорбент қатлами баландлиги h_o масса ўтказишнинг асосий тенгламасидан аниқланади:

$$h_0 = \frac{u \cdot m_y}{K_{yv}} \qquad (8.181)$$

бу ерда $m_y=0,9\ y_0/\Delta y_{yp}$ - газ ёки суюқлик фаза ўтказиш бирлигининг умумий сони; K_{yv} - масса ўтказиш коэффициентининг ҳажмий коэффициенти.

Масса ўтказишнинг ҳажмий коэффициенти ушбу формуладан аниқланади:

$$K_{yv} = \frac{1}{1/\beta_{yv} + m/\beta_{xv}} \qquad (8.182)$$

бу ерда β_{yv} ва β_{xv} - суюқ ва қаттиқ фазаларда ҳажмий масса бериш коэффициентлари; m - мувозанат чизиғи қиялик бурчагининг ўртача тангенси.

Адсорбция жараёнининг тезлиги адсорция изотермалари шакли, адсорбент ва қатлами табиати ва геометрик характеристикалари, адсорбтив концентрацияси, суюқлик фазаси тезлиги, ҳамда масса беришнинг ташқи тезлиги (газ ёки суюқлик фазасидаги масса бериш коэффициенти) ёки ички масса ўтказиш қаршилигининг тезлиги билан белгиланади.

Адсорбция жараёнида ички ва ташқи фазавий тезликлар *Био (Bi)* критерийси билан ифодаланади. Агар, $Bi \geq 30$ бўлса, жараён тезлиги адсорбент заррачаларининг ичидаги масса ўтказувчанлик тезлиги билан белгиланади. $Bi \leq 0,1$ бўлганда эса, жараённинг тезлиги газ ёки суюқлик фазаларидаги ташқи диффузиянинг тезлиги билан аниқланади. Лекин, адсорбция жараёнининг тезлигига бу иккала фазавий диффузия тезликлари хар бирини таъсирини миқдорий жихатдан алоҳида аниқлаш қийин. Донадор адсорбент қатламининг масса бериш коэффициентини аниқлаш учун қуйидаги формулалардан фойдаланиш мумкин:

ламинар режимда (Re<30):

$$Nu_д = 0,883\,Re^{0,47} \cdot Pr_д^{0,33} \qquad (8.183)$$

турбулент режимда эса (Re=30...150):

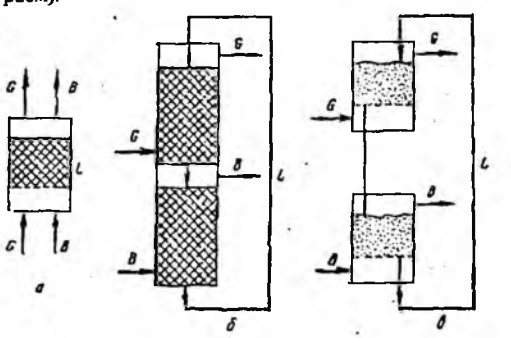
$$Nu_д = 0,53 \cdot Re^{0,54} \cdot Pr_д^{0,33} \qquad (8.184)$$

(8.183) ва (8.184) тенгламалардаги $Nu_д$ ва Re критерийларида аниқловчи геометрик ўлчам сифатида эквивалент диаметр $d_э$ хисобланади. $Nu_д=\beta_y d_э/D$ - Нуссельт диффузион критерийси; $Re=w_0 d_э/\nu$ - Рейнольдс критерийси; $Pr_д=\nu/D$ - Прандтл диффузион критерийси; D – газ ёки суюқлик фазадаги диффузия коэффициенти; w_0 - оқимнинг сохта тезлиги; ν - оқимнинг кинематик ковушоқлиги.

8.17. Адсорбция жараёнини ташкил этиш усуллари

Адсорбция жараёнини ташкил этиш схемалари 8.80-расмда келтирилган. Донадор адсорбентлар учун кўзғалмас (*а*) ва ҳаракатчан (*б,в*) қатламли схемалар ишлатилади.

Биринчи ҳолатда жараён даврий бўлади. Дастлаб адсорбент қатлами *L* орқали буғ-газ аралашмаси *G* ўтказилади ва у ютилаётган модда билан тўйинтирилади; ундан сўнг сиқиб чиқарувчи модда *B* юборилади ёки адсорбент қиздирилади. Ана шундай йўл билан адсорбент қайта тикланади, яъни десорбция жараёни содир бўлади. Иккинчи ҳолатда адсорбент *L* ёпиқ системада циркуляция қилади (8.80б-расм); адсорбентнинг тўйиниши қурилманинг юқори - адсорбцион – зонасида, қайта тикланиш эса - пастки десорбцион зонасида юз беради. Агар, адсорбент кукун, чангсимон кўринишда бўлса, циркуляцияли, мавҳум қайнаш қатламли схема қўлланилади (8.80в-расм).



8.80-расм. Адсорбция жараёнининг принципиал схемалари. а - кўзғалмас донадор адсорбентли; б - ҳаракатчан донадор адсорбентли; в - циркуляцияли, мавҳум қайнаш қатламли.

8.18. Десорбция

Маълумки, адсорбция жараёни аралашмаларни ажратиш учун қўлланилади ва ҳар доим десорбция жараёни билан кетма-кет ўтказилади.

Одатда, адсорбентни қайта ишлатиш мақсадида унга ютилган модда десорбция қилиб ажратиб олинади. Бунинг учун кўпинча сув буғи ишлатилади. Десорбция натижасида олинган адсорбтив ва сув буғи аралашмаси конденсаторга йўлланилади. Унда, маҳсулот сувдан чўктириш усулида ажратиб олинади. Саноатда десорбциянинг бир неча усули қўлланилади.

а) адсорбентга ютилган компонентлар ютилувчи моддаларга нисбатан юқори адсорбцион

қобилиятга эга бўлган элткичлар ёрдамида сиқиб чиқарилади;

б) адсорбент қатламини қиздириш йўли билан нисбатан юқори учувчанликка эга ютилган компонентларни буғлатиш.

Айрим ҳолларда адсорбция жараёнида ҳосил бўлган смола ва бошқа маҳсулотларни тозалаш учун ушбу компонентлар қуйдирилади. Десорбциянинг у ёки бу усулини қўллаш техник-иқтисодий мақсаддан келиб чиққан ҳолда танланади. Иккала усул ҳам амалиётда кенг ишлатилади ва кўпинча биргаликда қўлланилади. Адсорбция жараёни тугагандан сўнг, адсорбент қатламидан тоза буғ ёки газ ўтказилади ва ютилган модда ажратиб олинади. Десорбция жараёнини жадаллаштириш учун юқори температурадаги десорбловчи элткич адсорбент қатламидан ўтказилади. Десорбловчи элткич сифатида сув ва органик моддалар буғлари, ҳамда инерт газларни қўллаш мумкин. Десорбция жараёни тугагандан сўнг адсорбент қатлами одатда қуритилади ва совутилади. Қайта тиклаш жараёнида фаолланган кўмирга ютилган учувчан эритувчилар тўйинган сув буғи ёрдамида десорбция қилинади. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ютилган модданинг асосий қисми десорбция жараёнининг бошида ажратиб олинади. Жараён охирига бориб, унинг тезлиги пасаяди, аммо ютилган компонент бирлигига сув буғининг сарфи жуда кўпайиб кетади. Шунинг учун сув ёки бошқа органик модда буғларини тежаш мақсадида, десорбция жараёни охиригача олиб борилмайди. Шу сабабли, ютилган компонентнинг бир қисми адсорбентда қолиб кетади. Десорбция жараёни давомида иситувчи буғнинг бир қисми бутун системани иситишга, адсорбентда ютилган моддани десорбциялаш ва атроф муҳитга йўқотилган иссикликни компенсация қилишга сарфланади. Лекин, шуни назарда тутиш керакки, иситувчи буғнинг ҳаммаси адсорбентда бутунлай конденсацияланади. Адсорбент қатламидаги десорбцияланган моддалар динамик буғ ёрдамида пуфлаб чиқарилаюи. Динамик буғ адсорбентда конденсацияланмайди ва қурилмадан десорбцияланган моддалар билан бирга учиб чиқади.

Тахминий ҳисобларга кўра, 1 кг моддани десорбциялаш учун 3...4 кг динамик буғ сарфланади. Цеолитларни кайта тиклаш учун кўпинча қиздирилган қуруқ газ қўлланилади. Десорбция жараёни адсорбция каби қўзғалмас, ҳаракатчан ва мавҳум қайнаш қатламларида олиб борилади.

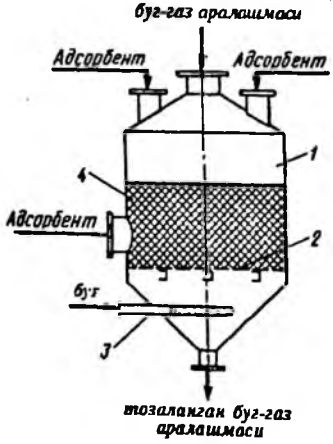
8.19. Адсорберлар конструкциялари

Жараённи ташкил этиш бўйича адсорберлар 2 гуруҳга бўлинади: даврий ва узлуксиз.

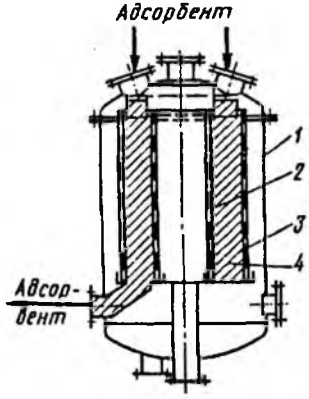
Даврий адсорберлар қўзғалмас ва мавҳум қайнаш қатламли бўлади.

Вертикал цилиндрик адсорбер - даврий ишлайдиган адсорберларнинг энг кўп тарқалган конструкциясидир (5.78-расм).

Колосникли панжара 2 га қурилма тепа қисмидаги люклар орқали адсорбент ғранулалари



5.78-расм. Қўзғалмас қатламли адсорбер.
1-кобик; 2-колосникли панжара; 3-халқасимон труба; 4-адсорбент.



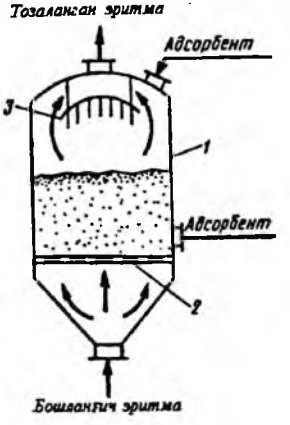
5.79-расм. Халқасимон адсорбент қатламли адсорбер.
1-кобик; 2,3-ички ва ташки цилиндрсимон панжара; 4-адсорбент.

юкланади. Қурилманинг пастки қисмидаги люклар орқали эса, ишлатиб бўлинган адсорбент тўкилади. Бу турдаги адсорберлар буғ-газ аралашма ва суюқлик эритмаларини тозалаш учун ишлатилади. Бошланғич аралашма ва ўткир буғни узатиш учун адсорберда тегишли штуцерлар ўрнатилган. Одатда, бошланғич эритма адсорбернинг ҳалқасимон трубаси 3 орқали пастдан юқорига ҳаракатлантирилади. Буғ-газ аралашмаси эса, юқоридан пастга қараб узатилиши мумкин. Бундай қурилмаларда, десорбция жараёнида ўткир буғ ҳалқасимон труба 3 орқали юборилади.

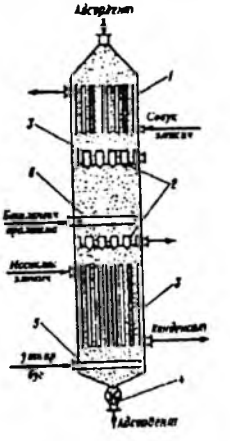
Бу турдаги адсорберларда адсорбция жараёни 4 босқичда ўтади: адсорбция, десорбция, қуритиш ва адсорбентни совитиш. Жараён тугагандан сўнг, ишлатилиб бўлинган адсорбентни қайта тиклаш масаласи пайдо бўлади. Адсорбентдан ютилган моддани десорбциялаш технологик жараённинг зарур босқичидир. Ушбу босқичда бирданига иккита масала ечилади: адсорбентни қайта тиклаш ва моддани ажратиб олиш.

Десорбциялашнинг асосий усули бу тўйинган сув буғи ёрдамида адсорбентдан ютилган компонентни сиқиб чиқариш. Десорбция жараёни тезлигини ошириш учун жараён юқори температураларда ўтказилади.

Вертикал, кўзғалмас ҳалқасимон адсорбент катламли адсорбер - буғ-газ аралашмасидан компонентларни ютиш учун мўлжаланган (5.79-расм). Адсорбер вертикал қобиқ 1 дан иборат бўлиб, унинг ичида ички 2 ва ташқи 3 панжаралар орасига адсорбент 4 жойлашган бўлади. Абсорбция босқичида буғ-газ аралашмаси адсорбернинг пастки қисмига берилади ва ҳалқасимон адсорбент қатламининг кесими бўйича тақсимланади. Адсорбент қатламидан ўтиб, тозаланган буғ-газ аралашма марказий патрубкадан чиқиб кетади. Десорбциялаш босқичида сув буғи адсорбернинг марказий патрубкаси орқали узатилади. Десорбцияланган компонент ва сув буғларининг аралашмаси қурилманинг пастки қисмидаги штуцер орқали чиқарилади.



8.83-расм. Мавҳум қайнаш қатламли адсорбер.
1-қобиқ; 2-тақсимловчи тешикли панжара; 3-сепаратор.



8.84-расм. Ҳаракатчан адсорбент қатламли адсорбер.
1-совуткич; 2-тақсимловчи тарелка; 3-иситкич; 4-шлюзли тамба; 5-ўткир буғ тақсимлагич; 6- бошланғич эритма тақсимлагич.

Адсорбентни қуритиш учун иссиқ, совитиш учун эса - совуқ ҳаво юборилади. Адсорбент совутилгандан сўнг цикл яна қайтадан такрорланади. Адсорбентни юклаш қурилманинг тепасидаги люк, тўкиш эса-пастки течка орқали амалга оширилади.

Мавҳум қайнаш қатламли адсорбер – майда, донадор адсорбент билан тўлдирилган бўлади (8.83-расм).

Бошланғич аралашма адсорбент заррачасининг мавҳум қайнаш тезлигидан каттарок тезликда газ тақсимловчи тешикли панжара 2 остига узатилади. Натижада, адсорбент қатлами кенгаяди ва сўнг мавҳум қайнаш ҳолатига ўтади. Адсорбция жараёнини мавҳум қайнаш қатламида ўтказиш масса алмашиниш жараёнини интенсивлашга ва жараён давомийлигини кискаришига олиб келади.

Реактор типидаги адсорбер - механик ёки пневматик аралаштириш мосламали бўлади.

Адсорбер цилиндр қобиқ ва эллиптик тублардан иборатдир. Қобиқ ичида парракли аралаштиргич айланади. Адсорберга эритма қурилма тепа қисмидаги люкдан қуйилади, адсорбент эса ўша қисмида жойлаштирилган люкдан юкланади. Суспензия эса, қурилманинг пастки патрубкасидан тўкилади ва фильтрга узатилади. У ерда суспензия компонентларга ажратилади. Ишлатиб бўлинган адсорбент қайта тиклаш учун десорберга йўналтирилади. Адсорбцион қурилмалар даврий ишлайдиган бир нечта адсорбердан иборат бўлади. Бир нечта адсорбер адсорбция босқичида ишласа, қолганлари эса - адсорбентни қайта тиклаш босқичида ишлатилади.

Узлуксиз ишлайдиган адсорберлар сиқиқ (зич) ҳаракатланувчи ва мавҳум қайнаш қатламли бўлади.

Ҳаракатчан донадор адсорбент қатламли адсорберлар- бу ичи бўш колонна типидаги қурилма бўлиб, унда тўсиқлар, қуйилиш патрубкалари ва узатувчи мосламалар ўрнатилган.

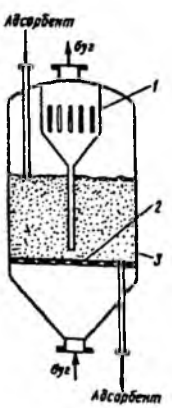
8.84-расмда буғ-газ аралашмасини тозалаш ва тақсимловчи тарелкалардан таркиб топган. Бу турдаги адсорберда адсорбент узлуксиз циркуляция қилиб туради ва газдаги ютилувчи компонент адсорбентга ўтади.

Адсорбентнинг биринчи секцияси бўлмиш совуткичда қайта тикланган адсорбент совутилади. Ушбу секция қобиқ-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси кўринишида ясалган. Совуқлик элткич совуткичнинг трубаларо бўшлиғига узатилса, адсорбент эса - трубалар ичида ҳаракатланади.

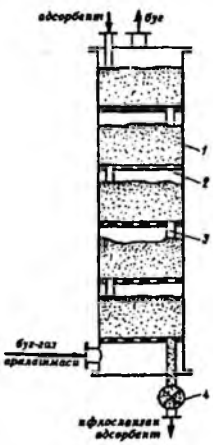
Иккинчи секция адсорбер вазифасини бажаради. Бу ерда адсорбент буғ-газ аралашмаси билан тўқнашувда бўлади. Биринчи секциядан иккинчисига адсорбент патрубка ва тақсимловчи тарелкалар орқали ўтади. Қайд этилган мосламалар адсорбент қурилма кўндаланг кесими бўйича бир хилда таксимлаш ва иккала секция орасида тамба ва ажратиб турувчи восита сифатида хизмат қилади. Ундан кейин, ишлатиб бўлинган адсорбент десорбция секциясига ўтади ва у ерда десорбцияловчи элткич (ўткир буғ) билан ўзаро таъсирда бўлиб қиздирилади. Қайта тикланган адсорбент шлюзли тамба орқали чиқариб юборилади.

Мавҳум қайнаш қатламли адсорберлар бир ва кўп поғонали бўлади.

Бир поғонали, мавҳум қайнаш қатламли адсорбер конструкцияси 8.85-расмда келтирилган. Бундай қурилмаларда адсорбент мавҳум қайнаш ҳолатида бўлади ва у узлуксиз равишда тегишли панжара устига узатилиб турилади.



8.85-расм. Узлуксиз ишлайдиган, бир поғонали мавҳум қайнаш қатламли адсорбер.
1 - қобиқ; 2 - газ тақсимлагич, 3 – чанг йиғгич.



8.86-расм. Кўп поғонали, мавҳум қайнаш қатламли адсорбер.
1 - қобиқ; 2 – газ тақсимловчи тешикли панжара; 3 - қуйилиш патрубкаси; 4 – шлюзли тамба.

Адсорбер вертикал цилиндр қобиқдан ва уни ичига ўрнатилган сепаратор ва газ тақсимловчи панжарадан иборат. Сепаратор чанг ушлаш вазифасини бажаради. Адсорбент қурилманинг тепасидаги труба орқали юкланади ва цилиндрик қобиқнинг паст қисмида

ўрнатилган штуцердан чиқарилади. Бошланғич буғ-газ аралашмаси қурилманинг конуссимон тубидаги штуцердан тегишли панжара остига юборилади. Албатта, буғ-газ аралашманинг тезлиги адсорбент заррачасининг мавҳум қайнаш тезлигидан юқори бўлиши керак. Адсорбент билан ўзаро таъсирда бўлган буғ-газ аралашмаси сепаратордан ўтиб, тепа қисмидаги штуцердан чиқиб кетади.

Бундай адсорберларда адсорбент заррачалари интенсив аралашади ва катламда бўлиш вақти ҳар хилдир. Бу эса, адсорбентнинг нотекис тўйинишига сабабчи бўлади.

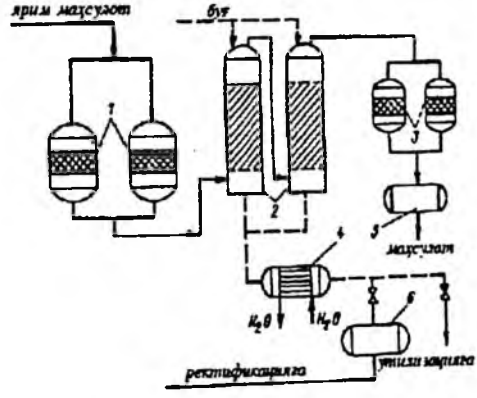
Ундан ташқари, фазаларнинг йўналиши бир томонлама бўлса, газ фазасида адсорбент катламидаги ўртача концентрацията мос келадиган мувозанат ҳолидаги концентрациядан кам бўлган адсорбтивнинг концентрациясига эришиш анча мураккаб.

Бир поғонали адсорбер камчиликлари кўп поғонали, қарма-қарши йўналишли қурилмаларда бартараф қилинган.

Кўп поғонали, мавҳум қайнаш қатламли адсорбер 8.86-расмда тасвирланган. Бу қурилма колонна типида бўлиб, ичида қуйилиш патрубкали газ тақсимловчи тегишли панжаралар жойлаштирилган. Қуйилиш патрубкалари бир вақтнинг ўзида тамба вазифасини ўтайди, яъни газ оқимини ўзидан ўтказмайди. Адсорбент қурилманинг тепасидаги штуцердан энг юқори тарелкага узатилади ва ундан сўнг пастда ўрнатилган тарелкаларга қуйилиш патрубкаси орқали бирин-кетин ўтади. Энг пастдаги тарелкадан шлюзли тамба орқали ташқарига чиқариб юборилади.

Бошланғич буғ-газ аралашма эса адсорбернинг пастки қисмидаги штуцердан киритилади ва тепадагидан чиқарилади.

Бу турдаги қурилмаларда буғ-газ аралашма кўндаланг кесим бўйлаб бир текисда тақсимланади ва фазалар ўртасида интенсив масса алмашиниш юз беради. Натижада, адсорбентнинг тўйиниши бир хил ва энг катта ютиш қобилиятига эга бўлади.



8.87-расм. Қўзғалмас фаолланган кўмир катламида сув-спирт аралашмасини тозалаш қурилмасининг схемаси.
1,3-фильтрлар; 2-адсорберлар; 4,6-йиғгичлар;
5-конденсатор-совутқич.

Бир поғонали адсорберлардан фаркли, кўп поғонали қурилмалар идеал сикиб чикариш схемасида ишлайди. Бу ҳол адсорбция жараёнини фазалар қарама-қарши йўналишида олиб бориш имконини яратади.

Фаолланган кўмир қўзғалмас қатламда сув-спирт аралашмасини тозалаш схемаси 8.87-расмда келтирилган. Аввал сув-спирт аралашмаси қумли ёки керамик фильтрда тозаланади, сўнг эса адсорберларда тиндирилади. Битта цилиндрик адсорбердаги фаолланган кўмир массаси 250...300 кг. Кўмир қурилманинг газ тақсимловчи тешикли панжарасига юкланади. Сув-спирт аралашмаси эса, газ тақсимловчи панжара остига юборилади.

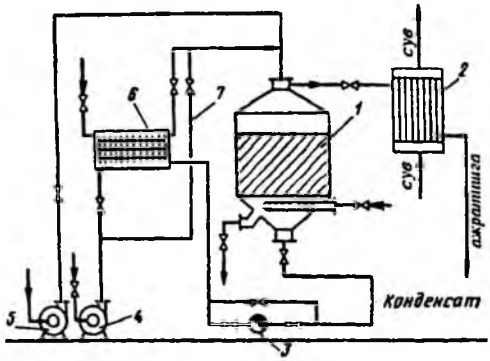
Янги ёки қайта тикланган адсорбентли адсорберга сув-спирт аралашмаси ароқнинг навига қараб 30...60 дал/г миқдорга узатилади. Эксплуатациядаги адсорбер адсорбентни қайта тиклаш режимига бир йилда 3...4 марта ўтказилади. Ишлатиб бўлинган фаолланган кўмир адсорберда 115°С температурада қайта тикланади. Бунинг учун юқоридан пастга қараб тўйинган сув буғи ҳайдалади.

Битта адсорбердан қуввати 55...60 % ли 50...60 дал спирт ҳайдаб олиш мумкин. Иккита даврий ишлайдиган адсорбер қурилманинг узлуксиз ишлашини таъминлайди. Десорбциялаш

жараёни давомийлиги 3...4 соат, 1 кг кўмирни тиклаш учун 4 кг сув буғи сарфланади. Қайта тиклашдан сўнг, адсорбент совутилади ва иссиқ ҳаво билан қуритилади.

Саноат миқёсида фаолланган кўмирни қайта тиклаш барабанли ўтхоналарда 800...850°С температурада олиб борилади. Қуйдириш жараёнида фаолланган кўмирнинг йўқотилиши 20% ни ташкил этади. ***Буғ - ҳаволи аралашмани органик моддалардан тозалаш адсорбцион қурилмаси*** 8.88-расмда тасвирланган.

Ушбу схеманинг асосий қурилмаси адсорберлар бўлиб, улар галма-гал ишлайди. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, битта қурилмада адсорбция, иккинчисида эса - десорбция жараёни кечади. Адсорберга киришда аввал буғ-ҳаволи аралашма чанглардан тозалаш учун фильтрланади.



8.88-расм. Буғ-ҳаво аралашмасини тозалаш учун адсорбцион қурилма схемаси.

1-адсорбер; 2-совуткич; 3-конденсат чиқаргич; 4,5-вентиляторлар; 6-иссиқлик алмашиниш қурилмаси; 7- айланма линиялари.

Портлаш хавфини бартараф қилиш мақсадида, фильтрдан кейин ёнғин тўсқич ва сақловчи мембрана ўрнатилади. Ушбу мосламада босим миқдори рухсат этилгандан ошиб кетмаслигини таъминлаб беради. Адсорберга буғ-ҳаво аралашмаси вентилятор ёрдамида узатилади ва адсорбент катламининг тепа қисмидан кириб, пастидан чиқиб кетади. Десорбция жараёнида ўткир буғ адсорбернинг пастки қисмига юборилади. Адсорбердан чиқаётган буғлар конденсацияланади ва конденсат ажратиш учун сепараторга ёки ректификацияга узатилади. Адсорбентни қуритиш учун иссиқлик алмашиниш қурилмасидаги иситилган ҳаво адсорберга юборилади. Адсорбентни совитиш учун вентилятор 1 ёрдамида айланма линия 7 орқали совуқ ҳаво ҳайдалади.

Агар, адсорбцион схемада бир нечта адсорбер бўлса, қурилма узлуксиз равишда ишлайди.

8.20. Ион алмашиниш жараён ва қурилмалари

Электролит эритмалари билан ўзаро таъсири пайтида ион алмашиниш қобилиятига эга адсорбентлар (ионитлар) таркибидаги фаол ионларнинг эритмадаги ионлар билан алмашиши **ион алмашиниш жараёни** деб номланади.

Ион алмашиниш жараёнининг қўлланиш соҳаси жуда кенг, чунки у сувли эритмалардан бегона ионларни йўқотиш ва минералсиз (юмшоқ, тузсиз) сувлар олишда ишлатилади. Бу усулда тозаланган сув ичиш учун, ҳамда ўта тоза модда ишлаб чиқариш саноатида қўлланилади. Ундан ташқари, иссиқлик электр станциялари учун сувни тайёрлашда, атом электр станцияларининг оқава сувларини тозалашда ҳам, ион алмашиниш жараёнидан фойдаланилади.

Кимё ва нефт-газ саноатларининг турли соҳаларида айрим маҳсулотларни тайёрлашда ушбу жараён жуда кўп ишлатилади. Масалан, қанд ишлаб чиқариш саноатида ионлар шарбат ва киёмларни, бегона моддалардан тозалаш имконини беради. Виночиликда вино таркибидан кальций ва темирни ажратиб олишда, сутни кальций ва бошқа метал ионларидан тозалашда, ёғ-мой саноатида ўсимлик мойларини тозалашда, қимматбаҳо металларни ажратиб олишда, медицина, металлургияда ионитлар жуда катта самара беради. Техник-иқтисодий кўрсаткичлари бўйича ион алмашиниш жараёни экстракция, ректификация ва бошқа жараёнлар билан рақобат қила олади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ушбу жараёнда ионит ва эритма орасида ион алмашиниш юз беради. Бунда, эритмадаги ионлар ионит юзасига, ионит юзасидаги ионлар эса, эритмага ўтади. Ионитлар сифатида каттиқ, сувда ва органик эритувчиларда эримайдиган табиий ва сунъий материаллар ишлатилади. Ионитлар шарсимон шаклда, майда донадор, гранула ҳолатида бўлади. Уларнинг ион алмашиниш хоссалари алмашиниш ҳажми билан характерланади, яъни 1 г ионит билан алмашаётган миллиграмм-эквивалент ион сони билан ифодаланади. Ионитлар кимёвий таркиби ва тузилиши билан фарқланади. Алмашадиган ион зарядлар ишорасига қараб, ионитлар катионит ва анионитларга бўлинади. Эритмада ионизация даражасига қараб катионитлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: кучли ва кучсиз кислотали. Анионитлар эса, юқори ва паст асосли гуруҳларга бўлинади.

Ғоваклилик даражасига қараб синтетик ионитлар гелли ва макроковакли бўлади. Макроковакли ионитлар ривожланган ғовак тузилишли бўлиб, солиштирма юзаси катта бўлади. Натижада, гранула ичида моддалар кўчиши юқоридир. Катта алмашиниш ҳажми, механик мустаҳкам, сувда ва органик суюқликларда эримайдиган, қайта тикланадиган сунъий ионитлар яратилиши билан ион алмашиниш технологияси жуда кенг таркала бошлади. Катионитлар кислота характерли ва мусбат зарядли ионларини алмаштириш қобилиятига эга. Катионитлар таркибида қуйидаги: SO_3^{2-} - сульфо, $HCOO^-$ - карбоксил, PO_3H^{2-} - фосфон гуруҳлари бўлиб, манфий заряд олиб келади. Анионитлар таркибида қуйидаги: NH_3^+ - амидо, NH_2^+ - амино гуруҳлари бўлиб, мусбат заряд олиб келади. Ионитлар механик мустаҳкамлиги юқори, таъсир этаётган суюқликда эримаслиги ва уни ифлослантирмаслиги керак. Физик - кимёвий жиҳатдан ионитлар мураккаб система бўлиб, унда бир вақтнинг ўзида кўпгина ўзаро таъсирлар бўлади. Шунинг учун, ион алмашиниш назариясида, ионитларнинг табиати ва унда бўладиган ўзаро таъсирларни ҳисобга олмаган мувозанат ҳолатидаги хоссалари кўриб чиқилади.

Ион алмашиниш жараёнини характерловчи ионитларнинг мувозанат хоссаларини ифодалаш учун термодинамик усуллардан фойдаланилади. Бунда, ҳамма ионитлар учун умумий белгилар ажратилади:

а) ионит - эритма системаси икки фазали, гетероген системадир;

б) ионит фазасида битта ёки бир нечта муайян ҳолатда маҳкамланган ион бўлиб, манфий ёки мусбат зарядлар олиб келади;

в) ионлар ионит - эритма фазалар чегарасини кесиб ўтолмайди;

г) ионит фазаси таркибида антиионлар бўлади ва улар ионит - эритма фазаларни ажратувчи чегарани кесиб ўта олади;

д) мувозанат ҳолатидаги эритма ионит фазасида бошқа заррачалар ҳам бўлиши мумкин, масалан, эритувчи молекулалари.

Ион алмашиниш жараёни бошланиши учун мувозанат ўнг томонга силжитилиши керак, яъни ион алмашиниш реакцияларининг кимёвий мувозанат константаси бирдан анча катта бўлиши керак. Ион алмашиниш жараёнини гетероген кимёвий реакция деб қараш ва мисол тариқасида қуйидаги тенгламаларни келтириш мумкин:

а) катионли алмашиниш:

$$RH + Na^+ \Leftrightarrow H^+ + RNa \qquad (8.185)$$

б) анионли алмашиниш:

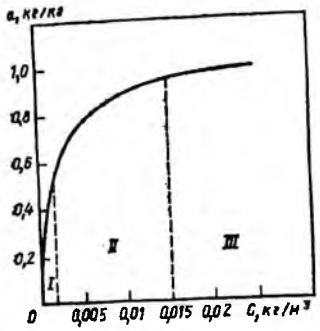
$$2RCl + SO_4^{-2} \Leftrightarrow R_2SO_4 + 2Cl^- \qquad (8.186)$$

Катионит ва анионитлар орасидаги оралиқ ҳолатни амфолитлар эгаллайди. Унинг таркибида кислотали ва асосий ионоген гуруҳлар бўлиб, катионит ва анионит вазифаларини бажаради.

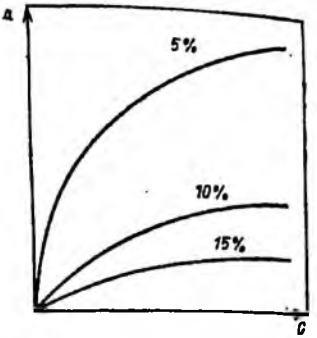
Ионит - эритма системанинг мувозанати мувозанат коэффициенти билан характерланади. Коэффициентнинг катталиги ташқи омилларга, яъни мувозанатдаги эритма концентрацияси, температураси ва босимга боғлиқ.

Ион алмашиниш жараёнида мувозанат. Мувозанат изотермалари ионитларнинг мувозанат алмашиниш ҳажми ва унинг танловчанлиги тўғрисида маълумот беради. Ион алмашиниш жараёнидаги мувозанат нисбатлари Ленгмюр (8.187) ёки Фрейндлих (8.188) формулалари билан ифодаланиши мумкин:

$$a = \frac{K \cdot \alpha \cdot c}{1 + kc} \qquad (8.187)$$



8.89-расм. ЭДЭ - 10П анионитда лимон кислотасининг мувозанат изотермалари.



8.90-расм. Турли миқдордаги дивинилбензол сульфополистиролли смола учун мувозанат изотермари.

$$a = \beta \cdot c^{1/p} \tag{5.188}$$

Одатда, мувозанат изотермалари жараённи ҳаракатга келтирувчи кучини аниқлашда қўлланилади. (8.187) тенгламани ифодаловчи эритмаларнинг типик сорбциялаш изотермалари 8.89-расмда келтирилган. Кўриниб турибдики, мувозанат конценрациялар қисми 3 та зонага ажратилиш мумкин. Биринчи зона паст концентрациялар зонаси бўлиб, у тўғри чизиқли иккинчи зона - Ленгмюр тенгламалари ва учинчиси эса - эритма концентрациясига боғлиқ бўлмаган ва тўйиниш ҳолатларини ифодалайди/ Мувозанат ҳолатига ионит ва ютилаётган ионлар табиати, температура ва электролит эритмасининг *pH* миқдорига таъсир кўрсатади.

Масалан, сульфополистирол смоласидаги дивинилбензолнинг миқдори изотерма ҳолатига юқори даражада боғлиқ (8.90-расм). Эритманинг *pH* миқдори мувозанат ҳолатга турлича таъсир этади. *pH* ортиши билан катионитлар ҳажми кўпаяди, анионитларники эса - камаяди. Ион алмашиниш жараёни қуйидаги кетма- кет босқичлардан иборат: ионит чегаравий қатлам юзасидан ютилаётган ион диффузияси; ионит ичида ион диффузияси; ионитда десорбцияланган ион диффузияси; суюқлик чегаравий қатлам юзасидан десорбцияланган ионнинг суюқлик фаза ядросига диффузияси. Ушбу таклиф этилган схема, ион алмашиниш жараёнининг чегараловчи босқичини топиш имконини беради.

Ион алмашиниш кинетикаси. Жараёнда қатнашаётган жами ҳодисалар мураккаблигига қарамасдан. ион алмашиниш кинетикасини ифодаловчи тенглама содда кўринишга эга. Кимёвий реакция тезлиги қолган босқичларда ион алмашиниш тезлигидан жуда катта ва у жараён тезлигига таъсир қилмайди деб тахмин қилинади. Ион алмашиниш кинетикаси қуйидаги тенглама орқали ифодаланиши мумкин:

$$\frac{dM}{Vd\tau} = \beta_V (c - c_м) \tag{8.189}$$

бу ерда β_V - масса бериш коэффициенти, 1/с

Масса бериш коэффициентини ҳисоблаш учун $10 < Re < 100$ ораликда ушбу тенглама тавсия этилади:

$$\beta = 1{,}85 \frac{w}{\varepsilon} \left(\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon} \right)^{0{,}33} \cdot \mathrm{Re}_m^{-0{,}56} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}66}$$

ёки

$$Nu_д = 28{,}4 \cdot Re^{0{,}41} \tag{8.190}$$

бу ерда w - суюқлик тезлиги; $Re_m = wd_0 \cdot \rho_c / (1-\varepsilon)\mu$ - модификациялашган Рейнольдс критерийси; $d_э$ - ионит грануласи диаметри, м; ρ_c - суюқлик фаза зичлиги, кг/м³; ε - говаклилик; μ - динамик қовушоқлик коэффициенти, Па·с; Pr - Прандтл критерийси.

Саноат миқёсидаги технологияларда ион алмашиниш қурилмалари 2 хил: даврий ва узлуксиз ишлайдиган бўлади. Даврий ишлайдиган қурилмалар ўз навбатида қўзғалмас ва мавҳум қайнаш ионит қатламли бўлади. Узлуксиз ишлайдиган қурилмалар ҳаракатчан ионит қатламли ва

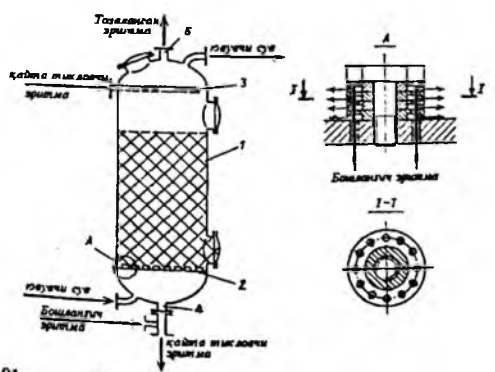
погоналарда мавҳум қайнаш қатламли бўлади.

Даврий ишлайдиган, кўзғалмас ионит қатламли ион алмашиниш қурилмаси 8.91-расмда келтирилган. Қурилма цилиндрик кобиқ 1 ва тақсимловчи мослама 2,3 лардан таркиб топган. Пастки тақсимловчи мослама 3 тиркишли қалпоқчали тарелка кўринишида бўлиб, унда кўзғалмас ионит қатлами жойлаштирилади. Қайта ишланадиган эритма эса, қурилма пастки қисмидаги штуцер 4 орқали узатилади ва газ тақсимловчи тешикли панжарадан ионит қатламига ўтади. Қурилманинг тепа (бўш) қисмида тозаланган эритма тўпланади ва юқоридаги штуцер 5 дан чикарилади. Ион алмашиниш жараёни тугагандан сўнг, қурилма тўхтатилади ва ионит қайта тикланади. Бунинг учун аввал ионитдан эритма ювиб ташланади ва ундан кейин махсус эритувчи ёрдамида тозаланади. Одатда, қайта тикловчи эритувчи, эритма йўналишига карама - қарши харакатлантирилади. Кейин эса, яна ионит қатлами сув билан ювилади. Иккинчи ювишдан мақсад махсус эритувчини йўқотишдир, яъни ионитдаги туз, кислота ва ишқор эритмаларининг қолдикларини сув ёрдамида тозалашдир. Сўнг қурилма ион алмашиниш циклига тайёр бўлади.

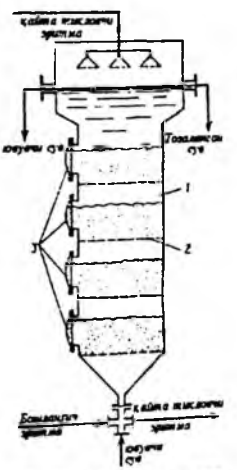
Даврий ишлайдиган секцияли, мавҳум қайнаш ионит қатламли ион алмашиниш қурилмаси 8.92-расмда кўрсатилган. Ион алмашиниш қурилмаси колонна 1 ва уни бир неча секцияга ажратувчи тешикли панжара 2 лардан таркиб топган. Қурилмани секциялаш мавҳум қайнаш жараёнида ионитларни кўндаланг ҳаракатланишини камайтиради ва идеал сикиб чикариш режимини таъминлайди. Маълумки, бу режимда жараён максимал харакатга келтирувчи кучга эга.

Қурилма люклари 3 орқали ионит юкланади ва ундан сўнг бошланғич эритма ўзаро таъсир учун юборилади. Ионит ютилган моддалар билан тўйингандан сўнг, у ювилади ва қайта тикланади.

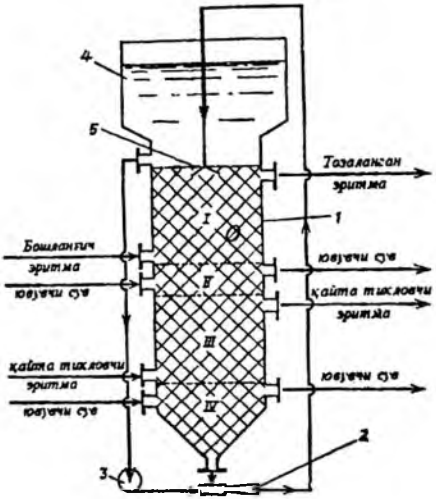
Узлуксиз ишлайдиган, харакатчан ионит қатламли ион алмашиниш қурилмаси 8.93-расмда тасвирланган. У куйилиш патрубкалари билан тўрт секцияга бўлинган колонна 1 типидаги қурилмадир. Қайта тикланган ионит қурилманинг пастки қисмидан инжектор 2 га тушади. У ерга насос 3 ёрдамида қурилманинг чўктириш қисми 4 дан ишлатиб бўлинган эритма ҳам хайдалади. Гидротранспортловчи суюқлик вазифасини бажарувчи бу қисми, рециркуляция системасига уланган. Ионит пульпаси инжектор 2 дан сорбциялаш секцияси 1 га узатилади. Ундан ташқари, шу секцияга бошланғич эритма ҳам юборилиб, тозаланган суюқлик эса, қурилманинг тепасидан чикарилади. Узатилиши зарур суюқлик улуши фильтр тўсиқ 5 дан қурилманинг инжектор қисми 4 га ўтади ва насос 3 ёрдамида инжектор 2 га хайдалади.



8.91-расм. Кўзғалмас ионит қатламли даврий ишлайдиган ион алмашиниш қурилмаси.
1 - кобиқ; 2 - тиркишли қалпоқча типидаги тақсимловчи тарелка; 3 - тақсимлагич; 4,5 - дастлабки эритманинг кириш ва тозаланган эритма чиқариш штуцерлари.

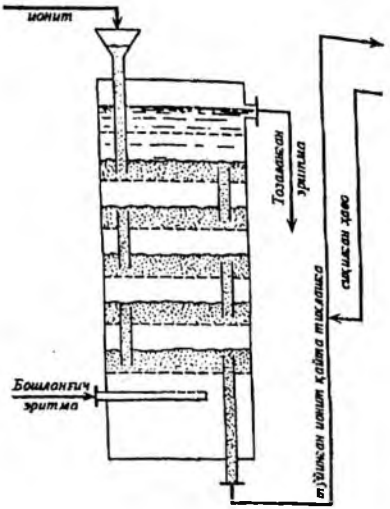


8.92-расм. Даврий ишлайдиган секцияли, мавҳум қайнаш ионит қатламли ион алмашиниш қурилмаси. 1 - кобиқ.
2 - тешикли панжара; 3 - люклар



8.93-расм. Узлуксиз ишлайдиган, ҳаракатчан ионит қатламли ион алмашинуш қурилмаси.

1 - кобик; 2 - инжектор; 3 - насос; 4 - чўктиргич; 5 - фильтр тўсиқ. I, II - ионит сорбциялаш ва қайта тиклаш зоналари, III,IV - ионитни сув билан ювиш зоналари.



8.94-расм. Узлуксиз ишлайдиган, кўп поғонали мавҳум қайнаш ионит қатламли қурилма схемаси.

Ишлатиб бўлинган ионит сорбциялаш секциясининг I қуйилиш тарелкасидан ювилиш секция II га ўтади. У ерда ионит сув билан ювилади. Ундан кейин, худди шундай қилиб, ионит III секцияга ўтади ва қайта тикловчи эритма билан ўзаро таъсирда бўлади. Сўнг, қайта тикланган ионит ювиш секцияси IV га ўтади, у ерда эритмадан тозаланади ва инжектор 2 га йўналтирилади ва цикл қайтадан такрорланади.

Узлуксиз ишлайдиган, кўп поғонали мавҳум қайнаш ионит қатламли қурилма схемаси 8.94-расмда кўрсатилган. Схемадан кўриниб турибдики, ионитнинг мавҳум қайнаш жараёни поғоналарда, элаксимон тарелкаларда ташкил этилади.

Фазаларнинг йўналиши карама - қарши бўлади. Тозаланган эритма қурилманинг тепа, ионит эса - пастки қисмидан чиқарилади. Бу турдаги қурилмаларда эритма тезлиги ионит заррачаларининг мавҳум қайнаш бошланиши тезлигидан каттароқ бўлади. Одатда эритма пастдан юқорига қараб ҳаракатланади. Ушбу колоннада фақат сорбция жараёни ўтказилади. Ютилаётган компонентга тўйинган ионит пульпа ҳолатида сиқилган ҳаво ёрдамида қайта тиклашга узатилади. Қайта тикланган ионит шнек ёрдамида қурилманинг тепа қисмига қайтарилади.

8-боб. Адсорбция бўйича
Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Адсорбция жараёнининг моҳияти нимада?
2. Адсорбент ва адсорбтив нима?
4. Десорбция қандай жараён?
5. Кимёвий реакция билан кечадиган адсорбция нима деб номланади?
6. Адсорбентлар турлари ва уларнинг асосий кўрсаткичлари.
7. Адсорбентлар неча гуруҳга бўлинади?
8. Ле-Шателье принципи нимани ифодалайди?
9. Адсорбция жараёнини ташкил этиш усуллари.
11. Кўзғалмас қатламли адсорбер тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
12. Ҳалқасимон қатламли адсорбер тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
13. Мавҳум қайнаш қатламли адсорбер тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
14. Ҳаракатчан адсорбент қатламли адсорбер тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
15. Кўп поғонали мавҳум қайнаш қатламли адсорбер тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
16. Адсорберларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.

«ҚАТТИҚ ЖИСМ - СУЮҚЛИК» СИСТЕМАСИДА ЭКСТРАКЦИЯЛАШ

8.21. Умумий тушунчалар

Ғоваксимон қаттиқ жисм таркибидан бир ёки бир неча компонентларни ажратиб олиш жараёни **экстракциялаш** деб аталади.

Қаттиқ жисмдан бир ёки бир неча компонентни селекти влик қобилиятига эга бўлган эритувчи ёрдамида ажратиб олиш жараёни **эритиш** деб номланади. Ушбу жараён экстракциялаш жараёнининг хусусий ҳолидир.

Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатларда жуда кўп капилляр-ғовакли жисмлар эритиш жараёни ёрдамида қайта ишланади. Экстракциялаш ишқор, кислота, тузлар, қанд, ўсимлик мойлар, шарбатлар, витаминлар, турли дорилар, рангли ва нодир металлар ва ҳоказоларни олишда ишлатилади. Экстракциялаш жараёнида керакли компонент қаттиқ фазадан диффузия йўли орқали суюқлик фазага ўтади. Бунинг учун шу компонентни эритадиган тегишли эритувчи танлаб олиниши керак. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, экстракциялаш ва эритиш жараёнлари «қаттиқ жисм - суюқлик» системасида олиб борилади. Экстракциялаш 2 босқичда ўтади:

1) компонентнинг қаттиқ жисмлар ички қисмидан ташқи юзасига диффузия йўли билан ўтиши;

2) компонентнинг диффузия жараёни туфайли қаттиқ жисм юзасидан чегаравий қатлам орқали суюқлик фазага ўтиши. Бу жараён нотурғун бўлиб, вақт бўйича ўзгаради.

Эритиш жараёнининг тезлиги фақат иккинчи босқичнинг қаршилигига боғлиқ, чунки биринчи босқичда қаршилик умуман бўлмайди. Шунинг учун, эритиш жараёни экстракциялашга қараганда анча тез боради.

Саноат технологик жараёнларида эритувчилар сифатида қуйидаги суюқликлар ишлатилади: сув - қанд лавлагидан шакарни, ҳамда кофе, чойни экстракциялаш учун: спирт ва спирт-сувли аралашмалар ликер - арок дамламаси ва пиво - алкоголсиз ичимликлар ишлаб чиқариш саноатида; бензин, трихлорэтан, дихлорэтан - ёғ ва эфир мойларини ишлаб чиқаришда. Ундан ташқари, сув ва айрим ноорганик кислоталарнинг эритмалари ҳам, эритувчи сифатида ишлатилади. Бундай жараёнлар **ишқорланиш** деб номланади. Ишқорланиш минерал хом - ашёларни кимёвий қайта ишлаш йўли билан қимматбаҳо компонентларни олиш учун қўлланилади.

Эритиш жараёни технологик схемаларида фильтрлаш, буғлатиш ва кристаллаш каби жараёнлардан аввал ишлатилади ва у биринчи босқич бўлиб ҳисобланади.

8.22. Эритиш жараёни статикаси ва кинетикаси

Жараённинг механизми шундаки, эритувчи қаттиқ жисм ғовакларига кириб боради ва ажратилиши керак бўлган моддани эритади.

Эритилган модданинг кимёвий потенциали ва унинг қаттиқ жисмдаги кимёвий потенциалига тенглашганда эриш жараёни мувозанат ҳолига келади. Тўйиниш ҳолатига оид эритманинг концентрацияси **эрувчанлик** деб аталади.

Қаттиқ жисмнинг ташқи юзасидаги мувозанат қисқа вақт ичида ўрнатилади. Шунинг учун, масса алмашиниш жараёнларни таҳлил қилишда, "қаттиқ жисм - эритувчи" системасининг фазаларараро юзасидаги концентрацияси тўйинган эритма концентрацияси $y_{кр}$ га тенг деб қабул қилинади.

Эритиш жараёни кинетикасининг асосий масаласи фазаларнинг ўзаро тўқнашиш вақтини аниқлашдир. Фазалар тўқнашиш вақти маълум бўлгандан сўнг, экстракторларнинг асосий ўлчамлари ҳисобланади.

Эритиш жараёнида масса алмашинишга қаттиқ жисмнинг ички тузилиши: капилляр шакли ва ўлчами (8.63б-расм), заррачалар кимёвий таркибига катта таъсир кўрсатади (8.63а-расм). Қаттиқ жисмнинг ички тузилиши масса ўтказиш тезлигига ҳам катта таъсир этади.

Қаттиқ ғоваксимон заррачалар ўзида мақсадли, керак компонентни қаттиқ ҳолатида сақлайди. Мақсадли компонентнинг заррача ҳажмида тақсимланиши турли вариантларда бўлиши мумкин. Кўпчилик ҳолларда, ғоваксимон жисм ҳажмида ажратиб олинадиган компонент бир текисда тақсимланган бўлади. Экстракция жараёнида мақсадли компонентнинг ҳажми систематик равишда камайиб боради (8.64-расм).

Мақсадли компонент ажратиб олинган ҳажм (R-r_0) да, шу компонент экстрагентда эриган ҳолда бўлади. Вақт ўтиши билан ушбу ҳажм улуши ортиб боради.

Эритиш жараёни мураккаб жараён бўлиб, эритувчини қаттиқ жисм ковакларига диффузияси, ажратиб олинаётган моддаларни эритиш, қаттиқ жисм капиллярлари орқали фазаларни ажратувчи юзага экстракцияланаётган модданинг диффузияси ва фазаларни ажратувчи юзадан экстрагент оқими ядросига массанинг ўтиши каби босқичлардан иборат.

Жараённинг қайд этилган 4 босқичидан охирги иккитаси масса алмашинишнинг умумий тезлигини чегаралайди. Чунки, биринчи ва иккинчи босқичларнинг масса алмашиниш тезлиги, охирги иккитасиникига караганда анча юқоридир.

Шундай қилиб, масса алмашиниш жараёнининг умумий диффузия қаршилиги қаттиқ жисм ва эритувчиларнинг ички диффузион қаршиликлари йиғиндисидан иборат.

Капиллярлар - ғовак жисм ичидан модданинг диффузия тезлиги ушбу тенглама билан ифодаланади:

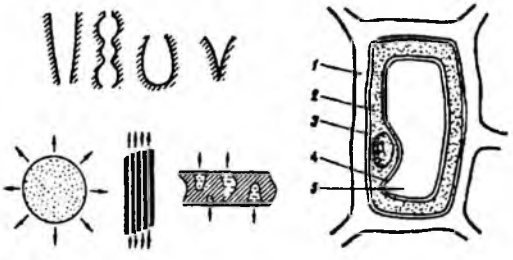
$$i = -\frac{dM}{Fd\tau}$$

Фазаларни ажратувчи юзадан оқим ядросига масса бериш тезлиги (8.17) тенглама ёрдамида аниқланади.

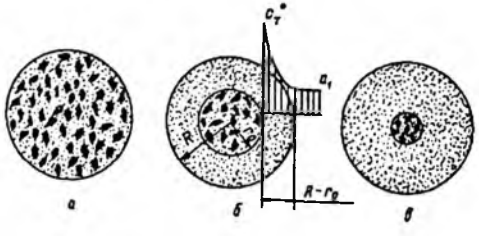
Масса ўтказувчанлик ва бериш тезликлари орасидаги нисбатни баҳолаш учун Био критерийсидан фойдаланилади:

$$Bi = \frac{\beta \cdot l}{D}$$

Айниқса, капиллярлар - ғовак жисмларда масса ўтказувчанлик тезлиги жуда кичик бўлади. 8.63в-расмда ўсимлик ҳужайрасининг тузилиши кўрсатилган.



8.63-расм. Ғоваксимон қаттиқ жисм тузилиши (а), коваклар тури (б) ва ўсимлик ҳужайраси (в).
1 – ҳужайра қобиғи; 2 – протоплазмалар;
3,4 – ўтказувчан мембраналар; 5 – вакуоль.



8.64-расм. Қаттиқ ғоваксимон жисмнинг экстракция жараёнида тузилишининг ўзгариши.

Масса ўтказувчанлик коэффициенти қаттиқ жисмнинг ички тузилишига, экстрагентнинг физик хоссалари, экстракцияланаётган модданинг концентрацияси ва жараён температурасига боғлиқ. Масса ўтказувчанлик коэффициентининг юқорида қайд этилган омилларга боғлиқлиги

тажрибавий усулда топилади.

Асосий диффузион қаршилик суюқлик фазада мужассам бўлган ҳолларда, жараённи ифодалаш учун (8.17) тенгламалардан фойдаланиш мумкин.

Эритиш жараёнини ҳаракатга келтирувчи куч бўлиб, қаттиқ жисм юзасидаги экстракцияланувчи модда концентрацияси $y_к = y_{тўй}$ ва унинг экстрагентдаги ўртача концентрацияси $y_{ур}$ ларнинг фарқи ҳисобланади.

Ушбу ҳолатда жараённинг тезлиги қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\frac{dM}{Fd\tau} = \beta_y\left(y_{тўй} - y_{ур}\right) \tag{8.154}$$

бу ерда β_y - суюқлик фазадаги масса бериш коэффициенти.

Қалинлиги δ бўлган чегаравий қатламдаги молекуляр диффузия тезлиги Фикнинг 1-қонуни ёрдамида топилади:

$$\frac{dM}{Fd\tau} = D\frac{\left(y_{тўй} - y_{ур}\right)}{\delta} \tag{8.155}$$

бу ерда D - молекуляр диффузия коэффициенти.

Қаттиқ жисмни эритиш жараёни учун проф. А.Н. Шукарев томонидан ушбу формула келтириб чиқарилган:

$$\frac{M}{\tau} = \left(\frac{D}{\delta}\right)F_{ур}\left(y_{тўй} - y_{ур}\right) = \beta_y \cdot F_{ур}\left(y_{тўй} - y_{ур}\right) \tag{8.156}$$

бу ерда $\beta_y = D/\delta$. Тажрибавий усул билан $\delta \approx D^{0,33}$ эканлиги аниқланган.

(8.154) тенгламадан β_y масса бериш коэффициенти $D^{0,66}$ га пропорционаллиги кўриниб турибди. Юқорида келтирилган тенгламаларни инобатга олган ҳолда ва тажриба натижаларини умумлаштириш натижасида, ишқорлаб ажратиш жараёнида масса бериш коэффициенти β_y ни ушбу тенглама ёрдамида топиш мумкин:

$$Nu_д = 0{,}8\,\mathrm{Re}^{0,5} \cdot \mathrm{Pr}^{0,33} \tag{8.157}$$

бу ерда $Nu_д = \beta_y d/D$ - Нуссельт критерийси (d - қаттиқ заррача диаметри); $Re = wdρ/μ$ - Рейнольдс критерийси (w - экстрагент тезлиги; μ - экстрагент динамик қовушоқлиги); $Pr = ν/D$ - Прандтл критерийси.

(8.156) тенгламадан кўриниб турибдики, агар чегаравий қатлам қалинлиги δ камайса, коэффициент β нинг қиймати ортади. Чегаравий қатлам назариясидан маълумки, Рейнольдс сони ортиши, яъни қаттиқ заррачаларга нисбатан экстрагент ҳаракат тезлиги кўпайиши билан диффузион қатлам қалинлиги камаяди.

Демак, самарадор гидродинамик шароит яратиб, ишқорлаб ажратиш жараёнини интенсивлаш мумкин. Ундан ташқари, қаттиқ материални майдалаш ҳам жараённи жадаллашишига олиб келади.

Маълумки, қаттиқ жисмларни майдалаш, масса алмашиниш юзасининг ортишига ва материал ичидан капиллярлар орқали экстракцияланаётган компонент диффузия йўли қисқаришига олиб келади. Температура ортиши билан масса ўтказувчанлик коэффициент кўпайганлиги учун ишқорлаб ажратиш жараёни экстрагентнинг қайнаш температурасига яқин температураларда ташкил этилади. Бундай ҳолатда эритманинг тўйиниш концентрацияси $y_{тўй}$ ортади, бу эса ўз навбатида эритиш ва ишқорлаб ажратиш жараёнларини ҳаракатга келтирувчи кучининг кўпайишига сабабчи бўлади.

Амалий жиҳатдан жараёнларни интенсивлаш учун экстракторлардаги гидродинамик ҳолатни яхшилаш зарур. Масалан, мавҳум қайнаш қатламда қайта ишлаш, пульсация ёки вибрация таъсир эттириш йўллари билан экстракторларда юқорида қайд этилган жараёнлар самарасини кўтариш мумкин. Ундан ташқари, паст частотали тебранишлар ҳам, экстракторларда кечадиган масса алмашиниш жараёнини тезлаштиради.

8.23. Ишқорлаб ажратиш экстракторларининг конструкциялари

Экстракция, эритиш ва ишқорлаб ажратиш учун даврий ва узлуксиз ишлайдиган экстракторлар қўлланилади. Қурилмадаги фазалар ҳаракатига қараб параллел, қарама - қарши ва мураккаб йўналишли бўлиши мумкин.

Суюқлик фазасининг қаттиқ материални ювиб ўтиш ҳаракатига қараб ўзгармас, механик аралаштиргичи бўлган ва мавҳум қайнаш қатламли экстракторлар бўлади.

Экстракторларни танлашда қаттиқ фаза физик-механик хоссалари ва ажраб чиқадиган экстракт концентрацияси ёки тайёр маҳсулот чиқиши ҳисобга олинади.

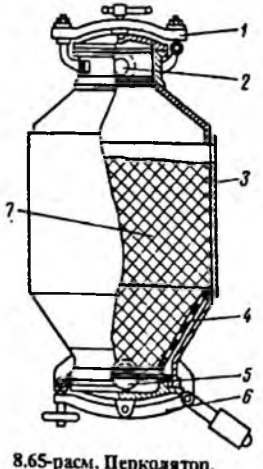
Маълумки, даврий ишлайдиган қурилмалар иш унумдорлиги кам бўлади. Шунинг учун, улар кичик ҳажмли корхоналарда қўлланилади. Лекин, саноат миқёсида кўпинча узлуксиз ишлайдиган қурилмалар ишлатилади. Экстрактор ва эриткич бир-биридан катта фарқланмайди. Агар, қурилма қаттиқ, ғоваксимон жисмни экстракциялаш учун қўлланилса ***экстрактор*** деб номланади. Агар, қурилма қаттиқ ғоваксимон материални эритиш учун ишлатилса, унда у **эриткич** деб аталади.

Экстрактор ва эриткичларга қўйиладиган талаб қуйидагилардан иборат:

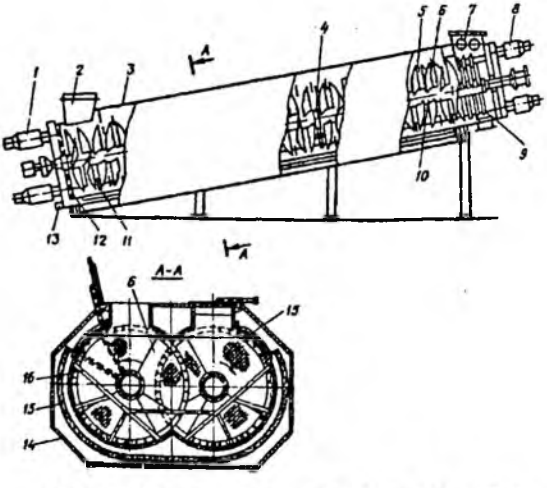
- қурилма ҳажми бирлигига тўғри келган экстрактнинг миқдори, яъни солиштирма иш унумдорлиги катта бўлиши зарур;
- ҳосил бўлаётган эритма концентрацияси иложи борича юқори бўлиши керак;
- энергия сарфи кам бўлиши зарур.

Перколятор - бу даврий ишлайдиган, қўзғалмас қатламли экстрактор (8.65-расм). У конуссимон тубли ва ясси қопқоқли цилиндрик қурилма бўлиб, тубида тешикли панжара ўрнатилган. Ушбу панжарага тепа люкдан майдаланган қаттиқ материал қатлами юкланади.

Ишқорлаб ажратиш жараёни тугагандан сўнг, материал пастки қўтарма люкдан чиқариб юборилади.



8.65-расм. Перколятор.
1-қопқоқ; 2,5-эритувчи учун штуцерлар; 3-кобик; 4-тешикли панжара; 6-қўтарма люк.



8.66-расм. Икки шнекли, оғма диффузион қурилма.

Перколяторлар кетма-кет уланиб батареялар ҳосил қилинади. Батареяга уланадиган перколяторлар сони 4 та дан 15 та гача бўлиши мумкин. Эритувчи перколяторнинг паст қисмидан юқорига насос ёрдамида ҳайдалади. Батареяларда оқимлар йўналиши ҳар доим карама-карши бўлади. Истаган перколяторда ажратиш даражаси белгиланган даражага етиши билан ишлатиб бўлинган материални тўкиш учун батарея ўчирилади ва янги хом-ашё юкланади. Одатда, қурилмадан материал босим остида тўкилади.

Узлуксиз ишлайдиган диффузион қурилмалар кимё, тоғ - кон, озиқ - овқат ва бошқа

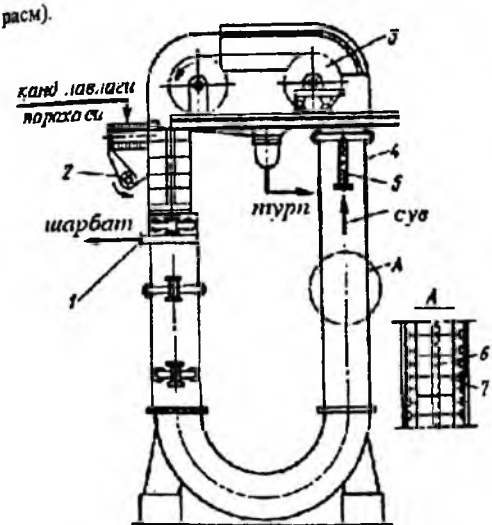
саноатларда жуда кўп ишлатилади. Айниқса, қанд лавлагидан шакар олишда ва унинг турпини чиқариб ташлашда бу турдаги қурилмалар жуда самарали қўлланилмоқда.

Икки шнекли, оғма диффузион қурилма одатда 8...11° бурчак остида ишлатилади. Қурилманинг тепа қисмида қанд лавлаги кириндиларини юклаш учун бункер ва ҳосил бўлаётган турпини (жомни) чиқариш учун шнеклар ўрнатилган (8.66-расм).

Қурилма ичида қанд лавлаги кириндиси иккита шнек ёрдамида пастдан тепага қараб узатилади. Винт чизиғи бўйлаб жойланган парраклар тизими шнекларни ҳосил қилади. Биринчи шнекнинг парраклари, иккинчи шнекнинг парраклараро бўшлиғига кириб турали. Шнекларнинг бундай жойлашиши кириндини бир текисда узатиш ва кириндини паррак билан бирга айланишига тўсқинлик қилади. Бунинг учун қурилмада контрпарраклар ва корпуснинг пастки қисмида тўсиқлар ўрнатилган.

Лавлаги турпи қурилманинг тепа қисмидаги шнеклар ёрдамида чиқарилади. Турпни самарали тўкиш учун парраклар ҳам ёрдам беради. Тўкиш шнеклари узатиш шнекларига нисбатан тўғри бурчак остида ўрнатилган ва уларга карама - қарши йўналишда айланади. Экстракцияланаётган материални иситиш учун қурилманинг остки қисмида иситувчи камера ўрнатилган.

Икки поғонали диффузион қурилма U - симон, тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли кобиқдан иборат бўлади. Ушбу кобиқ махсус таянчлари билан оғир пойдеворга ўрнатилади (8.67-расм).



8.67-расм. Икки колоннали диффузион қурилма.
1.5 - штуцерлар; 2 - ротацион улоктиргич; 3 - барабан; 4 - кобиқ; 5 - занжир; 6 - ромча.

Қурилма кобиғи айрим пардалардан таркиб топган бўлиб, каттиқлик қовурғалари билан мустаҳкамланади. Экстракторда материал узатувчи ромчалар ўрнатилган пластмасса занжирлар ёрдамида узатилади. Ушбу занжир электр юритқичга уланган узатма ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Ромчаларни вертикал ҳолатда материалдан тўлиқ тозалаш учун зарба типидаги тозалагич ўрнатилган.

Хом - ашё қурилмага панжарасимон конвейер ва ротацион улоктиргич ёрдамида юкланади. Иситилган шарбат қурилмага соплолар ёрдамида пуркалади.

Қурилмадан диффузион шарбат камерада ўрнатилган конуссимон тешикли элак ва патрубкалар орқали чиқарилади. Барометрик сув қурилманинг тепа қисмида жойлашган пресланган турп суюқлиги эса, пастки соплолар орқали қурилмага киритилади.

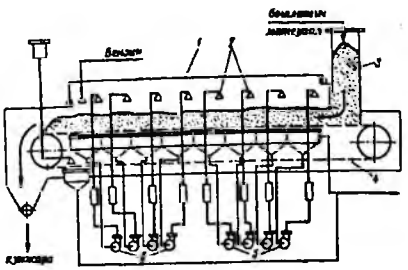
Хом-ашё парахаси ромчали занжир ёрдамида қурилма бўйлаб узатилади ва охирида тўкиш штуцерига олиб келинади. Барометрик ва пресланган турп сувлари, қанд лавлаги кириндисига карама - қарши йўналишда, колоннанинг тепа қисмига юборилади. Жараён якунида ҳосил бўлган диффузион шарбат кейинги технологик жараёнга узатилса, турп эса - пресслашга ёки омборга юборилади. Айрим қурилмаларда қаттиқ материал ковшлар ёрдамида узатилади. Лекин, материални узатиш учун ромча ёки ковш занжирли мосламаларни қўллаш, қаттиқ жисмларнинг зичланишига сабабчи бўлади. Маълумки, зичланган материални экстракциялаш анча қийин.

Парракли ва контрпарракли диффузион қурилмаларда киринди анча майдаланади, бу эса диффузион шарбатнинг фильтрланишини қийинлаштиради. Натижада, экстракциялаш жараёнининг тезлиги ҳам камаяди.

Лентали экстракторлар кўпинча кўп компонентли турли жинсли системаларни экстракциялаш учун қўлланилади (5.68-расм).

Майдаланган қаттиқ фаза (писта) лентада юпқа қатлам ҳолида узатилса, экстрагент-бензин ёки гексан эса насослар ёрдамида лентадаги хом - ашёга пуркалади. Қаттиқ материал ва

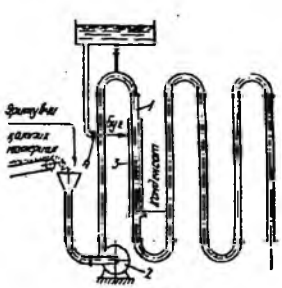
экстрагентларнинг ўзаро ҳаракати комбинацияланган, мураккаб бўлиб, яъни ҳар бир бўлимда ўзаро кесишган ва экстракторнинг бутун узунлиги бўйлаб қарама–қарши йўналишда ҳаракатланади. Экстрактор конструкцияси қаттиқ материал ва экстрагентнинг ўзаро яхши тўқнашувини таъминлай олмайди. Шунинг учун, экстракциялаш жараёни жуда кичик тезликда кечади. Демак, хом - ашёдан ёғни тўла ажратиб олиш учун экстракция жараёни бир неча погонали қурилмада олиб бориш керак.



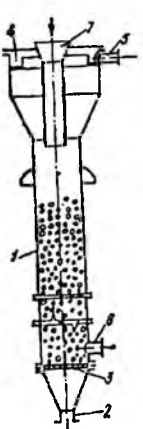
5.68-расм. Ленгали экстрактор.
1 - кобик; 2 - соплолар; 3 – юкловчи шахта; 4 - узатувчи транспорт мосламаси; 5 - насос.

Трубали экстрактор кетма - кет уланган труба 1 лардан иборат бўлиб, улардан қаттиқ, майда заррачали суюқлик насос 2 ёрдамида ҳайдалади (8.69-расм). Маълумки, температура ортиши билан жараён тезлашади. Шунинг учун, трубалар буғ кобиғи 3 билан ўралган. Насос тўсатдан тўхтаб қолган ҳолларда, труба ичидаги қаттиқ қуйқаларни деворга ўтириб қолмаслиги учун ювиб юборилади. Бунинг учун тепада жойлашган идишдан трубаларга сув юборилади.

Ушбу қурилмаларда экстракциялаш жараёнининг интенсивлиги, унда идеал сиқиб чиқариш режимига яқин шароит яратилиши билан боғлиқдир. Қурилмада фазалар қарама - қарши ҳаракат йўналишини қўллаб бўлмаслигига сабаб, қаттиқ жисмнинг майда заррачалари суюқлик билан чиқиб кетишидир.



8.69-расм. Трубали экстрактор.
1 - труба; 2- насос; 3 - буғ кобиғи; 4 - ювувчи сув киradиган штуцер.



8.70-расм. Мавҳум қайнаш қатламли экстрактор.
1–колонна; 2 – эритма кириш штуцери; 3–тақсимловчи тешикли панжара; 4–ҳалқасимон тарнов; 5–концентрланган эритма чиқадиган штуцер; 6–қаттиқ қолдиқни тўкиш штуцери; 7–қаттиқ материални юклаш трубаси.

Мавҳум қайнаш қатламли экстрактор. Бу турдаги қурилмаларда қаттиқ материал заррачалар юзаси бутун жараён мобайнида турбулент оқим билан ювилиб туради, яъни

тўкнашув да бўлади. Натижада экстракциялаш ва эритиш жараёнлари интенсивлашади.

Цилиндрсимон колонна 1 га пастки штуцер 2 орқали эритма узлуксиз равишда узатилади. Штуцер 2 орқали киритилган эритма белгиланган тезликда тақсимловчи панжара 3 тешикларидан ўтади ва майдаланган қаттиқ материал қатламини мавҳум қайнаш ҳолатига келтиради.

Бошланғич материал қурилманинг юклаш трубаси 7 орқали мавҳум қайнаш қатламига узатилади. Одатда, мавҳум қайнаш қатлами бир неча метргача бўлади. Қурилмадан чиқишда юқори концентрацияли эритма олиш мумкин. Концентрланган эритма ҳалқасимон тарновга тушади ва штуцер 5 орқали ташқарига чиқарилади. Ҳосил бўлаётган қаттиқ қолдиқ тақсимловчи панжара 3 дан озгина юқорида жойлашган штуцер 6 орқали узлуксиз равишда чиқариб турилади.

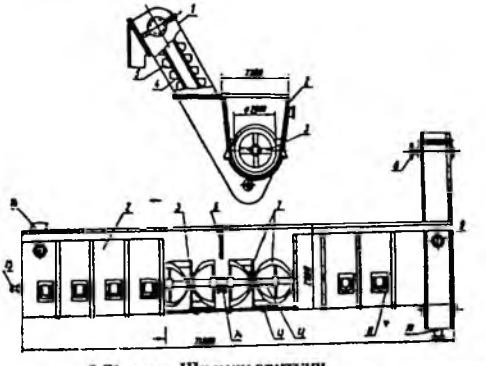
Бундай экстракторлар тузилиши содда ва кам металл сарфланади. Ундан ташқари, жараён интенсивлиги катта ва қаттиқ жисмдан керакли компонентни ажратиш даражаси юқори.

8.24. Галургик усулда хлорли калийни ишлаб чиқаришда қўлланиладиган қурилмалар

Галургик усулда *KCl* ни ишлаб чиқаришда турли туман механик (майдалаш, классификациялаш, қадоқлаш, транспортировка) гидромеханик (чўктириш, фильтрлаш, центрифугалаш) ва физик-механик (кристалланиш, қуритиш, ишқорлаш) жараёнлари қўлланилади. Шу сабабли, ушбу корхоналарда типик ва ушбу маҳсулотни олиш учун махсус қурилмалар ишлатилади. Сильвинитни ишқорлаш жараёнини олиб бориш қурилмаси 8.71-расмда келтирилган. Сильвинитни ишқорлаш учун кўпincha шнекли эриткичлар ишлатилади.

Пўлатдан ясалган корито 2 да шнекли аралаштиргич айланиши туфайли сильвинит эритма билан кориштирилади ва олдинга сурилади. Қурилма коритоси бир нечта царгалар иборат ва қопқоқ билан ёпилган. Маъданни ишқор билан контактини яхшилаш максадида эриткич тубига тегиб турмайдиган тўсиқ 6 лар ўрнатилган. Шнек спирали 7 ҳаракатга ўқ 12 да маҳкамлаб қўйилган крестовина 3 орқали электр юритқич айланиши туфайли узатилади. Ўқ корито деворига маҳкамланган подшипникда айланади. Спираль элементлари орасида кирғич–паррак 13лар жойлашган. Ушбу мослама корито тубидаги маъданни юқорига кўтаради ва эритма билан контактини оширади. Эритмани иситиш учун қурилма девори орқали суюқликка ўткир буғ ҳайдалади. Галит ташланмасини чиқариш жараени қия элеватор ёрдамида бажарилади.

Элеватор чўмич(ковш)ларида тузлар кристалланиш олдини олиш учун ковшлар узлуксиз равишда иссиқ сув билан ювилиб турилади.



8.71-расм. Шнекли эриткич.

1-қия элеватор; 2- корито, 3-крестовина; 4-занжир; 5-ковш, 6-тўсиқ; 7- шнек спирали; 8-элеватор узатмаси муфтаси; 9-ишқор узатиш штуцери; 10-туб штуцери; 11-лапа;12-шнек ўқи; 13-киргич парраклари; 14-подшипник; 15-шнек узатмаси муфтаси; 16-сильвинитни юклаш учун люк.

Қаттиқ материал бўйича шнекли эриткич унумдорлиги қуйидаги формуладан ҳисоланади:

$$G = F \cdot w \cdot \gamma \cdot \psi \cdot m; \tag{8.158}$$

$$F = 0{,}25 \cdot \pi \left(D_m^2 - D_в^2\right), \qquad w = D_в \cdot S \cdot n, \tag{8.159}$$

бу ерда: F – шнек спирали қўндаланг кесимининг юзаси, м^2; w -қаттиқ материал ҳаракат тезлиги, м/с; γ- сильвинит тўкма зичлиги, кг/м^3; ψ -тўлдирилиш коэффициенти, одатда 0,25га тенг; D_m, $D_к$ – шнек спиралининг ташқи ва ички диаметрлари, м; m – спираллар сони; S – шнек спиралининг қадами, (0,3-0,6)·$D_к$, м; n – шнек айланиш частотаси, с$^{-1}$.

Шнекнинг айланиш частотаси n=0,133-0,167 с$^{-1}$.

Ушбу кўрсаткич ўсиши билан маъдан бўйича унумдорлиги ортади, лекин KCl ни ишқор билан ювиб ажратиш даражаси камаяди.

Шнекнинг узунлиги ушбу формула ёрдамида аниқланади:

$$L = w \cdot \tau \tag{8.160}$$

бу ерда τ – сильвинитни эритмада бўлиш вақти, с; амалий маълумотлар бўйича τ = 420 с га тенг.

Калийли ўғитлар ишлаб чиқариш саноатида қўлланиладиган эриткичларнинг маъдан бўйича ўртача унумдорлиги 111,3 кг/с, умумий ҳажмга нисбатан интенсивлиги -0,9 кг/м^{3}с. Йирик калий ишлаб чиқариш корхоналарида диаметри 2,8 м ли шнекли эриткичлар ишлатилиши мумкин.

Элеватор чумичининг ҳажми ушбу формуладан аниқлаш мумкин:

$$V_к = \frac{Q \cdot a}{w_k \cdot \gamma \cdot \psi} \tag{8.161}$$

бу ерда a – чумичлар орасидаги масофа, м; $w_к$ – чумичлар ҳаракат тезлиги, одатда 0,5÷1 м/с; γ – материал тўкма зичлиги, кг/м^3; ψ - чумичларнинг тўлдирилиш даражаси, одатда 0,85 га тенг.

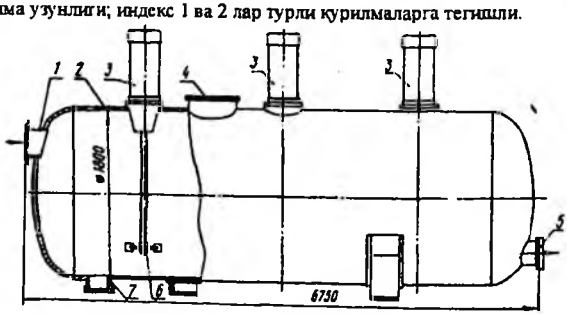
Шнекли эриткичларни ҳисоблаш учун қуйида келтирилган тенгламалар системасидан фойдаланиш мумкин:

$$H_2 = R_2 \frac{H_1}{R_1}; \qquad R_2 = a_2 \frac{R_1}{a_1}; \qquad Q_2 = Q_2 \frac{S_2 \cdot a_2}{S_1 \cdot a_1};$$

$$n_2 = n_1 \frac{R_1}{R_2}; \qquad B_2 = R_2 \frac{B_1}{B_2}; \qquad n_2 = n_1 \frac{H_1}{H_2}; \tag{8.162}$$

$$L_2 = L_1 \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{0,33};$$

бу ерда, H–қурилма баландлиги; R– шнек радиуси; a – шнек спиралининг баландлиги, $a = (D_m = D_к)/2$; B – қурилма эни; L – қурилма узунлиги; индекс 1 ва 2 лар турли қурилмаларга тегишли.



8.72-расм. Горизонтал суспензатор (эриткич).
1-эритма кириш штуцери; 2-кобик; 3-редукторли электр юритгич; 4-люк; 5-суспензия чиқиш штуцери; 6-аралаштиргич; 7-остки штуцер.

Майда донадор ярим маҳсулотларни ёки флотация усулида бойитилган сильвинит концентратларини эритиш учун шнекли эриткични қўллаш юқори самара бермайди.

Шунинг учун калий маъданларини қайта ишлашда ПМ-16 типидаги горизонтал суспензатор ишлатилади (8.72-расм). Қурилма ҳажми 16 м^3. Эритувчи иссиқ ишкор ва сильвинит концентрати қурилма штуцери 1 орқали узатилади ва 5 дан чиқарилади. Узатма учли аралаштиргич 6 қурилма вертикал ўқига нисбатан 15° қияликда ўрнатилади ва у ***KCl*** эритмасини интенсив аралаштиради ва эритади. Аралаштиргич айланиш частотаси 2,79 с$^{-1}$, яъни 167 айл/мин. Ушбу шароитда, маъдан ва ишкор параллел ҳаракатланади ва қурилмада бўлиш вақти бир хилдир.

Бу турдаги қурилмалар горизонтал аралаштиргичлар ўрнига суспензия йиғувчи оралиқ идиш сифатида қўлланилади.

ПМ-16 типидаги эриткичлар ҳажми ва сони ушбу тенгламадан аниқланади:

$$V_{\Sigma} = \left(\frac{q_p}{\rho_p} + \frac{q_{\Sigma}}{\rho_{\Sigma}}\right)\frac{\tau}{\varphi} = V_1 \cdot n_1; \qquad (8.163)$$

бу ерда V_{Σ}, V_1 – ҳажмлар йиғиндиси ва битта қурилма ҳажмлари, м^3; q_p, q_{Σ}–маъдан ва эритувчи ишкор сарфлари, кг/с; ρ_p, ρ_{Σ} – маъдан ва эритма зичликлари, кг/м^3; τ – эриш вақти, с; φ=0,7-0,8 – тўлдирилиш коэффициенти; n – қурилмалар сони.

Маъдан сарфини q_p қуйидаги формуладан топиш мумкин:

$$q_p = \frac{Q_{гп} \cdot \alpha_{пс}}{\tau_2 \cdot \alpha_p \cdot \eta} \cdot 10^5; \qquad (8.164)$$

бу ерда: $\alpha_{пс}, \alpha_p$ – қуруқ маҳсулот ва маъданлардаги KCl нинг миқдори, %; τ_2–йил давомида қурилманинг ишлаш муддати, с; η – KCl ажратиб олиш миқдори, %.

Шнекли эриткичлар тузилиши мураккаб, эрозион едирилишга мойил ва шнек узатмаси кўп энергия истеъмол қилади. Шунинг учун, вертикал труба кўринишидаги колоннали эриткич ишлаб чиқилган. Ушбу колоннанинг тепа қисми кенгайган бўлиб, маъдан ва эритувчи ишкорнинг 0,33 қисми юқори қисмидаги марказий труба 4 га берилади. Сўнг, қисман ишкорланган маъдан колонна 2 орқали пастга тушади. У ерда, унга қарама қарши йўналишда эритувчи ишкор узатилади. Диаметри 0,2 м, тепа қисми 0,5 м гача кенгайган ва умумий баландлиги 15 м ли тажриба колоннасида 12 кг/м^3·с гача бўлган интенсивликка эришилди. KCl бўйича ажратиш 93-97% ташкил этди. Шундай қилиб, колоннали эриткич шнекли қурилмага нисбатан интенсивлиги анча юқори.

8-боб. «Қаттиқ жисм-суюқлик» системасида экстракциялаш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. " Қаттиқ жисм -суюқлик" системасида экстракция жараёнининг моҳияти?
2. Эритиш нима?
3. Ишқорланиш нима?
4. Ғоваксимон қаттиқ жисм тузилишларини чизиб кўрсатинг.
5. Био критерийсининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
6. Экстракция жараёнида масса бериш формуласини келтиринг.
7. Икки шнекли диффузион қурилма тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
8. Икки колоннали диффузион қурилма тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
9. Лентали экстрактор тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
10. Трубали экстрактор тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
11. Мавҳум қайнаш катламли экстрактор тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
12. Эриткичларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.

ҚУРИТИШ

8.26. Умумий тушунчалар

Қаттиқ ва пастасимон материалларни сувсизлантириш йўли билан уларга зарур хоссалар бериш, транспорт воситаларида узатиш ва узоқ муддат давомида сақлаш имкониятини беради.

Сувсизлантиришни 3 хил усулда амалга ошириш мумкин:

1. Механик (сиқиш, чўктириш, фильтрлаш, центрифугалаш ва ҳ.);
2. Физик-кимевий (сувни ўзига тортиб олувчи моддалар ёрдамида ($CaCl_2$, H_2SO_4 ва ҳ.);
3. Иссиқлик таъсирида сувсизлантириш, яъни қуритиш.

Лекин, юқорида қайд этилган усуллардан энг самаралиси, иссиқлик таъсирида сувсизлантириш, яъни қуритишдир. Чунки, қуритиш жараёнида тўлиқ сувсизлантиришга эришса бўлади.

Қаттиқ ва пастасимон материаллар таркибидаги намликни буғлатиш ва ҳосил бўлаётган буғларни четга олиб чиқишга **қуритиш жараёни** дейилади.

Нам материалларни иссиқлик ёрдамида қуритиш - саноатда энг кенг тарқалган усул. Ушбу усул кимёвий, озиқ-овқат ва бир қатор бошқа технологияларда ишлатилади. Материал таркибидаги намлик даставвал арзон, механик (масалан, фильтрлаш) усулда, якуний, тўла сувсизлантириш эса - қуритиш усулида олиб борилади. Сувсизлантиришнинг бундай комбинациялашган усули иқтисодий жиҳатдан самаралидир.

Саноатда нам материалларни қуритиш сунъий (махсус қуритиш қурилмаларида) ва табиий (очиқ ҳавода қуритиш - жуда давомий жараён) усуллар қўлланилади.

Физик моҳиятига кўра, қуритиш жараёни мураккаб диффузион жараёндир. Унинг тезлиги, қуритилаётган материал ичидан намликнинг атроф муҳитга тарқалиши, диффузия тезлиги билан белгиланади. Маълумки, қуритиш жараёни бу иссиқлик ва модда (намлик) нинг материал ичида ҳаракати ва материал юзасидан атроф муҳитга узатилишидир. Шундай қилиб, қуритиш бу иссиқлик ва масса алмашиниш жараёнларининг бир-бири билан узвий боғланган мажмуасидир.

Қаттиқ, нам материалга иссиқлик таъсир этиш усулига қараб қуритиш қуйидаги турларга бўлинади:

1) **конвектив** қуритиш - бунда нам материал билан қуритувчи элткич бевосита ўзаро таъсирда бўлади. Одатда, қуритувчи элткич сифатида қиздирилган ҳаво ёки тутун газлари ишлатилади;

2) **контактли** қуритиш - иссиқлик ташувчи элткич ва нам материал орасида ажратувчи девор бўлади. Материалга иссиқлик шу девор орқали узатилади;

3) **радиацион** қуритиш - нам материалга иссиқлик инфрақизил нурлар орқали узатилади;

4) **диэлектрик** қуритиш - нам материал юқори частотали ток майдонида қуритилади;

5) **сублимацион** қуритиш - нам материал музлаган ҳолатда, юқори вакуум остида қуритилади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, исталган қуритиш усулида қуритилаётган нам материал кўпчилик ҳолларда иссиқ ҳаво билан ўзаро таъсирда бўлади. Конвектив қуритиш саноат технологияларида жуда кўп ишлатилади. Ушбу жараённи амалга ошириш учун нам материалга иссиқ ҳаво таъсирининг аҳамияти катта. Шунинг учун, нам ҳавонинг асосий хоссаларини билиш қуритиш жараёнини ўрганиш ва ҳисоблаш учун зарур.

8.27. Рамзиннинг нам ҳаво I-x диаграммаси

Қуруқ ҳавонинг сув буғи билан аралашмаси **нам ҳаво** деб номланади. Нам ҳаво абсолют ва нисбий намлик, нам сақлаш, энтальпия, қуруқ ва ҳўл термометр температуралари, парциал босим каби параметрлар билан характерланади.

Абсолют намлик деб 1 м^3 нам ҳаво ҳажмидаги сув буғи (кг) миқдорига айтилади.

Агар парциал босим $p_б$ да сув буғи бутун ҳажми, масалан 1 м^3 ни, эгалласа, унда, абсолют намлик сув буғи зичлиги $\rho_б$ га тенг.

Нисбий намлик деб ҳаво абсолют намлигининг, тўйиниш пайтидаги абсолют намлик нисбатига айтилади:

$$\varphi = \frac{\rho_б}{\rho_т} \qquad (8.191)$$

бу ерда $\rho_т$ - тўйинган сув буғининг зичлиги, кг/м^3; $\rho_б$ - сув буғининг зичлиги, кг/м^3.

Газ таркибидаги буғлар парциал босими, унинг миқдорига пропорционал бўлгани учун, нисбий намлик бир хил температура ва босимда ҳаводаги сув буғи парциал босими $p_б$ нинг тўйинган сув буғлари босими $p_т$ га нисбати сифатида ифодаланиши мумкин:

$$\varphi = \frac{p_б}{p_т} \quad \text{ёки} \quad p_б = \varphi \cdot p_т \tag{8.192}$$

Нам сақлаш деб 1 кг абсолют қуруқ ҳавога тўғри келадиган сув буғлари (1 кг) миқдорига айтилади.

Нам ҳавонинг солиштирма нам сақлаши x (кг/кг) ёки (г/кг) билан белгиланади. Ҳавонинг нам сақлаши ушбу нисбат орқали аниқланади:

$$x = \frac{m_б}{m_{қҳ}} = \frac{\rho_б}{\rho_{қҳ}} \tag{8.193}$$

бу ерда $m_б$ ва $m_{қҳ}$ - сув буғи ва абсолют қуруқ ҳаво массалари, кг.

Менделеев - Клапейрон идеал газлар ҳолатининг тенгламасига биноан нам сақлаш ва нисбий намликлар орасидаги боғлиқликни аниқлаймиз. Сув буғи ва қуруқ ҳаво зичликларини ушбу тенгламалардан топиш мумкин:

$$\rho_б = \frac{p_б \cdot M_б}{RT} \quad \text{ва} \quad \rho_{қҳ} = \frac{P_{қҳ} \cdot M_{қҳ}}{RT} \tag{8.194}$$

бу ерда $M_б$ ва $M_{қҳ}$ - 1 моль сув буғи ва абсолют қуруқ ҳаволар массалари, кг/кмоль; $p_{қҳ}$ - бирор температурадаги қуруқ ҳавонинг парциал босими, Па; R = 8314 - газнинг универсал доимийси, Ж/(кмоль·К).

(8.194) ни (8.193) га қўйиб, ушбу кўринишли тенгламани оламиз:

$$x = \frac{M_б}{M_{қҳ}} \left(\frac{p_б}{p_{қҳ}} \right) \tag{8.195}$$

Дальтон қонунига биноан $P = p_п + p_{қҳ}$. Унда:

$$p_{қҳ} = P - p_{пх} \tag{8.196}$$

(8.192) тенгламадан биламизки, $p_б = \varphi p_т$.

Агар, $p_{қҳ}$ ва $p_б$ қийматларини (8.195) га қўйсак:

$$x = \frac{18}{29} \frac{\varphi \cdot p_т}{P - \varphi p_т} = 0{,}622 \frac{\varphi \cdot p_т}{P - \varphi p_т} \tag{8.197}$$

бу ерда $M_{қҳ}$=29 кг/моль; $M_б$=18 кг/моль.

Энтальпия термодинамик системанинг ҳолат функцияси бўлиб, I ҳарфи билан белгиланади.

Нам ҳаво энтальпияси қуруқ ҳаво билан шу нам ҳавода бўлган сув буғининг энтальпиялари йиғиндисига тенг:

$$I = c_{қҳ} \cdot t + xI_б \tag{8.198}$$

бу ерда $c_{қҳ}$ - абсолют қуруқ ҳавонинг ўртача температураси: $c_{қҳ}$ = 1000 Ж/(кг·К); $I_б$ - сув буғининг солиштирма энтальпияси, Ж/кг.

Қуритиш жараёнида ҳаво билан аралашмада бўлган сув буғи ўта қиздирилган ҳолатда бўлади. Унинг солиштирма буғ ҳосил қилиши $r_0 = 2493 \cdot 10^3$ Ж/кг бўлса, ўта қиздирилган сув буғининг солиштирма иссиқлик сиғими эса, $c_б \approx 1{,}97 \cdot 10^3$ Ж/(кг·К).

Ўта қиздирилган сув буғининг солиштирма энтальпияси:

$$I_б = r_0 + c_б t = 2493 \cdot 10^3 + 1{,}97 \cdot 10^3 \cdot t \tag{8.199}$$

Агар, (8.199) ни (8.198) га қўйсак, ушбу кўринишдаги тенгламага эришамиз:

$$I = \left(1000 + 1{,}97 \cdot 10^3 \cdot x\right) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot x \tag{8.200}$$

Зичлик. Нам ҳавонинг зичлиги $\rho_{нх}$ абсолют қуруқ ҳаво $\rho_{қҳ}$ ва сув буғи $\rho_б$ зичликлари

ҚУРИТИШ

8.26. Умумий тушунчалар

Қаттиқ ва пастасимон материалларни сувсизлантириш йўли билан уларга зарур хоссалар бериш, транспорт воситаларида узатиш ва узоқ муддат давомида сақлаш имкониятини беради.

Сувсизлантиришни 3 хил усулда амалга ошириш мумкин:

1. Механик (сиқиш, чўктириш, фильтрлаш, центрифугалаш ва х.);
2. Физик-кимёвий (сувни ўзига тортиб олувчи моддалар ёрдамида ($CaCl_2$, H_2SO_4 ва х.);
3. Иссиқлик таъсирида сувсизлантириш, яъни қуритиш.

Лекин, юқорида қайд этилган усуллардан энг самаралиси, иссиқлик таъсирида сувсизлантириш, яъни қуритишдир. Чунки, қуритиш жараёнида тўлиқ сувсизлантиришга эришса бўлади.

Қаттиқ ва пастасимон материаллар таркибидаги намликни буғлатиш ва ҳосил бўлаётган буғларни четга олиб чиқишга **қуритиш жараёни** дейилади.

Нам материалларни иссиқлик ёрдамида қуритиш - саноатда энг кенг тарқалган усул. Ушбу усул кимёвий, озиқ-овқат ва бир қатор бошқа технологияларда ишлатилади. Материал таркибидаги намлик дастлаб арзон, механик (масалан, фильтрлаш) усулда, якуний, тўла сувсизлантириш эса - қуритиш усулида олиб борилади. Сувсизлантиришнинг бундай комбинациялашган усули иқтисодий жиҳатдан самаралидир.

Саноатда нам материалларни қуритиш сунъий (махсус қуритиш қурилмаларида) ва табиий (очиқ ҳавода қуритиш - жуда давомий жараён) усуллар қўлланилади.

Физик моҳиятига кўра, қуритиш жараёни мураккаб диффузион жараёндир. Унинг тезлиги, қуритилаётган материал ичидан намликнинг атроф муҳитга тарқалиши, диффузия тезлиги билан белгиланади. Маълумки, қуритиш жараёни бу иссиқлик ва модда (намлик) нинг материал ичида ҳаракати ва материал юзасидан атроф муҳитга узатилишидир. Шундай қилиб, қуритиш бу иссиқлик ва масса алмашиниш жараёнларининг бир-бири билан узвий боғланган мажмуасидир.

Қаттиқ, нам материалга иссиқлик таъсир этиш усулига қараб қуритиш қуйидаги турларга бўлинади:

1) **конвектив** қуритиш - бунда нам материал билан қуритувчи элткич бевосита ўзаро таъсирда бўлади. Одатда, қуритувчи элткич сифатида қиздирилган ҳаво ёки тутун газлари ишлатилади;

2) **контактли** қуритиш - иссиқлик ташувчи элткич ва нам материал орасида ажратувчи девор бўлади. Материалга иссиқлик шу девор орқали узатилади;

3) **радиацион** қуритиш - нам материалга иссиқлик инфрақизил нурлар орқали узатилади;

4) **диэлектрик** қуритиш - нам материал юқори частотали ток майдонида қуритилади;

5) **сублимацион** қуритиш - нам материал музлаган ҳолатда, юқори вакуум остида қуритилади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, исталган қуритиш усулида қуритилаётган нам материал кўпчилик ҳолларда иссиқ ҳаво билан ўзаро таъсирда бўлади. Конвектив қуритиш саноат технологияларида жуда кўп ишлатилади. Ушбу жараённи амалга ошириш учун нам материалга иссиқ ҳаво таъсирининг аҳамияти катта. Шунинг учун, нам ҳавонинг асосий хоссаларини билиш қуритиш жараёнини ўрганиш ва ҳисоблаш учун зарур.

8.27. Рамзиннинг нам ҳаво I-х диаграммаси

Қуруқ ҳавонинг сув буғи билан аралашмаси **нам ҳаво** деб номланади. Нам ҳаво абсолют ва нисбий намлик, нам сақлаш, энтальпия, қуруқ ва ҳўл термометр температуралари, парциал босим каби параметрлар билан характерланади.

Абсолют намлик деб 1 м^3 нам ҳаво ҳажмидаги сув буғи (кг) миқдорига айтилади.

Агар парциал босим $p_б$ да сув буғи бутун ҳажми, масалан 1 м^3 ни, эгалласа, унда, абсолют намлик сув буғи зичлиги $\rho_б$ га тенг.

Нисбий намлик деб ҳаво абсолют намлигининг, тўйиниш пайтидаги абсолют намлик нисбатига айтилади:

$$\varphi = \frac{\rho_б}{\rho_т} \qquad (8.191)$$

бу ерда ρ_n - тўйинган сув буғининг зичлиги, кг/м^3; $\rho_б$ - сув буғининг зичлиги, кг/м^3.

Газ таркибидаги буғлар парциал босими, унинг миқдорига пропорционал бўлгани учун, нисбий намлик бир хил температура ва босимда ҳаводаги сув буғи парциал босими $p_б$ нинг тўйинган сув буғлари босими p_T га нисбати сифатида ифодаланиши мумкин:

$$\varphi = \frac{p_б}{p_T} \quad \text{ёки} \quad p_б = \varphi \cdot p_T \tag{8.192}$$

Нам сақлаш деб 1 кг абсолют қуруқ ҳавога тўғри келадиган сув буғлари (1 кг) миқдорига айтилади.

Нам ҳавонинг солиштирма нам сақлаши x (кг/кг) ёки (г/кг) билан белгиланади. Ҳавонинг нам сақлаши ушбу нисбат орқали аниқланади:

$$x = \frac{m_б}{m_{қҳ}} = \frac{\rho_б}{\rho_{қҳ}} \tag{8.193}$$

бу ерда $m_б$ ва $m_{қҳ}$ - сув буғи ва абсолют қуруқ ҳаво массалари, кг.

Менделеев - Клапейрон идеал газлар ҳолатининг тенгламасига биноан нам сақлаш ва нисбий намликлар орасидаги боғлиқликни аниқлаймиз. Сув буғи ва қуруқ ҳаво зичликларини ушбу тенгламалардан топиш мумкин:

$$\rho_б = \frac{p_б \cdot M_б}{RT} \quad \text{ва} \quad \rho_{қҳ} = \frac{P_{қҳ} \cdot M_{қҳ}}{RT} \tag{8.194}$$

бу ерда $M_б$ ва $M_{қҳ}$ - 1 моль сув буғи ва абсолют қуруқ ҳаволар массалари, кг/кмоль; $p_{қҳ}$ - бирор температурадаги қуруқ ҳавонинг парциал босими, Па; R = 8314 - газнинг универсал доимийси, Ж/(кмоль·К).

(8.194) ни (8.193) га қўйиб, ушбу кўринишли тенгламани оламиз:

$$x = \frac{M_б}{M_{қҳ}} \left(\frac{p_б}{p_{қҳ}} \right) \tag{8.195}$$

Дальтон қонунига биноан $P = p_n + p_{қҳ}$. Унда:

$$p_{қҳ} = P - p_{қҳ} \tag{8.196}$$

(8.192) тенгламадан биламизки, $p_б = \varphi p_n$.

Агар, $p_{қҳ}$ ва $p_б$ қийматларини (8.195) га қўйсак:

$$x = \frac{18}{29} \frac{\varphi \cdot p_n}{P - \varphi p_n} = 0{,}622 \frac{\varphi \cdot p_n}{P - \varphi p_n} \tag{8.197}$$

бу ерда $M_{қҳ}$=29 кг/моль; $M_б$=18 кг/моль.

Энтальпия термодинамик системанинг ҳолат функцияси бўлиб, I ҳарфи билан белгиланади.

Нам ҳаво энтальпияси қуруқ ҳаво билан шу нам ҳавода бўлган сув буғининг энтальпиялари йиғиндисига тенг:

$$I = c_{қҳ} \cdot t + x I_б \tag{8.198}$$

бу ерда $c_{қҳ}$ - абсолют қуруқ ҳавонинг ўртача температураси: $c_{қҳ}$ = 1000 Ж/(кг·К); $I_б$ - сув буғининг солиштирма энтальпияси, Ж/кг.

Қуритиш жараёнида ҳаво билан аралашмада бўлган сув буғи ўта қиздирилган ҳолатда бўлади. Унинг солиштирма буғ ҳосил қилиши $r_0 = 2493 \cdot 10^3$ Ж/кг бўлса, ўта қиздирилган сув буғининг солиштирма иссиқлик сиғими эса, $c_б \approx 1{,}97 \cdot 10^3$ Ж/(кг·К).

Ўта қиздирилган сув буғининг солиштирма энтальпияси:

$$I_б = r_0 + c_б t = 2493 \cdot 10^3 + 1{,}97 \cdot 10^3 \cdot t \tag{8.199}$$

Агар, (8.199) ни (8.198) га қўйсак, ушбу кўринишдаги тенгламага эришамиз:

$$I = \left(1000 + 1{,}97 \cdot 10^3 \cdot x\right) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot x \tag{8.200}$$

Зичлик. Нам ҳавонинг зичлиги $\rho_{нҳ}$ абсолют қуруқ ҳаво $\rho_{қҳ}$ ва сув буғи $\rho_б$ зичликлари

йиғиндисига тенг. Агар, $\rho_б = x \cdot \rho_{қуқ}$ эканлигини инобатга олсак, ушбу тенгламани оламиз:

$$\rho_{нх} = \rho_{ққх} + \rho_б = \rho_{ққх}(1 + x) \tag{8.201}$$

Менделеев - Клапейроннинг ҳолат тенгламасига биноан абсолют қуруқ ҳаво зичлиги қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\rho_{ққх} = \frac{M_{ққх} \cdot \rho_{ққх}}{RT} = \frac{29 p_{ққх}}{8314 \cdot T} = \frac{P - p}{287T} \tag{8.202}$$

(8.197) тенгламадан x ва (8.202) дан $\rho_{ққх}$ қийматларини олиб (8.201) га қўйсак, ушбу кўринишли ифодани оламиз:

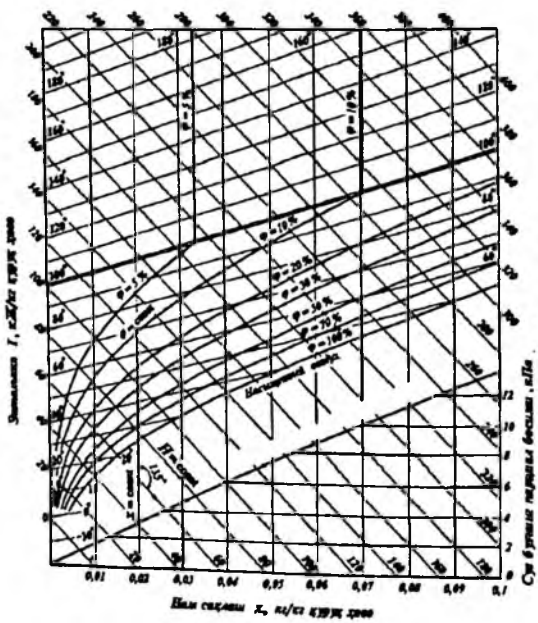
$$\rho_{нх} = \frac{P - 0{,}378 \cdot p_б}{287T} \tag{8.203}$$

Иситиш, совитиш ва қуритиш жараёнларида ҳавонинг асосий хоссалари ўзгариши тасвирланган ва техник ҳисоблашлар учун етарли аниқликда Л.К.Рамзиннинг энтальпия диаграммаси ёрдамида аниқланиши мумкин.

I - x диаграмма ўзгармас босим $p = 745$ мм.сим.уст. (~99 кПа) учун қурилган (8.93-расм). Диаграмма энтальпия *I* (ордината ўқи) - нам сақлаш *x* (абсцисса ўқи) координаталарида қурилган.

Координата ўқлари 135° бурчак остида жойлаштирилган. Диаграммадан фойдаланиш қулай бўлиши учун нам сақлаш қийматлари ордината ўқига перпендикуляр, яъни қўшимча горизонтал ўқга проекцияланган.

Диаграммага қуйидаги чизиқлар ўтказилган: ордината ўқига параллел (*x = const*), ўзгармас нам сақлаш вертикал чизиқлар; қўшимча абсцисса ўқига 135° бурчакда ўтказилган ўзгармас энтальпия (*I = const*) қия чизиқлари; ўзгармас температура (изотерма) чизиқлари; ўзгармас нисбий намлик (*φ = const*) чизиқлари; нам ҳаводаги сув буғининг парциал босим $p_б$ чизиқлари.



8.93-расм. Рамзиннинг I-x диаграммаси.

Ўзгармас температура чизиқлари (5.200) тенглама ёрдамида қурилади. Бунинг учун x_1 ва x_2 параметрларнинг исталган қийматилари қабул қилиниб, уларга тегишли I_1 ва I_2 қийматлари ҳисобланади.

Ундан кейин, диаграммада координатлари I_1, x, ва I_2 , x_2 бўлган нуқталар аниқланади. Топилган нуқталар тўғри чизиқ билан бирлаштирилади ва у изотерма деб номланади.

Ўзгармас нисбий намлик чизиқлари (8.197) тенглама ёрдамида қурилади. φ = const чизиқлари координаталари $t = -273^0C$ ва $x = 0$ бўлган нуқтадан тарқалувчи эгри чизиқлар дастасини ҳосил қилади.

$\varphi = const$ чизиқлари бир-бирига ёнишиб кетмаслиги учун диаграмма маълум бурчакли система координаталарида қурилган.

$I - x$ диаграмадан кўриниб турибдики, 99,4°C температурада $\varphi = const$ чизиқлари синади ва юқорига вертикал кўтарилиб кетади, яъни диаграмма икки қисмга бўлинади. Ушбу температурада тўйинган сув буғининг босими 745 мм.сим.уст. тенг бўлади. (8.197) тенгламадан кўриниб турибдики, температура $t \geq 99,4°C$ етганда нисбий намлик φ температурага боғлиқ бўлмай ва ўзгармас катталик бўлиб қолади.

Ҳавонинг сув буғи билан тўйиниш, чизиғи, яъни $\varphi = 100\%$, диаграммани тўйинмаган нам ҳаво ва чизиқ остида жойлашган, сув буғи билан ўта тўйинган ҳаво зоналарига ажратади.

Сув буғининг парциал босим чизиқлари (8.192) тенгламани инобатга олган ҳолда (8.197) тенгламадан аниқланади:

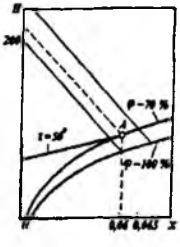
$$p_б = \frac{P_x}{0,622 + x} \tag{8.204}$$

Сув буғининг **парциал босими** $I - x$ диаграмманинг пастки қисмида жойлашган. Диаграмма ёрдамида нам ҳавонинг исталган икки параметри маълум бўлса, қолган параметрларини топиш мумкин.

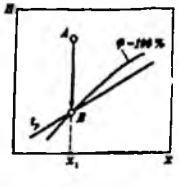
I-х диаграмма ёрдамида, нам ҳавонинг исталган икки параметри орқали қолган параметрларини топиш мумкин. Масалан: ҳаво температураси t=55°C ва нисбий намлиги φ=70% бўлган параметрлар учун нуқта A ни аниқлаймиз (8.93а-расм). Бу нуқта учун нам сақлаш параметри x=0,0608 кг намлик/кг қуруқ ҳаво ва энтальпияси I=207,25 кЖ/кг қуруқ ҳаво.

Шудринг нуқтаси. Ҳавонинг ўзгармас нам сақлаш параметрида совиши, унинг сув буғлари билан бутунлай тўйиниши натижасида, ҳаво ёки газ таркибидаги сув буғларининг конденсацияланиши рўй беради. Ушбу температура шудринг нуқтаси деб номланади.

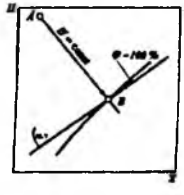
8.93б-расмда A нуқтага мос бошланғич параметрли ҳаво учун шудринг нуқта B ни график усулда аниқлаш тасвирланган. Шудринг нуқтаси φ=100% ва нам сақлаш x_1 ларнинг кесилиш нуқтаси B орқали ўтган изотерма $t_ш$ сифатида аниқланади.



8.93а-расм. I-х диаграмма ёрдамида маълум икки параметр орқали нам ҳавонинг қолган параметрларини аниқлаш.



8.93б-расм. I-х диаграммада шудринг нуқтасини аниқлаш.



8.93в-расм. I-х диграмамада ҳўл термометр температурасини аниқлаш.

Ҳўл термометр температураси. Ҳавонинг нам материал билан изотермик ўзаро таъсири натижасида ҳаво совийди. Бунда ҳаво материалга ўз иссиқлигини беради ва нам материалдан

ҳавога ўтаётган сув буғларининг энтальпияси ҳисобига ўз энтальпиясини орттиради. Бундай шароитда температура пасаяди, энтальпия эса ўзгармас бўлади. Ушбу изоэнтальпия жараёни ҳавонинг сув буғлари билан тўлиқ тўйингунга қадар боради, яъни φ=100% га эришадиган температурагача. I-x диаграммада A нуқтадан φ=100% чизиғида B нуқта билан кесишгунча I=const чизиғи ўтказилади (8.93в-расм). Нуқта B орқали ўтадиган, изоэнтальпия шароитида ҳавонинг совиш чегарасига тўғри келадиган изотерма t_{MT} – ҳўл термометрнинг температураси деб номланади.

Қуритиш потенциали. Ҳаво температураси $t_ҳ$ ва ҳўл термометр температураси t_{MT} ларнинг фарқи қуритиш потенциали ε деб аталади. Ушбу кўрсаткич ҳавонинг материалдан намликни ютиш қобилиятини характерлайди. Қуритиш потенциали қанчалик катта бўлса, материалдан намликнинг буғланиш тезлиги шунчалик юқори бўлади. Агар, $t_ҳ = t_{MT}$ бўлса, қуритиш потенциали $\varepsilon = 0$.

8.28. Қуритиш жараёни статикаси

Ҳар бир капиллик нам материал атроф муҳитдан намликни ютиш ёки уни атроф муҳитга бериш қобилиятига эга. Нам материални ўраб турган муҳит таркиби фақат сув буғи ёки сув буғи - газ аралашмасидан иборат бўлиши мумкин. Ҳаво билан аралашма ҳосил қилган сув буғининг парциал босимини $p_б$ деб белгилаймиз. Материал таркибидаги намликка тегишли сув буғиниг босими деб номланади.

Материал билан нам ҳаво ўзаро таъсири пайтида система 3 ҳолатда бўлиши мумкин:

1. Қуритилаётган нам материалдаги сув буғининг босими $p_м$, материални ўраб турган ҳаво ёки газдаги парциал босимдан катта, яъни $p_м > p_б$. Бундай ҳолда материалдан намлик атроф муҳитга десорбция қилади, яъни қуритиш жараёни содир бўлади. Қуритилаётган материалдаги сув буғининг босими $p_м$ материал намлиги, температура ва намликнинг материалга боғланиш усулига боғлиқ;
2. Атроф муҳитдаги буғнинг парциал босими, унинг нам материалдаги босимидан катта, яъни $p_б > p_м$. Бу ҳолда, материал ва намлик орасида сорбция жараёни юз беради, яъни материал намланиши рўй беради;
3. Нам материал ва атроф муҳитдаги сув буғларининг босими бир-бирига тенг, яъни $p_м = p_б$. Бундай ҳолда система динамик мувозанатда бўлади. Динамик мувозанат бошланишига тўғри келадиган материал намлиги мувозанат намлиги $W_{мм}$ деб номланади. Мувозанат намлик сув буғининг парциал босими $p_б$ ёки унга пропорционал бўлган ҳавонинг нисбий намлиги φ га боғликдир.

Мувозанат намлигининг $t = const$ да φ га боғлиқлиги **сорбция изотермаси** деб аталади ва кўпинча тажрибавий йўл билан топилади.

Қуритиш жараёнида материал сиртидаги буғ босими камайиб боради ва мувозанат намлигига интилади. Намлаш жараёнида эса аксинча бўлади, яъни материал сиртидаги буғ босими ортиб бориб, мувозанат намлигига интилади.

Материал намлиги эркин ва боғланган ҳолда бўлиши мумкин.

Эркин намлик деб материалдан буғланаётган намликнинг буғланиш тезлиги сувнинг эркин юзадан ($p_м = p_т$) буғланиш тезлигига тенг бўлган намлик тушунилади. Маълумки, материалдаги боғланган намликнинг буғланиш тезлиги эркин юзадан сувнинг буғланиши тезлигидан ҳар доим кичик бўлади. Бунда, $p_м < p_т$, бу ерда $p_т$ - сув буғининг тўйиниш босими.

Материал таркибидаги намликни характерлаш учун материал намлиги W (%) ва нам сақлаш x (кг намлик/кг қуруқ ҳаво) деган тушунчалар қўлланилади.

Материал намлиги материалнинг умумий миқдори ёки унинг таркибидаги абсолют қуруқ модда миқдорига нисбатан ҳисобланиши мумкин.

8.29. Материал билан намликнинг боғланиш усуллари

Материал билан намликнинг боғланиши классификацияси акад. Ребиндер П.А. томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, унга боғланиш энергияси асос қилиб олинган. Ушбу боғланиш қуйидаги шаклларда бўлиши мумкин:

- намликнинг кимёвий боғланиши, кимёвий реакция натижасида ҳосил бўлади;

- намликнинг физик-кимёвий боғланиши, ярим ўтказувчан қобиқча орқали газ молекулаларининг адсорбцияси натижасида хосил бўлади;

- намликни физик-механик боғланиши, микрокапиллярлар ($r<10^{-7}$), макрокапиллярлар ($r>10^{-7}$) томонидан буғларни ютишда, ҳамда гель хосил бўлади;

Сиртий намлик энг осон, кимёвий боғланган намлик эса, энг қийин йўқотилади.

Кимёвий боғланган намлик гидрооксид суви кўринишида бўлиб, гидратация реакцияси натижасида гидрооксид ва кристаллогидрат типидаги бирикмалар таркибига кириб олади. Ушбу намликни қиздириш йўли билан йўқотиш мумкин.

Физик-кимёвий боғланиш шакллари турли-туман бўлади:

Адсорбцион боғланган намлик. Ушбу намлик атроф муҳит ва коллоид заррачани ажратиб турувчи чегара юзасида ушланиб туради. Коллоид заррачалар катта юза ва юкори адсорбцион қобилият тузилишга эга. Адсорбцион намлик молекуляр кучли майдон ёрдамида тортилиб туради. Адсорбцион намлик йўқотилиши даврида иссиқлик ажраб чиқади ва у гидратация иссиқлиги деб номланади.

Осмотик боғланган намлик ёки бўртиш намлиги материал скелети ичида бўлади ва осмотик кучлар ёрдамида ушланиб турилади.

Капилляр - боғланган намлик микро ва макрокапиллярлар ичида бўлади. Ушбу намлик материал билан механик боғланишда бўлади ва нисбатан осон бартараф этилади.

Намликнинг материал билан боғланиши канчалик мустаҳкам бўлса, материал юзасидаги буғ босими шунчалик кам бўлади. Энг мустаҳкам боғланиш гигроскопик моддаларда бўлади.

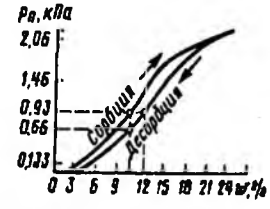
Материал билан намлик боғланиш турларини характерлаш учун сорбция - десорбция изотермалари қўлланилади. 8.94-расмда сорбция ва десорбция изотермалари келтирилган. Десорбция эгри чизиғи (десорбция изотермаси) нам крахмалдан намлик йўқотилиши даври учун қурилган, яъни уни қуритиш жараёнида. Сорбция эгри чизиғи крахмални намлаш даври учун қурилган ва сорбция изотермаси деб номланади. Сорбция ва десорбция эгри чизиқлари ўзига хос шаклдаги **гистерезис халқаси** деб аталади. Гистерезис ҳодисасидан ушбу хўлоса қилиш мумкин: бир хил қийматга эга бўлган мувозанат намликка эришиш учун ҳавонинг нисбий намлиги, қуритиш жараёнида материални намлаш жараёнига нисбатан катта бўлиши зарур.

Буни, қуритилаётган материал капилляларида ҳаво борлиги яъни ҳавонинг капилляр деворларида сорбцияланиши билан тушунтириш мумкин.

Механик боғланган эркин намлик материалдан механик усулда ажратиб олиниши мумкин.

Материални сув билан боғланиши натижасида унинг устидаги сув буғларининг босими пасаяди. Шунинг учун, эркин энергия ҳам камаяди.

Ўзгармас температурада эркин энергия ёки боғланиш энергиясининг камайиши иш билан ифодаланади. Бу иш 1 моль сувни материалдан ажратиш учун сарфланади ва уни акад. Ребиндер П.А. томонидан келтирилган чиқарилган формула ёрдамида топиш мумкин:



8.94-расм. Крахмал намлигининг сорбция – десорбция изотермалари.

$$E = RT\ln\frac{p_T}{p_M} = -RT\ln\varphi \qquad (8.205)$$

бу ерда $p_м$ - тўйинган сув буғи босими; $p_м$ - намлиги x бўлган материал устидаги сув буғининг мувозанат парциал босими; φ - ҳавонинг нисбий намлиги.

Материал билан намлик боғланиши канчалик мустаҳкам бўлса, шунчалик $p_м$ катталиги кичик бўлади. Эркин сувни ажратиш даврида, $p_м = p_м$ бўлгани учун (8.205) формула қуйидаги кўринишни олади:

$$E = RT\ln 1 = 0$$

Материални қуритиш жараёнида боғланиш энергияси аста-секин кўпайиб боради, чунки материал намлиги камайиши билан адсорбцион боғланган намлик улуши ортади.

Қуритиш жараёнидаги умумий иссиқлик сарфи:

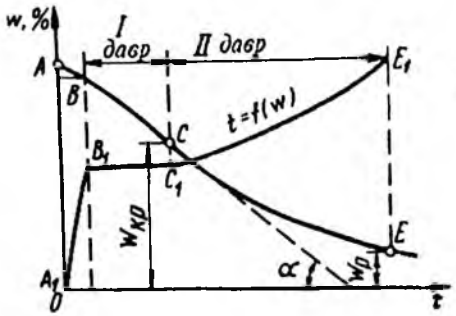
$$Q = Q_{б.с} + Q_{б.м}$$

бу ерда $Q_{б.с}$ - эркин намликни боғланиши учун сарфланадиган иссиқлик; $Q_{б.м}$ - боғланган намликни йўқотиш учун сарфланадиган иссиқлик.

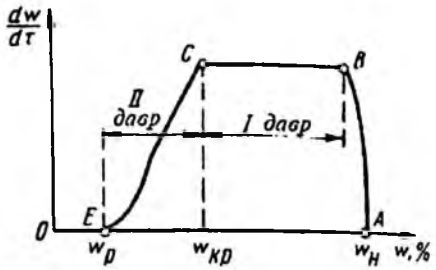
8.30. Қуритиш жараёни кинетикаси

Юқорида қайд этилгандек, қуритиш жараёни мураккаб иссиқлик ва масса алмашиниш жараёндир. Материалдаги намлик унинг ичидан фазаларни ажратиб турувчи юзага масса ўтказувчанлик, ажратиб турувчи юзадан газ оқими ядросига эса - конвектив диффузия ҳисобига ўтказилади.

Материал таркибидаги намликнинг диффузияси на фақат нам сақлаш градиенти, балки



8.97-расм. Қуритиш эгри чизиғи.



8.98-расм. Қуритиш тезлигининг эгри чизиғи.

температура градиенти ҳам таъсири остида рўй беради.

Материалдаги диффузияни аналитик усулда ифодалаш жуда қийин масала. Маълумки, Қуритиш жараёни тезлиги материал билан намликнинг боғланиш шакли ва унда намликнинг диффузия механизмига боғлиқ. қуритиш жараёни кинетикаси материалнинг нам сақлаши ёки ўртача намлигининг маълум вақтдан кейин ўзгариши билан характерланади.

Одатда, қуритиш тезлигини тажрибавий усулда топиш учун қуритиш эгри чизиғи қурилади, сўнг у дифференциалланиб қуритиш тезлигининг эгри чизиғи ҳосил қилинади.

8.97-расмда материал намлиги W ва қуриш вақти τ орасидаги боғлиқлик тасвирланган.

Ундан ташқари, расмда материал температурасининг намликка боғлиқлиги ҳам келтирилган.

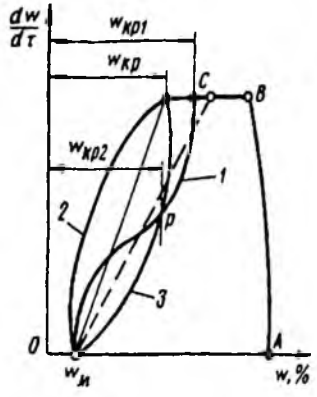
Типик қуритиш эгри чизиғи қуритиш жараёнининг турли даврларини ифодаловчи бир неча қисмдан иборат.

Жараён бошланишида нам материал қизийди ва ундан намлик буғланиб чиқа бошлайди. Материалнинг қуритиш температурасигача қизиши AB кесма билан ифодаланади. Ундан сўнг, ўзгармас қуритиш тезлиги даври (BC кесма), яъни I давр, бошланади. Бу давр қиялик бурчаги α нинг ўзгармас тангенсли тўғри чизиғи (**BC** кесма) билан ифодаланади ва C нуқтада якунланади. Ушбу даврда материалнинг температураси термометрнинг ҳўл температураси (температура эгри чизиғидаги B_1C_1 кесма) қийматига тенг бўлади. Ўзгармас қуритиш тезлиги даврида узатилаётган иссиқлик, материалдаги эркин намликни буғланишига сарфланади. Ушбу, ўзгармас қуритиш тезликли давр тўғри чизиқ билан ифодаланади ва у биринчи критик тезлик W_{kp} га етганда тамом бўлади.

W_{kp} дан бошлаб эса камаювчи тезлик даври бошланади, яъни материал намлиги аста - секин камаяди ва у CE кесма билан ифодаланади. Бу даврда материалдаги температураси C_1E_1 эгри чизиқ бўйлаб кўтарилади. Қуритиш жараёни охирида материал намлиги асимптотик равишда мувозанат намлиги W_M га яқинлашиб боради. Материал W_M намликка эришиши билан ундан намлик чиқиши тўхтайди. Ушбу дақиқада материал температураси уни ўраб турган иссиқлик элтқич температурасига (E_1 нуқта) тенг бўлади. Лекин, мувозанат намлигига эришиш учун анча вақт зарурдир.

Қуритиш тезлиги вақт бирлигида намлик ўзгаришини ифодалайди, яъни $dW/d\tau$ (%/соат) ёки $dx/d\tau$ (c^{-1}).

Қуритиш тезлиги бўйича маълумотлар асосида қуритиш тезлигининг эгри чизиқлари қурилади (8.98-расм).



8.99-расм. Капилляр - говакли материалларнинг қуритиш тезлиги эгри чизиқларининг тасвири.

BC горизонтал кесма қуритиш жараёнининг биринчи, *CE* эса - иккинчи даврдаги тезлигини кўрсатади.

Жараённинг биринчи даврида эркин боғланган намлик йўқотилади ва унинг тезлиги ташқи диффузия зонасидаги масса алмашиниш қаршилиги, яъни конвектив масса бериш коэффициенти билан аниқланади. Биринчи критик тезликка оид *C* нуқтада материал ташқи юзасидаги намлик гигроскопик намликка тенг бўлиб колади. $W_{кр}$ дан бошлаб материалдан боғланган намлик ҳайдалиб бошланади ва жараён тезлиги анча сусаяди. Шуни алохида таъкидлаш керакки, қуритиш тезлиги эгри чизиқларининг кўриниши 8.98-расмда келтирилгандан анча фарк қилиши мумкин. Намликнинг материал билан боғланиш шаклларига қараб, иккинчи даврнинг ўзи бир неча даврдан иборат бўлиши мумкин (8.99-расм).

Расмдаги эгри чизиқ 1 типик капиллар - говакли жисмлар учун хосдир. Чизиқнинг тепа қисми капиллар, пастки қисми эса - $W_{гр}$ га тенг адсорбцион намликни йўқотиш тезлигини ифодалайди. Эгри чизиқ 2 газлама ва юпка листли материаллар, 3 эса - керамик материалларни қуритиш жараёнини характерлайди.

Қуритиш тезлиги жараённинг муҳим технологик параметри бўлиши - қуритиш интенсивлигини аниқлаш имконини беради.

Материал намлигининг буғланиш интенсивлиги, қуритилаётган материал юзаси бирлигидан вақт бирлигида чиқариб юборилаётган намлик миқдори билан белгиланади, яъни:

$$m = \frac{W}{F\tau}$$

бу ерда τ - қуритиш жараёнининг умумий давомийлиги.

Қаттиқ нам материалда намликнинг диффузияси 8.6-расмда келтирилган. Қаттиқ материал ичидан ташқи юзасига намликнинг таркалиши масса ўтказувчанлик усулида боради. Фазаларни ажратиб турувчи юзадан газ оқими ядросига намликнинг таркалиши эса, конвектив диффузия усулида ўтади.

Маълумки, капиллар - говакли материалларда модданинг таркалиши концентрация ва температура градиентлари остида бўлиши мумкин. Температура градиенти таъсирида каттиқ материалда рўй берадиган намликнинг таркалиши термодиффузия ҳисобига бўлади. Агар, материални қуритиш қаттиқ режимларда олиб борилса, яъни температуралар градиенти салмокли бўлганда, термодиффузия ҳодисаси намоён бўлади.

$p = const$ бўлганда, массавий оқимни ушбу тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$i = \frac{dW}{Fd\tau} = \pm k\rho_{ақм}\left(\frac{\partial x}{\partial l} + \delta\frac{\partial t}{\partial l}\right) \qquad (8.206)$$

бу ерда k - масса ўтказувчанлик коэффициенти, $м^2$/соат; $\rho_{ақм}$ - абсолют қуруқ материал зичлиги, кг/$м^3$; x - материалнинг нам сақлаши, кг/кг қуруқ материалга; l - изоконцентрацион юза нормали; δ - *термонамлик* ўтказувчанлик коэффициенти, K^{-1}; t - температура, К.

(8.206) тенгламанинг биринчи қўшилувчиси концентрация градиенти таъсирида, иккинчиси эса - температура градиенти таъсирида модда узатилишини характерлайди.

Тенгламадаги кинетик k ва δ коэффициентлар температура ва жисм намлиги функциясидир. Шунинг учун, нам материалда намликнинг таркалишини унда иссиқлик алмашиниш билан биргаликда қараш керак. Иссиқлик алмашиниш Фурьенинг иссиқлик ўтказувчанлик конуни билан ифодаланади.

$$\frac{dQ}{Fd\tau} = -\lambda\frac{\partial t}{\partial n}$$

Юқорида келтирилган масса ва иссиқлик ўтказувчанлик тенгламалар асосида А.В. Ликов томонидан капиллар - говакли жисмда иссиқлик ва масса алмашинишнинг дифференциал тенгламалар системаси келтириб чиқарилган:

$$\frac{\partial x}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial l}\left(k\frac{\partial x}{\partial l} + k\delta\frac{\partial t}{\partial l}\right) \qquad c\rho_{скм}\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial l}\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial l}\right) + \varepsilon r\frac{\partial x}{\partial \tau} \tag{8.207}$$

бу ерда $\varepsilon = dx_ф/dx$ - фазавий ўзгариш критерийси: r – буғланиш иссиқлиги, кЖ/кг.

Ушбу тенгламадаги λ, c, ε ва r коэффициентлар ўзгарувчи катталиклар бўлиб, жисмнинг намлиги ва температурасига боғлиқ.

(8.207) даги биринчи тенглама қаттиқ жисмда намлик ва температура градиентлари таъсирида нам сақлашнинг ўзгариш тезлигини ифодалайди. Иккинчи тенглама эса, иссиқлик ўтказувчанлик ва ички буғланиш ҳисобига температура майдони ўзгариш тезлигини характерлайди.

Конвектив қуритишда моддалар диффузияси йўналишига қарши йўналган термодиффузия оқими масса ўтказувчанлик тезлигини пасайтиради.

Материалдаги нотурғун концентрация ва температура майдонларини топиш учун дифференциал тенгламалар системасини ечиш керак. Қуритиш жараёнини бундай ҳисоблаш усули, керакли намликка эришиш вақтини ва қуриткич ўлчамларини аниқлаш, назарий жиҳатдан ўринлидир.

Лекин, дифференциал тенгламалар системасини ечиш учун масса ва иссиқлик ўтказиш коэффициентларини материал намлиги ва температурага боғлиқлигини билиш зарур. Юқорида қайд этилган ҳамма коэффициентлар. c ва r дан ташқари, x ва t га боғлиқлиги жуда мураккабдир.

Проф. А.Н. Плановский томонидан қуритиш жараёнини фақат масса ўтказувчанлик коэффициенти k орқали ҳисоблаш мумкинлиги исботланган. Унга биноан, (8.207) нинг биринчи тенгламаси ушбу кўринишни олади:

$$\frac{\partial x}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial l}\left(k^* \cdot \frac{\partial x}{\partial l}\right) \tag{8.208}$$

бу ерда k^* - ҳам термодиффузия, ҳам масса ўтказувчанликни характерловчи коэффициент бўлиб, фақат материал намлигига боғлиқ.

Агар, намликнинг маълум оралиғида $k = const$ ва $\delta = const$ деб қабул қилсак, (8.208) чизиқли тенглама кўринишига келади:

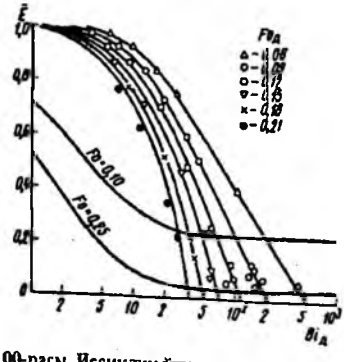
$$\frac{\partial x}{\partial \tau} = k\frac{\partial^2 x}{\partial l^2} \tag{8.209}$$

Қуритиш жараёнининг бошланғич шартларига, қаттиқ материалда намликнинг бир текисда тақсимланиши, яъни $\tau = 0$ бўлганда $x = x_б = const$ тўғри келади.

(8.208) ва (8.209) тенгламалар таҳлилидан қуйидаги кўринишдаги критериал формула келтириб чиқарилади:

$$E = f\left(Bi_Д, Fo_Д\right) \tag{8.210}$$

бу ерда E - материалдаги намликнинг ўлчамсиз концентрацияси, яъни:



8.100-расм. Иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасини ечишга оид $Fo_ə$=const ва Fo=const чизиқлари.

$$E = \frac{x - x_н}{x_б - x_н}$$

бу ерда $x_н$ - материалдаги намликнинг мувозанат концентрацияси; $Bi_ə = \beta l / (k \cdot \rho_к)$ - Био диффузион критерийси; $Fo_ə = k\tau/l^2$ - Фурье диффузион критерийси.

Нотўғри геометрик шаклдаги жисмлар учун (8.210) тенглама Γ_1, Γ_2, ..., Γ_n параметрик критерийлар билан тўлдирилиши мумкин.

Агар материалнинг иссиқлик - физик хоссалари ва жараён давомида температуранинг ўзгариши маълум бўлса, қуритиш кинетикаси проф. А.Н.Плановский ва проф. С.П.Рудобашта томонидан таклиф этилган иссиқлик ўтказувчанлик тенгламалари асосида ҳисоблаш усулидан фойдаланиши мумкин. Лекин, Фурье тенгламаси ва масса ўтказувчанлик тенгламалари

орасидаги ўхшашлик расмий характерга эга. $Fo = const$ чизикларининг турли характери температура ўтказувчанлик коэффициенти a нинг t дан ва масса ўтказувчанлик коэффициенти k^* нинг x дан боғлиқликлари орасида принципиал фарк борлигини кўрсатади (8.100-расм)

$Fo_a = const$ эгри чизиклар $k = f(x)$ функцияни характерлайди.

Тўғри геометрик шаклли жисм ва чексиз оким учун (8.200) тенгламанинг умумий ечими ушбу кўринишда бўлади:

$$E = \frac{x - x_м}{x_б - x_м} = \sum_1^m A_n \exp\left(-\mu_n^2 Fo_Д\right) \qquad (8.211)$$

бу ерда $A = f(Bi_b, \mu_n)$ - жисм шакли, чегаравий ва бошлангич шартларига боғлик бўлган жисм функцияси; μ_n - характеристик тенгламалар илдизлари.

Капилляр-ғовакли жисмда масса ўтказувчанлик бўйича маълумотлар бўлса, (8.211) тенгламадан i - интервалда куритиш вактини аниклаш мумкин (бу ерда $k_i = const$):

$$\tau_i = \sum_1^n \frac{\ln \prod_1^3 \frac{\beta_{ji}}{E_i}}{k_i \sum_{j=1}^n \frac{\mu_j^2}{R_j^2}} \qquad (8.212)$$

бу ерда μ_{ji} ва β_{ji} - j - йўналишда жисм юзаси шаклига ва намлик ўзгаришининг i - оралигидаги Bi_m нинг катталиги.

Амалиётда куритиш вактини аниклаш учун кинетика ва куритиш тезлиги эгри чизикларидан ёки кинетик тенгламалардан фойдаланилади.

Кинетик тенгламалар ёрдамида куритгичнинг асосий ўлчамлари ҳисобланади. Даврий курилмаларда - куритиш жараёни давомийлиги, узлуксиз ишлайдиган куритгичларда - материални куритиш вакти ёки фазалар ўзаро таъсир учун зарур юза аниқланади.

Умумий ҳолатда даврий жараёнлар учун умумий куритиш вакти қуйидаги тенгламадан ҳисобланади:

$$\tau_{ум} = \tau_1 + \tau_2 \qquad (8.213)$$

бу ерда τ_1 - биринчи даврда куритиш давомийлиги, соат; τ_2 - иккинчи даврда куритиш давомийлиги, соат.

τ_1 нинг қиймати масса ўтказишнинг асосий тенгламасидан аниқланади:

$$\tau_1 = \frac{W}{\beta_x \cdot F \cdot \Delta x_{ур}} \quad \text{ёки} \quad \tau_1 = \frac{W}{\beta_p \cdot F \cdot \Delta P_{ур}} \qquad (8.214)$$

бу ерда $x_{ур}$ - жараённинг ўртача ҳаракатга келтирувчи кучи.

$$\Delta x_{ур} = \frac{\Delta x_б - \Delta x_{ох}}{2{,}3 \lg \frac{\Delta x_б}{\Delta x_{ох}}} \quad \text{ёки} \quad \Delta P_{ур} = \frac{\Delta P_б - \Delta P_{ох}}{2{,}3 \lg \frac{\Delta P_б}{\Delta P_{ох}}}$$

бу ерда $\Delta x_б = (x_{тўй} - x_б)$ - куритиш жараёнидаги тўйинган ҳаво нам сақлаши ва ишчи нам сақлашларининг бошлангич фарки, кг/кг қурук ҳаво; $\Delta x_{ох} = (x_{кир} - x_{ох})$ жараён охиридаги нам сақлашлар фарки, кг/кг қурук ҳаво; $\Delta P_б = (P_{тўй} - P_б)$ куритиш жараёнидаги тўйинган ҳаво парциал босими ва ишчи парциал босимларнинг фарки; $\Delta P_{ох} = (P_{тўй} - P_{ох})$ - жараён охиридаги парциал босимлар фарки.

Куритиш жараёнининг биринчи даври учун кинетик қонун масса бериш тенгламаси билан ифодаланиши мумкин:

$$W = \beta_x F\left(x_{тўй} - x\right) \cdot \tau; \qquad W = \beta_p F\left(p_{тўй} - p\right) \cdot \tau \qquad (8.215)$$

бу ерда W - буғлатилган суюклик миқдори, кг; F - фазалар ўзаро таъсир юзаси, м^2; $x_{тўй}$ - материал ташки юза температурасидаги тўйинган ҳаво нам сақлаши, кг/кг қурук ҳаво; x - ҳавонинг ҳақиқий нам сақлаши, кг/кг қурук ҳаво; β_p - масса бериш коэффициенти, кг/(м^2·соат·Па); $p_{тўй}$ - материал юзаси атрофидаги тўйинган ҳаво сув буғларининг босими, Па; p - ҳаводаги сув буғининг парциал босими, Па.

Куритиш жараёнининг биринчи даврида масса бериш коэффициентини ҳисоблаш учун қуйидаги тахминий формуладан фойдаланиш мумкин:

$$Nu = 2 + A\,Re^{n} \cdot Pr^{0,33}_{\text{д}} \cdot Gu^{0,133} \qquad (8.216)$$

бу ерда $Gu = (T_c - T_м)/T_c$ - Гухман критерийси; T_c - мухит температураси, К; $T_м$ - материал ташки юзасининг температураси, К. Формуладаги константа A ва даража кўрсаткичи n Рейнольдс критерийсига боғлик, яъни 8-1 жадвал

Re	A	n
200…25000	0,385	0,57
25000…70000	0,102	0,73
70000…315000	0,025	0,9

Nu, Re ва *Pr* критерийларидаги параметрлар газ оқимининг ўртача температурасида ҳисобланади.

Қуритиш жараёни иккинчи даврининг давомийлигини ҳисоблаш учун Шервуд-Ликов тахминий усулидан фойдаланса бўлади. Лекин, қуритиш тезлигининг эгри чизиғи тўғри чизиқ тенгламаси билан ифодаланиш шарти бажарилиши зарур. Иккинчи давр учун кинетик қонун ушбу кўринишга эга:

$$-\frac{dW}{Fd\tau} = K(x - x_м) \qquad (8.217)$$

бу ерда K - қуритиш тезлиги коэффициенти; x - материалнинг шу ондаги намлиги, кг/кг қуруқ ҳаво; $x_м$ - материалнинг мувозанат намлиги, кг/кг қуруқ ҳаво.

Лекин, қуритиш тезлигининг $x_{кр}$ ва $x_{ак}$ ораликдаги ўзгариши тўғри чизиқли қонунга бўйсинмайди. Шунинг учун, (8.217) тенглама 40...60% хатолик беради.

Моддий баланс тенгламасини ҳисобга олсак:

$$dW = Gdx = KF(x - x_м) \cdot d\tau$$

бу ерда G - қуритилаётган материал массаси, кг.

Математик ўзгартиришлардан сўнг ушбу кўринишга эришамиз:

$$2{,}3\lg\frac{x_{кр} - x_м}{x_{ак} - x_м} = \frac{KF}{G}\tau \qquad (8.218)$$

Охирги тенгламадан иккинчи даврдаги қуритиш жараёни давомийлигини аниқлаш мумкин:

$$\tau_2 = \frac{G}{KF}2{,}3\lg\frac{x_{кр} - x_м}{x_{ак} - x_м} \qquad (8.219)$$

Агар қуритиш жараёни узлуксиз бўлса, биринчи ва иккинчи даврларни ўтказиш учун зарур бўлган фазалар тўқнашиш юзасини ушбу тенгламадан топамиз:

$$F_{ум} = F_1 + F_2 \qquad (8.220)$$

бу ерда F_1 - биринчи даврдаги газ ва материаллар ўзаро таъсир юзаси, м^2; F_2 - иккинчи даврдаги фазалар тўқнашиш юзаси, м^2.

W/τ ни $W_т$ оркали белгилаб, (8.213) ва (8.214) тенгламалардан F_1 ни топамиз:

$$F_1 = \frac{W_т}{\beta_p \cdot \Delta P_{ур}} = \frac{W_т}{\beta_x \cdot \Delta x_{ур}} \qquad (8.221)$$

G/τ ни $G_т$ деб белгилаб, (8.219) тенгламадан ушбу кўринишни оламиз:

$$F_2 = \frac{G_т}{K}2{,}3\lg\frac{x_{кр} - x_м}{x_б - x_м} \qquad (5.222)$$

Шундай қилиб, қуритиш жараёни тезлигини оширувчи омилларга қуйидагилар киради:

а) жараён температурасини кўтариш;

б) қуритилаётган материал устидаги бўшлиқда босимни пасайтириш;

в) иссиқлик элткич нам сақлашини камайтириш;

г) материал устидаги иссиқлик элткич тезлигини ошириш;

д) жараён давомида материални аралаштириш.

8.31. Куриткичнинг моддий ва иссиқлик балансlари

Конвектив куритиш қурилмаси қуриткич, транспорт мосламаси, вентилятор ва калориферлан таркиб топган деб фараз қилайлик (8.101-расм).

Куритишга узатилаётган нам материалнинг массавий сарфини $G_б$ (кг/соат), куритилган материал массавий сарфини $G_{ак}$ (кг/соат), материалнинг бошланғич ва охирги намликларини W_1 ва W_2 (%), буғланган намлик миқдорини W (кг/соат) деб белгилаб оламиз.

Унда, жараённинг моддий балансини ушбу тенглама кўринишида ифодалаш мумкин:

$$G_б = G_{ак} + W \quad \text{ёки} \quad W = G_б - G_{ак} \tag{8.223}$$

Қуруқ моддалар бўйича моддий балансни қуйидаги ёзиш мумкин:

$$G_б = (100 - W_1) = G_{ак}(100 - W_2) \tag{8.224}$$

ёки

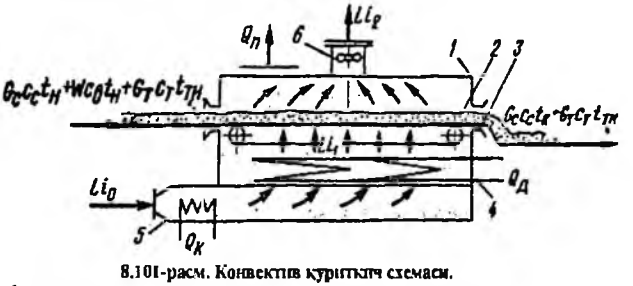
$$G_{ак} = G_б \frac{100 - W_1}{100 - W_2} \tag{8.225}$$

Буғлатилган намлик миқдори эса, ушбу тенгламадан ҳисоблаб аниқланади:

$$W = G_б \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} \tag{8.226}$$

Куриткичга узатилаётган газ ёки абсолют қуруқ ҳаво миқдорини L (кг/соат), бошланғич нам сақлашини x_1 ва охиргисини x_2 деб белгилаб оламиз.

Унда, намлик бўйича моддий баланс:



8.101-расм. Конвектив куриткич схемаси.

1 - куриткич; 2 - нам материал; 3 - лентали транспортер; 4 - қўшимча калорифер; 5 - асосий калорифер; 6 - вентилятор.

$$W + Lx_1 = Lx_2 \tag{8.227}$$

бундан қуруқ ҳаво сарфи:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1} \tag{8.228}$$

Ҳавонинг солиштирма сарфи (1 кг намликни буғлатиш учун кетаётган сарф) эса,

$$l = \frac{L}{W} = \frac{1}{x_2 - x_1} \tag{8.229}$$

Конвектив куритишнинг иссиқлик баланси ҳам 8.101-расм асосида тузамиз. Куритиш вақтида иссиқлик ва масса алмашиниш жараёнлари биргаликда ўтади. Моддий ва иссиқлик оқимлар орасида маълум боғлиқлик мавжуд. Контактли куритиш жараёнида иссиқлик материални қандайдир бошланғич куритиш температурасигача иситиш ва куритиш учун сарфланади.

Куритишга кираётган материал миқдори G_c+W (кг/соат) бўлиб, у массаси $G_м$ бўлган конвейерда жойлашган. Куриткичга L (кг/соат) миқдорда абсолют қуруқ ҳаво узатилмоқда. Калориферда иситилаётган ҳавога $Q_к$ (кЖ/соат) миқдорда иссиқлик узатилса, қурилмада эса унга қўшимча $Q_д$ (кЖ/соат) иссиқлик берилади.

Куритиш жараёнида қатнашаётган материал, иссиқлик элткич ва мосламалар

параметрларини қуйидагича белгилаб оламиз:

G_c - қуритилаётган материал массаси, кг/соат;

c_c - қуритилган материал солиштирма иссиқлик сиғими, кЖ(к·К);

c_T - транспорт мосламасининг солиштирма иссиқлик сиғими, кЖ/(кг·К);

$t_н$ - материалнинг қуритишгача бўлган температураси, °С;

$c_в$ - сувнинг солиштирма иссиқлик сиғими, кЖ/(кг·К);

$t_к$ - материалнинг қуритилгандан кейинча температураси. °С;

$t_{тн}$, $t_{тк}$ - транспорт мосламасининг қуритқичга киришдан аввалги ва ундан чиққандан кейинги температуралари. °С;

I_0 - қуритқичга кираётган ҳавонинг солиштирма энтальпияси, кЖ/кг;

I_1 - калориферда иситилаётган ҳавонинг солиштирма энтальпияси, кЖ/кг;

I_2 - қуритқичдан чиқаётган ҳавонинг солиштирма энтальпияси, кЖ/кг;

$Q_п$ - атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши, кЖ/кг.

Жараённинг иссиқлик баланс тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$LI_0 + Q_к + Q_п + G_c c_c t_н + Wc_в t_н + G_T c_T t_{тн} = LI_2 + G_c c_c t_к + G_T c_T t_{тк} + Q_п \qquad (8.230)$$

Ушбу тенгламадан қуритиш учун керакли иссиқлик сарфини аниқлаш мумкин:

$$Q = Q_к + Q_Д = L \cdot (I_2 - I_0) + G_c c_c (t_к - t_н) + G_T c_T (t_{тк} - t_{тн}) - Wc_в t_н + Q_п \qquad (8.231)$$

Агар, ҳамма иссиқлик сарфларини буғлатилаётган 1 кг намликка нисбатан олиб, тегишли белгилашларни амалга оширсак, (8.231) тенглама ушбу кўринишни олади:

$$q = q_к + q_Д = l \cdot (I_2 - I_0) + q_м + q_T + q_п - c_в t_н \qquad (8.232)$$

Ушбу тенгламадан калориферлаги солиштирма иссиқлик сарфини топамиз:

$$q_к = l \cdot (I_2 - I_0) + q_м + q_T + q_п - q_Д - c_в t_н \quad \text{ёки} \quad q_к = l \cdot (I_2 - I_0) \qquad (8.233)$$

Олинган $q_к$ қийматини (8.232) тенгламага қўйиб, қуйидаги кўринишга эришамиз:

$$l \cdot (I_1 - I_0) + q_Д = l \cdot (I_2 - I_0) + q_м + q_T + q_п - c_в t_н$$

ёки

$$l \cdot (I_1 - I_0) = q_Д + c_в t_н - q_м - q_T - q_п \qquad (8.234)$$

Агар, $q_Д = 0$ бўлса

$$l \cdot (I_2 - I_0) = c_в t_н - q_м - q_T - q_п$$

(5.234) тенгламанинг ўнг томонини

$$(q_Д + c_в t_н) - (q_м + q_T + q_п) = \Delta \qquad (8.234а)$$

деб белгиласак, ушбу кўринишга эришамиз:

$$l(I_2 - I_1) = \Delta$$

ёки

$$I_2 = I_1 + \frac{\Delta}{l} \qquad (8.235)$$

Агар, (8.229) тенгламани инобатга олсак, ушбу тенгламага эришамиз:

$$\frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_1} = \Delta \qquad (8.236)$$

оралиқ, бирор ондаги қийматлар учун эса:

$$\frac{I - I_1}{x - x_1} = \Delta \qquad (8.237)$$

(8.237) тўғри чизиқ тенгламаси бўлиб, қуритиш жараёнининг ишчи тенгламаси деб номланади.

Шундай қилиб, энтальпия ва нам сақлашлар орасидаги боғлиқлик тўғри чизиқ функцияси билан характерланади.

Қуритиш жараёнларини таҳлил қилиш учун назарий қуритқич тушунчасини киритамиз. Қуритишга узатилаётган материал температураси нольга тенг, ҳамда материал ва транспорт воситалар иситилиши бўлмаган қурилма, назарий қуритқич деб аталади. Унда (8.234а) тенгламага биноан, $\Delta = 0$ бўлади. Бунда $I \neq 0$ ва (8.235) тенгламадан назарий қуритиш учун $I_1 = I_2$ эканлигини аниқлаймиз. Шундай қилиб, $I - x$ диаграммада жараён $I=const$ чизиғи билан тасвирланади. Назарий қуритқичда материал намлигининг бўғланиши фақат ҳавонинг совиши ҳисобига бўлади. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ҳаво бераётган иссиқлик миқдори материалдан бўғланган намлик билан бирга кайтарилади.

Ҳақиқий қуритқичларда ҳавонинг энтальпияси кўпчилик ҳолларда ўзгарувчан бўлади.

Агар иссиқликнинг кириши унинг сарфидан катта $(q_д + c_м t_м > q_м + q_т - q_п)$ бўлса, яъни $\Delta > 0$, унда (8.235)га биноан $I_2 > I_1$ бўлади. Бундай ҳолларда қуритқич иқтисодий жиҳатдан тежамсиз режимда ишлайди, чунки ҳамма иссиқлик фойдали сарфланмайди.

Агар, $\Delta < 0$ дан бўлса, унда $I_2 < I_1$ бўлади. Бундай ҳолларда қуритқич тежамкор ва самарали ишлайди.

Ҳақиқий қуритқичларда $\Delta = 0$ бўлган тенглик ҳоллари ҳам бўлиши мумкин. Бундай ҳолатда қуритқичга кираётган иссиқлик унинг сарфига тенгдир, яъни, $q_д + c_1 t_м = q_м + q_т + q_п$

Контактли қуритқичда намликни бўғлатиши учун зарур иссиқлик фазаларни ажратиб турувчи девор оркали узатилади. Ушбу қуритиш жараёнида иссиқлик элткич сифатида тўйинган сув буғи ишлатилади.

Узатилаётган иссиқлик материални қуритиш температурасигача иситиш ва ундан намликни йўқотиш учун сарфланади, яъни $Q_{ум} = Q_м + Q_в$

Материални иситиш учун иссиқлик сарфи

$$Q_м = D_м\left(I'' - I'\right) = G_c c_c\left(t_{ш} + t_K\right) + W c_в\left(t_{ск} - t_п\right) + Q_в \qquad (8.238)$$

Қуритиш учун зарур иссиқлик сарфи

$$Q_c = D_c\left(I'' - I'\right) = G_c c_c\left(t_{ск} + t_{ш}\right) + W\left(I_в - c_в t_{ск}\right) + Q_в \qquad (8.239)$$

Буғнинг умумий сарфи

$$D_{ум} = \frac{Q_{ум}}{I'' - I'} \qquad (8.240)$$

Конвектив қуритиш жараёнини $I - x$ диаграммада тасвирлаш учун ҳавонинг 2 та бошланғич параметри t_1 ва x_1 берилган бўлиши керак. Жараён тамом бўлгандан сўнг, ҳавонинг охирги 3 та параметрларидан, яъни нисбий намлик, температура ёки нам сақлашдан, биттаси кабул қилинади.

Кейин, ҳавонинг бошланғич параметрларини ифодаловчи ва берилган ($\varphi = const$, $t_2 = const$ ёки $x = const$) нукталар бўйича $I - x$ диаграммада қуритиш жараёнининг ишчи чизиғи ўтказилади. Топилган нукта бўйича иссиқлик элткич - ҳавонинг ҳамма охирги параметрлари, ҳамда унинг сарфи ва иссиқлик миқдори аниқланади.

I-x диаграммада қуритиш учун ҳаво ва иссиқликнинг сарфини аниқлаш.

Қуритиш жараёни I-x диаграммада қуйидагича тасвирланади (8.102-расм). Калориферга кираётган ҳавонинг температураси t_0 ва унинг нисбий намлиги φ_0 бўлган параметрли ҳаво диаграммада A нукта билан ифодаланади. Ушбу параметрли ҳавонинг нам сақлаши x_0.

Калориферда ҳавонинг t_0 дан t_1 температурагача исиши ўзгармас нам сақлаш $x_0=x_1$ да ўтади ва жараён диаграммада вертикал кесма AB билан ифодаланади. Нуқта B га изотерма t_1 тўғри келади.

Қуритиш жараёнида ҳаво ҳолатининг ўзгаришини қуйидаги тенглама ёрдамида аниқлаймиз:

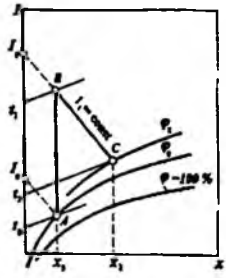
$$l\cdot(I_1-I_2)=\Delta \qquad (8.241)$$

бу ерда Δ - иссикликнинг солиштирма сарфи.

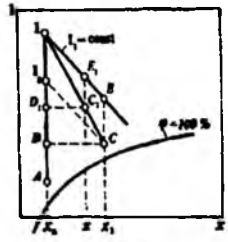
Агар қуриткичга қўшимча иссиклик узатилмаса $Q_{қўш}=0$, унда

$$q_M + q_T + q_{ҳўл} > q_W$$

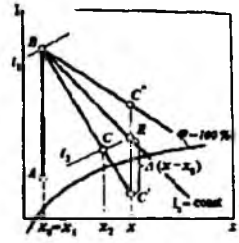
яъни $\Delta>0$. Қуриткичдан чиқиб кетаётган иссиқ ҳавонинг энтальпияси унга кираётгандан кичик ($I_2<I_1$).



8.102-расм. I-x диаграммада назарий қуритиш жараёнининг график тасвири.



8.103-расм. Қуритиш жараёнининг ишчи чизиғини I-x диаграммада тасвирлаш.



8.103а-расм. I-x диаграмада қуритиш чизиғини аниқлаш.

Агар қуриткичга қўшимча иссиклик $Q_{қўш}$ узатилса, унда

$$q_M + q_T + q_{ҳўл} < q_{қўш} + q_W$$

яъни $\Delta<0$. Қуриткичдан чиқиб кетаётган ҳавонинг энтальпияси ортиб боради ($I_2>I_1$).

Лекин, шундай қуритиш шароитларини ташкил этиш мумкинки, унда

$$q_M + q_T + q_{ҳўл} = q_{қўш} + q_W$$

яъни $\Delta=0$ ва $I_1=I_2$=const.

Қуриткичда ҳаво энтальпияси ўзгармасдан кечадиган жараён назарий қуритиш деб номланади. I-x диаграммада назарий қуритиш жарёни B нуқтадан I=const бўйлаб ҳавонинг юқори нам сақлаш қийматлари ўнгга томон йўналган чизиғи билан ифодаланади. Ушбу чизиқ С нуқтадаги изотерма t_2 ёки нисбий намлик φ_2 тўхтайди (8.102-расм). Нуқта C нинг абсциссаси ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво нам сақлаши x_2 ни кўрсатади.

Агар, x_2 ва x_0 маълум бўлса, ҳавонинг солиштирма сарфи l, унинг сарфи $L=l\cdot W$ ва калориферда ўзатилаётган иссиклик миқдори $Q=L(I_1-I_0)$ аниқланиши мумкин. Ҳисоблашларда ишлатиладиган ҳамма катталиклар (x_0, x_2, I_0, I_1) I-x диаграммадан топилади.

Агар, $\Delta\neq0$ бўлган ҳолларда C нукта I=const чизиғидан юқорида ёки пастда бўлади.

Аввал $\Delta>0$ бўлган шароит учун I-x диаграммада қуритиш чизиғининг шаклини кўрамиз. Бошланғич маълумотлар бўйича назарий қуритишнинг чизиғи BC ни топамиз. Қуритгичга қўшимча иссиқлик узатилганда ($\Delta>0$), ҳақиқий қуритгичнинг чизиғи B нуқтадан бошланиб, I_1=const чизиғининг юқорисидан ўтади (8.103-расм). Ҳақиқий қуриткич чизиғини топиш учун BC

кесмада ихтиёрий C_1 нуқтани танлаймиз ва вертикал, горизонтал чизиқлар ўтказиб D, D_1 ва E, E_1 нуқталарни топамиз. BC_1E_1 ва BCE, ҳамда BD_1C_1 ва BDC учбурчакларнинг ўхшашлигидан қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$\frac{CE}{CD} = \frac{C_1E_1}{C_1D_1}$$

Нуқта E да ҳаво энтальпияси I_1 бўлиб, C да эса - I_2 бўлгани учун, уларга тегишли кесмалар $CE = I_1 - I_2$ ва $DC = x_2 - x_1$ га тенг бўлади.

Демак,

$$\frac{CE}{CD} = \frac{I_1 - I_2}{x_2 - x_1}$$

Аммо, $\Delta = (I_1 - I_2)/(x_2 - x_1)$ эканлигини инобатга олсак, яъни

$$\frac{CE}{CD} = \Delta = \frac{I_1 - I_2}{x_2 - x_1}$$

Агар, C_1 нуқтанинг координатларининг x ва I деб белгилаб олсак, унда тегишли кесмалар қуйидаги кўринишни олади:

$$C_1E_1 = I_1 - I \quad \text{ва} \quad C_1D_1 = x - x_0$$

Юқорида келтирилганларни ҳисобга олсак, ушбу нисбатни оламиз:

$$\frac{CE}{CD} = \frac{C_1E_1}{C_1D_1} = \Delta = \frac{I_1 - I_2}{x_2 - x_0} = \frac{I_1 - I}{x - x_0}$$

ёки

$$I_1 - I = \Delta(x_2 - x_0)$$

Демак, BC қуритиш чизиғи Δ катталикни ҳавонинг бошланғич параметрлари I_1 ва x_0, ҳамда координатлар I ва x лар билан боғлайди.

Шундай қилиб, юқорида келтирилганларга асосланиб исталган ҳолат учун қуритиш чизиғининг йўналишини топиш мумкин.

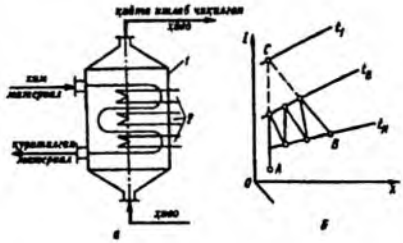
Агар, $\Delta < 0$ бўлса, яъни қуритгичда иссиқликнинг йўқотилиши мавжуд бўлса, ҳақиқий қуритгичнинг чизиғини тузиш аввалги мисолдан (яъни $\Delta > 0$ бўлгандагидан) фарқ қилмайди (8.103а-расм). Қуритиш чизиғи BC'' кесма билан ифодаланади.

8.32. Қуритиш жараёнини ташкил этиш усуллари

Кимё, озиқ - овқат ва бошқа саноатларда ҳаво қиздирилиши ва бир марта қуритиш камерасидан ўтиши каби энг содда қуритиш жараёнидан ташқари бошқа усуллар ёрдамида ҳам жараённи ташкил этиш мумкин. Саноат миқёсида қуйидаги усуллар қўлланилади: ҳавони кўп марта оралиқ иситиш йўли билан қуритиш, ишлатилган ҳавони қисман рециркуляция қилиш йўли билан қуритиш, ишлатилган ҳаводан кўп марта фойдаланиш йўли билан қуритиш.

Ҳавони кўп марта оралиқ иситиш йўли билан қуритиш схемаси 8.104-расмда келтирилган.

Одатда, бу усулда ҳавонинг юқори t_u ва қуйи t_n температуралари қабул қилинади. Даставвал ҳаво t_u температурагача қиздирилади ва ундан сўнг нам материал билан ўзаро таъсирда бўлиб, t_n температурагача совийди. Кейин, калориферда ҳаво яна t_u температурагача қиздирилади ва яна материал билан ўзаро таъсирда бўлиб t_n температурагача совийди ва ҳ. Бу ҳолда ҳавонинг охирги температураси B нуқта орқали аниқланади. Қуритишнинг бу усулида нам материални нисбатан паст температурали иссиқ ҳаво ёрдамида қуритиш имкони бор. 8.104б-расмдаги пунктир чизиқлардан кўриниб турибдики, агар иссиқлик элтгич камералар оралиғида қўшимча қиздирилмаганда, ҳавони t_1 температура (C нуқта) гача қиздириш зарур бўлар эди.

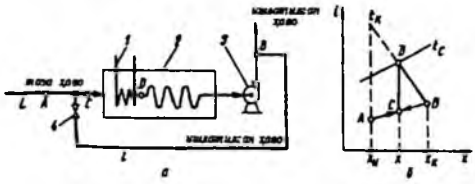


8.104-расм. Ҳавони кўп марта оралиқ иситиш йўли билан қуритиш схемаси (а) ва жараённинг i - x диаграммадаги (б) тасвири.
1 - қуритиш камераси; 2 - калорифер.

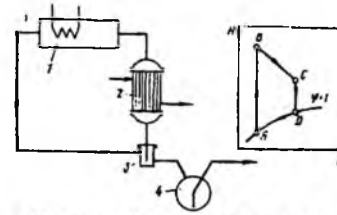
Бу усулда юқори температураларга чидамли материаллар қуритилади.

Ишлатилган ҳавони қисман рециркуляция қилиш йўли билан қуритиш схемаси 8.105-расмда кўрсатилган. Диаграммада *A* нуқтани ифодаловчи параметрли иссиқ ҳаво, ишлатиб бўлинган ҳаво (*AC* ва *BC* чизиқлар) билан аралашади ва калориферда t_c температурагача қиздирилади. Ундан кейин, қиздирилган ҳаво нам материал билан ўзаро таъсир эттирилади. Нам ҳавонинг сўнгги параметрларини *B* нуқта характерлайди.

Оддий қуритиш усулига нисбатан бу усул пастроқ температураларда, яъни $t_к$ ўрнига t_c да ва газ оқимининг юқори тезликларида ўтказилади.



8.105-расм. Ишлатилган ҳавони қисман рециркуляция қиладиган қуритқич схемаси (а) ва жараённи i – x диаграммада тасвирлаш (б).
1 - калорифер; 2 - қуритиш камераси, 3 - вентилятор.



8.106-расм. Ишлатилган газдан кўп марта фойдаланиш усулида қуритиш схемаси.
1 - қуритқич, 2 - конденсатор-совуткич; 3 - сув ажратгич; 4 - йиғгич.

Юқорида кайд этилган ҳавонинг параметрлари ва унинг қуриттичдаги тезлиги аралашиш карралиги $n = L/L$ га боғлиқ. Циркуляцияли ва циркуляциясиз қуритиш усуллари ва ҳаво ҳолатининг ўзгариш оралиги бир хил бўлганда, иссиқлик сарфи ҳам бир хил бўлади.

Ишлатилган газ кўп марта фойдаланиш усулида қуритиш схемаси 8.106-расмда келтирилган.

Қуритувчи газ сифатида тоза ва қиммат газлар, масалан водород, ишлатилганда ушбу усулни қўллаш мақсадга мувофиқ. Бундай ҳолларда ишлатиб бўлинган газни атмосферага чиқариб бўлмайди. Шунинг учун, бу схемалар ёпиқ циркуляцияли бўлади.

Сув буғлари билан тўйинган газ калориферда қиздирилади (*AB* кесма). Натижада унинг нисбий намлиги пасаяди ва қуритиш қобилияти ортади. Ундан кейин, газ ва материал ўзаро таъсирда бўлади (*BC* кесма) ва намлик билан тўйинади. Сўнг эса, намланган газ шудринг нуқтасигача (*СД* кесма) совутилади. Лекин, намланган газ таркибидаги бир қисм намлик конденсацияланади (*ДЕ* кесма). Кейин эса, газ қиздирилади ва яна қуриткичга йўналтирилади.

Бу қуритиш усули ҳавонинг паст температураси, юқори бошлангич нам сақлаш ва нисбий намликлари билан характерланади. Ундан ташқари, қуриткичда газ тезлиги ҳам жуда катта. Газ тезлигининг юқори бўлиши масса бериш коэффициенти ва биринчи даврда қуритиш тезлигининг ортишига олиб келади.

Юқорида кайд этилган қуритиш усуллари керакли миқдордаги иссиқликни узатиш ва майин қуритиш режимларини таъминлайди.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, у ёки бу қуритиш усули жараённи тезлаштириши секинлаштириши, уни ўтказиш шароитига таъсир этиши мумкин. Лекин, иссиқлик сарфига аниқланади.

8.33. Қуриткичлар конструкциялари

Кимё, нефт ва нефт-газни қайта ишлаш ва бошқа саноатларда қўлланиладиган қуриткичлар конструкциялари турли - тумандир. Улар бир - биридан хар хил белгиларига қараб фарқланади. Қаттиқ, нам материалга иссиқлик узатиш турига қараб конвектив, контактли ва махсус қуриткичларга бўлинади. Иссиқлик элткич сифатида хаво, газ ва буғ қўлланилиши мумкин. Қуритиш камерасидаги босим катталигига қараб, вакуум ва атмосфера босимида ишлайдиган қуриткичларга бўлинади. Жараённи ташкил этиш усулига қараб, даврий ва узлуксиз ишлайдиган қуриткичлар бўлиши мумкин. Ундан ташқари, материал ва иссиқлик элткич ҳаракатига қараб параллел, қарама-қарши ва ўзаро кесишган йўналишли қуриткичлар тайёрланади. Юқорида қайд этилганлардан кўриниб турибдики, қуриткичларни умумлаштирувчи классификация қилиш жуда қийин.

Шунинг учун, қуйида иссиқликни узатиш ва қуритилаётган материал катламининг ҳолатига қараб гуруҳларга ажратилган қуриткичлар конструкцияларини кўриб чиқамиз.

Ҳалқ хўжалигининг турли соҳаларида камерали, туннелли, лентали, шахтали, сиртмоқли, мавҳум қайнаш қатламли, барабанли, тебранма, жўвали, пурковчи, пневматик, икки лоғонали ва бошқа қуриткичлар қўлланилади.

Камерали қуриткичлар конвектив қурилмалар ичида энг содда тузилган ва қобиқ 1 ичида вагонетка 2 лар жойлашган бўлади.

Вагонеткалар токчаларида нам материал жойлаштирилади. Ҳаво калориферда қиздирилиб, вентилятор ёрдамида ҳайдалади ва материал устидан ёки ичидан ўтиб намликни буғлатади. Ишлатиб бўлинган ҳавонинг бир қисми янги ҳаво билан аралаштирилади. Бу турдаги қуриткичлар, одатда атмосфера босимида ишлайди. Улар кичик корхоналарда майин режим ва паст температурада нам материалларни қуритиш учун мўлжалланган. Афзалликлари: тузилиши содда ва таъмирлаш осон. Камчиликлари: камерали қуриткичларнинг иш унумдорлиги кичик ва маҳсулот қуриши бир текисда эмас.

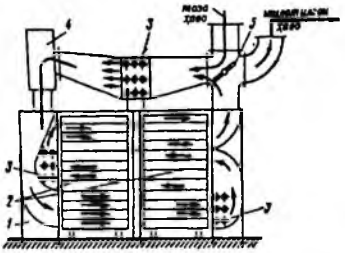
Туннелли қуриткичлар. Жараённи ташкил этиш бўйича бу қурилмалар узлуксиз ишлайдиган қуриткичлар қаторига киради. Бу қуриткичлар тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли узун камерадан иборатдир (5.108-расм). Нам материал юкланган аравачалар темир рельслар устида ҳаракатланади. Қурилманинг кириш ва чиқиш эшиклари зич ёпилади. Аравачаларнинг қуритиш камерасида бўлиш вақти қуритиш жараёни давомийлигига тенг. Материал юкланган аравачаларнинг камерадан бир марта ўтишида нам материал қуритилади. Иссиқлик элткич калориферда қиздирилиб, вентилятор ёрдамида қурилмага узатилади.

Бу турдаги қуриткичларда иссиқлик элткич қисман рециркуляция қилинади. Нам материал ва иссиқлик элткич параллел ёки қарама – қарши йўналишли бўлиши мумкин. Кўпинча калорифер ва вентилятор қуриткичнинг ёнига ёки томига ўрнатилади. Ишлатиб бўлинган ҳаво қувур оркали атмосферага чиқариб юборилади. Бу турдаги қурилмаларда, материални аралаштириб бўлмайди ва қуриш бир текисда эмас; туннелли қуриткичлар ўлчами катта, донасимон материалларни, сабзавот, мева, макарон ва бошқа маҳсулотларни қуритиш учун мўлжалланган. Қуритиш камчиликлари: қуритиш тезлиги кичик, жараён узоқ муддатда давом этади ва бир текисда эмас.

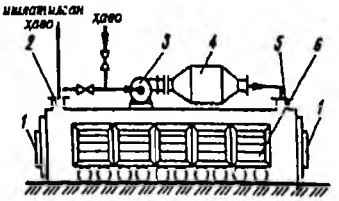
Лентали қуриткичлар узлуксиз ишлайдиган қуриткичлар қаторига киради (8.109-расм).

Нам материал қурилманинг тепа қисмидаги бункер оркали юкланади ва конвейернинг юқори лентасига тушади. Одатда, иккита барабан орасига тортилган лента тешикли бўлади ва нам материал унинг устида ҳаракатланади. Лентанинг иккинчи учига етганда, материал пастки конвейерга тўкилади. Энг пастки конвейердан, қуритилган материал чиқариш бункерига тўкилади.

Қуритилаётган материалнинг бир лентадан иккинчиси тўкилиб ўтиши унинг аралашишига



8.107-расм. Камерали қуриткич.
1 - қобиқ; 2 - вагонетка; 3 - калорифер; 4 - вентилятор; 5 – шибер.



8.108-расм. Туннелли қуриткич.
1-эшикчалар; 2-газоход; 3-вентилятор; 4-калорифер; 5-қобиқ; 6-материалли аравача.

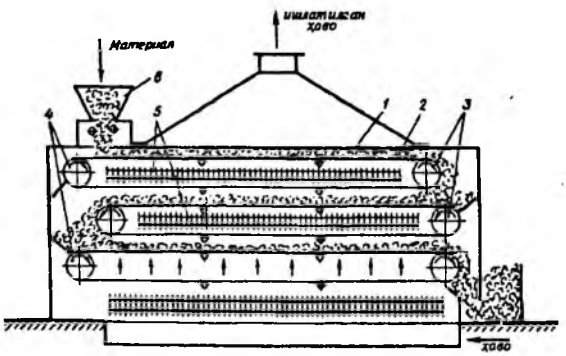
сабабчи бўлади. Натижада, қуритиш тезлиги ортади. Кўпинча бундай қуриткичлар кўп лентали қилиб ясалади. Материал ва иссиқлик элткич ўзаро кесишган йўналишда ҳаракатланади.

Шу билан бирга, параллел ва қарама - қарши йўналишли қуриткичлар ҳам ишлаб чиқарилади. Бундай қуриткичларда иссиқлик элткич қисман рециркуляция қилиниши мумкин.

Ҳавони рециркуляция ва оралиқ қиздирилиши туфайли лентали қуриткичларда майин қуритиш режимларига эришиш мумкин.

Лентали қуриткичларнинг айрим конструкцияларида, бир текисда қуритишга эришиш учун, материал катламини аралаштириш ва қатламни текислаш учун лента устига махсус агдирувчи мослама ўрнатилади.

Қуриткичнинг асосий камчиликлари: кўпол, кўп жой эгаллайди, таъмирлаш ва эксплуатация қилиш мураккаб, иш унумдорлиги кичик ва иссиқлик сарфи катта.

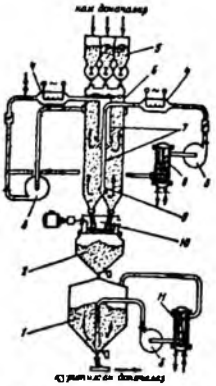


8.109-расм. Лентали қуриткич.
1 - қобиқ; 2 - лентали конвейер; 3 - етакловчи барабанлар; 4 - етакланувчи барабанлар; 5 - калорифер; 6 - юкловчи мосламали бункер.

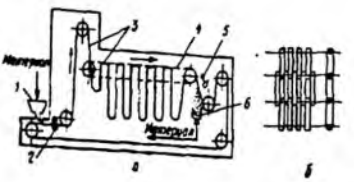
Шахтали қуриткичлар донадор, сочилувчан материалларни қуритиш учун ишлатилади (8.110-расм). Иссиқлик элткични узатиш учун қуриткичнинг ўқи бўйлаб трубалар ўрнатилган.

Трубаларнинг иккинчи учида иссиқлик элткични бир хилда тақсимлаш учун жалюзлар ўрнатилган. Иссиқлик элткични узатиш ва циркуляция қилиш системаси қуритиш ҳажмини иккита зонага бўлади. Биринчи зонада иккинчисидан чиқаётган иссиқликдан фойдаланилади. Биринчи зонада асосан сиртий намлик, иккинчисида эса - ички намлик йўқотилади.

Иккинчи зонага юборилаётган иссиқлик элткич даставвал шу зонадаги конденсаторда қисман қуритилади. Қуриткичнинг тепа қисмида иккила оқим бир-бирига аралашиб кетади ва калориферда қиздирилгандан сўнг, газодувка ёрдамида қуриткичнинг биринчи зонасига узатилади. Қуритилган материални тўкиш узлуксиз ишлайдиган токчали қадоклагич ёрдамида амалга оширилади.



8.110-расм. Сочилувчан, донадор материалларни қуритиш учун шахтали қуриткич.
1 - бункер - совуткич; 2 - оралиқ бункер; 3 - газодувка; 4 - калорифер; 5 - бункер; 6 - шахта; 7 - иссиқлик элткични узатиш трубалари; 8 - конденсатор-совуткич; 9 - жалюзлар; 10 - қдоқтагич; 11 - совуткич.



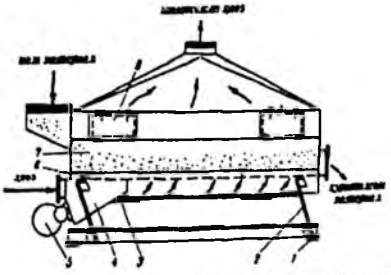
8.111-расм. Сиртмоқли қуриткич (а) ва тўрли лента элементи (б).
1 - нам материал таъминлагич. 2- иситиладиган жувалар; 3 - чексиз тўрли лента, 4 - занжирли конвейер; 5 - тақинчли механизм, 6 - шнекли бункер.

Сиртмоқли қуриткичлар пастасимон материалларни узлуксиз қуритишга мўлжалланган қурилмалардир (8.111-расм). Сиртмоқли қуриткичларда материал 5...20 мм ли катламда, икки томонидан иссиқ ҳаво билан иситиладиган жувалар киздирилиши натижасида (масалан, коғоз) қуритилади. Бу қурилмада камерали қуриткичга қараганда жараён тезлиги юкори. Қуриткич камчиликлари: конструкцияси мураккаб ва эксплуатацион сарфлар катта.

Тебранма қуриткичлар майин дисперс, полидисперс, кумоқ – кумоқ ва шулар каби бошқа, яъни мавҳум қайнашга мойил бўлмаган, материалларни қуритиш учун мўлжалланган. Дисперс материал қатламига паст частотали тебранишлар таъсири қатламдаги иссиқлик ва масса алмашинуш жараёнларни интенсивлайди. Ундан ташқари, тебранишлар ўзаро кесишган йўналишли, юкори самарадор ва идеал сикиб чиқарувчи қуриткичлар яратиш имконини очиб беради. Бу турдаги қуриткичларда температура ва концентрация майдонлари бир текисда бўлади.

Тебранма мавҳум қайнаш қатламини вертикал, горизонтал ва новли қурилмаларда ташкил этиш мумкин.

Кимё ва озиқ - овқат саноатларида новли қуриткичлар энг кенг таркалган. Лекин, шуни алоҳида кайд этиш керакки, бу қурилмалар кичик киялик бурчак остида ўрнатилган бўлади.



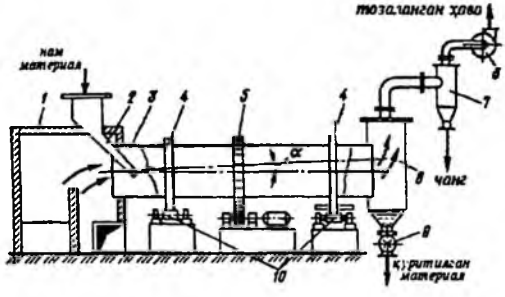
8.112-расм. Тебранма мавҳум қайнаш қатламли қуриткич.
1 - амортизатор, 2 - пружина, 3 - тўлқин ясси, 4 - тебратгич, 5 - юритгич, 6 - газ тақсимловчи тешикли панжара, 7 - тарнов, 8 - қуритиш ойнаси.

(8.112-расм).

Қуриткич узатмаси маятникли юриткич - тебратгичдан иборат. Қатлам орқали ўтаётган газ оқими ва паст частотали тебранмаларнинг бир вақтда таъсири натижасида тебранма мавҳум қайнаш қатлами ҳосил бўлади. Бундай қатламда масса ва иссиқлик алмашиниш жуда юқори бўлади.

Барабанли қуриткичлар узлуксиз ишлайдиган қурилмалар категорига киради ва атмосфера босимида донадор, сочилувчан материалларни (минерал туз, фосфорит, қанд лавлаги тураси, буғдой, шакар ва ҳ.) қуритиш учун қўлланилади. Иссиқлик элткич сифатида ҳаво ёки тутун газлари хизмат қилади.

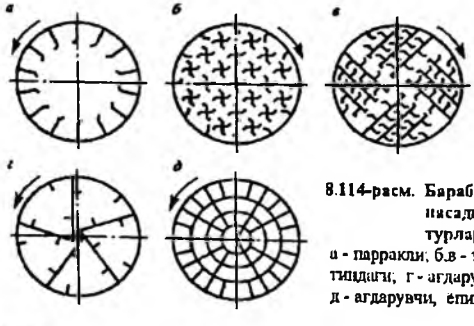
Барабанли қуриткичлар ички бўш цилиндрик иборат бўлиб, уфққа нисбатан кичик қиялик бурчагида ўрнатилган бўлади (8.113-расм).



8.113-расм. Барабанли қуриткич.
1 - ўтхона; 2 - бункер; 3 - барабан; 4 - бандаж; 5 - тишли ғилдирак; 6 - вентилятор; 7 - циклон; 8- тўкиш бункери; 9 - шлюзли таъминлагич; 10 - таянч роликлар.

Барабан бандаж ва роликларга таяниб туради. Унинг айланиши электр юриткич ва редуктор, ҳамда тишли ғилдирак ёрдамида амалга оширилади. Барабаннинг айланиш частотаси 5...8 мин$^{-1}$ дан ошмайди. Қуриткичга нам материал таъминлагич ёрдамида узатилади. Барабан айланиши даврида материал тепага кўтарилиб пастга тўкилади ва бу жараён узлуксиз давом этади. Шу билан бирга, қурилма ўрнатилгани ва ичига махсус насадкалар жойланганлиги сабабли, қуритилаётган материал тўкиш бункери томонига қараб ҳаракатланади. Одатда насадкалар цилиндрик барабаннинг бутун узунлиги бўйлаб жойлаштирилади. Барабан ичида материал иссиқлик элткич билан ўзаро таъсирда бўлиб қуритилади. Материал ва қуритувчи элткич билан ўзаро таъсир самарасини ошириш учун турли хилдаги насадкалар мавжуд.

Насадкалар нам материални бир текисда тарқатади ва уни иссиқлик элткич билан ювилиб туришини яхшилайди. Насадка тури материал хоссаларига қараб танланади (8.114-расм).



8.114-расм. Барабанли қуриткич насадкаларининг асосий турлари.
а - парракли; б,в - тақсимловчи, ҳажмий типдаги; г - агдарувчи, секторли; д - агдарувчи, ёпиқ ячейкали.

Йирик бўлакли ва ёпишиб қолишга мойил материалларни қуритиш учун кўтарувчи куракчали насадкаларни қўллаш мақсадга мувофиқ. Майда, сочилувчан материалларни қуритиш учун эса, тақсимловчи насадкалар қўлланилади. Майин дисперс, кукунсимон, чангийдиган материаллар эса ағдарувчи насадкали қурилмада қуритилади.

Иссиқлик элткич ва материал параллел ва карама-қарши йўналишда ҳаракатланиши мумкин. Параллел йўналишли қуритқичларда материал ўта қизиб кетиш олдини олиш мумкин, чунки иссиқлик элткич юқори намликка эга материал билан ўзаро таъсирда бўлади. Қуритилаётган материал таркибидаги кукунсимон фракция учиб кетмаслиги учун вентилятор ҳайдаётган иссиқлик элткич тезлиги 2...3 м/с дан ошмаслиги керак. Ишлатилган газ атмосферага чиқариб юборишдан аввал циклонда тозаланади.

Барабанли қуритқичлар диаметри 1 дан 3,5 м гача бўлади. Диаметри 2,8, 3,0 ва 3,5 м ли барабанларнинг узунликлари 14, 20 ва 27 м қилиб ясалади.

Ундан ташқари барабанли вакуум-қуритқичлар ҳам саноатнинг турли соҳаларида ишлатилади. Кўпинча бу қурилмалар даврий ишлайдиган бўлади. Ушбу қуритқичлар иссикликка сезгир материаллардан сув ва органик эритмаларни йўқотиш, ҳамда заҳарли материалларни қуритиш учун қўлланилади.

Барабанли вакуум - қуритқичлар гербицид, заҳарли дорилар, баъзи бир полимерларни ишлаб чиқариш, ҳамда медицина, озиқ - овқат, кимё ва фармацевтика саноатларида ишлатилади.

Калий хлорни қуритиш қурилмалари. *KCl* ни қуритиш учун кўпинча барабанли қуритқичлар қўлланилади. Барабан 0,035-0,053 радиан (2-3°) бурчак остида ўрнатилади ва 0,05-0,1$с^{-1}$ тезликда айланади.

Барабанли қуритқичлар ҳисоби материал қуриш вақти ёки солиштирма нам ажратиб олиш бўйича бажарилади.

Материал ва иссиқ ҳаво ҳаракат йўналишлари параллел бўлганда нам материалнинг барабанда бўлиш давомийлиги Н.М.Михайловнинг эмпирик тенгламаси бўйича ҳисобланади:

$$\tau = \frac{L}{n^a \left[D \cdot tg\beta \left(b + \frac{c}{\varphi} \cdot \frac{l}{D} \right) - \frac{860 \cdot k}{\gamma_н \cdot d_э} \cdot (\gamma_н \cdot w_{ср})^m \right]}; \qquad (8.242)$$

бу ерда: L – барабан узунлиги, м; n – барабан айланиш тезлиги, айл/мин; D – барабан диаметри, м; β – барабан қиялик бурчаги, рад; l – куракчалар ўртача узунлиги, м; φ – барабан тўлдирилиш даражаси, %; $\gamma_н$ – материал чўкма зичлиги, кг/м^3; $d_э$ – заррачалар эквивалент диаметри, мм; $w_{ср}$ – газ тезлиги, м/с; a, b, c, k, m – насадка турига боғлиқ катталиклар.

8-2 жадвал

Насадка	*a*	*b*	*c*	*k*	*m*
Парракли	0.65	169	1000	2.040	1.72
Секторли	0.70	92	1690	0.423	1.80

l/D катталик насадка тури ва барабан диаметрига боғлиқ :

8-3 жадвал

	Парракли			*Секторли*	
D	2,2	2,5	2,8	2,2-2,5	2,8
l·D	0,120	0,112	0,100	0,086	0,077

$\tau \geq \tau_{тр}$ шарт бажарилиши керак. Бу ерда $\tau_{тр}$ – тажриба усулида топилган қуритиш вақти. Ушбу ҳисоблаш усулини қуритиш жараёнининг температура шароитлари ўзгармас бўлганда қўллаш мумкин.

Қуритқичларни ҳисоблашнинг энг кенг тарқалган усули – бу тахминий усуллар. Ушбу усулга биноан барабаннинг ҳажми $V_б$ қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$V_б = \frac{G_в}{A}; \qquad (8.243)$$

бу ерда $G_в$ – буғланаётган сув миқдори, кг/с; A – солиштирма намлик ажратиш, қуритиш температура режими, материал тури ва қуритқич типига боғлиқ, кг/м^3·с.

Барабандаги газлар тезлиги заррача катталиги, зичлиги, ҳамда газ ва материал ҳаракат йўналишларига боғлиқ. *KCl* учун газлар ўртача тезлиги $w_{ср}$=1,5-3 м/с. Қуритқич иссиқлик балансидан тутун газларининг сарфи $V_т$ (м^3/с) топилади, сўнг буғ-газ аралашмасининг ҳажмий тезлиги, $V_г$ ҳисобланади (барабандаги ўртача температурада) ва барабаннинг диаметри ушбу формуладан аниқланади:

$$D_б = 1{,}13\sqrt{\frac{V_c}{w\cdot(1-\varphi)}}. \qquad (8.244)$$

Барабан узунлигини қуйидаги формулада ҳисоблаш мумкин:

$$L = \frac{V_б}{F} = \frac{V_б}{0{,}785\cdot D_0^2}; \qquad (8.245)$$

бу ерда F – барабан кўндаланг кесимининг юзаси, м^2.

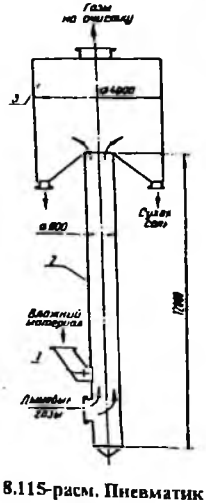
Калий ишлаб чиқариш саноатида мавҳум қайнаш қатламли қуриткичлар жуда кўп ишлатилади. Тешикли панжара устидаги мавҳум қайнаш қатламида температура 130…180°С, ишлатиб бўлинган газнинг қурилмадан чиқишдаги температураси 125…170°С. Газ таркибидаги чанг миқдори заррачалар ўлчамига боғлиқ. Йирик донали концентрат учун қаттиқ материалнинг учиб кетиши ~4%, майда донали учун эса – 20% (8-4 жадвал).

Қуриткичнинг ишончлилиги газ тақсимлаш тешикли панжаранинг конструкциясига боғлиқ тешикли панжараларнинг ҳақиқий кўндаланг кесим юзаси одатда 5…7% бўлади.

8-4 жадвал

Турли қуриткичларнинг технологик кўрсаткичлари.

Т/р	Кўрсаткичлар	Барабанли	Мавҳум қайнаш қатламли		Пневматик
			Майда заррача	Йирик заррача	
1.	Габарит ўлчамлари :				
	диаметр, м	3,2	28x3,6	1,8x2,1	0,9
	узунлиги, м	22,0	5,0	4,6	12,0
2.	Иш ҳажми, м^3	176	50	17	7,8
3.	Унумдорлик (қуруқ модда бўйича), кг/с	13,9-16,7	15-17,8	11-13,9	24-30,6
4.	KCl намлиги, %				
	Бошланғич	8-10	9-11	9-12	5-7
	охирги	1,0-2,0	0,1-0,5	0,1-0,5	0,05-0,2
5.	Газ температураси, °С				
	Бошланғич	650-800	570-650	550-650	700-900
	охирги	120	150-170	120-140	120-130
6.	Чанг учиб чиқиш	0,007-0,01	0,03-0,04	0,06-0,1	0,204-0,234
7.	Иссикликни атроф муҳитга йўқотилиши, %	10-20	3-5	3-5	2-4



8.115-расм. Пневматик қуриткич.
1-юклаш штуцери; 2-труба; 3-чўктириш камераси.

Мавҳум қайнаш қатламли қуриткичлар афзаллиги: тузилиши содда ва жараён интенсивлиги юқори. Шу билан бирга, бу қуриткичлар камчиликлардан ҳоли эмас: иссиқ газ тезлиги юқори бўлгани учун майда фракция учиб кетади; юқори намликли ***KCl*** юкланганда материал ёпишиб қолиши мумкин; вақт бўйича юклаш коэффициенти 70% дан ошмайди.

Мавҳум қайнаш қатламли қуриткичларда ҳажмий иссиқлик ўтказиш коэффициенти 5,8…11,6 кВт/м^2·К. Хлорли калийда капиляр намлик бўлмаганлиги учун қуритишга бўлган диффузион қаршилик кичик. Шунинг учун, мавҳум қайнаш катлами баландлиги ва юза жараён гидродинамикаси шартларидан келиб чиққан ҳолда ҳисобланади.

Полидисперс материалларни қуритиш учун мавҳум қайнаш катламли қурилмаларни қўллаш мақсадга мувофиқ эмас. Шунинг учун, полидисперс материаллар учун пневматик (труба-қуриткич) қуриткичлар ишлаб чиқилган (8.115-расм).

Ушбу қуриткич вертикал труба 2 кўринишида, чўктириш камераси 3 билан якунланади. Нам материал юклаш штуцери 1 орқали узлуксиз равишда киритилади ва тутун газлари оқими (<65м/с) билан тепага олиб чиқилади. Камера 3да қуритилган ***KCl*** нинг 80…90% ушлаб қолинади. Ишлатиб бўлинган тутун газлари 3 боскичда тозаланиб, атроф муҳитга чиқарилади. Қуритиш жараёни қисқа вақт ичида содир бўлади. Жараённинг давомийлиги кичик бўлгани ва газ тақсимловчи тешикли панжаранинг йўқлиги юқори (800…900°С) температурали иситувчи газни қўллаш имконини беради. Иссиқлик элткич тезлиги

юқорилиги катта миқдорда намлик ажратиш олишга олиб келибди. Бу турдаги қуритқичлар унумдорлиги 110... 180 т/соат.

Труба – қуритқични ҳисоблаш учун унинг диаметри ва узунлигини аниқлаш даркор. Моддий ва иссиқлик балансlар асосида буғланаётган сув миқдори $G_в$(кг) ва иситувчи газ сарфи $G_г$(кг) аникланади. Буғ-газ аралашмасининг сарфи қуритқичдаги ўртача температура бўйича хисобланади.

Заррачаларнинг учиб чиқиш тезлиги ($w_{уч.с}$) формуладан топилади. Трубадаги газнинг ўртача тезлиги ушбу ифодадан олинади:

$$w_{ўр}=(1,5\text{-}2,0)\cdot w_{уч}. \qquad (8.246)$$

Труба диаметри D эса:

$$D=\sqrt{\frac{V_с}{0,785\cdot w_{ўр.г}}}$$

Қуритқич ҳажми солиштирма намлик ажратиш бўйича хисобланади.

Трубанинг тўла баландлиги ушбу формула орқали топилади:

$$\sum H=H_0+H_1+H_2, \qquad (8.247)$$

бу ерда H_1 ва H_2 - клапандан иситувчи газ кириш жойигача ва газ юриш жойидан нам туз юкланиш жойигача бўлган труба баландлиги, м. Ушбу ўлчамлар конструктив ҳисоблашлар асосида олинади.

Турли конструкцияли қуритқичлар технологик кўрсаткичлари 8-4 жадвалда келтирилган.

Иш унумдорлиги, солиштирма намлик ажратиб олиш ва иссиқлик ф.и.к бўйича энг юқори кўрсаткич пневматик қуритқичларга тегишли. Ушбу қуритқич афзаллиги унинг ихчамлигидадир. Камчиликлари: ***KCl*** йирик донали ва юқори намликка эга бўлса, пневматик қуритқич самарадорлиги паст бўлади. Бу турдаги қурилмаларда газ тезлиги катта бўлгани учун энергия сарфи катта ва чанг тозалаш системасига катта юклама тушади. Пневматик қуритқичнинг энг катта камчилиги – бу материалнинг майдаланишидир. Статистик маълумотларга биноан, қуритиш жараёнида 0,1 мм ли кристаллик сода заррачалар миқдори 5,6 дан 17,9% га ортади.

Йирик донали ***KCl*** флотоконцентратини қуритиш бўйича энг юқори кўрсаткич мавҳум кайнаш катламли қурилмаларга оид: жараён интенсивлиги юқори ва чанг учиб чиқиши кам. Тешикли панжара тешикларитуз билан тўлиб қолиши ва унинг деформацияга учраши мавҳум кайнаш катламли қуритқичлар ишончли ишлашини камайтиради.

Барабанли қуритқичларда чанг учиб чиқиши кам ва намлик ажратиб олиши кичик. Ундан ташқари, бу турдаги қурилмаларда материал намлигини 1%дан кам миқдоргача қуритиб бўлмайди. Барабанли қуритқич ишончлилиги юқори ва вақт бўйича фойдаланиш коэффициенти 0,95 га тенг. Бу қурилмалар универсал, яъни конструкцияга катта ўзгартиришлар киритмасдан йирик, майда донали ва кристаллик KClни қуритиш учун қўллаш мумкин.

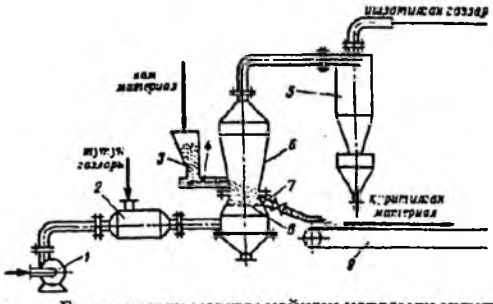
Юкорида келтирилган маълумотлар асосида у ёки бу типдаги қуритқичнинг қўллаш сохаси танланади. Кристаллик ва майда дисперс заррачали материалларни қуритиш учун пневматик қуритқич афзалрок. Исталган материалларни 1...4% қолдик намликгача дастлабки қуритиш учун барабанли қуритқичларни қўллаш юқори самара беради. Йирик донали флотоконцентратни, кристаллик ва майда донали ***KCl*** ни қуритиш учун мавҳум кайнаш катламли қурилмаларни қўллаш даркор.

Мавҳум қайнаш қатламли қуритқичлар узлуксиз ишлайдиган қурилмалар каторига киради ва майда, сочилувчан, донадор нам материалларни қуритиш учун кенг кўламда ишлатилади. Бундай қурилмаларда сиртий ва боғланган материалларни сувсизлантириш мумкин. Мавҳум қайнаш қатламли қуритқичлар вертикал ва горизонтал, бир ёки бир неча секцияли қилиб ясалади. Узлуксиз ишлайдиган, бир секцияли мавҳум қайнаш қатламли қуритқич 8.116-расмда келтирилган.

Нам материал узлуксиз равишда қуритқичга узатилади. Калориферда қиздирилган иссиқлик элткич вентилятор ёрдамида газ тақсимловчи тешикли панжара остига хайдалади. Қуритиш жараёни ушбу панжара якинидаги зонада юз беради. Қуритилган материал тўкиш патрубкаси орқали чиқарилади. Ишлатиб бўлинган газ циклонда тозаланиб, қуритқичдан атмосферага чиказиб юборилади.

Мавҳум қайнаш қатламли қуритқич камчиликлари: материални қуритиш бир текисда эмас.

Бу камчиликни бартараф қилиш учун кўп секцияли ёки ўзгарувчан кўндаланг кесимли қуриткичлардан фойдаланилади.

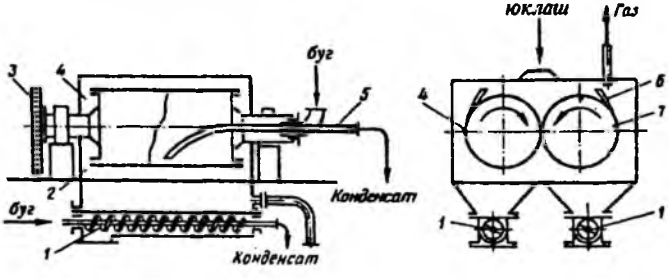


8.116-расм. Бир секцияли мавҳум қайнаш қатламли қуриткич.
1 - вентилятор; 2 - калорифер; 3 - бункер; 4 - шнек;
5 - циклон; 6 - қуриткич; 7 - тўкиш патрубкаси; 8 - газ тақсимловчи тешикли панжара; 9 - конвейер.

Ушбу турдаги қурилмаларда материал қуриши бир текисда бўлади. Конуссимон қуриткичларда тартибли циркуляция вужудга келади, яъни заррачалар қурилманинг марказий қисмида тепага кўтарилади ва чекка қисмида эса - пастга қараб тушади. Натижада материал бир текисда қизийди ва камеранинг ишчи баландлиги камаяди.

Ҳозирги кунда мавҳум қайнаш қатламли қуриткичлар кимёвий технологияда минерал ва органик тузлар, ёпишиб қолишга мойил, масалан сульфат аммоний, поливинилхлорид, полиэтилен ва бошқа полимерларни, ҳамда пастасимон материаллар (пигмент, анилинли бўёвчи моддалар), эритмалар, суспензияларни қуритиш учун ишлатилади.

Жували қуриткичлар суюқ ва пастасимон материалларни атмосфера босими ёки вакуум остида қуритиш учун мўлжалланган (8.117-расм).



8.117-расм. Жували қуриткич.
1 - шнекли нов-қуриткич; 2 - қобиқ; 3-узатма; 4 - етакловчи жува;
5 - сифон трубкаси; 6 – пичоқ; 7 - етакланувчи жува.

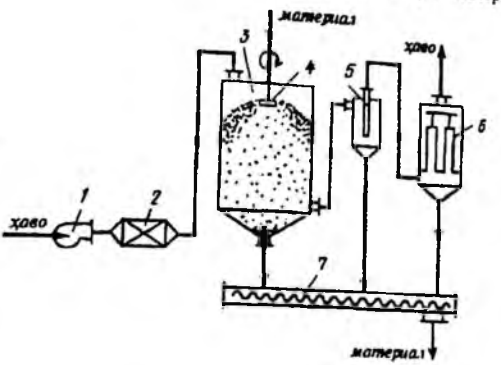
Жува бир - бирига қараб 2...10 мин$^{-1}$ частота билан айланади. Ичи бўш жувага цапфа орқали иситувчи буғ юборилади ва иссиқлигини бериб конденсатга айланади. Жувалар иссиқ сув ёки юқори температурали органик суюқликлар ёрдамида қиздирилиши мумкин.

Материал қурилманинг тепасидан, жувалар орасига юкланади ва уни юпқа қатлам билан қоплайди. Юпқа қатлам қалинлиги жувалар орасидаги тирқиш катталиги билан белгиланади. Одатда, ушбу тирқиш эни 0,5...1,0 мм бўлади. Материалнинг кириши юпқа қатламда, жуванинг тўлиқ айланишида содир бўлади.

Жувадаги материал қатламининг қалинлиги қанчалик кичик бўлса, у шунчалик тез ва бир текисда қурийди. Лекин, қуритиш давомийлиги кам бўлгани учун, кўпинча қўшимча қуритиш талаб этилади. Қуритилган материал пичоқ ёрдамида жувадан кесиб олинади.

Пурковчи қуриткичлар эритма, суспензия ва пастасимон материалларни қуритиш учун қўлланилади. Пуркаб қуритиш усулида сут кукуни, сут-сабзавот концентратлари, хамиртуриш, тухум кукуни ва бошқа маҳсулотлар олинади.

Бундай қуриткичларда материал махсус мосламаларда пуркалади ва иссиклик элткич оқимида қуритилади (8.118-расм). Материалнинг қуритиш зонасида бўлиш вақти жуда қисқа, лекин юкори даражада майдаланганлиги ва намликнинг бугланиш тезлиги катталиги, унинг тез қуришига олиб келади. Шунинг учун, пурковчи қуриткичларда юкори температурали иссиклик



8.118-расм. Пурковчи қуриткич.
1 - вентилятор; 2 - калорифер; 3 - қуритиш камераси, 4 - диск.
5 - циклон; 6 - енгли фильтр; 7 - қуритилган материални тўкувчи шнек.

элткичларни қўллаш мумкин.

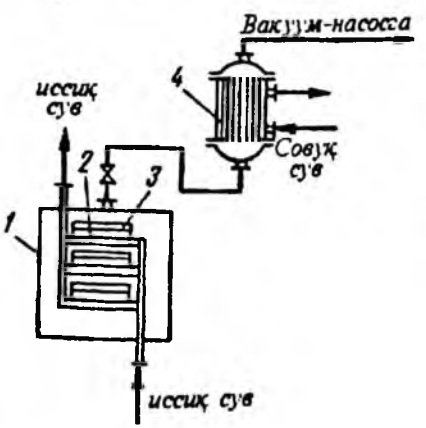
Қуритиш натижасида олинган махсулот бир хил дисперс таркибли, сочилувчан ва майда дисперс бўлади.

Пурковчи қуриткичлар камчиликлари: габарит ўлчамлари ва энергия сарфи катта.

Материални пуркаш механик ёки пневматик пуркагичлар ёрдамида, ҳамда айланиш частотаси 4000...20000 мин$^{-1}$ бўлган марказдан қочма дискда амалга оширилади. Қуриткичда материалнинг бўлиш вақти 50 с дан ортмайди. Шу қисқа вақт ичида иссиклик ва масса алмашиниш жараёни юз беради. Пурковчи қуриткичларда фазалар параллел ва карама-карши йўналишда харакатланиши мумкин. Бундай қуриткичлар афзалликлари: юкори температурали иссиқлик элткичларни ҳам қўллаш мумкин.

Камчиликлари: иссиклик элткич сарфи катта бўлгани учун энергия ва металл сарфи ҳам нисбатан юқори: солиштирма намлик олиш кўрсаткичи жуда паст, яъни 20 кг/м^3; материал қуриткич деворларига ёпишиб қолади; иссиклик элткич тезлиги нисбатан кичик, чунки катта тезликларда майда заррачалар учиб кетади.

Сублимацияли қуриткичлар. Турли материаллардаги муз агрегат ҳолатидаги намлигини вакуум остида буғга (суюк агрегат ҳолатидан сакраб) айлантириб сувсизлантириш жараёни сублимацияли қуритиш деб номланади. Сублимацияли қуритиш юкори вакуум, қолдиқ босим 133.3...13,3 Па (1.0...0.1 мм сим.уст.) бўлган оралиқ ва паст температураларда ўтказилади.



8.119-расм. Сублимацияли қуриткич.
1 - қуритиш камераси; 2 – плита; 3 – тупуқа това.
4 - конденсатор-музлаткич.

Сублимация қуритиш жараёнида материал юзасидан намликнинг буғ агрегат ҳолатида ҳаракатлаш механизми ўзига хос **эффузия** усулида боради. Эффузия усулида буғ молекулаларининг эркин ҳаракати давомида молекулалар бир-бири билан ўзаро тўқнашмайди.

Сублимацияли қуриткич қуритиш камераси, конденсатор-музлаткич ва вакуум насосдан таркиб топган (8.119-расм.)

Плита ичида иссиқ сув насос ёрдамида циркуляцияли ҳаракат

қилади. Қуритилаётган материал тунука товаларда плита устига жойлаштирилади. Плита ва товалар орасида маълум ҳаволи бўшлиқ бўлади. Плиталардан товаларга иссиқлик нурланиш усули (радиация) ҳисобига ўтади.

Сублиматорда ҳосил бўлган сув буғи ва ҳаво аралашмаси конденсатор - музлаткичга ўтади. Буғ-ҳаволи аралашма кобик-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг трубалар бўшлиғида, трубаларараро бўшлиқда эса - аммиак циркуляцияли ҳаракат қилади. Қурилма трубаларида сув буғлари аввал конденсацияланади, ундан сўнг эса - музлайди. Сублимацияли қуриткичларда 2 та конденсатор-музлаткич бўлади. Улар навбатма-навбат ишлайди, яъни биттасида конденсация ва музлатиш содир бўлса, иккинчисида ҳосил бўлган муз эритиб йўқотилади.

Материалдан намликни чиқариб юбориш жараёни 3 босқичдан иборат:

1) қуритиш камерасида босим пасайиши билан намлик ўз - ўзидан музлайди ва материалдан чиққан иссиқлиги ҳисобига муздан буғга айланади. Бу босқичда 15% намлик йўқотилади;

2) намликнинг асосий қисми сублимация йўли билан қуритиш жараёнининг ўзгармас тезлик даврида йўқотилади;

3) қолдиқ намлик материалдан иссиқлик ёрдамида йўқотилади.

Сублимацияли қуритиш оз миқдорда паст температурали (40...50°С) иссиқлик элткич сарфланади. Лекин, умумий энергия ва эксплуатацион сарфлар бошқа қуритиш (диэлектрик қуритишдан ташқари) усулларига қараганда юқори.

Шунинг учун, бу қуритиш усули қимматбаҳо моддалар, юқори температурага чидамсиз ва биологик хоссалари узоқ муддат давомида сақланиб туриши керак бўлган материалларни (гўшт, мева, сабзавот, медицина ва фармацевтика маҳсулотлари) қуритиш учун ишлатилади.

Энергия сарфи бўйича сублимацияли қуритиш, атмосфера босимида қуритишга яқинрок туради.

Терморадиацияли қуриткичлар. Бу қуриткичларда материал таркибидаги намликни буғлатиш учун зарур иссиқлик инфрақизил нурлар орқали узатилади. Иссиқлик инфрақизил нурланишга мосланган лампалар ёки ўта қиздирилган керамик ёки металл юзалардан тарқалади. Инфрақизил нурланишли лампалар оддий ёритиш лампаларидан қиздириш температураси билан фарқ қилади. Нурланиш окимини нам материалга йўналтириш учун парабола шаклли рефлекторлар ишлатилади.

Ушбу усулда қуритиш даврида материал юза бирлигига контактли қуритишга қараганда вақт бирлигида анча кўпрок иссиқлик тўғри келади. Натижада, жараён интенсивлашади. Масалан, юпқа қатламли материалларни инфрақизил нурлар ёрдамида қуритиш давомийлиги 30...100 мартагача қисқаради.

Газ билан иситиладиган радиацияли қуриткич тузилиши 8.120-расмда келтирилган. Бундай қуриткичлар тузилиши содда ва лампали қуриткичларга нисбатан арзон.



8.120-расм. Радиацияли қуриткич.
1-конвейер; 2-газодувка; 3-газ ёндиргичи; 4-нур тарқатгич; 5-чиқиш трубаси.

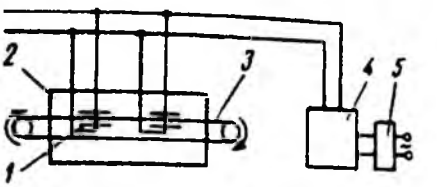
Нур тарқатувчи қурилманинг пастки қисмида газ ёқилади. Газ ёниши оқибатида нур тарқатувчи қурилма қизийди, сўнгра инфрақизил нурларни тарқатади. Нур тарқатгич нам материал хоссаларига қараб танланади. Юқори сифатли маҳсулот олиш учун мураккаб жараёнлардан (масалан, радиацияли ва конвектив усулларни бир вақтда қўллаш) фойдаланилади. Намликнинг термодиффузион оқими материал сиртидан намлик диффузияга ҳалақит бермаслиги, ҳамда терморадиацияли қуритиш жараёнини интенсивлаш учун қуриткич осцилляцияли режимда ишлаши керак.

Терморадиацияли қуриткич тузилиши ихчам, юпқа қатламли материалларни қуритишда

юкори самара беради. Лекин, унинг энергия сарфи нисбатан куп, яъни 1 кг намликни буғлатиш учун 1,5...2,5 кВт·соат энергия зарур.

Юкори частотали (диэлектрик) қуритқичлар калин қатламли материалларни қуритиш учун мўлжалланган. Бу қуритиш усулида материалнинг юзаси ва қалинлиги бўйлаб температура ва намликни ростлаш мумкин. Ушбу қуритқичда пластмасса ва диэлектрик хоссаларга эга бўлган материалларини, ҳамда озиқ-овқат маҳсулотларинқуритиш мумкин.

Диэлектрик қуритқичлар лампали юқори частотали генератор, қуритқич ва лентали конвейердан таркиб топган (8.121-расм).



8.121-расм. Юқори частотали қуритқич.
1-конденсатор пластинкаси; 2-қуритиш камераси; 3-лентали конвейер; 4-лампали, юқори частотали генератор; 5-тўғрилагич.

Частотаси 50 Гц ли ўзгарувчан ток тўғрилагич орқали генераторга узатилади. Генераторда ток юқори частотали токка айлантирилади. Сўнг, бу ток лентали конвейернинг икки томонида жойлашган конденсатор пластинкаларига юборилади.

Конденсатор пластиналари заряд ишоралари ўзгариши билан юқори частотали майдон таъсирида материал ион ва электронлари синхрон равишда ҳаракат йўналиши ўзгаради. Диполь молекулалар айланма ҳаракатланса, электр зарядлар силжиши туфайли кутбсиз молекулалар қутбланади.

Юқорида қайд этилган ҳодисалар оқибатида материалда иссиқлик ажраб чиқади ва у қизийди. Электр майдон кучланишини ўзгартириб қуритиш тезлигини ростлаш мумкин.

Бу усулда намлик ва температура градиентларнинг йўналиши бир хил бўлади ва намликнинг диффузияси тезлашади. Шунинг учун бу қуритиш усули тезлиги, конвектив қуритиш тезлигидан анча катта. Диэлектрик қуритиш кўп миқдорда энергия зарур. 1 кг намликни буғлатиш учун 2,5...5 кВт·соат энергия сарфланади. Бу турдаги қуритқичлар тузилиши мураккаб ва қиммат. Шунинг учун, юқори частотали қуритқичлар қимматбаҳо материалларни сувсизлантириш учун ишлатиш мақсадга мувофиқ.

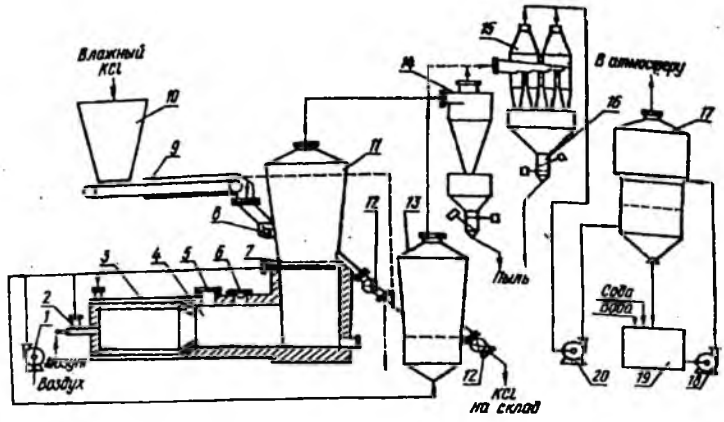
8.34. Хлорли калийни қуритиш

Стандарт талабларига биноан, исталган хажмдаги ***KCl*** намлиги 1% ошмаслиги керак. Бунинг учун, центрифугадан чиққан маҳсулот намлиги 5...7% ни, барабанли вакуум-фильтрдан чиқаётган флотацион ***KCl*** ни намлиги 9...12% ташкил этади. Пресслаш усулида гранулланаётган ***KCl*** намлиги эса - 0,5% кам бўлиши талаб этилади.

Ҳозирги кунда ***KCl*** ни қуритиш учун 3 турдаги қурилмалар қўлланилади: барабанли; мавҳум қайнаш катламли ва пневматик қуритгичлар.

8.122-расмда мавҳум қайнаш катламли қуритқич билан жиҳозланган флотоконцентратни қуритиш бўлимини типик схемаси келтирилган. Ҳамма турдаги қуритқичлар учун ёқилғини ёқиш, тутун газларни тозалаш системалари бир хил. Йирик фракцияли нам флотоконцетрат бункер 10 дан лентали узаткич 9 ёрдамида юклаш мосламаси 8 га берилади. Ушбу мосламанинг парракли ўқи 4 $с^{-1}$ частота билан айланади ва материални мавҳум қайнаш катламига бир текисда сочиб беради. Худди шундай мослама ***KCl*** кристалларни труба-қуритқичга юклайди. Намлиги 0.5% дан паст бўлган материал тўкиш мосламаси 12 ёрдамида совуткич 13 га узатилади. Қуритқичдан чиқаётган қуритилган материал температураси 140^{0}С бўлади.

Иссиқликдан унумли фойдаланиш ва материал температурасини совитқичга узатишдан аввал унга нам флотоконцентрат қўшилади. Намлиги 1% ва температураси 40...60^{0}С ли совуткичдан чиққан ***KCl*** тайёр маҳсулот омбориги узатилади. Қуритқич учун иссиқлик, элтқич ўтхона 3 да ёқилғини ёқдириб олинади.



8.122-расм. Қуритиш бўлимининг схемаси.

1-вентилятор; 2-пуркагич; 3-ўтхона камераси; 4-аралаштириш камераси; 5-сақловчи клапан; 6-ёндириш клапани; 7-тақсимловчи тешикли панжара; 8-юклаш штуцери; 9-лентали узаткич; 10-нам туз бункери; 11-мавҳум қайнаш қатламли ўтхона; 12-тўкиш штуцери; 13-совуткич; 14-циклон; 15-батарейли циклон; 16-тўкиш мосламаси-мигалка; 17-кўпикли совуткич; 18-марказдан қочма насос; 19-бак; 20-тутин сўриш мосламаси.

Мазутни ёқиш учун ва тутин газларининг температурасини 600...900^{0}С гача тушириш учун вентилятор 1 ёрдамида ҳаво ҳайдалади. Ундан ташқари, вентилятор узатаётган ҳавонинг бир қисми тақсимловчи тешикли панжара 7 ва қуритилган тайёр маҳсулотни совуткич 13 да совитиш учун ҳам юборилади. Камера 4 да иккала оқим қўшилиб тутин газларининг температураси талаб даражасигача пасаяди, яъни, қуритиш трубасида 800...900^{0}С , барабанли қуритгичда 650...800^{0}С гача, мавҳум қайнаш қатламли қуритқичда 600...700^{0}С гача пасаяди. Тутун газлари билан қаттиқ заррачаларининг учиб кетиши улар ўлчами ва газ оқимининг тезлигига боғлиқ. Ишлатиб бўлинган газларнинг таркибида чангларнинг миқдорига қараб 2 ёки 3-босқичли тозалаш усуллари қўлланилади.

Йирик донали флотоконцентратни қуритиш учун тутун газлари батареяли циклон 15 ва кўпикли ювиш қурилмаларида тозаланади ва ундан кейин атмосферага чиқариб юборилади. Майда донали флотоконцентратли мавҳум қайнаш қатламли қуритқич ёки кристаллик ***KCl*** ни пневмотик қуритқичда намсизлаш жараёнида 10-20% гача маҳсулот ишлатиб бўлинган газ билан чиқиб кетади. Шу сабабли, маҳсулот заррачаларини ушлаб қолиш учун икки босқичли циклонлар (14, 15) ва кўпикли ювгич 17 лар ишлатилади. Майда донали маҳсулотларни қуритишда совитиш қурилмаси технологик жараёнлар тизимига киритилмаган, чунки юқори температурали майда фракциялар грануляцияга узатилади.

Юқори температурали тутун газларини олиш учун мазут (унинг таркибида олтингугурт 3% дан кам бўлиши керак) ёқилади ва 0,3% гача SO_2 бўлиши талаб қилинади. $MgCl_2$ ни гидролиз қилиш технологиясидаги қуритиш жараёнида хлорли водород ҳосил бўлади. Тутун-газ таркибидаги ***HCl*** концентрацияси юздан бир (1/100) фоиз, лекин стандарт талаблари меъёридан ортиқ миқдорини ташкил этади. Шунинг учун, ишлатиб бўлинган газ таркибидан циклонда тозаланмаган хлоридлар чангини, ҳамда хлорли водород ва олтингугурти бор газларни ажратиб олиш зарур. Кўпинча, ушбу компонентларни ажратиш учун марказдан қочма насос 18 ёрдамида идиш 19 даги сода эритмасини пурковчи кўпикли, икки точкали ювиш қурилмаси 17 қўлланилади. Вақт ўтиши билан туз йиғилиб қоладиган эритма чиқариб олинади ва канализация туширилади ёки бошқа жараёнда ишлатилади. Газларни ювиб тозалаш учун ихчам ва самарали Вентури скрубберлари ВТИ марказдан қочма скрубберлар билан биргаликда ишлатилиши янги қурилаётган корхоналар технологияларида қўлланилади.

Галургик усулида ***KCl*** ни ишлаб чиқариш учун хом-ашё, материал ва энергияларнинг сарфланиш коэффициентларини 8-7 жадвалда келтирилган. ***KCl*** нинг маҳсулотга ажратиб олиниши 85,9% ни, яъни ***KCl*** ни флотация усулида олишга нисбатан 2-5% ортиқдир.

Галургик усулда 1 т кристалл холдаги *KCl* ишлаб чиқариш учун сарф коэффициентлари. 8-5 жадвал

№	Сарф турлари	Ўлчов бирлиги	Миқдори
1	Сильвинит (22% KCl)	кг	4834
2	Полиакриламид	-	0.012
3	Аминлар	-	0.184
4	Хлорид кислотаси	-	0.072
5	Кальцинацияланган сода	-	0.181
6	Мазут	-	7
7	Электр энергия	кВт·соат	21.08
8	Буғ	Мкал	0.380
9	Сув	$м^3$	8.620

Юқоридаги технологик жараёнда *KCl* нинг умумий йўқотилиш миқдори рудадагига нисбатан 14,1% ни ташкил этади. Хлорли калийнинг йўқотилиши қуйидагича таксимланган (%):

Технологик жараёнларда хлорли калийнинг йўқотилиши қуйидагича таксимланган (%):

8-6 жадвал

1.	Галит ташланмаси билан	5.00
2.	Лойқа шлам билан	3.00
3.	Конденсат билан	0.60
4.	Тутун газлари билан	0.04
5.	Механик йўқотилишлар	5.46

KCl ни энг кўп йўқотилиши ташиш (транспортировка) вақтида, юклаш ва қадоқлаш жараёнларида содир бўлади. Лекин, ушбу йўқотилишларни минимум миқдорларга келтириб туриш мумкин. Галургич усулда *KCl* олиш технологиясида эриш жараёнини 100...110°С ва эритмани совитиш жараёнини 20...25°С да ўтказилганини сабабли, сув ва буғларни сарфи жуда катта бўлади. Сув буғининг иссиқлиги жараённинг турли босқичларида қуйидагича миқдорларда йўқотилади, яъни:

8-7 жадвал

1.	Галит ташланмаси (отвали) билан	11
2.	Лойқа шлам билан	3
3.	Аралаштириш конденсаторларида сув билан	86

Келтирилган ушбу маълумотлардан кўрилиб турибдики ишлаб чиқариш технологияси билан боғлиқ бўлган вакуум кристалланиш жараёнида бу йўқотишлар содир бўлади.

8-боб. Қуритиш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Қуритиш жараёнининг моҳияти нимада?
2. Сувсизлантиришнинг неча хил усули бор?
3. Қуритиш жараёни неча турга бўлинади?
4. Конвектив қуритишни таърифланг.
5. Контактли қуритишни таърифланг.
6. Радиацион қуритиш таърифини беринг.
7. Диэлектрик қуритиш таърифини беринг.
8. Сублимацион қуритиш моҳияти нимада?
9. Рамзиннинг I-х диаграммасини чизинг ва тушунтиринг.
10. Нисбий намлик параметрини изохланг ва диаграммада қандай топишни кўрсатинг.
11. Нам сақлаш параметрини изохланг ва диаграммада қандай топишни кўрсатинг.
12. Энтальпия параметрини изохланг ва диаграммада қандай топишни кўрсатинг.
13. Шудринг нуқтаси параметрини изохланг ва диаграммада қандай топишни кўрсатинг.

14. Ҳўл термометр температураси параметрини изохланг ва диаграммада қандай топишни кўрсатинг.
15. Парциал босим параметрини изохланг ва диаграммада қандай топишни кўрсатинг.
16. Қуритиш потенциали нима?
17. Намликни материал билан боғланиш усуллари.
18. Қуритиш эгри чизиғини чизинг ва кечаётган жараёнларни тушунтиринг.
19. Қуритиш тезлигининг эгри чизиғини чизинг ва кечаётган жараёнларни тушунтиринг.
20. Қуриткичнинг моддий балансини тузинг.
21. Қуриткичнинг иссиклик балансини тузинг.
22. $\Delta > 0$ бўлса, қуриткич қайси режимда ишлайди?
23. $\Delta < 0$ бўлса, қуриткич қайси режимда ишлайди?
24. $\Delta = 0$ бўлса, қуриткич қандай номланади?
25. Қуритиш жараёнини ташкил этиш усуллари.
26. Камерали қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
27. Туннелли қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
28. Лентали қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
29. Шахтали қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
30. Сиртмокли қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
31. Тебранма мавҳум қайнаш қатламли қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
32. Барабанли қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
33. Мавҳум қайнаш қатламли қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
34. Аэрофонтан қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
35. Пневматик қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
36. Жували қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
34. Аэрофонтан қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
35. Пурковчи қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
36. Сублимацияли қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
37. Радиацияли қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
38. Юкори частотали қуриткич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
39. Қуриткичларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.

КРИСТАЛЛАНИШ

Эритмалардан эриган қаттиқ компонентларни кристалл ҳолда ажратиб олиш **кристалланиш жараёни** деб номланади.

Кристалланишга тескари жараён **эритиш** жараёни дейилади.

Кристалл деганда ҳар хил шаклдаги, текис қирралар билан чекланган бир жинсли қаттиқ моддалар тушунилади.

Кристалланиш қаттиқ моддаларни тоза ҳолда олишнинг асосий усули, чунки кристалланиш жараёнида ҳар доим шундай шароит яратиш мумкинки, кераксиз моддалар эритмада қолиб, фақат тоза модда кристалланади.

Кристалланиш жараёни кимё, нефть кимёси, металлургия, медицина, фармацевтика, озиқ – овқат ва бошқа саноатларда кенг миқёсда қўлланилади. Кристалланиш жараёнини ўтказишдан мақсад: эритмалардан кристаллик фазани ажратиш: бир ва кўп боскичли кристаллаш усулларида аралашмаларни ажратиш; моддаларни аралашмалардан ўта тозалаш; монокристаллар етиштириш.

Кристалланиш жараёнида турли ўлчамли кристаллар, яъни сочилувчан махсулот олинади.

Ҳар бир модда кристалларининг ўзига хос геометрик шакллари бор. Ҳаммаси бўлиб 32 хил кристаллар симметрия ўқлар сони мавжуд ва улар 7 та кристаллографик гурухга ажратилган: кубик, тригонал, тетрагонал, гексагонал, ромбик, моноклин, триклин.

Бир кимёвий модда бир неча хил кристаллар хосил қилиши **полиморфизм** деб юритилади.

Ўз таркибида сув молекулаларини тутган кристалл **кристаллогидратлар** дейилади.

Кристалланиш жараёни рўй бериши учун бошланғич эритма ўта тўйинган ҳолатда бўлиши керак. Агар, эритмадаги эриган модда концентрацияси унинг эрувчанлигидан юкори бўлса, бундай эритмалар ўта тўйинган деб номланади. Лекин, ўта тўйинган эритмалар нотургун система бўлгани учун, ундан эриган модданинг ортиқча миқдори ажралиб чиқади, яъни кристалланиш жараёни содир бўлади. Кристаллар ажраб чиқиши тугагандан кейин тўйинган эритма колади.

Саноат технологик жараёни 3 боскичдан иборат: 1) кристалланиш; 2) кристалларни эритмалардан ажратиш; 3) кристалларни ювиш ва қуритиш.

8.36. Кристалланиш физик асослари

Жараён статикаси. Температура ортиши билан қаттиқ моддалар эрувчанлиги ўзгаришига қараб "мусбат" ёки "манфий" эрувчанликка эга бўлиши мумкин.

Агар, температура ўсиши билан моддалар эрувчанлиги ортса, унда "мусбат", аксинча бўлса "манфий" эрувчанликли бўлади.

Маълум температурада қаттиқ фаза билан мувозанатда бўлган эритма **тўйинган** эритма деб номланади. Бундай эритмаларда қаттиқ модда ва эритма ўртасида динамик мувозанат ҳолати мавжуддир.

Эриган модда концентрацияси унинг эрувчанлигидан катта бўлган аралашмаларга **ўта тўйинган** эритмалар деб номланади. Ўта тўйинган эритмалар нотургун бўлади ва тўйинган ҳолатга осон ўтади. Бундай ўтиш даврида ўта тўйинган эритмалардан кристаллар ажратиб чиқади.

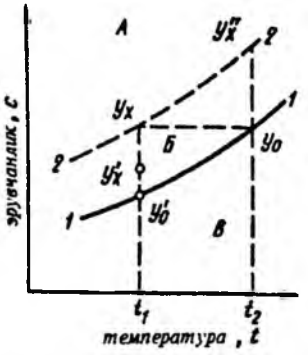
Температура ўзгариши билан эритмаларда юз берадиган ўзгаришларни ҳолат диаграммаси характерлайди (8.124-расм).

Концентрацияси лабил (ўзгарувчан) зонага тўғри келадиган эритмалар жуда тез кристалланади. Метастабил зонага оид концентрацияли эритмалар эса - нисбатан секин кристалланади, чунки жараён тезлиги эритма температураси, иссиқликни ажратиб олиш ёки эритувчини буғланиш тезлиги, аралаштириш ва бошқа омилларга боғлик.

Агар, температура t_2 дан t_1 гача ўзгарса, эритмадан жуда кам миқдорда кристаллар ажраб чиқади ва у эритма концентрацияси $y_2 - y_0$ ўзгаришига тўғри пропорционалдир.

Ўзгармас t_2 температурада эритувч ининг бир қисми йўқотилган тақдирда, ўта тўйинган эритма олишга эришиш мумкин. Бунда, концентрациялар фарқи $y_x'' - y_0$ га пропорционал миқдорда кристаллар ҳосил бўлади. Демак, бундай эритмалар кристалланишни эритма температурасини пасайтириш ёки эритувчининг бир қисмини йўқотиш йўли билан ўтказиш мумкин.

Эритма эрувчанлигининг температурага боғлиқлиги жуда катта бўлса, температурани



8.124-расм. Эритмалар ҳолат диаграммаси.
1-1 - эрувчанлик эгри чизиғи; 2-2 - метастабил соҳа чегараси;
А - лабил (ўзгарувчан) эритмалар зонаси; Б - метастабил эритмалар зонаси,
В – барқарор эритмалар зонаси.

қамайтириб кристаллаш оптимал усулга тўғри келади.

Агар, температура ортиши билан моддалар эрувчанлиги ўзгармаса, унда эритувчининг бир қисмини йўқотиш усулида кристаллаш мумкин.

Жараён кинетикаси. Эритмадан моддани қаттиқ фазага ўтиши, эриган моддаларнинг чегаравий қатлам орқали диффузия усулида амалга ошади. Кристалланиш жараёнининг тезлиги чегаравий қатлам орқали эриган модда дуффизияси ёки кристалл билан модда қўшилиш тезлиги ёки бир вақтнинг ўзида иккала омил билан аниқланиши мумкин.

Кристалланиш жараёнини кўриб чиқамиз. Кристаллар ўлчами ўсиши жараёнида улар δ қалинликдаги ўта тўйинган, метастабил эритма чегаравий қатлами билан ўралган бўлади. Ушбу ўта тўйинган эритмадан ортиқча модда молекулалари тезда ажралиб чиқади ва кристалл юзасига ёпишади. Натижада, эритма $y_н$ концентрацияли ҳолатига ўтади.

Лекин, кристалларни маълум бир масофада ўраб турган эритмада концентрацияси $y_н$ бўлган ўта тўйинган сахароза сақланиб туради.

Концентрациялар фарқи $y_п - y_н$ бўлгани учун эритманинг чегаравий қатлами орқали сахароза диффузия қилади. Кристалл кирраларига яқинлашган, модда молекулалари кристаллик панжарага ўтади, яъни фазавий ўтиш содир бўлади. Шундай қилиб, кристаллар ўсиш тезлиги сахарозанинг диффузия ва фазаларни ажратувчи чегарада фазавий ўтиш тезликлари билан белгиланади. Агар, фазавий ўтиш тезлиги модданинг диффузия тезлигидан юқори бўлса, унда сахарозанинг кристалланиш жараёнини чекловчи босқичи бўлиб унинг диффузияси ҳисобланади.

Модда кристалларининг ўсиш тезлиги ушбу тенглама ёрдамида ифодалаш мумкин:

$$\frac{dM}{d\tau} = \frac{D \cdot F(y_п - y_н)}{\delta} \qquad (8.242)$$

бу ерда dM - вақт бирлигида кристалланган модда миқдори; D - диффузия коэффициенти; F - кристалланиш юзаси; $y_н$ - ўта тўйинган эритма ҳажмидаги модда концентрацияси; $y_п$ - кристалл сирти атрофидаги модда концентрацияси (одатда эритма концентрациясига тенг деб қабул қилинади); δ - концентрацияси $y_н$ дан $y_п$ гача ўзгарадиган эритма чегаравий қатламининг қалинлиги.

(8.242) тенгламани интегралласак, ушбу кўринишга эга бўламиз:

$$M = \frac{D \cdot (y_п - y_н) F \tau}{\delta}$$

Кристалланиш тезлиги эса:

$$\frac{M}{F\tau} = \frac{D \cdot (y_n - y_м)}{\delta} \qquad (8.243)$$

Кристаллар ламинар режимда ўта тўйинган эритма билан ювилиб туришини хисобга олсак, чегаравий қатлам қалинлиги ушбу ифодадан аникланади:

$$\delta \approx \left(\frac{\mu}{\nu}\right)^{0,5} \qquad (8.244)$$

бу ерда μ - тўйинган эритманинг динамик ковушоқлиги; w - кристалларнинг эритмадаги харакат тезлиги. Стокс конунига биноан $v = 1/\mu$

Эйнштейн назариясига биноан диффузия коэффициентининг абсолют температура T ва ковушоқлик μ га боғлиқлиги қуйидаги функция билан ифодаланади:

$$D = \frac{kT}{\mu} \qquad (8.245)$$

бу ерда k - диффузияланаётган модда табиатига боғлиқ ўзгармас катталик.

(8.244) ва (8.245) тенгламаларни (8.243) га қўйсак, ушбу кўринишга эришамиз:

$$\frac{M}{F\tau} = \frac{kT(y_n - y_м)}{\mu^2} \qquad (8.246)$$

$\mu^2=1$ бўлганда, коэффициент $k = 2318$. Унда, (8.246) тенглама ушбу кўринишни олади:

$$\frac{M}{F\tau} = \frac{2318 \cdot (y_n - y_м)}{\mu^2} \qquad (8.247)$$

бу ерда $M/(F\tau)$ - модданинг кристалланиш тезлиги, мг/(м²·мин); $y_n - y_м$ - концентрациялар фарқи, грамм 100 г эритмага; μ - тўйинган эритманинг динамик ковушоқлиги, мПа·с.

Кристалланиш тезлигини белгиловчи асосий омиллар: эритманинг ўта тўйиниш даражаси; температура; кристалланиш марказларининг хосил бўлиши; аралаштириш интенсивлиги; эритмада қўшимча моддалар борлиги ва х.

Кристалланиш жараёни 2 босқичдан иборат: кристалланиш марказларини хосил бўлиши ва кристалларнинг ўсиши.

Кристалланиш марказларининг хосил бўлиши. Ўта тўйинган ёки совутилган эритмаларда кристалланиш марказларини сунъий равишда хосил қилиш мумкин. Масалан, эритмага майин дисперс заррачалар ёки "томизги" қўшиш йўли билан ёки эркин, ўз - ўзидан хосил бўлади.

Ўз - ўзидан кристалланиш марказларининг хосил бўлишига индукцион давр сабабчи, чунки бу даврда кристалланиш юз бермайди. Ушбу даврда кристаллик асослари эритма билан харакатчан мувозанатда бўлади. Кристаллик асослар ва эритма орасидаги харакатчан мувозанат бузилиши билан ёппасига кристалланиш бошланади. Эритмани силкитиш ёки аралаштириш ва температура ортиши билан кристалл асослари хосил бўлиш тезлиги кўпаяди.

Кристалларнинг ўсиши. Эритмада эриган модда заррачаларининг хосил бўлган кристаллик асосларда адсорбцияси хисобига бўлади.

Кристалланиш жараёнида кристалл хамма қирралари бўйлаб бир вактда ўсади, лекин ўсиш тезлиги хар хил бўлади. Бу хол кристаллар ўлчами ва шаклининг ўзгаришини олиб келади.

Кристалларнинг шакли асосан кристалланаётган модда табиатига боғлиқ. Агар, кристаллик асослар эркин ва бир текисда ювилиб турса, тўғри шаклли, яхши қирра ва томонли кристаллар хосил бўлади. Агар қурилма девори ва аралаштириш мосламасига кристаллар ишқаланса ёки урилса, унинг қирралари силлиқланиши хисобига кристалл шакли бузилади. яъни махсулот сифати ёмонлашади.

Одатда, олинаётган кристаллар хар хил бўлиши, эритмани ёмон аралаштирилиши билан боғликдир. Лекин, эритма интенсив аралаштирилиши бир томондан кристалланиш тезлигини оширса, иккинчи томондан - майда кристаллар хосил бўлишига сабабчи бўлади.

Олинган махсулот гранулометрик таркибини яхшилаш максадида классификация қилинади.

Кристаллар тозалиги кристалланиш жараёнини ўтказиш шароитларига, хамда кристалларни фильтрлаш ва ювишга боғлиқ.

8.37. Кристалланиш усуллари

Кристалланиш жараёнини даврий ва узлуксиз ташкил этиш мумкин. Даврий кристалланиш жараёни кам тоннажли, узлуксиз эса – кўп тоннажли ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Саноат миқёсида қуйидаги кристалланиш усулларидан фойдаланади: эритмалардаги эритувчининг бир қисмини буғлатиш; эритма температурасини ўзгартириб кристаллаш; комбинацияланган усуллардан фойдаланиб кристаллаш.

Эритмадаги эритувчининг бир қисмини буғлатиб кристаллаш. Эритувчининг бир қисмини йўқотиш учун буғланиш ёки музлатиш усулидан фойдаланиш мумкин. Эритма таркибидаги сувни хайдаш учун буғланиш кенг кўламда ишлатилади. Одатда бу жараён буғлатиш қурилмаларида амалга оширилади. Керакли даражадаги ўта тўйинган эритма ҳосил бўлгандан кейин, у шу қурилмада кристалланади. Ушбу усул **изотермик** кристалланиш деб аталади.

Бу усулнинг камчиликлари: ҳосил бўлаётган кристаллар иссиқлик алмашиниш юзаларига ёпишиб қолади; бошланғич эритма таркибидаги аралашмалар ҳам қуюқлашади.

Қурилма ичида қаттиқ моддалар ёпишиб ёки чўкиб қолмаслиги учун эритманинг циркуляция тезлиги кўпайтирилади.

Кристалларни ажратиш ва ювиш фильтр ёки центрифугаларда ўтказилади.

Эритма температурасини ўзгартириб кристаллаш. Бундай усул **изогидрик** кристаллаш деб номланади, чунки бу жараён эритмада эритувчи миқдори ўзгармас бўлган ҳолатда олиб борилади.

Кимё саноатида мусбат эрувчанликли тузларни кристаллаш жуда кенг тарқалган. Бундай эритмаларнинг ўта тўйинишига уни совитиш йўли билан эришилади. Жараён даврий ёки узлуксиз, поғонали жойлашган бир ёки кўп корпусли қурилмаларда олиб борилади. Совутувчи элткич сифатида сув ишлатилади. Ҳаво ёрдамида совутилганда жараён нисбатан секин боради, лекин йирик ва бир жинсли кристаллар ҳосил бўлади. Манфий эрувчанликли эритмаларни кристаллаш учун эритма қиздирилиши зарур.

Комбинацияланган усулларга вакуум остида, эритувчининг бир қисмини иссиқлик элткич ёрдамида буғлатиб кристаллаш ва фракцияли кристаллашлар киради.

Вакуум остида кристаллаш. Бу усулда эритувчи девор орқали иссиқлик узатиш йўли билан буғлатилмасдан, балки эритманинг ўз физик иссиқлигини бериш ҳисобига рўй беради. Ушбу иссикликнинг бир қисми эритувчини (тахминан 10% масс) буғлатиш учун сарфланади. Ҳосил бўлаётган буғлар вакуум - насос ёрдамида сўриб олинади. Узатилаётган иссиқ тўйинган эритма температураси қурилмадаги босимга тегишли эритманинг кайнаш температурасигача пасаяди ва жараён адиабатик кечади. Эритманинг ўта тўйиниш ҳолатига уни совутиш йўли билан эришилади, чунки концентрация бунда сезилар - сезилмас ўзгаради. Эритувчи эритманинг физик иссиқлиги ҳисобига, ҳамда кристалланиш жараёнида ажралиб чиқаётган иссиқлик ҳисобига буғланиши мумкин. Эритманинг совитиш ва кристалланиши билан бирга буғланиши унинг бутун ҳажмида содир бўлади. Бундай ҳолат қурилма деворларида кристаллар ёпишиб қолишини камайтиради, ҳамда уни тозалаш билан боғлиқ сарфлар қисқаради.

Эритувчининг бир қисмини иссиқлик элткич ёрдамида буғлатиб кристаллаш. Бу усулда эритувчининг бир қисми эритма устида ҳаракатланаётган ҳаво ёрдамида буғланади ва эритма совутилади.

Фракцияли кристаллаш. Агар эритма таркибида ажратиладиган моддалар бир нечта бўлса, уни фракцияли кристаллаш усулида қайта ишланади. Бу усулда эритма температура ва концентрациясини ўзгартириш йўли билан кристаллар кетма - кет чўктирилади ва ажратиб олинади.

8.38. Кристаллизаторлар конструкциялари

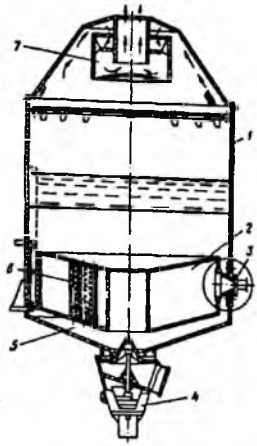
Ишлаш принципига кўра кристаллизаторлар даврий ва узлуксиз қурилмаларга бўлинади. Узлуксиз ишлайдиган қурилмалар ўз навбатида эритувчининг бир қисмини буғлатувчи ва эритмани совутувчи кристаллизаторларга ажралади. Ундан ташқари, мавҳум қайнаш қатламли кристаллизаторлар ҳам бўлади.

Табиий циркуляцияли, даврий ишлайдиган, осма иситувчи камерали вакуум - кристаллизатор 8.125-расмда тасвирланган.

Иситувчи камера конуссимон тешикли панжара ва трубалар ўрамидан таркиб топган. Трубалар ушбу панжарага развальцовка усулида махкамланган.

Иситувчи камеранинг ўқи бўйлаб циркуляцион труба жойлантирилган. Қурилма қобиғи ва иситувчи камера орасида ҳалқасимон бўшлиқ бўлиб, унда утфель циркуляция қилади. Қурилмада температуралар фарқи туфайли чизиқли узайишлар пайдо бўлади. Шу сабабли, буғни узатиш учун температура деформацияларини компенсация қилувчи махсус мослама ўрнатилган.

Ушбу мослама иситувчи камера билан қаттиқ бирлаштирилган бўлса, қурилма қобиғи билан эса - температура таъсирида ҳосил бўладиган узайишларни бартараф қилувчи мембрана ёрдамида бирлаштирилади. Утфель циркуляциясини яхшилаш мақсадида иситувчи камера остига буғ ёрдамида пуфлаш қўлланилади.



8.125-расм. Осма иситувчи камерали вакуум - кристаллизатор.
1 - қобиқ; 2 - иситувчи камера; 3 – бўғин узатиш мосламаси; 4 - циркуляцион труба; 5 - конуссимон туб; 6 - иситувчи труба; 7 - инерцион сепаратор.

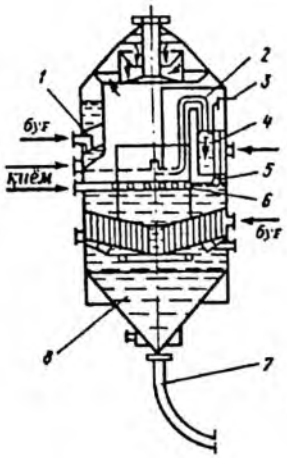
Вакуум - кристаллизаторларда қўлланиладиган иситувчи камера конструкциялари турли бўлиши мумкин. Ҳозирги кунда энг кенг тарқалган иситувчи камера конструкцияси - бу осма камералардир. Уларнинг тешикли панжараси конуссимон, сферик ва бошқа мураккаб шаклли бўлиши мумкин. Иситув буғ камеранинг трубалараро бўшлиғига, буғлатилаётган эритма эса - труба ичига юборилади.

Узлуксиз ишлайдиган кристаллизаторлар қуюқлаштиргич, кристалл генератори ва кристалл ўстириш камерасидан иборат. Қурилма конструкцияси кристалларни деворларга чўкиб қолмаслигини таъминловчи, интенсив циркуляцияли бўлиши керак. Ундан ташқари, унинг иссиқлик алмашинишни юқори ва бир хил катталикдаги кристаллар олишни таъминлаши керак.

5.126-расмда қанд ишлаб чиқариш саноатида қўлланилади узлуксиз ишлайдиган кристаллизатор конструкцияси келтирилган. Қуюқлаштиргич ва кристалл генераторлари ҳалқасимон сегмент кўринишида ясалган бўлиб, иситиш юзалари зарур ўлчамдаги трубалардан ҳосил қилинган. Қурилманинг бошқа қисмларидан қуюқлаштиргич ажратилган ва яхши зичланган. Шунинг учун ҳам, унинг ичида бошқа қисмларига боғлиқ бўлмаган ҳолда ортиқча босим ҳосил қилиш имкони бор. Кристалл генераторининг юқори, очиқ қисми кристалл ўстириш камераси утфель усти бўшлиғи билан боғланган. Одатда, кристалл ўстириш камераси цилиндрик кўринишда бўлиб, цилиндрик ва радиал тўсиқлар ёрадамида 4 та бўлимга ажратилган бўлади.

Турғун режим ўрнатилгандан сўнг, қиём (патока) қуюқлаштиргич ва кристалл ўстириш камерасига ўзатилади.

Қуюқлаштиргичдаги юқори босимда ва кристалл ҳосил бўлиш температурасидан 10...15°С юқори температурада қиём концентрацияси оширилади. Сўнг эса, қуюқлаштирилган эритма кристалл генераторига юборилади ва у ерда қайнайди. Натижада эритмадаги эритувчининг бир қисми буғланади ва температураси пасаяди. Бу ҳол ўта тўйиниш коэффициентининг кескин ўсишига олиб келади. Қиёмнинг циркуляцияси даврида интенсив равишда кристаллар ҳосил бўлиб бошлайди. Қуюқлаштиргичдаги қиёмнинг ўта қизиш катталиги ва кристалл генераторига узатилаётган буғ миқдори билан кристаллар таркибини ростлаш мумкин.



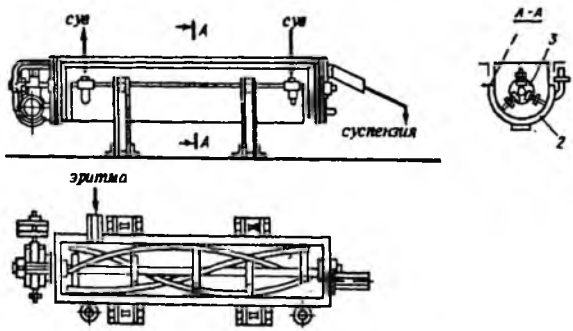
8.126-расм. Узлуксиз ишлайдиган кристаллизатор.
1 - қуюқлаштиргич, 2 – труба; 3 - труба ҳолатини ростловчи гилдирак (штурвал); 4 - кристалл генератори; 5 - қуйилиш трубалари; 6 - барботер; 7 – тўкиш мосламаси; 8- кристаллар устириш камераси.

Кристалл генераторида олинган утфел ва қиём узлуксиз равишда кристалл ўстириш камерасининг биринчи бўлимига узатилади. Утфель эса биринчи бўлимдан тўртинчисига оқиб ўтади, қайнатиб қуюлтирилади ва тўкиш мосламаси орқали узлуксиз равишда чиқариб турилади.

Қурилма ишлаши автоматик равишда бошқарилади.

Даврий ишлайдиган кристаллизаторлар механик аралаштиргичли ва змеевикли вертикал, цилиндрик қурилмалардир. Бундай курилмаларда кристаллаш жараёни ва эритмани совитиш бир вақтда олиб борилади.

Лентали аралаштиргичли тоғорасимон типдаги кристаллизатор 8.127-расмда кўрсатилган. Айрим ҳолларда лентали аралаштиргич ўрнига узлуксиз винт шаклидаги шнекли аралаштиргич ўрнатилиши мумкин.



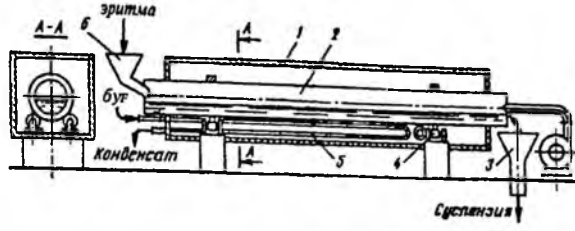
8.127-расм. Лента аралаштиргичли кристаллизатор.
1 - тоғорасимон қобиқ; 2 - сувли гилоф; 3 - аралаштиргичлар.

Бу турдаги кристаллизаторда олинган кристаллар ўлчами 0,5...6 мм дан ошмайди. Тоғорасимон кристаллизаторлар тузилиши содда, эксплуатация қилиш қулай ва ишончлилиги юқори.

Барабанли кристаллизаторлар таркибида сув ёки ҳаволи совитиш мосламали бўлади. Ҳаво ёрдамида совутилганда, эритмадан ҳавога иссиклик бериш коэффициенти кичик бўлади.

Шунинг учун йирик, катта ўлчамли кристаллар ҳосил бўлади. Лекин, кристаллизатор иш унумдорлиги, сув билан совитиш усулига қараганда, камроқ бўлади.

Барабанли кристаллизатор айланувчи, цилиндрик барабандан ташкил топган. Одатда барабан эритма ҳаракат йўналиши бўйлаб, уфқ чизиғига нисбатан маълум қиялик бурчагида ўрнатилади (8.128-расм).

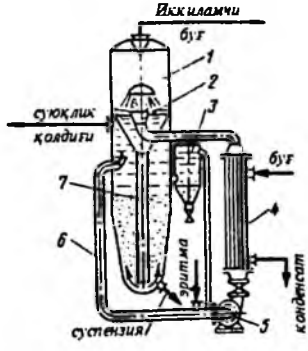


8.128-расм. Барабанли кристаллизатор.
1 - кобиқ; 2 - барабан; 3 - суспензия; 4 - гилдиракча; 5 - змеевик; 6 - воронка.

Эритма барабаннинг тепа қисмига берилади ва ҳосил бўлган кристаллар унинг пастки учидан тўкилади. Барабан айланиши пайтида унинг деворлари эритма билан ҳўлланади ва натижада сувнинг буғланиш юзаси ортади.

Барабан кобиқ ичига жойлаштирилган бўлиб, улар орасидаги халқасимон бўшлиққа совуқлик элткичлар, яъни сув ёки ҳаво юборилади. Эритма ва совуқлик элткич қарама - қарши йўналишда ҳаракатланади. 1 $м^3$ эритмани совитиш учун тахминан 5 $м^3$ сув сарфланади. Қурилма деворларида кристаллар чўкиб ёки ёпишиб қолиш олдини олиш мақсадида барабаннинг пастки қисми қиздириб турилади. Бунинг учун кобиқ ва барабан орасидаги бўшлиққа змеевик ўрнатилади.

Мавҳум қайнаш қатламли кристаллизаторлар кристаллаш жараёнини интенсив режимларда ўтказиш имкониятини беради (8.129-расм).



5.129-расм. Мавҳум қайнаш қатламли кристаллизатор.
1 - кобиқ; 2- қайнаш трубаси; 3 - йиғгич; 4 - иссиқлик алмашинуш қурилмаси; 5 - насос; 6 – циркуляцион труба; 7 - марказий трубалар.

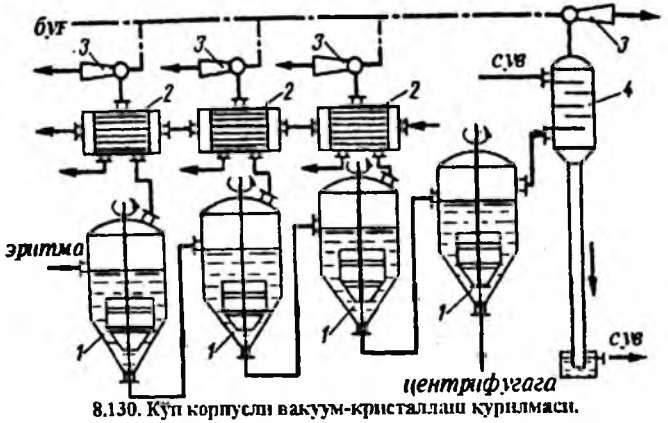
Кристалланиш жараёни эритувчининг бир қисмини буғлатиб йўқотиш ёки эритмани совитиш усулларида ташкил этилиши мумкин.

Циркуляцион трубада бошланғич эритма циркуляция қилаётган кристаллари ажратиб олинган эритма қолдиғи билан аралашади. Сўнг, аралашма иссиқлик алмашиниш қурилмасида қиздирилади, қайнаш трубаси орқали қурилмага ўтади ва у ерда интенсив равишда қайнаб буғ ҳосил қилади. Жараён мобайнида ҳосил бўлган ўта тўйинган эритма кристаллизаторнинг пастки қисмига тушади. Бу ерда, эритманинг циркуляцияси хисобига мавҳум қайнаш қатлами пайдо бўлади. Ҳосил бўлган йирик (2 мм гача) кристаллар қурилма тубига чўкади ва улар чикариб юборилади. Майда кристаллар эса, жараёнда қатнашиб, ўсишда давом этади ёки йиғгич 3 орқали

чиқарилади.

Мавҳум қайнаш қатламида суспензиянинг интенсив аралашиши туфайли эритмада модданинг диффузия тезлиги ортади ва кристалларнинг ўсиш жараёни тезлашади. Бунда, эритманинг ўта тўйиниш даражаси камаяди ва кристалларнинг ўсиш тезлиги кристаллаш марказлари ҳосил бўлиш тезлигига нисбатан катта бўлади. Мавҳум қайнаш қатламида кристаллаш жараёнида бошқа усулларга нисбатан яхши гранулометрик таркибли кристаллар олинади.

Кўп корпусли вакуум – кристаллаш қурилмаси 8.130-расмда келтирилган. Одатда бундай қурилмалар таркибида 3...4 та аралаштиргичли вакуум-кристаллизатор бўлади. Эритма, ҳар бир қуйидаги жойлашган корпусдан юқоридаги корпусга вакуум ҳисобига сўриб олинади. Ҳар бир корпус сиртий конденсатор ва буғ оқимчали насос билан таъминланган. Охирги корпусдаги вакуум, барометрик конденсатор ёрдамида ҳосил қилинади. Сиртий конденсаторлар бошлангич эритма ёрдамида совутилади. Суспензия эса, охирги корпусдан чиқарилади.

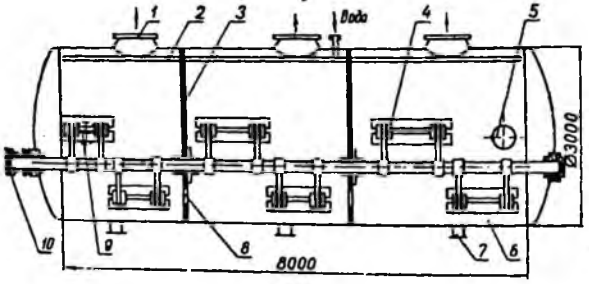


8.130. Кўп корпусли вакуум-кристаллаш қурилмаси.
1 - вакум-кристаллизаторлар; 2 - сиртий контенсаторлар;
3 – буғ-оқимчали насос; 4 - барометрик конденсатор.

Кўп корпусли вакуум - кристаллизаторлар тузилиши содда, иқтисодий жиҳатдан самарадор ва йирик, кўп тоннажли корхоналарда ишлатилади.

Хлорли калийни кристаллаш қурилмалари. Вертикал вакуум-кристаллизатор конуссимон днишели ва эллиптик қопқокли цилиндрик қобиқдан иборат. Қурилма ички қисми резина лист билан қопланган. Иссиқ эритма ён томондаги штуцер орқали киритилади, сувнинг буғланиш ҳисобига совийди ва пастки штуцердан чиқарилади. Иккиламчи буғ эса, томчи ажратгич ва тепа штуцер орқали конденсаторга чиқиб кетади.

Горизонтал вакуум – кристаллизатор цилиндрик шаклдаги обечайканинг икки томонига эллиптик днишелар ва эритмани аралаштириш учун ромли мосламалар ўрнатилган (8.131-расм). Кристаллизатор бир, икки, уч ва тўрт боскичли бўлиши мумкин.



8.131-расм. Горизонтал вакуум-кристаллизатор.
1-буғ чиқариш штуцери; 2-ювиш трубаси; 3-тўсиқ; 4-ромли аралаштиргич; 5,9-эритма чиқиш штуцери; 6-қобиқ; 7-эритма тўкиш штуцери; 8-қуйилиш тешиги; 10-аралаштиргич узатмасининг муфтаси.

Агарда, 4 боскичли бўлса, кобиққа вертикал тўсиқ 3 лар билан ажратилади. Суюқликлар бир боскичдан иккинчисига ўтиши учун тўсиқда тешиклар ясалган. Иккиламчи буғ ва ҳаво штуцер 1 2 орқали конденсаторга чиқиб кетади. Қурилма деворига ўтираётган тузни ювиб ташлаш учун труба оширилади ва унинг айланиш частотаси 0,27 $с^{-1}$. Аралаштиргич айланиши электр юритқичли редуктор орқали амалга таъминлаш учун сув затворли сальник ўрнатилган. Қурилма деворига кристаллар ўтириб қолиш олдини олиш мақсадида суспензия механик равишда аралаштирилади. Натижада, *KCl* нинг йирик кристаллари ҳосил бўлишига имкон яратилади.Ундан ташқари, *KCl* билан бир вақтда ҳосил бўлаётган *NaCl* тузларидан ўз-ўзидан тозаланади. Ушбу вакуум-кристаллизаторда гидростатик эффект нисбатан кичик ва бир хил ҳажмда буғланиш юзаси катта. Юқорида кайд этилганлар горизонтал қурилманинг вертикал кристаллизаторларга нисбатан афзалликларидир.

Қурилма камчиликлари: буғ бўшлиғининг баландлиги кичик ва шунинг оқибатида буғ билан чиқиб кетаётган эритма томчилари кўп бўлади; буғ трубаларида тузлар кристалланиб қолади. Буғ трубалари туз кристаллари билан тўлиб қолиш олдини олиш учун узлуксиз равишда иссиқ сув билан ювиб туриш зарур.

Кристаллизаторларни таҳминий ҳисоблаш учун қурилмада эритманинг бўлиш вактини аниқлаш орқали амалга оширилади. Ишлаб турган корхоналарда кристалланиш давомийлиги 800-1100 с. Кристаллизаторнинг зарур ҳажми қуйидаги формуладан топилади:

$$V=W\cdot\tau\cdot\varphi^{-1}; \qquad (8.248)$$

бу ерда: W – қурилмадаги оқимнинг ҳажмий тезлиги; φ – қурилманинг тўлдириш коэффициенти ($\varphi<1$).

Кристалланиш учун зарур эритма сарфи вакуум-кристаллизатор қурилмасининг моддий балансидан аниқланади:

$$q_{эщ}\cdot\xi_{эщ}+q_{пк}\cdot\xi_{пк}+q_{рс}\cdot\xi_{рс}=q_{м}\cdot\xi_{м}+q_{вс}\cdot\xi_{вс}+q_{сп}\cdot\xi_{сп} \qquad (8.249)$$

$$q_{эщ}+q_{пк}+q_{вс}+q_{рс}=q_{м}+q_{вс}+q_{сп} \qquad (8.250)$$

Унда,

$$Q_V=q_{эщ}+q_{пк}+q_{вс}+q_{рс}; \qquad (8.251)$$

Буғ бўшлиғининг ҳисоби албатта қилиниши керак. Одатда, ушбу кўрсаткич 1,5м дан кам бўлмаслиги зарур, чунки диаметри 3 ёки 3,6 м ли горизонтал вакуум-кристаллизаторлар учун тўлдирилиш коэффициенти 0,5 ошмаслиги мақсадга мувофик.

Керакли буғ бўшлиғининг ҳажми

$$V_{нар}=\frac{Q_{н,о}}{\alpha},\ \left[м^3\right]; \qquad (8.252)$$

бу ерда: $Q_{н,о}$ – буғланаётган сув миқдори, кг/с; α – буғланаётган сув бўйича буғ бўшлиғининг кучланиши, кг/$м^3$·с. Кўпинча, α=0,6 кг/$м^3$·с га тенг ва боскичлар бўйича 0,04 дан 0,17 гача ўзгаради.

Кристаллизаторнинг тўлиқ ҳажми $V_{кр}$ ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$V_{кр}=\frac{V_{нар}}{1-\varphi}. \qquad (8.253)$$

Агар, кристаллизаторнинг умумий ҳажми ва қурилма габарит ўлчамлари маълум бўлса. вакуум-кристаллизаторлар сонини аниқлаш қийин эмас.

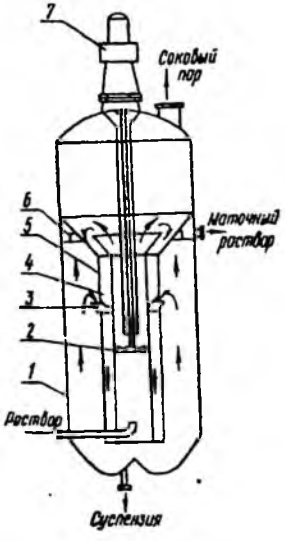
Вакуум-кристаллизаторнинг иссиқлик ва моддий баланслар тенгламаларини биргаликда ечиш йўли билан ҳар бир боскич учун буғланаётган сув миқдори аниқланади.

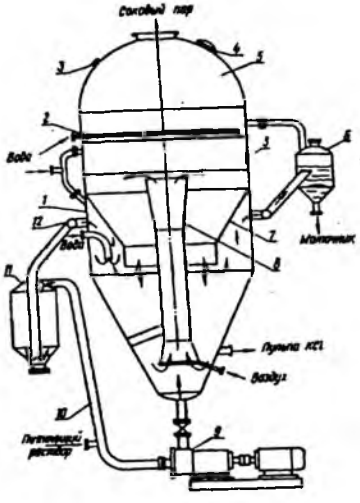
Кристалл ўсишини ростловчи вакуум-кристаллизатор

Кўп боскичли вакуум-кристаллизаторларнинг асосий бир камчилиги бор: ушбу қурилмаларда кристалл ўсишини бошқариб бўлмайди ва 0,25мм дан ортиқ ўлчамли заррачалар

олиб бўлмайди. Шунинг учун , кимё саноатида зарур ўлчамли кристаллар ўстириш имкониятига эга кристаллизаторлар конструкциялари яратилган. Бундай турдаги қурилмаларда циркуляция карралиги юқори ва ўта тўйинган эритма мавҳум қайнаш қатлами орқали ўтаётганда кристаллар ўсиши осонлашади. Ушбу қурилмаларда аралашиши суст бўлган зоналар мавжудлиги суспензия кристаллари ва маточний эритмани кристаллизатордан алоҳида чиқариш имконини беради.

Мессо фирмасининг вакуум-кристаллизаторида иккита циркуляцион труба ва циркуляция контури мавжуд (8.132-расм).





8.132-расм. Мессо фирмасининг вакуум-кристаллизатори.

1-кобик; 2-аралаштиргич; 3-халқасимон тиркиш; 4-йўналтирувчи трубалар; 5-эжектор трубаси; 6-халқасимон сув тўкиш мосламаси; 7-аралаштиргич узатмаси.

8.133-расм. Оқимча насосли вакуум-кристаллизатор.

1-конус днищели кобик; 2-халқасимон пурковчи мослама; 3-кузатиш ойнаси; 4-люк; 5-сепарация бўштиги; 6-"фонар"; 7-тўсиқ; 8-ички циркуляцион труба; 9-марказдан қочма насос; 10-ташқи циркуляцион труба; 11-майда заррачалар эритқичи; 12-халқасимон коллектор.

Эжектор трубаси 5 кобик 1 га конус ёрдамида бирлаштирилади ва унинг халқасимон тиркиши 3 бўлади. Йўналтирувчи труба 4 ва эжектор трубаси 5лар орасидаги тиркиш орқали қайнаш зонасидаги суспензия қурилманинг пастки қисмига тушади. Сўнг, тиркиш 3 орқали эритма сўриб олинади ва кобик 1 ва труба 5 лар орасида пастдан юқорига кўтарилувчи иккиламчи суюқлик оқими ҳосил бўлади.

Биринчи контурдаги циркуляция аралаштиргич 2 ёрдамида хосил қилинади. Янги эритма биринчи контурга, яъни ички труба 4 га берилади ва у ерда катта хажмдаги циркуляция қилаётган суспензия билан аралашади ва қайнаш зонасига кўтарилади. Суспензияда кристаллар миқдорининг кўплиги эритма ўта тўйиниши ва майда кристаллар ҳосил бўлиш олдини олади.

Қурилма конуссимон днишесида кристаллар гидравлик классификацияланади: паст қисмида энг йирик заррачалар йиғилса, майдалари эса – кўтарилаётган оқим билан чиқиб кетади.

Халқасимон тиркиш 3дан юқори қисмида маточний эритмадан кристаллар ажраб чиқади. Эритма халқасимон остона 6 дан қуйилиб ўтади ва курилмадан чиқарилади.

Адабиётларда келтирилган маълумотлар шуни кўрсатадики, бу турдаги кристаллизаторлар энг йирик *KCl* кристалларини олиш имконини беради.

8-9 жадвал

KCl заррачалар ўлчами, мм	+2,36	+1,65	+1,17	+0,83	+0,59	+0,42	-0,42
Таркиби,%	1,5	19,5	50,7	75,6	92,2	98,3	1,7

Бу турдаги қурималарни такомиллаштириш натижасида оқимча насосли вакуум-кристаллизатор яратилалган.

Ушбу кристаллизаторда аралаштириш мосламаси бўлмаганлиги учун қурилма конструкцияси содда, эритма циркуляцияси эса марказдан қочма насос ёрдамида амалга оширилади.

Тўйинган иссиқ эритма циркуляцион труба 10 га киритилади ва насос 9 оркали ички циркуляцион труба 8 га ҳайдалади. Қурилманинг конус днищеси классификатор вазифасини бажаради ва кристаллизатор ичида циркуляция қилаётган суспензия таркибида *KCl* кристалларининг миқдори юкори бўлиши таъминланган. Ушбу ҳолат ўта тўйиниш зонасида янги кристаллар хосил бўлишига кийинчилик туғдиради. Цилиндрик кобик 1 ва халқасимон тўсик 7 лар орасидаги бўшлиқ тиндириш зонасидир: йирик кристаллар конуссимон днишега чўкади, майдалари эса халқасимон коллектор 12 га ва ундан сўнг эриткич 11 га эритма оқими билан олиб кетилади.

Майда кристалларни яхши эриши учун тиндириш зонасида сув ҳайдалади Маточний эритма қурилманинг "фонари" 6 оркали чиқарилади. Эритма циркуляциясини яхшилаш ва сувнинг буғланиш тезлигини ошириш мақсадида циркуляцион трубанинг пастки кисмига ҳаво юборилади. Қурилма деворларига ёпишиб колган кристалларни эритиш учун коллектор 2 оркали сув ҳайдалади. Эритма сатҳи устидаги бўшлиқ 5 сепаратор вазифасини бажаради ва эритма майда томчиларининг чиқиб кетишини камайтиради. Вакуум – кристаллизаторда зарур температура иккаламчи буғ конденсатори ва эжекторлар ёрдамида ростланади ва бир меъёрда ушлаб турилади. Бунинг учун, вакуум системасидан буғ ва газлар сўриб олинади.

КСl кристалларини ажратиб олиш қурилмаси. Ҳозирги кунда *KCl* кристаллари АГ-1800 типидаги горизонтал, фильтрловчи центрифугаларда ажратиб олинади. Ушбу центрифугалар узлуксиз ишлайди, цикл давомийлиги 210 с: суспензияни юклаш ва тўкиш -100 с. Чўкма намлиги 5…6%, унумдорлиги 8…10 т/соат. Ундан ташқари пичок ёрдамида чўкмани кесиб олиш, рухсат этилмаган кристаллар майдаланишига сабабчи бўлади. Бир жуфт, икки насадкали 2НГП-2К-1200Н типидаги горизонтал центрифуга чўкмани чиқариб танлаш учун тебранувчи поршенга эга. Кристаллик *KCl* бўйича унумдорлиги 25…28 т/соат, чўкма намлиги 5…7% ва фугат таркибида 30…65 кг/м^3 кристаллар бўлиши мумкин. Ушбу қурилма 2 та роторли бўлиб, 10…11,7 с$^{-1}$ тезликда айланишади. Фильтр тўқима сифатида тиркишларининг эни 0,3 мм ли тўр ишлатилади. Майда кристаллар эритма билан чиқиб кетади. Шунинг учун, фугат таркибида кўп миқдорда қаттиқ фаза бўлади. Бу турдаги центрифугаларда кристаллар майдаланиши рўй бермайди.

8-боб. Кристалланиш бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Кристалланиш жараёнининг моҳияти нимада?
2. Кристалланишга тескари жараён нима деб номланади ва унинг моҳияти?
3. Полиморфизм нима?
4. Кристаллогидрат нима?
5. Тўйинган эритма қандай номланади?
6. Ўта тўйинган эритма нима деб аталади?
7. Кристалланиш марказларининг ҳосил бўлиши қандай содир ўлади?
8. Кристалларнинг ўсиши ниманинг ҳисобига бўлади?
9. Қандай кристалланиш усуллари мавжуд?
10. Осма иситувчи камерали вакуум кристаллизатор конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
11. Лента аралаштиргичли кристаллизатор конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
12. Барабанли кристаллизатор конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
13. Мавҳум қайнаш қатламли кристаллизагор конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
14. Кўп корпусли вакуум кристаллизатор конструкцияси, афзаллик ва камчиликлари.
15. Кристаллизаторларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.

ҲАЙДАШ ВА РЕКТИФИКАЦИЯ

8.41. Умумий тушунчалар

Икки ва ундан ортиқ учувчан компонентлардан таркиб топган бир жинсли суюқлик аралашмаларини ажратиш учун қўлланиладиган усуллардан энг кенг тарқалганлари ҳайдаш ва ректификациядир.

Ҳайдаш ва ректификация жараёнлари кимё, озиқ - овқат ва бошқа саноатларда жуда кенг кўламда ишлатилади. Масалан, техник ва озиқ - овқат этил спиртларини, ароматик моддалар ишлаб чиқаришда, ҳамда аралашмаларни дағал ажратиш учун қўлланилади. Жуда тўла ажратиш учун ректификация жараёнидан фойдаланилади.

Ҳайдаш ва ректификация жараёнлари бир хил температурада аралашма компонентларининг турли учувчанлигига асосланган дир. Юқори учувчанликка эга компонент ***енгил учувчан***, паст учувчанликка эга *компонент* **қийин учувчан** деб номланади. Демак, енгил учувчан компонент қийин учувчанга қараганда пастроқ температурада қайнайди. Шунинг учун ҳам, улар паст ва юқори температурада **қайнайдиган компонентлар** деб аталади.

Ҳайдаш ёки ректификация жараёнида бошланғич аралашма енгил учувчан компоненти билан бойитилган ***дистиллят*** ва қийин учувчан компонент билан бойитилган ***куб қолдиғига*** ажралади. Ҳайдаш жараёнида ҳосил бўлган буғ конденсатор - дефлегматорга конденсациялаш натижасида дистиллят олинади. Қурилма кубида эса - куб қолдиғи қолади.

8.42. Ҳайдаш ва ректификация жараёнларининг назарий асослари

Энг оддий аралашма 2 та компонентдан таркиб топган бўлади ва у ***бинар аралашма*** деб аталади. Бинар аралашманинг эркинлик даража сони қуйидагига тенг:

$$C = K + 2 - \Phi = 2 + 2 - 2 = 2$$

бу ерда K - компонентлар сони; Φ - фазалар сони.

Система ҳолатини учта бир - бирига боғлиқ бўлмаган параметр белгилайди: босим p, температура t ва концентрация x. Агар, исталган иккита параметр танланса, учинчисини аниқлаш қийин эмас. Демак, мувозанат чизиғини исталган иккита ўзгарувчи параметр орқали ифодалаш мумкин, яъни p ва x, t ва x, p ва t, x ва y.

Маълумки, суюқлик аралашмалари ўзларининг физик-кимёвий характеристикалари бўйича катта фарқ қилади.

Компонентларнинг ўзаро эришига қараб, бинар аралашмаларни 3 гуруҳга бўлиш мумкин:

- компонентлари чексиз эрувчан аралашмалар;
- компонентлари ўзаро эримайдиган аралашмалар;
- компонентлари қисман эрувчан аралашмалар.

Компонентлари чексиз эрувчан аралашмалар ўз навбатида идеал ва ҳақиқий эритмаларга бўлинади.

Идеал аралашмалар деб эритма таркибидаги компонент олиниши натижасида иссиқлик ажраб чиқмайдиган ёки ютилмайдиган ва ҳажми ўзгармайдиган аралашмаларга айтилади.

Енгил учувчан A ва қийин учувчан B компонентли бинар, суюқ аралашмани кўриб чиқамиз. A ва B тоза компонентлар тўйинган буғларининг босимини P_A ва P_B деб белгилаймиз.

Маълумки, идеал аралашмалар Рауль қонунига бўйсинади. Ушбу қонунга биноан, суюқлик устидаги тоза компонентнинг буғ босими унинг суюқликдаги моль улушига пропорционалдир:

$$p_A = P_A \cdot x \quad ; \qquad p_B = P_B(1-x) \tag{8.264}$$

бу ерда p_A, p_B - A ва B компонентларнинг парциал босими; x, $(1-x)$ - суюқ аралашмадаги A ва B компонентларнинг моль улуши.

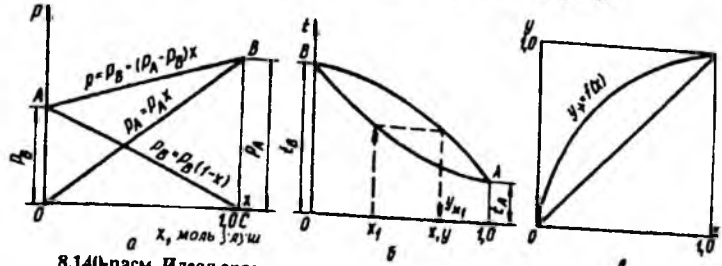
Дальтон қонунига биноан системадаги умумий босим, парциал босимлар йиғиндисига тенг:

$$P = P_A \cdot x + P_B(1-x) = P_B + (P_A - P_B) \cdot x \tag{8.265}$$

бундан

$$x = \frac{P - P_B}{P_A - P_B}$$

(8.264) ва (8.265) тенгламалардан кўриниб турибдики, бир хил ўзгармас температурада суюқлик аралашмаси устидаги компонентлар парциал ва буғларнинг умумий босими енгил учувчан компонентнинг моль улуши x билан тўғри чизикли боғлиқликда бўлади.



8.140-расм. Идеал аралашмалар учун суюқлик-буғ мувозанат диаграммаси.

8.140-расмда компонентлар парциал босими ва умумий босим изотермалари тасвирланган. *OB* ва *CA* тўғри чизиқлар компонентлар парциал босими (p_A ва p_B) ни. *AB* эса - суюқлик устидаги умумий босим ўзгаришини ифодалайди. *OA* ва *CB* вертикал кесмалар тоза компонентлар тўйинган буғ и босими (P_A ва P_B) ни кўрсатади.

Дальтон қонунига кўра, буғдаги компонентнинг парциал босими, ундаги шу компонент моль улушига пропорционалдир:

$$P_A = P \cdot y \; ; \qquad P_B = P \cdot (1-y) \tag{8.266}$$

бу ерда P - система умумий босим; y, $(1-y)$ - буғ аралашмасидаги A ва B компонентлар моль улуши.

Мувозанат шароити учун:

$$P_A \cdot x = P_A \cdot y \; ; \qquad P_B(1-x) = P \cdot (1-y) \tag{8.267}$$

бундан

$$y = \left(\frac{P_A}{P}\right)x \qquad \text{ёки} \qquad 1-y = \left(\frac{P_B}{P}\right)\cdot(1-x) \tag{8.268}$$

Одатда, ҳайдаш ва ректификация жараёнлари изобарик жараёнда ўтказилади. Шунинг учун, $P = const$ бўлган ҳолатдаги бинар аралашмани кўриб чиқамиз.

Бунда мувозанат чизиғини t - x, y ёки y - x координатларда тасвирлаш мумкин. Агар, температура маълум бўлса ва x, y катталиклари ҳисоблаб топилса, системадаги мувозанатни ифодаловчи диаграммани қуриш мумкин. Диаграммадаги пастки чизиқ (8.140б-расм) суюқ аралашманинг қайнаш температурасини, юқори чизиқ эса - буғ аралашмасини конденсациялаш температурасини ифодалайди. $x = 0$ ва $x = 1{,}0$ да ордината ўқларидаги кесмалар, қийин ва енгил учувчан компонентлар қайнаш температурасини кўрсатади.

Суюқликнинг маълум таркиби x_1 бўйича буғ таркибини аниқлаш учун суюқлик концентрациясига тегишли абсцисса ўқидаги нуқтадан қайнаш чизиғи билан кесишгунча вертикал чизиқ ўтказилади. Сўнг эса, кесилиш нуқтасидан буғ конденсацияланиш чизиғи билан кесишгунча горизонтал чизиқ ўтказилади. Кесишиш нуқтасининг абсцисса ўқидаги қиймати буғнинг мувозанат таркиби y_{x1} ни беради.

8.140б-расмда кўриниб турибдики, бир хил қайнаш температурасида буғдаги енгил учувчан компонент концентрацияси унинг суюқлик буғлари мувозанат концентрациясидан катта бўлади. «Суюқлик - буғ» системанинг бу хоссаси **Коновалованинг биринчи қонунига** бўйсунади, яъни эритма билан мувозанатда бўлган буғ доим ўзида шундай компонентни ортиқча ушлайди, бунда эритмага шу компонентдан қўшилганда унинг қайнаш температураси камаяди. Масалан, этил спиртига сув қўшилса, системанинг қайнаш температураси пасаяди. Коновалованинг 1-қонунига спиртига сув қўшилса, системанинг қайнаш температураси пасаяди. Коновалованинг 1-қонунига биноан, эритманинг қайнаши даврида сув буғи фазасининг спирт буғлари билан бойиши содир бўлади.

Ректификация жараёнини ҳисоблаш учун y - x диаграммадан фойдаланиш қулайдир (8.140в-расм).

$y_M = f(x)$ функция қуйидаги тенгламага мос келади

$$y = \frac{P_A \cdot x}{P} = \frac{P_A \cdot x}{P_B + (P_A - P_B) \cdot x} \qquad (8.269)$$

ҳамда, суюқ ва буғ фазалар мувозанат таркиблари орасидаги боғлиқликни ифодалайди.

Компонентлар нисбий учувчанлиги:

$$\alpha = \frac{P_A}{P_B}$$

маълум бўлса, идеал аралашмалар мувозанат чизиғини ҳисоблаш ва қуриш мумкин.

$$y = \frac{\alpha \cdot x}{1 + (\alpha - 1) \cdot x} \qquad (8.270)$$

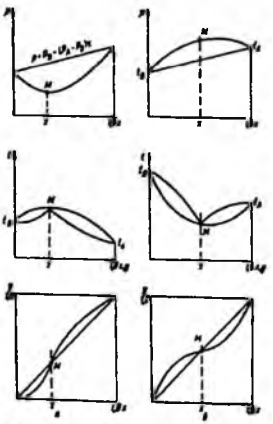
Фақат енгил учувчан компонентлардан таркиб топган суюқлик билан шу компонентдан таркиб топган буғ мувозанат ҳолатида бўлади. Мувозанат чизиғининг энг четки нуқталари квадратнинг қарама - қарши бурчакларида жойлашган. Квадрат диагонали ва мувозанат эгри чизиғи суюқ ва буғ фазаларнинг мавжуд бўлиш соҳаларини чегаралайди.

Ҳақиқий суюқлик аралашмалари. Бундай аралашмалардан компонентлар ажратиб олинганда иссиқлик ажраб чиқади. ҳажми ўзгаради ва кўпчилик ҳолларда Рауль қонунига бўйсунмайди.

Ундан ташқари, бу аралашмалар буғ фазасининг молекулалари ўзаро тортишиш кучларини, уларнинг ҳажмларини ва бошқаларни ҳисобга олиш зарур. Рауль қонунига нисбатан оғиш манфий ёки мусбат бўлиши мумкин. Агар, оғиш мусбат бўлса, эритма устида умумий босим Рауль қонуни бўйича идеал эритма учун ҳисобланғандан катта, манфий оғишида эса - кичик бўлади. Мусбат оғишда умумий босим чизиғи идеал эритманикидан юқори. манфий оғишда - пастрокдан ўтади. Парциал босимларнинг концентрацияга боғлиқлиги ботиқ ёки бўртиқ чизиқлар орқали тасвирланади (8.141-расм);

Ҳақикий эритмалар учун фазавий мувозанат диаграммалари тажрибавий маълумотлар асосида курилади. Мувозанат чизиғидан оғишнинг сон қийматлари Рауль қонунидан жуда катта фарк қилиши ва бир қатор эритмалар учун маълум бир концентрацияда қайнаш температураси ўзгармас катталикка эга бўлиши мумкин.

Коноваловнинг иккинчи қонунига биноан, суюқ эритма устидаги мувозанат ҳолатидаги буғнинг таркиби суюқ эритма таркибига тенгдир, яъни $y_M = x$ (8.141-расмдаги М нуқта). Бундай аралашмалар **азеотроп** эритмалар деб номланади. Азеотроп эритмалар максимал ва минимал қайнаш температурали бўлиши мумкин.



8.141-расм. Ҳақиқий эритмалар фазавий диаграммалари. а - мусбат оғиш, б - манфий оғиш.

Азеотроп эритмалар таркиби босим (температура) га боғлиқ бўлади.

Бирор системада босим ўзгариши билан унинг мувозанат ҳолати ўзгаради. Бу эса, ўз навбатида буғ фазаси таркибининг ўзгаришига олиб келади.

Ушбу ўзгаришлар механизмини билиш учун **М.С.Вревский** томонидан қуйидаги қонунлар яратилган:

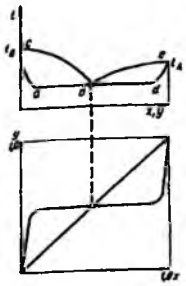
а) икки компонентли эритманинг қайнаш температураси (ёки босими) ортганда, буғлар таркибида буғланиши учун катта энергия талаб этувчи компонентнинг нисбий миқдори ошади;

б) буғ учувчанлиги максимумга эга бўлган эритмаларнинг температураси (ёки босими) оширилганда, азеотроп эритмаларда буғланиши учун катта энергия талаб этувчи компонентнинг нисбий қиймати ортади. Буғнинг учувчанлиги минимум бўлганда, эритманинг қайнаш температураси оширилганда азеотроп эритмада буғланиши учун кам энергия талаб қилувчи компонентнинг нисбий миқдори кўпаяди.

Вревский қонунига биноан, азеотроп эритмаларни ажратиш учун босимни ўзгартириб ҳайдаш ёки ректификация қилиш жараёнларидан фойдаланиш мумкин.

Бир-бирида эримайдиган ёки қисман эрийдиган суюқлик аралашмалари. Агар, A ва B компонентлар бир-бирида тўлиқ эриса, компонентлар молекулаларининг ўзаро тортишиш кучлари нолга тенг бўлади. Бунда, ҳар бир компонент ўзини мустақил тутади ва қуйидаги босимда қайнайди:

$$P = P_A + P_B$$



8.142-расм. Қисман эрийдиган аралашмаларнинг фазовий диаграммалари.

Агар, аралашма компонентлари бир - бирида эримаса, исталган компонент парциал босими, унинг ўша температурада тўйинган буғ босимига тенг.

Аралашманинг қайнаш температураси $t_{қ}$ суюқ аралашманинг таркибига боғлиқ эмас (8.142-расм *abd* чизиқ).

Аралашманинг қайнаш температураси ҳар доим тоза компонентлар қайнаш температураларидан паст бўлади.

Табиатда бир - бирида абсолют эримайдиган моддалар камдан-кам учрайди. Агар, қисман эрийдиган суюқлик аралашмаларида қайнаш температураси *ac* ёки *dc* чизиғи бўйлаб эритманинг асосий компонентининг қайнаш температурасигача ўзгаради.

Буғнинг конденсацияланиш температураси *cb* ва *eb* чизиқлари бўйлаб ўзгаради. Диаграммадаги *b* нуқтада $y_B = P_B/P = const$ таркибли буғ конденсацияланади.

8.43. Оддий ҳайдаш

Суюқлик аралашмаларини бир маротаба қисман буғлатиш йўли билан ажратиш жараёни ***оддий ҳайдаш*** деб номланади. Оддий ҳайдаш жараёнини эритма компонентлари учувчанлиги орасидаги фарқ катта бўлган ҳоллардагина қўллаш мақсадга мувофиқ ва юқори самара беради.

Оддий ҳайдаш қуйидаги усулларда амалга оширилади: фракцияли ҳайдаш; дефлегмация билан ҳайдаш; сув буғи билан ҳайдаш; молекуляр ҳайдаш.

Фракцияли ҳайдаш Бу усул ҳайдаш кубидаги эритмани аста-секин буғлатиш йўли билан олиб бориладиган ажратиш жараёнидир (8.143-расм).

Жараён давомида ҳосил булаётган буғ конденсатор 2 га узатилади ва у ерда конденсацияланиб, дистиллят ҳолатида йиғгич 3 га юборилади. Жараён тугагандан сўнг, куб 1 даги куб қолдиғи чиқариб ташланади. Куб 1 тўйинган сув буғи ёки тутун газлари билан қиздирилади.

Эритмани ҳайдаш жараёнида куб қолдиғида енгил учувчан компонент миқдори ва дистиллят таркибидаги миқдори максимал қийматдан минимал гача камаяди. Шунинг учун, ҳар хил таркибли дистиллят фракциялари турли йиғгичларга ажратиб олинади. Ҳар хил таркибли маҳсулот олишга мўлжалланган эритмаларни ажратиб олиш усули ***фракцияли ҳайдаш*** деб номланади.

Оддий ҳайдаш даврида ҳосил булаётган буғ кубдан чиқариб олинади ва ҳар бир онда кубда қолган эритма билан мувозанатда бўлади.

Бу усулда ҳайдаш атмосфера ёки вакуум остида олиб борилади. Вакуум остида ҳайдаш усули иссиқликка чидамсиз эритмаларни ажратиш имкониятини яратади, чунки бу усулда қайнаш температураси пасаяди. Шунинг учун ҳам бу усулда ҳайдаш даврида паст температурали сув буғларидан фойдаланилади.

Дистиллятнинг ўртача таркиби моддий баланс тенгламасидан аниқланади:

$$Fx_f = Wx_W + (F - W)x_{дф}$$

бундан

$$x_{дф} = \frac{Fx_f - Wx_w}{F - W} \qquad (8.271)$$

$y_м = f(x)$ функция қуйидаги тенгламага мос келади

$$y = \frac{P_A \cdot x}{P} = \frac{P_A \cdot x}{P_B + (P_A - P_B) \cdot x} \qquad (8.269)$$

ҳамда, суюқ ва буғ фазалар мувозанат таркиблари орасидаги боғлиқликни ифодалайди.

Компонентлар нисбий учувчанлиги:

$$\alpha = \frac{P_A}{P_B}$$

маълум бўлса, идеал аралашмалар мувозанат чизиғини ҳисоблаш ва қуриш мумкин.

$$y = \frac{\alpha \cdot x}{1 + (\alpha - 1) \cdot x} \qquad (8.270)$$

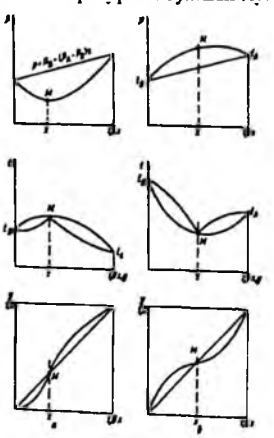
Фақат енгил учувчан компонентлардан таркиб топган суюқлик билан шу компонентдан таркиб топган буғ мувозанат ҳолатида бўлади. Мувозанат чизиғининг энг четки нукталари квадратнинг қарама - қарши бурчакларида жойлашган. Квадрат диагонали ва мувозанат эгри чизиғи суюқ ва буғ фазаларнинг мавжуд бўлиш соҳаларини чегаралайди.

Ҳақиқий суюқлик аралашмалари. Бундай аралашмалардан компонентлар ажратиб олинганда иссиқлик ажраб чиқади, ҳажми ўзгаради ва кўпчилик ҳолларда Рауль қонунига бўйсунмайди.

Ундан ташқари, бу аралашмалар буғ фазасининг молекулалари ўзаро тортишиш кучларини, уларнинг ҳажмларини ва бошқаларни ҳисобга олиш зарур. Рауль қонунига нисбатан оғиш манфий ёки мусбат бўлиши мумкин. Агар, оғиш мусбат бўлса, эритма устида умумий босим Рауль қонуни бўйича идеал эритма учун ҳисобланган катта, манфий оғишида эса - кичик бўлади. Мусбат оғишда умумий босим чизиғи идеал эритманикидан юқори, манфий оғишда - пастроқдан ўтади. Парциал босимларнинг концентрацияга боғлиқлиги ботиқ ёки бўртиқ чизиқлар орқали тасвирланади (8.141-расм);

Ҳақиқий эритмалар учун фазавий мувозанат диаграммалари тажрибавий маълумотлар асосида қурилади. Мувозанат чизиғидан оғишнинг сон қийматлари Рауль қонунидан жуда катта фарк қилиши ва бир катор эритмалар учун маълум бир концентрацияда қайнаш температураси ўзгармас катталикка эга бўлиши мумкин.

Коновалованинг иккинчи қонунига биноан, суюқ эритма устидаги мувозанат ҳолатидаги буғнинг таркиби суюқ эритма таркибига тенгдир, яъни $y_м = x$ (8.141-расмдаги М нукта). Бундай аралашмалар **азеотроп** эритмалар деб номланади. Азеотроп эритмалар максимал ва минимал қайнаш температурали бўлиши мумкин.



8.141-расм. Ҳақиқий эритмалар фазавий диаграммалари. а - манфий оғиш, б - мусбат оғиш.

Азеотроп эритмалар таркиби босим (температура) га боғлиқ бўлади.

Бирор системада босим ўзгариши билан унинг мувозанат ҳолати ўзгаради. Бу эса, ўз навбатида буғ фазаси таркибининг ўзгаришига олиб келади.

Ушбу ўзгаришлар механизмини билиш учун **М.С.Вревский** томонидан қуйидаги қонунлар яратилган:

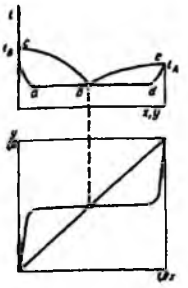
а) икки компонентли эритманинг қайнаш температураси (ёки босими) ортганда, буғлар таркибида буғланиши учун катта энергия талаб этувчи компонентнинг нисбий миқдори ошади;

б) буғ учувчанлиги максимумга эга бўлган эритмаларнинг температураси (ёки босими) оширилганда, азеотроп эритмаларда буғланиши учун катта энергия талаб этувчи компонентнинг нисбий қиймати ортади. Буғнинг учувчанлиги минумум бўлганда, эритманинг қайнаш температураси оширилганда азеотроп эритмада буғланиши учун кам энергия талаб қилувчи компонентнинг нисбий миқдори кўпаяди.

Вревский қонунига биноан, азеотроп эритмаларни ажратиш учун босимни ўзгартириб ҳайдаш ёки ректификация қилиш жараёнларидан фойдаланиш мумкин.

Бир-бирида эримайдиган ёки қисман эрийдиган суюқлик аралашмалари. Агар, A ва B компонентлар бир-бирида тўлиқ эриса, компонентлар молекулаларининг ўзаро тортишиш кучлари нолга тенг бўлади. Бунда, ҳар бир компонент ўзини мустақил тутади ва қуйидаги босимда қайнайди:

$$P = P_A + P_B$$



8.142-расм. Қисман эрийдиган аралашмаларнинг фазовий диаграммалари.

Агар, аралашма компонентлари бир - бирида эримаса, исталган компонент парциал босими, унинг ўша температурада тўйинган буғ босимига тенг.

Аралашманинг қайнаш температураси $t_{қ}$ суюқ аралашманинг таркибига боғлиқ эмас (8.142-расм *aed* чизиқ).

Аралашманинг қайнаш температураси ҳар доим тоза компонентлар қайнаш температураларидан паст бўлади.

Табиатда бир - бирида абсолют эримайдиган моддалар камдан-кам учрайди. Агар, қисман эрийдиган суюқлик аралашмаларида қайнаш температураси *ac* ёки *dc* чизиғи бўйлаб эритманинг асосий компонентининг қайнаш температурасигача ўзгаради.

Буғнинг конденсацияланиш температураси *cb* ва *eb* чизиқлари бўйлаб ўзгаради. Диаграммадаги *b* нуктада $y_0 = P_A/P = \text{const}$ таркибли буғ конденсацияланади.

8.43. Оддий ҳайдаш

Суюқлик аралашмаларини бир маротаба қисман буғлатиш йўли билан ажратиш жараёни ***оддий ҳайдаш*** деб номланади. Оддий ҳайдаш жараёнини эритма компонентлари учувчанлиги орасидаги фарқ катта бўлган ҳоллардагина қўллаш мақсадга мувофиқ ва юқори самара беради.

Оддий ҳайдаш қуйидаги усулларда амалга оширилади: фракцияли ҳайдаш; дефлегмация билан ҳайдаш; сув буғи билан ҳайдаш; молекуляр ҳайдаш.

Фракцияли ҳайдаш Бу усул ҳайдаш кубидаги эритмани аста-секин буғлатиш йўли билан олиб бориладиган ажратиш жараёнидир (8.143-расм).

Жараён давомида ҳосил булаётган буғ конденсатор 2 га узатилади ва у ерда конденсацияланиб, дистиллят ҳолатида йиғгич 3 га юборилади. Жараён тугагандан сўнг, куб 1 даги куб қолдиғи чиқариб ташланади. Куб 1 тўйинган сув буғи ёки тутун газлари билан қиздирилади.

Эритмани ҳайдаш жараёнида куб қолдиғида енгил учувчан компонент миқдори ва дистиллят таркибидаги миқдори максимал қийматдан минимал қача камаяди. Шунинг учун, ҳар хил таркибли дистиллят фракциялари турли йиғгичларга ажратиб олинади. Ҳар хил таркибли маҳсулот олишга мўлжалланган эритмаларни ажратиб олиш усули ***фракцияли ҳайдаш*** деб номланади.

Оддий ҳайдаш даврида ҳосил булаётган буғ кубдан чиқариб олинади ва ҳар бир онда кубда қолган эритма билан мувозанатда бўлади.

Бу усулда ҳайдаш атмосфера ёки вакуум остида олиб борилади. Вакуум остида ҳайдаш усули иссиқликка чидамсиз эритмаларни ажратиш имкониятини яратади, чунки бу усулда қайнаш температураси пасаяди. Шунинг учун ҳам бу усулда ҳайдаш даврида паст температурали сув буғларидан фойдаланилади.

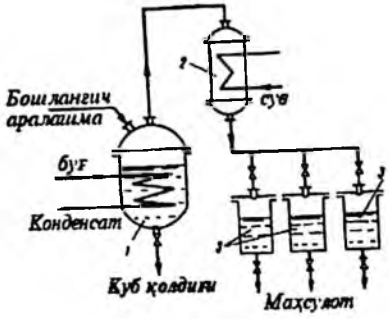
Дистиллятнинг ўртача таркиби моддий баланс тенгламасидан аниқланади:

$$Fx_f = Wx_W + (F - W)x_{дир}$$

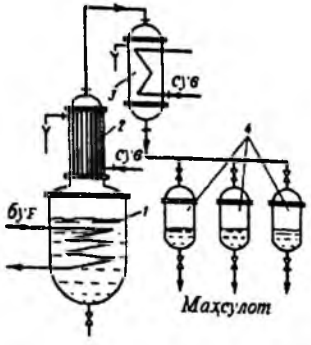
бундан

$$x_{дир} = \frac{Fx_f - Wx_w}{F - W} \qquad (8.271)$$

бу ерда F - бошланғич эритма миқдори; x_f - бошланғич эритма концентрацияси; W - куб қолдиғи миқдори; x_w - куб қолдиғи концентрацияси.



8.143-расм. Оддий ҳайдаш қурилмаси.
1 - куб, 2 - конденсатор;
3 - дистиллят йиғгичлар.



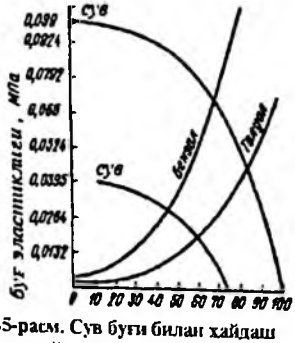
8.144-расм. Дефлегмацияли оддий ҳайдаш қурилмаси.
1- куб; 2-дефлегматор; 3-конденсатор;
4 - йиғгичлар.

Дефлегмация билан ҳайдаш Бу усул эритмаларни ажратиш даражасини кўтариш учун қўлланилади (8.144-расм).

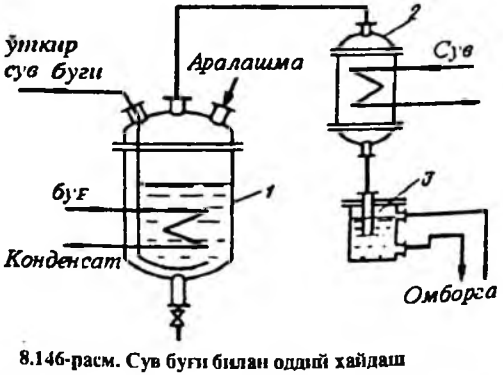
Бу усулда, куб 1 да ҳосил бўлган буғлар дефлегматор 2 га узатилади ва у ерда қисман конденсацияланади. Қисман конденсацияланиш даврида қийин учувчан компонент миқдори кўп бўлган флегма ҳосил бўлади ва қайтадан кубга туширилади. Куб 1 га тушиш вақтида кўтарилаётган буғлар билан ўзаро таъсирида бўлади.

Енгил учувчан компонент миқдори юқори бўлган буғлар конденсаторга йўналтирилади. Конденсацияланиш натижасида ҳосил бўлган дистиллят йиғгич 4 га тушади. Куб қолдиғининг концентрацияси ўрнатилган x_w қийматига етганда сўнг, кубдан чиқариб юборилади.

Сув буғи билан ҳайдаш Эритмалар қайнаш температурасини пасайтириш учун жараённи вакуум остида ташкил этиш усули олдиндан маълум эди. Лекин, эритмаларни сув буғи билан ҳайдаш усулида ҳам қайнаш температурасини пасайтириш мумкин. Айниқса, бу усул қайнаш температураси 100°С дан ортиқ бўлган ва компонентлари сувда эримайдиган эритмалар учун



8.145-расм. Сув буғи билан ҳайдаш пайтида қайнаш температурасини аниқлаш



8.146-расм. Сув буғи билан оддий ҳайдаш қурилмаси.
1 - куб; 2 - конденсатор; 3 - сепаратор.

жуда қўл келади. Шунинг учун, эритма компонентлари сувда эримаса, унда ҳайдаш кубига қўшимча компонент сифатида сув буғи юборилади.

8.145-расмда сув буғи билан оддий ҳайдаш даврида қайнаш температурасини аниқлаш диаграммаси келтирилган. Бу диаграммада қайнаш температурасига сув буғининг эластиклик эгри чизиғи билан турли суюқликлар эластиклик эгри чизиқлари кесишган нуқтаси тўғри келади. Графикдан кўриниб турибдики, атмосфера босимида бензолни сув билан ҳайдаш пайтида жараён

температураси 69,5°С, босим p = 0,0395 МПа да 46°С атрофида, босим p = 0,1МПа да толуол учун эса - 85°С.

8.146-расмда аралашмаларни сув буғи билан хайдаш қурилмасининг схемаси келтирилган.

Бошланғич эритма куб 1 га юкланади ва унинг ғилофига сув буғи юборилади. Сўнг, куб ичидаги эритмага барботер орқали кучли сув буғи хайдалади. Эритманинг кайнаш пайтида хосил бўлган буғлар конденсатор 2 га узатилади ва ундан кейин сепаратор 3 да конденсат ажратилади. Сепаратордан сув чиқарилади, сувда эримайдиган енгил учувчан компонент эса махсус идишга йиғилади. Одатда бу усул мувозанат бўлмаган шароитларда амалга оширилади.

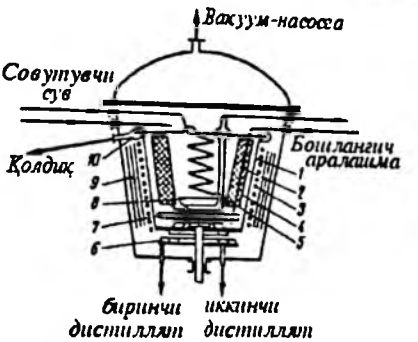
Молекуляр хайдаш. Бу усул юқори температурада кайнайдиган ва иссиқликка чидамсиз эритмаларни ажратиш учун қўлланилади.

Ушбу жараён ўта паст вакуумда, яъни босим 1,31...0,131Па бўлган оралиқда олиб борилади.

Молекуляр хайдаш эритмани ташқи юзасидан буғлатиш орқали амалга оширилади. Жараён бир - бирига яқин ўрнатилган буғлатиш ва конденсациялаш юзаларида рўй беради. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, улар орасидаги масофа одатда 20...30 мм, яъни молекулаларнинг эркин ҳаракати узунлигидан кам бўлиши керак. Бундай ҳолатда иссиқ юзадан кўтарилаётган енгил учувчан компонент молекулалари совуқ юзага урилиши билан конденсацияланади. Буғланиш ва конденсацияланиш юзалари ўртасидаги температуралар фарқи 100°С атрофида.

8.147-расмда молекуляр хайдаш қурилмасининг схемаси келтирилган.

Бошланғич эритма қурилмага труба 2 орқали ротор 1 нинг тубига узатилади. Ротордаги эритма марказдан қочма куч таъсирида конус юзаси бўйлаб юпқа қатлам ҳолида тарқалади. Буғланиш юзасидан ажралиб чиққан молекулалар конденсацияланиш юзасига қараб йўналади.



8.147-расм. Молекуляр хайдаш қурилмаси.
1 - ротор; 2 - бошланғич эритмани узатиш трубаси; 3 - электр иситқич; 4,5 - конденсаторлар; 6 - халқасимон йиғгич; 7,8 -конденсатор таглиги; 9 - концентрик изоляцион плита; 10 - тармокли нов.

Учувчанлиги паст компонент буғлари конденсатор 4 юзаларида конденсацияланса, учувчанлиги юқори компонент буғлари эса конденсатор 5 юзасида конденсацияланади. Биринчи фракция конденсатор 4 дан таглик 8 га, иккинчиси эса змеевикда конденсацияланиб таглик 7 га оқиб тушади. Эритманинг буғланмаган қисми эса марказдан қочма куч таъсирида ротор четидан тармокли нов 10 га тошиб ўтади ва қурилмадан чиқариб юборилади. Ажратиб олинган дистиллят, таглик 8 чеккасидаги секция орқали халқасимон йиғгичга, таглик 7 дан эса марказий секция орқали чиқариб олинади.

8.44. Ректификация

Суюқлик аралашмаларини ташкил этувчи компонентларга бир неча марта қисман буғлатиш ва буғларни конденсациялаш натижасида ажратишга **ректификация** дейилади.

Одатда, эритмаларни тўла ажратишни фақат ректификация усули таъминлайди. Бу жараён насадкали ёки тарелкали колонналарда ўтказилади. Колоннада буғ ва эритма қарама - қарши йўналишда ҳаракатлантирилади ва ҳар бир тўкнашиш мосламасида буғ конденсацияланса, эритма эса буғнинг конденсацияланиш иссиқлиги ҳисобига қисман буғланади.

Шундай қилиб, буғ енгил учувчан компонент билан, колоннадан пастга оқиб тушаётган суюқлик эса - қийин учувчан компонент билан бойитилади. Буғ ва эритманинг кўп марта тўқнашиши ҳисобига дистиллят бутунлай енгил учувчан, куб қолдиғи эса - қийин учувчан компонентдан таркиб топган бўлади.

Ректификация жараёнини ҳисоблашда қуйидаги тахминлар қабул қилинади:

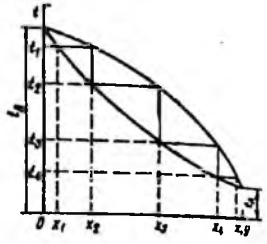
а) 1 кмоль буғ конденсацияланиш даврида 1 кмоль суюқлик буғланади. Демак, ректификацион колоннанинг исталган кўндаланг кесимида ҳаракатланаётган буғнинг миқдори бир хилдир;

б) дефлегматорда конденсацияланаётган буғнинг таркиби ўзгармайди. Демак, ректификацион колоннадан чиқиб кетаётган буғнинг таркиби дистиллятникига тенг ($y_d = x_d$) бўлади;

в) эритма буғланиши даврида унинг таркиби ўзгармайди. Демак, буғланиш даврида ҳосил бўлган буғнинг таркиби куб қолдиғиникига тенглашади, яъни ($y_w = x_w$).

Кўпинча ректификация жараёни $t - x, y$ диаграмма ёрдамида тасвирланади (8.148-расм).

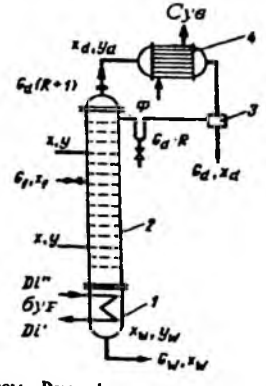
Концентрацияси x_1 бўлган бошланғич эритма қайнаш температураси t_1 гача қиздирилганда, суюқлик билан мувозанатдаги буғ олинади ва у конденсацияланганда енгил учувчан компонентга бойитилган x таркибли суюқлик ҳосил бўлади. Ушбу суюқлик яна қиздирилса ва унинг температураси t_2 гача етказилса, ҳосил бўлган буғнинг конденсацияланиши натижасида x_2 таркибли суюқликни оламиз. Шундай қилиб, буғланиш ва конденсациялаш жараёни кўп марта қайтарилса, бошланғич эритмани тоза, енгил ва қийин учувчан компонентларга ажратиш мумкин.



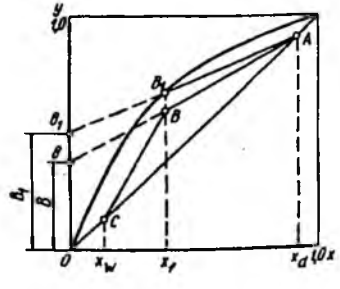
8.148-расм. $t - x, y$ - диаграмма.

8.44.1. Ректификация жараёнининг моддий ва иссиқлик балансларн

Жараённинг принципиал схемаси асосида ректификациянинг моддий ва иссиқлик балансларн тузилади (8.149-расм). Ректификацион колоннага узатилган бошланғич эритма



8.149-расм. Ректификация жараёни моддий ва иссиқлик балансларни тузишга оид.



8.150-расм. Ректификация жараёни ишчи чизиқининг тасвири.

дистиллят ва куб қолдиғига ажратилади.

Колоннадан чиқаётган буғлар дефлегматор 4 да конденсацияланади ва ажратувчи идиш 3 га тушади. Бу ерда суюқлик икки қисмга, яъни флегма Φ ва дистиллятга ажратилади. Флегма колоннада пуркатилиш учун йўналтирилади.

Жараён моддий баланси ушбу кўринишга эга:

$$G_f = G_d + G_w \qquad (8.272)$$

Енгил учувчан компонент бўйича эса:

$$G_f \cdot x_f = G_d \cdot x_d + G_w \cdot x_w \qquad (8.273)$$

бу ерда G_f, G_d, G_w - бошланғич эритма , дистиллят ва куб қолдиғи массалари, кмоль; x_f, x_d, x_w - бошланғич эритма, дистиллят ва куб қолдикларидаги енгил учувчан компонентнинг концентрациялари, моль улушлар.

(8.272) ва (8.273) тенгламалардан дистиллят ва куб қолдиғининг массалари аниқланади:

$$G_d = G_f \frac{x_f - x_w}{x_d - x_w} \qquad (8.274)$$

$$G_w = G_f \frac{x_d - x_f}{x_d - x_w} \qquad (8.275)$$

Бошланғич эритма, куб қолдиғи ва флегмаларнинг 1 кмоль дистиллятга нисбатларини қуйидагича белгилаб оламиз:

$$\frac{G_f}{G_d} = F; \qquad \frac{G_w}{G_d} = W; \qquad \frac{\Phi}{G_d} = R$$

Флегма миқдорининг дистиллят миқдорига нисбати *флегма сони* деб номланади.

Ректификацион колоннанинг таъминлаш тарелкаси уни 2 га ажратади: юқори ва пастки қисмларга.

Умумий тенглама асосида колоннанинг юқори ва пастки қисмлари учун моддий баланс тенгламаларини тузамиз:

$$G \cdot dy = L \cdot (-dx) \qquad (8.276)$$

бу ерда $L = R \cdot G_d$ - колонна юқори қисмида оқиб тушаётган суюқлик миқдори.

Колонна бўйлаб юқорига кўтарилаётган бут миқдори:

$$G = G_d + \Phi = G_d + RG_d = G_d(1 + R) \qquad (8.277)$$

Колоннанинг юқори қисми учун:

$$(R+1) \cdot dy = R \cdot (-dx) \qquad (8.278)$$

Пастки қисми учун:

$$(R+1) \cdot dy = (F+R) \cdot (-dx) \qquad (8.279)$$

Концентрациялари x, y бўлган колонна юқори қисмининг исталган кўндаланг кесими ва концентрациялари x_d, y_d бўлган колоннанинг юқори қисми учун (8.278) тенгламани ёзамиз: ($x_d = y_d$ деб қабул қилинган холда)

$$(R + 1) \cdot (y_d - y) = (R + 1) \cdot (x_d - y) = R \cdot (x_d - x)$$

Бундан

$$y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_d}{R+1} \qquad (8.280)$$

Концентрацияси x, y бўлган колоннанинг пастки қисми ва концентрациялари x_w, y_w бўлган кубнинг исталган кўндаланг кесими учун, $x_w = y_w$ ни ҳисобга олиб (8.279) тенгламани ёзамиз:

$$(R + 1) \cdot (y - y_w) = (R + 1) \cdot (y - x_w) = (F + R) \cdot (x - x_w)$$

ёки

$$y = \frac{R+F}{R+1}x - \frac{F-1}{R+1}x_w \qquad (8.281)$$

Кўриниб турибдики (8.280) ва (8.281) тенгламалар тўғри чизиқни ифодалайди. (8.280)

тенгламадаги $R/(R+1) = tg\alpha$ - ишчи чизиқнинг абсцисса ўқига оғиш бурчаги тангенси $x_d/(R+1) = B$ чизиқ $y - x$ диаграмма ордината ўқида ажраттан кесмаси (8.150-расм).

Шундай қилиб, (8.280) ва (8.281) тенгламалар ректификацион колоннанинг юқори ва пастки қисмларининг ишчи чизиқ тенгламаларини ифодалайди.

Агар, жараён даврий бўлса, ректификация жараёни колонна юқори қисмининг ишчи чизиғи билан ифодаланади.

(8.278) тенгламадан колоннанинг таъминловчи тарелка кўндаланг кесими ва тепаси учун қуйидаги ифодани оламиз:

$$(R+1)\cdot(x_d - y_f) = R\cdot(x_d - x_f) \qquad (8.282)$$

бундан

$$R = \frac{x_d - y_f}{y_f - x_f} \qquad (8.283)$$

8.44.2. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннанинг иссиқлик баланси

Бу турдаги қурилмаларнинг иссиқлик баланси қуйидаги тенглик билан ифодаланади (8.149-расм).

$$Q_1 + G_f c_f t_f + R\cdot G_d c_d t_d = G_d(R+1)\cdot(r_d - c_d t_d) + G_w c_w t_w + Q_{атр} \qquad (8.284)$$

бу ерда Q_1 - кубдаги иссиқлик сарфи, Ж/соат; c_f, c_d, c_w – бошланғич эритма, дистиллят ва куб қолдиқларининг солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/(кг·К); t_f, t_d, t_w - бошланғич эритма, дистиллят ва куб қолдиқларининг температуралари, К; r_d - дистиллятнинг буғ ҳосил қилиш иссиқлиги, Ж/ кг; $Q_{атр}$ - атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши, Ж/соат.

Ректификацион колонна кубидаги иссиқлик сарфини (8.284) тенгламадан топамиз:

$$Q_1 = G_d(R+1)\cdot r_d + G_d c_d t_d + G_w c_w t_w + G_f c_f t_f + Q_{атр} \qquad (8.285)$$

Агар, қайнатгич сув буғи билан иситилаётган бўлса, жараённи ўтказиш учун сарфланаётган буғ сарфи ушбу тенгламадан аниқланади:

$$D = \frac{Q_1}{i'' - i'}$$

бу ерда i'', i' - сув буғи ва конденсатнинг энтальпиялари, кЖ/кг.

Ишчи чизиқни у – х диаграммада тасвирлаш. Эритма таркибини характерловчи x_w, x_f, x_d концентрация қийматлари абсцисса ўқига қуйилади (8.150-расм). Агар, $x_d = y_d$ эканлигини ҳисобга олсак, x_d нуқтадан перпендикуляр чиқариб, диагонал чизиқ билан кесишган, координатлари $x_d = y_d$ бўлган, A нуқтаси топилади.

Флегма сони R маълум бўлса, $B = x_d/(R+1)$ кесма аниқланади ва у диаграмманинг ордината ўқига қўйилади. Сўнг, B кесманинг учи бўлмиш нуқта b ва A лар бирлаштирилади. Бошланғич эритма концентрациясига оид x_f нуқтасидан Ab чизиғи билан B нуқтада кесишгунча вертикал чизиқ ўтказилади. AB тўғри чизиқ колонна юқори қисмининг ишчи чизиғини ифодалайди. Кейин, x_w нуқтасидан перпендикуляр чиқарилиб, диагонал билан кесишган C нуқтани топамиз. C ва B нуқталарни бирлаштириб, колонна пастки қисмининг ишчи чизиғини топамиз. Диаграммадан кўриниб турибдики, B нуқта иккала ишчи чизиқ учун умумий бўлиб, таъминловчи тарелкадаги буғ ва суюқликнинг ишчи концентрацияларини характерлайди.

Эритма концентрациялари x_w, x_f, x_d бўлганда, ишчи чизиқнинг ҳолати кесма B нинг қийматига боғлиқ. Ўз навбатида B кесма ишчи флегма сони R нинг катталиги билан аниқланади. Агар, флегма сони камайса, кесма B нинг қиймати ортади. Бунда ишчи ва мувозанат

чизикларининг B_1 нуқтасида кесишганда, ишчи чизик ўзининг максимал юкори холати - Ab га интилади. Ушбу нуқтада жараённи ҳаракатга келтирувчи кучи $\Delta y=y_m - y=0$ бўлади. Демак, ректификацион колонна фазалар тўқнашиш юзаси чексиз катта бўлиши керак.

Ҳақиқатан ҳам, бундай ҳолатда концентрациялар ўзгаришининг назарий погоналар сони чексиз бўлади ва эритмани фақат чексиз баландликка эга шартли колоннада ажратиш мумкин. Лекин, иситувчи буғ ва колонна диаметри минимал кўрсаткичли бўлади. Албатта, бундай шароитда флегма сони ҳам минимал бўлади ва уни ушбу тенгламадан аниклаш мумкин:

$$R_{min} = \frac{x_d - y_{f_m}}{y_{f_m} - x_f} \qquad (8.286)$$

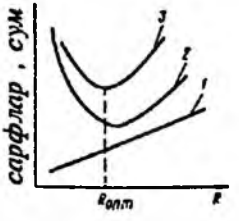
Ишчи чизиғининг қуйи чегаравий холатига чексиз катта флегма сони тўғри келади ва у графикда $B=0$ кесма билан ифодаланади. Бу ҳолда иккала ишчи чизик диагонал билан устма-уст тушади. Чексиз катта флегма сонига максимал ҳаракатга келтирувчи куч $\Delta y_{max} = y_m - y$ ва ўз навбатида концентрация ўзгариш назарий погоналарининг минимал сони ва колоннанинг минимал сони, ҳамда колоннанинг минимал баландлиги тўғри келади. Лекин, колонналаги буғ, қайнатгичдаги иситувчи буғ, дефлегматордаги совуқ сув сарфи ва қурилма диаметри максимал бўлади.

8.44.3. Ҳақиқий флегма сони

Ҳақиқий флегма сонини танлаш ўта мураккаб масаладир, чунки унинг миқдорига қараб ректификацион колонна ўлчамлари ва иссиклик элткичлар сарфи ўзгаради. Колонналарни ишлатиш учун зарур сарфлар ва капитал ҳаражатлар, ҳамда энергетик сарфлар флегма сонига боғлик.

8.151-расмда ҳақиқий флегма сонининг ректификация жараёни сарфларига боғликлиги тасвирланган.

Кўриниб турибдики, флегма сони ортиши билани эксплуатацион сарфлар пропорционал равишда ортади. Капитал сарфларнинг флегма сонига боғликлиги, колонна диаметри ва баландлигига тескари пропорционаллиги билан ифодаланади. Флегма сонининг маълум бир кийматига, капитал сарфларнинг минимал катталиги тўғри келади.



8.151-расм. Ректификация жараёнидаги сарфларнинг флегма сонига боғликлиги.
1- эксплуатацион сарфлар;
2- капитал сарфлар;
3- умумий сарфлар.

Умумий сарфлар ва флегма сони орасидаги боғликлик ҳам минимум нуқтаси билан характерланади. Бу нуқтага мос R ҳақиқий флегма сонининг оптимал кийматига тенг бўлади.

Ҳақиқий флегма сонини қуйидаги формулада ҳисоблаш мумкин:

$$R_x = \beta_R R_{min} \qquad (8.287)$$

бу ерда β_R - флегма ортиқчалигини ифодаловчи коэффициент.

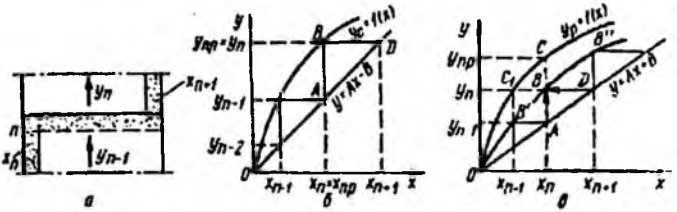
Кўпчилик ҳолларда ушбу коэффициент қуйидаги ораликда бўлади - $\beta = 1,04...1,5$.

8.44.4. Ректификацион колонна ишчи баландлиги ва тарелкалар сонини ҳисоблаш

Одатда ушбу параметрларни аниқлаш концентрациялар ўзгаришининг назарий ёки ҳақиқий поғоналари сонига қараб олиб борилади. Бунда, назарий поғонада буғ ва оқиб тушаётган суюқлик мувозанат ҳолатида бўлади.

Барботаж тарелкасининг ишлаш принципини кўриб чиқамиз (8.152-расм).

Агар, концентрацияси x_{n+1} бўлган суюқлик юқоридан n – тарелкага оқиб тушса, пастдаги тарелкадан концентрацияси y_{n-1} - бўлган буғ кўтарилади. Масса алмашиниш натижасида суюқликдаги енгил учувчан компонент буғга ўтса, қийин учувчан эса - буғдан суюқликка ўтади. Буғдаги енгил учувчан компонент концентрацияси y_n гача ортса, суюқликда эса x_{n+1} дан x_n гача камаяди.



8.152-расм. Тарелкалар сонини аниқлашга оид.

а - тарелкада буғ ва суюқликнинг ўзаро таъсири; б - буғ ва суюқлик мувозанатга эришиш жараёнини у-х диаграммада тасвири; в - буғ ва суюқлик мувозанатга эришмаган жараёнини у-х диаграммадаги тасвири.

Жараённи таҳлил қилишда қуйидаги тахминларни қабул қиламиз: тарелкадаги суюқлик идеал аралаштирилган ва унинг концентрацияси ўзгармас x_n га тенг; идеал сиқиб чиқариш режимидаги суюқлик қатламида буғнинг концентрацияси y_{n-1} дан y_n гача ўзгаради.

Буғ концентрацияси y_{n-1} дан y_n=$y_{пр}$ гача ўзгариши даврида мувозанатга эришиши вертикал ***AB*** кесма билан тасвирланса, концентрациясининг x_{n+1} дан x_n гача ўзгариши эса, ***BD*** кесма билан характерланади (8.152б-расм). Шундай қилиб, ***ABD*** поғона битта назарий тарелкада содир бўлаётган жараённи ифодалайди.

Ректификацион колоннада ўрнатиш зарур бўлган назарий тарелкалар сонини аниқлаш учун ишчи ва мувозанат эгри чизиқларининг *A* ва *C* нуқталари орасига поғоналар қурилади.

Колоннанинг ҳақиқий тарелкасида ҳеч қачон мувозанат концентрациясига эришиб бўлмайди, яъни $y_n < y_{пр}$ (8.152в-расм).

Колоннадаги ҳақиқий тарелкалар сонини аниқлаш учун фойдали иш коэффициенти қўлланилади. Одатда унинг катталиги тажрибавий усул билан топилади. Ректификация жараёнида масса бериш коэффициентини ҳисоблаш учун қуйидаги тенгламалар тавсия этилади:

суюқ фазада:

$$Nu_{дс} = 540 \cdot \mathrm{Re}_c^{0,33} \cdot \mathrm{Pr}_{дс}^{0,45} \qquad (8.288)$$

элаксимон тарелкаларда газ фазаси учун:

$$Nu_{дг} = 2,5 \cdot \mathrm{Re}_г^{0,72} \cdot \mathrm{Pr}_{дг}^{0,5} \cdot We^{-0,25} \qquad (8.289)$$

қалпоқчали тарелкаларда газ фазаси учун:

$$Nu_{дг} = 0,265 \cdot \mathrm{Re}_г \cdot \mathrm{Pr}_{дг}^{0,5} \cdot We^{-0,25} \qquad (8.290)$$

(8.289) ва (8.290) тенгламалардаги $Nu_д$, ва $Re_г$ критерийларда аниқловчи ўлчам сифатида капилляр константа $\chi = \sqrt{\sigma / \rho_c g}$ ҳисобланади. Вебер критерийси $We = (\sigma / p_c) h_{ст}^2 g$,

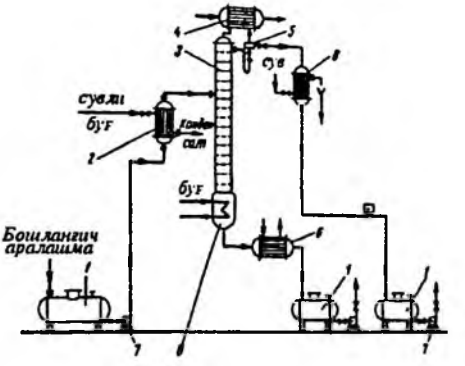
бу ерда σ - сиртий таранглик, Н/м; $h_{ст}$ - тарелкадаги суюқлик қатламининг статик баландлиги, м.

8.45. Ректификация жараёнини ташкил этиш усуллари

Исталган ректификацион схема таркибида колонна кайнаткич бўлади. Одатда, кобиқ - трубали ёки змеевикли иссиқлик алмашиниш қурилмасидан кайнаткич сифатида фойдаланилади. Қайнаткич колоннанинг пастки қисмида ёки унинг ташқарисида ўрнатилиши мумкин.

Турли саноат корхоналарида тарелкали ва насадкали колонналар кўп ишлатилади.

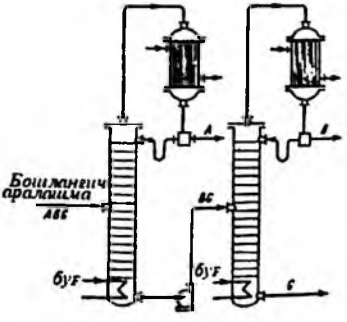
Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннанинг принципиал схемаси 8.153-расмда кўрсатилган. Бошланғич эритма иситкич 2 да қиздирилади ва колоннанинг таъминловчи тарелкасига узатилади. Колоннадаги қайнаткич 8 нинг иссиқлиги таъсирида ректификация жараёни содир бўлади, эритма дистиллят ва куб қолдиғига ажралади. Колоннадан чиқаётган буғлар дефлегматор 4 да қисман ёки тўла конденсацияланади. Агар, буғ тўла конденсацияланса, ҳосил бўлган дистиллят ажратувчи мослама 5 да икки қисмига бўлинади.



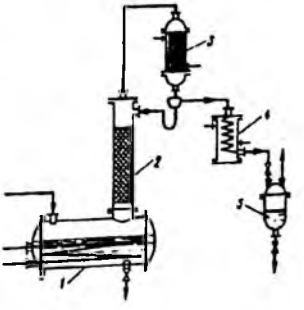
8.153-расм. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колонна.
1 - йиғгич; 2 - иситкич; 3 - ректификацион колонна; 4 - дефлегматор; 5 - ажратувчи мослама; 6 - совуткич; 7 - насослар; 8 - қайнаткич.

Биринчи қисм - флегма суюқлик тамбаси орқали ўтиб колоннанинг юқори тарелкасида пуркалади, иккинчи қисми эса - дистиллят совуткич 6 дан ўтказилиб совутилади ва йиғгич 1 да тўпланади. Агар, буғлар дефлегматорда қисман конденсацияланса, улар конденсатор–совуткич орқали ўтказилади, у ерда конденсацияланади ва совутилади. Жараён мобайнида ҳосил бўлаётган куб қолдиғи унинг қимматлиги ва зарурлигига қараб ёки йиғгичда тўпланади, ёки оқава сув сифатида утилизацияга йўналтирилади. Одатда, саноат миқёсида бошланғич эритма уч ва ундан кўп қисмларга ажратилади.

Кўп компонентли эритмаларни ректификация қилиш схемаси 8.154-расмда тасвирланган.



8.154-расм. Кўп компонентли аралашмаларни ажратиш ректификацион схемаси.



8.155-расм. Даврий ишлайдиган ректификацион колонна схемаси.
1 - қайнаткич; 2 - колонна; 3 – дефлегматор; 4 - совуткич; 5 - йиғгич.

Ушбу схема кўп колоннали бўлиб, бошланғич эритмани узлуксиз равишда уч қисм, яъни А, В ва С компонентларга ажратишга мўлжалланган. Биринчи колонна аралашмани А+ВС ёки АВ+С қисмларга ажратади. Аралашмани *n* қисмга ажратиш учун *n-1* колонналардан таркиб топган ректификацион схема зарур бўлади.

Даврий ишлайдиган ректификацион колоннанинг принципиал схемаси 8.155-расмда келтирилган. Бошланғич аралашма буғ билан иситилаётган қайнаткичга узатилади. Қайнаш температурасигача иситилган аралашманинг буғлари ректификацион колоннанинг пастки қисмига юборилади. Колонна бўйлаб тепага кўтарилаётган буғлар енгил учувчан компонент билан бойиб боради, сўнг эса дефлегматорга тушади. У ерда конденсацияланади. Худди узлуксиз ишлайдиган ректификация схемасидек, конденсат флегма ва дистиллятга ажрайди. Қурилмадаги куб қолдиғи тўкилади ва у янги бошланғич аралашма билан тўлдирилади.

8.46. Перспектив масса алмашиниш қурилмалари

Масса алмашиниш техникасининг ривожи ва мукаммаллашуви асосан қурилма бирлик хажмидан олинадиган маҳсулотни ошириш, битта назарий ажратиш босқичига тўғри келувчи босимлар фаркини камайтириш ва қурилмалар металл сарфини камайтиришдан иборат бўлиши лозим.

Масса алмашиниш қурилмалар унумдорлигини ва ажралиш унумини оширувчи контакт элементли тарелкаларнинг бир неча турлари яратилган. Ана шулардан бири контакт элементлари бўлиб, уларда фазаларнинг тўғри оқимли таъсирлашуви шу элементдан чиқишдаги газ-суюқлик оқимларининг зарбали қуйилиши билан бирга кечади (8.134-расм).

Газ (буғ) суюқликни тарелкадан 1 тешик б орқали пуркаб 10...40 м/с тезликда патрубка 3 орқали контакт трубага 2 киради. Кейин газ-суюқлик оқимлари ўзаро таъсирлашиб тўғри труба 2 да ҳаракатланади ва бурилишда оқимлар бир-бири билан тўқнашади.

Труба 2 нинг кирқим жойига оқимлари зарба билан урилганидан сўнг, суюқлик пастга, тарелкага сиқиб чиқарилади, газ эса, тарелкалараро бўшлиққа чиқади ва юқориги тарелкага кўтарилади.

Бундай контакт элементли абсорбцион ва ректификацион колонналарнинг ўтказувчанлиги қалпоқча тарелкаларга нисбатан 2,5 баробар кўп, бунда юқори даражада ажралиш таъминланади.

Бундай контакт қурилмаларнинг афзаллиги катта капитал ҳаражатларсиз қалпоқчали тарелкаларни алмаштириш билан колонналарни реконструкция қилиш мумкинлигидир.

Абсорбцион ва ректификацион колонналарнинг ўтказувчанлиги қарама-қарши оқимни сақлаган ҳолда контакт элементларида фазаларни тўғри оқимлари таъсирлашувидан фойдаланиб ошириш усулини контакт элементидан чиқишда фазаларнинг яхши ажралиши таъминлаганидагина қўллаш мумкин. Фазалар ажралишини таъминловчи турли усуллар ичида массавий марказдан қочма кучдан фойдаланиш диққатга сазовордир.

Шу кунгача тўғри оқим режимида ишловчи кўплаб контакт элементлар яратилган. Бу усулларда буралган оқим юзага келувчи марказдан қочма куч таъсирида газ ёки буғ-суюқлик фазасини ажратади. Масса алмашиниш қурилмасининг тарелкаларига газ-суюқлик оқимини айланма ҳаракатлантирувчи винтли буровчи 1 қалпоқча 2 ўрнатилади. Қурилма қуйидагича ишлайди. Пастки тарелкадан газ патрубкага кириб суюқликни тарелкадан тирқиш орқали пуркайди ва буралиб суюқлик билан бирга кўтарилади. Шу тарика фазалар контактда бўлади. Бунда, суюқлик қалпоқча четига итқитилади ва газдан ажралади (8.135-расм).

8.136-расмда газ-суюқлик оқимини буровчи парраклар 3 дан иборат масса алмашиниш қурилмаси кўрсатилган. Суюқлик тарелкадан суюқлик устунининг босими остида трубкалар 4 орқали контакт элементга узатилади. Суюқликни газдан ажралиши учун қалпоқча 2 нинг юқори қисмига тороидал сепаратор 1 ўрнатилади.

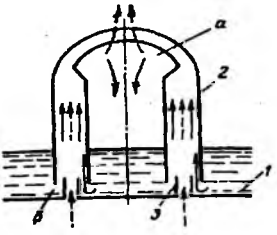
Фазаларнинг бундай контактини ва газ-суюқлик оқимини бундай ажралиш принципи қурилманинг ўтказувчанлигини барботаж колонналарига нисбатан икки баробар оширади. Лекин, бу колонналардаги гидравлик қаршилик барботаж колоннадагига нисбатан каттадир.

Маълумки, енгил аралашувчан газларни абсорбцияси учун икки-учта назарий контакт босқичлари етарлидир. Бу мақсадда, газ бўйича зарурий унумдорликда талаб этиладиган ажратиш даражасини таъминловчи масса алмашиниш қурилмалари яратилган. Фонтан насадкали қурилмада

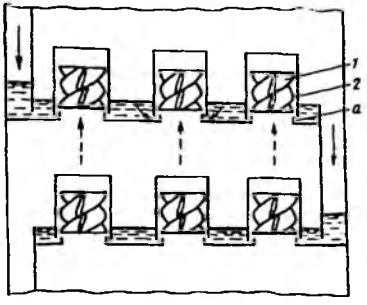
газ штуцер 2 орқали кириб юқорига кўтарилади ва ўзи билан шарсимон насадкани 1 ҳам кўтаради. Шарсимон насадка 1 конуссимон идишда 5 фонтансимон сочилиб газни суюқлик билан контактда бўлишини таъминлайди. Суюқлик қурилмага коллектор 4 орқали киради. Шарсимон насадка қурилмадан отилиб чиқиб кетмаслиги учун тўр 3 ўрнатилган (8.137-расм).

Винтсимон суғорувчи уюрмавий масса алмашиниш қурилмалари ҳам яратилган (8.138-расм). Патрубка 4 дан тангенциал йўналишда киритилган газ қурилмада айланма ҳаракат қилиб юқорига кўтарилади. Газ оқими суюқлик билан суғориш учун дефлектор суғоргич-суюқлик оқувчи марказий труба 2 хизмат қилади. Трубада спиралсимон ўралган пластина 6 бўйлаб тешиклар очилган. Улардан суюқлик оқиб чиқиб 6 четларига урилади ва кенгаювчи суюқлик юпқа қатламини ҳосил қилади.

Буралиб кўтарилувчи газ оқими юпқа қатламини майда томчиларга бўлиб юборади. Томчилар қурилма деворига марказдан қочма куч таъсирида урилиб ички 3 ва ташқи 1 цилиндрлар оралиғига ўтади. Ички ва ташқи 3, 1 цилиндрлар оралигидаги суюқлик оқиб штуцер 5 дан чиқиб кетади. Суюқликдан ажралган газ қурилмадан атмосферага ёки газ идишига чиқади.

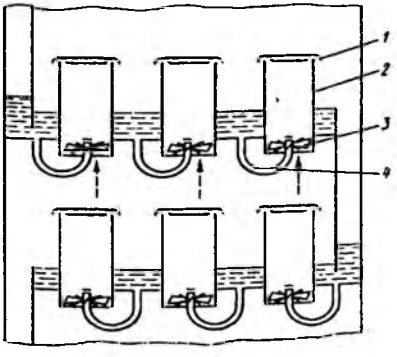


8.134-расм. Газ-суюқлик оқимлари ўзаро тўқнашувчи контакт элементи.
1-тарелка; 2-контакт труба; 3-патрубка;
а - труба кириш жойи; б - тешик.

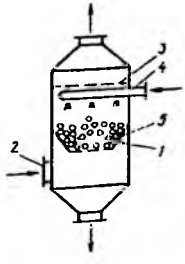


8.135-расм. Тўғри оқим контакт қурилмали колонна схемаси.
1-винтли буровчи, 2 - қалпоқча.
а – паркин.

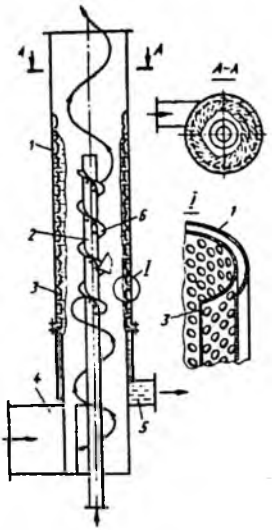
Бу турдаги қурилмаларда газнинг қурилмадаги тезлиги 18-20 м/с, гидравлик қаршиликлар 1,6 кПа гача қийматларни ташкил этади.



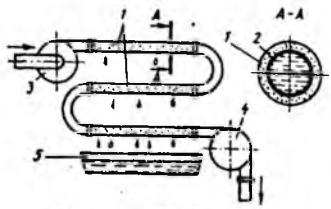
8.136-расм. Тўғри оқим контакт қурилмали колонна схемаси. 1-тороидал сепаратор; 2 – қалпоқча; 3 - буровчи паррак; 4 -труба.



8.137-расм. Фонтан насадкали қурилма схемаси. 1-шарсимон насадка; 2-штуцер, 3-тўр; 4-коллектор; 5-конуссимон идиш.



8.138-расм. Винтсимон суғорувчи уюрмавий масса алмашиниш қурилмаси.
1-ташқи цилиндр; 2-дефлектор суғорувчи; 3-ички цилиндр; 4-патруб-ка; 5-штуцер; 6-спиралсимон ўралган пластина.



8.139-расм. Трубкасимон мембрана элементли қурилма.
1-говак трубалар; 2-ярим бўкувчан мембрана; 3,4-насос; 5-йиғиш идиши.

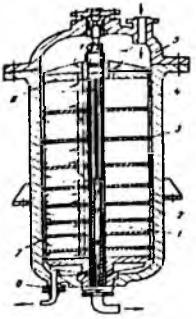
Сўнгги йилларда суюқлик ва газ аралашмаларини ярим бўкувчан мембраналар билан ажратишга (мембранали усуллар) катта эътибор берилмоқда. Ярим бўкувчан мембраналар ажойиб хусусиятга эга: маълум бир моддани ўтказади, бошқаларини тутиб қолади.

8.139-расмда трубкасимон мембрана элементли энг оддий қурилмалардан бири кўрсатилган. Қурилманинг асосий қисмлари говак трубалар 1 (металл, керамик ёки пластмасса) бўлиб, уларнинг ички (ёки ташқи) юзасига ярим бўкувчан мембрана 2 қопланган. Дастлабки аралашма насос 3 воситасида трубага 1 узатилади. Труба ичида мембрана орқали аралашманинг бир ёки бир неча компоненти фильтрланиб ўтиб фильтрат сифатида идишга 5 йиғилади. Қуюқлашган дастлабки аралашма (концентрат) қурилмадан насос 4 ёрдамида чиқарилади. Ясси камерали қурилма яхлит пўлатдан ясалган бўлиб, унинг ичида фильтратни чиқариш учун умумий марказий труба 1 га эга бўлган мембрана элементларининг тўккизта блоки 4 жойлашган.

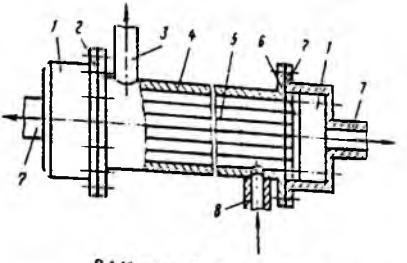
Мембрана элементларининг блоги қалинги 1,5 мм ли иккита бир хил пластмасса дискларидан иборат. Дискларда фильтрларни йиғиш ва чиқариш каналларини ҳосил қилиш учун тешиклар очилган. Дастлабки аралашма қопқоқдаги 5 штуцер ва таянч плитадаги 6 каналлар орқали мембрана элементларининг биринчи блокига 4 тушади. Биринчи блокда олинган фильтрат фильтрловчи элементларнинг каналлари орқали чиқариш трубкасига 1 киради, қуюқлашган дастлабки аралашма қобиқ 2 ва ажратувчи диск 7 орасидаги халқасимон тирқиш орқали мембранали элементларнинг иккинчи блокига тушади. Бу ерда фильтрлаш жараёни давом этади; фильтрат яна трубкага 1 киради, янада қуюқлашган дастлабки аралашма ажратиш дискидаги 7 каналлар орқали кейинги блокка тушади. Дастлабки аралашманинг миқдори блокдан блокка ўтгани сайин камая боради, шунинг учун блоклардаги мембранали элементлар сони ҳам камайиб боради. Қуюқлашган аралашма штуцер 8 орқали чиқарилади. Қобиқ ва ҳар икки ажратувчи диск орасидаги зичлашув халқалар 3 ўрнатилган (8.140-расм).

Бу турдаги қурилмалар тайёрланиши ва йиғилишининг соддалиги, мембранали элементларнинг тез алмаштириш мумкинлиги билан ажралиб туради. Уларнинг асосий камчилиги ҳажм бирлигида мембраналар жойлашиши зичлигининг камлигидир (90-300 $м^2/м^3$).

Говак мембрана тола кўринишидаги фильтрловчи элементли қурилмалар мембранани ҳажм бирлигида жойлашиш зичлигининг катталиги (20–30 минг $м^2/м^3$ гача) билан ажратиб туради (8.141-расм). Толаларнинг ташқи диаметри 45...200 мкм, девор қалинлиги 10...50 мкм; толалар юкори босимга чидамли ва ушлаб турувчи, дренаж қурилмаларини талаб этмайди.



8.140-расм. Ясси камерали қурилма.
1-умумий марказий труба; 2-қобиқ; 3-зичловчи халқалар; 4-мембрана элементлар блоки; 5-қопқоқ; 6-таянч плита; 7-ажратиш диски; 8-штуцер.



8.141-расм. Ғовак мембрана толали қурилма.
1-фильтрат йиғиш идиши; 2-фланец; 3-қуюқ аралашма чиқиш штуцери; 4-қобиқ; 5-тола ўрами.
6-труба тўри; 7,8-фильтрат ва аралашма чиқиш штуцерлари.

Ғовак мембранали толали қурилма ичига тола ўрами 5 жойлаштирилган қобиқдан 4 иборат. Толалар учи труба тўрига 6 маҳкамланган. Фильтрат йиғиш идиши 1 қобиқ билан фланец 2 орқали бирлашган. Дастлабки аралашма штуцердан 8 тола орасига узатилади, бир қисми толаларда фильтрланиб штуцердан 7 чиқади. Қуюқлашган аралашма қурилмадан штуцер 3 орқали чиқарилади. Ғовак ярим чўкувчан толали қурилманинг асосий камчилиги – улар идишдан чиққанида аралаштириш қийинлигидир. Мембранали қурилмалар янги конструкциялари, масалан, роторига ярим чўкувчан мембрана маҳкамланган фильтрловчи центрифугалар яратилган.

8-боб. Ҳайдаш ва ректификациялаш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Ҳайдаш жараёнининг моҳияти нимада?
2. Қийин учувчан компонент нима?
3. Енгил учувчан компонент нима?
4. Дальтон қонунининг физик маъноси ва формуласини ёзинг.
5. Коноваловнинг 1- қонуни нимани ифодалайди?
6. Коноваловнинг 2- қонуни нимани ифодалайди?
7. Қандай суюқликлар азеотроп эритма деб аталади?
8. Оддий ҳайдаш нима?
9. Фракцияли ҳайдаш схемасини чизинг ва тушунтиринг.
10. Дефлегмацияли ҳайдаш схемасини чизинг ва тушунтиринг.
11. Сув буғи билан ҳайдаш схемасини чизинг ва тушунтиринг.
12. Молекуляр ҳайдаш схемасини чизинг ва тушунтиринг.
13. Ректификация нима?
14. Жараён моддий балансини тузинг.
15. Ректификация жараёнининг иссиқлик балансини тузинг.
16. Флегма нима?
17. Ректификат нима?
18. Ҳақиқий флегма сони қайси формула билан ифодаланади?
19. Ректификация жараёнини ташкил этиш усуллари.
20. Ректификация колонналарини ҳисоблаш кетма-кетлиги.

9 - боб

МЕХАНИК ЖАРАЁНЛАР

Қаттиқ материалларни майдалаш ва грануллаш

9.1. Умумий тушунчалар

Механик жараёнларга материалларни майдалаш, узатиш, аралаштириш, пресслаш грануллаш ва классификациялашлар киради. Бу жараёнда материалнинг физик кимёвий характеристикалари ўзгармайди, аммо уларнинг шакли ўзгаради.

Бу жараёнларнинг тезлиги қаттиқ жисмларнинг механика қонуниятлари билан ифодаланади ва уларнинг харакатга келтирувчи кучи механик кучлар таъсиридир.

Майдалаш - бу қаттиқ жисм бўлакларини керакли ўлчамларга келтириш, парчалаш ва юзасини оширишдир. Майдалаш жараени қаттиқ жисмнинг майда заррачалар (атом ва молекулалар) ўзаро тортишиш кучларини енгадиган ташқи кучлар таъсирида ўтади. Майдалаш натижасида ишлов берилаётган жисм юзаси сезиларли даражада кўпаяди, кўп жараёнлар, шу жумладан эритиш, куйдириш каби катта юза талаб киладиган жараёнлар тезлиги ортади. Майдалаш кон-металлургия, кимё, озик-овкат, курилиш ва саноатнинг бошқа тармокларида кенг қўлланилади.

Ҳозирги пайтда қаттиқ жисмларни майдалаш учун ҳар хил турдаги машиналар қўлланилади. Катта ҳажмли (<2 м^3) палахсаларни майдалайдиган жағли майдалагичлардан бошлаб, то заррача ўлчамини 0,1 мкм гача майдалайдиган коллоид тегирмонлар технологик жараёнларда ишлатилади.

Майдалаш жараёни қаттиқ жисмнинг бошланғич ва охирги ўлчамига қараб янчиш ва тортишга бўлинади. Янчиш ва тортиш жараёнлари майдалаш даражаси билан характерланади.

$$i = \frac{D}{d} \tag{9.1}$$

Майдалаш даражаси жисмнинг бошланғич ўртача диаметри D нинг майдаланган заррачалар ўртача диаметри d га нисбати билан ифодаланади. Ҳажмий майдалаш даражаси эса, уларнинг ҳажмлари нисбати билан аникланади:

$$i = \frac{V_{ох}}{V_б} \qquad \text{ёки} \qquad i = \frac{F_{ох}}{F_б} \tag{9.2}$$

Берилган модда бўлаклари ва янчилган заррачалар тўғри шаклга эга бўлмайди. Шунинг учун, амалда уларнинг ўлчамлари элакли таҳлил орқали аникланади, яъни заррача ўлчами у ўтган элак тешиклари ўлчамига тенг деб олинади.

Майдалаш жараёни бир ёки бир неча боскичда олиб борилади. Ҳар бир майдалагич, унинг ишчи органи шаклига кўра, чекланган майдалаш даражасини таъминлайди. Майдалаш даражаси 1-3...5 дан (жағли майдалагичда) 1>100 - тегирмонларда ўзгариши мумкин.

Нотўғри геометрик шаклли жисмнинг чизикли ўлчами ўртача геометрик қиймат сифатида хисобланиши мумкин:

$$d = \sqrt[3]{l\,b\,h}$$

бу ерда l, b, h - жисмнинг уч перпендикуляр йўналиши бўйича максимал ўлчамлари.

Материал бўлакларининг ўртача ўлчамларини хисоблаш учун элаклар ёрдамида бир неча фракцияга ажратилади. Ҳар бир фракцияда бўлаклар максимал d_{max} ва минимал d_{min} ўлчамлар ярим йиғиндисининг ўртача миқдори топилади:

$$d_{ур} = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}$$

Максимал бўлаклар ўлчами, улар ўтган тешик диаметрига, минимал бўлакларни эса - элак ушла қолган тешикларининг диаметрига тенг деб хисобланади.

Сочилувчан материал аралашмасининг ўртача ўлчами ушбу тенглама ёрдамида аниқланади:

$$d = \frac{d_{ур1}a_1 + d_{ур2}a_2 + \ldots + d_{урn}a_n}{a_1 + a_2 + \ldots + a_n}$$

бу ерда a_1, a_2, $a \ldots a_n$ - хар бир фракция миқдори,%; $d_{ур1}$, $d_{ур2}$, ..., $d_{урn}$ хар бир фракция бўлакчаларининг ўртача ўлчами.

Одатда саноатда юкори майдалаш даражаси талаб этилади. Кўпинча кайта ишланадиган хом-ашё бўлакларининг ўлчамлари 1,5...2,0 м гача бўлади, аммо технологик жараёнларда қўлланиладиган материал заррачалари микрометрнинг бир неча улушини ташкил этади. Бундай ўта майин майдалаш бир неча босқичда эришилади, чунки битта майдалагичда юкорида айтилган натижага эришиб бўлмайди.

Хом-ашёнинг энг йирик бўлаклари ва майдаланган заррача ўлчамларига караб майдалаш қуйидаги турларга бўлинади (9-1 жадвал):

9-1 жадвал

Қаттиқ жисмларни майдалаш усуллари

Майдалаш тури	Материал дастлабки ўлчамлари, D, мм	Материални майдалашдан кейинги ўлчамлари, d, мм	Майдалаш даражаси, i
Йирик майдалаш	1500...300	300...100	2...6
Ўртача майдалаш	300...100	50...10	5...10
Майда янчиш	50...10	10...2	10...50
Майин янчиш	10...2	2...0,075	...100
Ўта майин янчиш	10...0,075	0,075...0,0001	-

9.2. Сочилувчан материаллар механикасининг асослари

Дисперсион таркиб-сочилувчан материал полидисперс система бўлиб, унинг дисперслигини баҳолаш учун заррачаларнинг қуйидаги характеристикаларидан фойдаланилади:

δ_{max} – максимал ўлчам; δ_{min} - минимал ўлчам; $\delta_{ўр}$ - ўртача ўлчам.

Юзанинг солиштирма майдони - F_c (м^2/м^3):

$$F_c = \frac{G \cdot n}{\rho \cdot L} \tag{9.3}$$

бу ерда L - чизикли ўлчам; ρ - заррача зичлиги; шар шакли учун $n=1$.

Майдаланган материалнинг дисперсион таркибини Розин-Роммлер формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин.

$$R = \exp\cdot\left(-b \cdot \delta^n\right) \tag{9.4}$$

бу ерда b, n-константалар.

Агар, заррачалар ўлчами турлича бўлса, материал бир неча фракцияларга элаб ажратилади. Сўнг, хар бир фракция учун заррача ўлчами L_i, фракцияларнинг массавий улушлари x_i ларни аниқлаб, F_c ни ҳисоблаш мумкин:

$$F_c = \frac{G}{\rho}\sum\frac{n_i \cdot x_i}{L_i} \tag{9.5}$$

Сочилувчан материалларнинг "тўкма" зичлиги ρ_T - жисм массасининг у эгаллаб турган ҳажм нисбатига айтилади. "Тўкма" зичлик ρ_T ва материал зичлиги ρ орасида қуйидаги боғлиқлик бор:

$$\rho_T = \rho_м\left(1-\varepsilon\right) \tag{9.6}$$

бу ерда ε - материал катламининг говаклилиги.

Нам материалнинг "тўкма" зичлиги эса ушбу ифода ёрдамида топилади:

$$\rho_T = \rho_м\left(1-\varepsilon\right)\cdot\left(1+u\right)$$

бу ерда $u = M_{max} / M_{абс.куруч}$

Табиий қиялик бурчаги $\varphi_т$ - сочилувчан материал текис юзага тўкилиши натижасида ҳосил бўлган конус чизиғи ва унинг асоси орасидаги бурчак. Одатда, $\varphi_т$ нинг сон қиймати 30...40° оралиғида бўлади.

Қатлам говаклилиги ε - бу қатлам заррачалари орасидаги бўш ҳажмни ифодаловчи параметр:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_т}{\rho_{қж}} \qquad (9.7)$$

бу ерда $\rho_{қж}$ - қаттиқ жисм зичлиги, кг/м^3.

Эквивалент диаметр - $d_э$:

$$d_э = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot m}{\pi \cdot \rho}} \qquad (9.8)$$

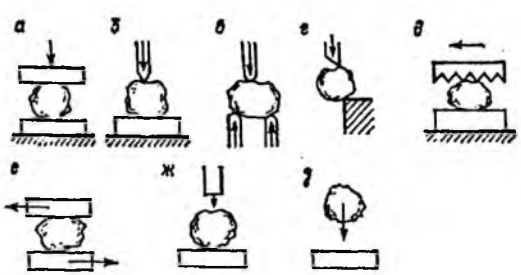
Сиқиш ва синиш пайтидаги мустаҳкамлик - кучланиш ($Па \cdot 10^5$) орқали топилади.

1. Паст механик мустаҳкамлик > 100
2. Жуда юмшоқ - 100...500
3. Юмшоқ - 500...1000
4. Ўртача -1000...1500
5. Мустаҳкам -1500...1800
6. Ўта мустаҳкам >1800

Қаттиқлик - на фақат майдаланиш даражаси i га, балки майдалаш машиналар ишчи деталларининг едирилишига таъсир кўрсатади. Едирилиш 10 балли Моор шкаласи ёрдамида баҳоланади.

Мўртлик. Жисм мўртлиги пластик деформациясиз, механик куч таъсири остида бузилиш қобилияти орқали аниқланади. Одатда мўртлик температурага боғлиқ. Жисм бўлагининг ўлчами қанчалик кичик бўлса, унинг мустаҳкамлиги шунчалик юқори бўлади.

9.3 Майдалаш усуллари



9.1-расм. Майдалаш усуллари.
а-эзиш, б-ёриш; в-синдириш; г-қирқиш, д-арралаш; е - ейилиш; ж - сиқиқ зарба; з-эркин зарба

Турли саноат корхоналарида қўлланиладиган майдалаш усуллари 9.1-расмда келтирилган.

Одатда, қаттиқ жисмларни майдалаш учун кўпинча эзиш, ёриш, сиқиқ ва эркин зарба бериш усулларидан кенг кўламда фойдаланилади.

Лекин, соф ҳолда ҳеч қайси усул саноатда учрамайди. Масалан, эзиш, ёриш, зарба билан майдалаш кетидан келадиган жараён бу ейилиш ёки едирилишдир. Ейилиш жараёнида кўпинча кўпинча чанг ҳосил бўлади ва материалнинг ўта майдаланиш каби зарарли ҳоллар ҳам учрайди.

Шунинг учун, майдалаш усулини танлаш материал бўлакларининг катталиги ва мустаҳкамлигига боғлиқ.

Мустаҳкам ва мўрт материаллар эзиш ва зарба, мустаҳкам ва эгилувчанлари - эзиш, ўртача мустаҳкам, эгилувчан материаллар - зарба, ейилиш ёки ёриш усулида майдаланади.

Майдалаш бир ёки бир неча усулларда, очиқ ва ёпиқ циклларда амалга оширилади. Ундан ташқари, майдалаш жараёнини қуруқ ёки нам усулларда ҳам ўтказса бўлади.

Айрим ҳолларда, материал хусусиятларига қараб: ультратовуш, гидравлик зарба тўлқини, юқори ва паст температураларни тез алмаштириш, электрогидравлик зарба, босимни тезда ўзгартириш, юқори температурада қиздириш усулларини ҳам қўлласа бўлади.

Майдалаш жараёнларида катта миқдорда энергия сарфланади. Энергия сарфи мавжуд майдалаш назариялари асосида топилиши мумкин.

Юза назариясига биноан, майдалаш жараёнидаги иш, материални парчаланиш юзаси бўйича молекулалар тортишиш кучини енгишга сарфланади. Ушбу назарияга кўра, майдалаш учун зарур иш, майдаланиш натижасида янги ҳосил бўлаётган юзаларга пропорционалдир.

Ҳажмий назарияга биноан, майдалаш жараёнидаги иш материал деформациясига, яъни энг юксак парчаланиш деформациясига етказиш учун сарф бўлади.

Майдалаш жараёнида ташқи кучлар таъсирида бажарилган ҳамма иш A Риттингер тенгламаси орқали аниқланади:

$$A = A_д + A_н = K_1 \Delta V + K_2 \cdot \Delta F \tag{9.9}$$

бу ерда $A_д$ - парчаланаётган бўлак ҳажмининг деформациясига сарфланаётган иш, Ж; $A_н$ - янги юза ҳосил қилиш учун сарфланаган иш, Ж; K_1-жисмнинг ҳажм бирлигини деформация қилиш учун сарф бўлган ишга тенг пропорционаллик коэффициенти; K_2-янги юза ҳосил қилиш учун сарфланган ишга тенг пропорционаллик коэффициенти; ΔV - парчаланаётган жисм ҳажмининг ўзгариши; ΔF- янги ҳосил бўлган юза.

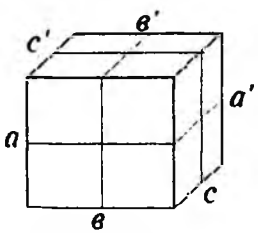
Риттингер майдалаш гипотезасига биноан, иш майдалаш пайтидаги ҳосил бўлган юза кийматига тўғри пропорционалдир.

Майдалаш даражаси катта майдалаш жараёнида жисм бўлаги деформациясига сарфланаётган ишни ҳисобга олмаса бўлади. Унда $\Delta F \sim D^2$ эканлигини назарда тутиб, ушбу формулани оламиз:

$$A = K_2 \cdot \Delta F = K_2^1 \cdot D^2 \tag{9.10}$$

бу ерда D - жисм бўлагининг ўлчами; K_2^1 - пропорционаллик коэффициенти.

Риттингер назарияси қуйидаги ҳолатлардан келиб чиқади: масалан, куб қирраснинг узунлиги n, майдалангандан сўнг эса $1/n$ бўлади.



9.2-расм. Кубни майдалашга оид.

Майдалаш жараёнини ташқи кучлар таъсирида жисм қирраларга параллел текисликлар бўйлаб парчаланади деб қараш мумкин.

Агар парчаланиш *aa'*, *вв'* ва *cc'* текисликлар бўйича парчаланса, унда 8 та $n/2$ узунликка эга қиррали янги кублар ҳосил бўлади (9.2-расм).

Агар, $n/3$ бўлса 27 та, $n/4$ да эса 64 янги майда кублар олиш мумкин.

Демак, майдалаш учун сарфланаётган иш, майдалаш даражасига пропорционал:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{i}{i_1} \tag{9.11}$$

бу ерда

$$i = \frac{1}{a}, \qquad i_1 = \frac{1}{b}$$

Унда, майдалаш учун сарфланаётган иш, майдалаш натижасида ҳосил бўлаётган бўлакларнинг чизиқли ўлчамларига тескари пропорционал:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{b}{a} \tag{9.12}$$

Майдалаш даражаси кичик, лекин йирик майдалаш жараёнида янги юза ҳосил қилиш учун сарфланаётган ишни ҳисобга олмаса бўлади. Унда $\Delta V \sim D^3$ эканлигини инобатга олсак, қуйидаги формулани оламиз:

$$A = K_1 \cdot \Delta V = K_1^1 \cdot D^3 \tag{9.13}$$

(9.13) тенглама Кик-Кирпичев гипотезасини ифодалайди, яъни майдалаш жараёнидаги иш, майдаланаётган бўлак ҳажмига тўғри пропорционал.

(9.9) формуладаги қўшилувчиларни ҳисобга олмасликнинг иложи бўлмаса, қуйидаги

тенгламани келтириб чиқариш мумкин:

$$A = K_3\sqrt{D^3 \cdot D^2} = K_3 \cdot D^{2,5} \tag{9.14}$$

Ушбу тенглама Бонд тенгламаси деб номланади, яъни майдалаш жараёнидаги иш, ҳажм ва юзаларнинг ўртача геометрик қийматига тўғри пропорционал.

Маҳсулотларни кесиб майдалашдан мақсад, унга зарур шакл, ўлчам ва юзаларини сифатли қилишдир. Материалларни кесиш жараёнида чегаравий қатлам бузилади ва натижасида бўлакларга ажралади. Материал парчаланишдан аввал эластик ва қайишқоқ деформацияларга дучор бўлади. Ушбу деформациялар кесувчи асбобга кўрсатилаётган маълум куч таъсирида ҳосил бўлади. Таъсир этаётган кучланиш материалнинг вақтинча қаршилигига тенг бўлган ҳолдагина материалнинг парчаланиши бошланади.

Кесиш учун сарфланган иш эластик ва қайишқоқ деформациялар, ҳамда кесиш асбобининг материалга ишқаланишини енгишга сарфланади.

Жисмларни кесиш учун сарфланган иш A акад. В.П.Прячкин формуласи орқали ифодаланиши мумкин:

$$A = A_c + A_\phi \tag{9.15}$$

бу ерда A_c-маҳсулотни сиқиш учун сарфланган иш, Ж: A_ϕ-кесиш фойдали иши, Ж. Сиқиш учун сарфланган иш $A_c = Эh_c/h$, бу ерда Э - кесувчи пичоқ билан материалнинг сиқиш шартли модули, Ж; h_c - сиқилган қатлам баландлиги, м; h - қатламнинг бошланғич баландлиги, м; фойдали иш $A_\phi = F_{кес}(h-h_c)$, бу ерда $F_{кес}$-кесиш кучланиши.

Саноатда кесиш учун турли хил ва шаклдаги пичоқлар қўлланилади: тўғри бурчакли, дискли, лентали, ўроқсимон ва бошқалар. Кесиш асбоблари қўзғалмас, тебранма, айланма, илгарилама-қайтма ҳаракатли бўлиши мумкин.

9.4. Майдалагичлар конструкциялари

Майдалаш машиналари икки хил бўлади: майдалагич ва тегирмонлар. Майдалагичлар йирик ва ўрта майдалаш учун, ўрта, майда, майин ва ўта майин майдалаш учун эса, тегирмонлардан фойдаланилади.

Турли хил даражада майдалаш учун хилма-хил машиналар ишлатилади (9.3-расм).

Кесиш машиналари пластинали, дискли, роторли, оқимчали ва бошқа турли бўлади.

Ҳамма майдалаш ва кесиш машиналарига қуйидаги талаблар қўйилади: майдаланган материал бўлаклари бир хил бўлиши; майдаланган бўлаклар ишчи бўшлиғидан чиқарилиши; минимал чанг ҳосил бўлиши; узлуксиз ва автоматик тўкилиши; майдаланиш даражасини ростлаш шароити; тез-едириладиган ишчи қисмлар осон алмаштириш шароити; энергия сарфи кичик бўлиши зарур. Жағли майдалагичларда қўзғалмас ва ҳаракатчан плиталарнинг узлукли яқинлашишидан ҳосил бўлган конусли камерада материални эзиш ва ёриш усуллари билан амалга оширилади (9.4-расм).

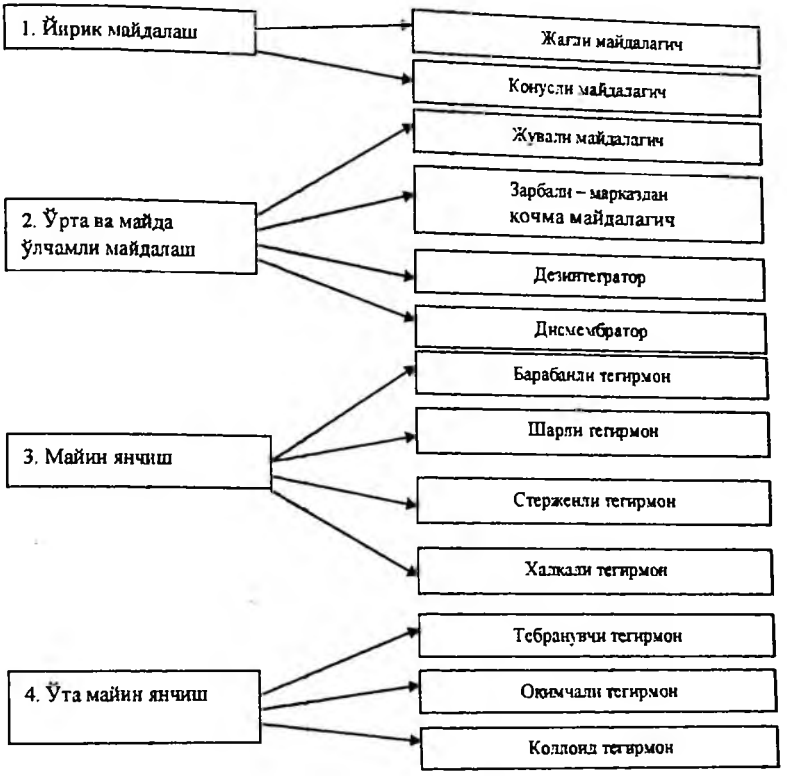
Майдаланган материал ҳаракатчан плита оркага юриши пайтида майдалагичдан тўкилади.

Майдалагич жағлари осон ечиладиган, едирилишга чидамли, қиррали плиталар билан копланган бўлиши керак. Ҳаракатчан плита қўзғалмас ўкга маҳкамланади ва эксцентрик ўк орқали шатун ёрдамида тебранма ҳаракатга келтирилади. Ўз навбатида шатун шарнир дастак 12 орқали ҳаракатчан плита ва ростловчи поналар 8 ва 11 лар билан боғланган. Ушбу поналарни сурилиши ростловчи болтлар ёрдамида амалга оширилади ва чиқиш йўли энини керакли ўлчамда ўрнатилишига олиб келади. Бу эса тўғридан-тўғри материални майдалаш даражасига таъсир этади. Тяга 13 ва пружина 9 лар ёрдамида плита 1 нинг қайтар ҳаракатига эришилади. Шатун 7 ва йириб турувчи плиталар тирсакли дастакни ташкил қилади. Майдалагич конструкциясининг асоси бўлиб тирсакли дастак ҳисобланади ва юкори босимлар ҳосил қилади.

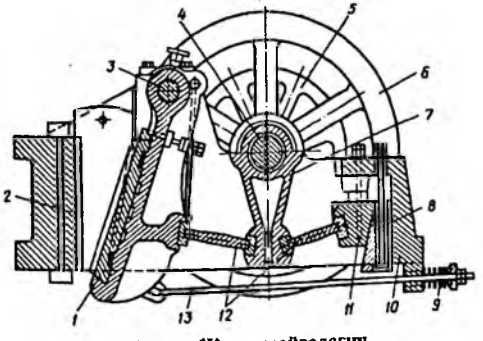
Жағли майдалагичлар тузилиши содда ва иш жараёнида ишончли. Аммо, унинг таркибида тебранувчи массалар (яъни ҳаракатланувчи плита, тирсакли дастак ва ҳоказо) бўлгани учун уни оғир пойдеворларга ўрнатиш зарур.

Жағли майдалагич ишининг асосий параметрлари: илинтириш бурчаги; ўқнинг айланиш частотаси; иш унумдорлиги ва энергия сарфи.

Материалнинг майдаланиш даражасига илинтириш бурчаги α катта таъсир кўрсатади. Агар, α катта бўлса, майдаланиш даражаси i ортади.



9.3-расм. Майдалагичлар классификацияси.



9.4-расм. Жағли майдалагич.

1-ҳаракатчан плита; 2-кўзғалмас плита; 3-ҳаракатчан плита ўқи; 4-эксцентрик ўқ; 5-шкив; 6-маховик; 7-шатун; 8,11-ростловчи поналар; 9-пружина; 10-станина; 12-дастаклар; 13-тяга.

Одатда, ушбу бурчак қиймати α=15…22° оралиғида бўлади.

Ҳаракатчан плитанинг бир ҳолатдан иккинчисига ўтиш даври $\tau=30/n$. Бу вақт ичида материал $S=g\tau^2/2=(g/2)(30/n)^2=450g/n^2$ масофани босиб ўтади.

Агар, ҳаракатчан плита тебраниш йўли l (см) бўлса, майдалагич камерасидаги материал баландлиги $h=l/tg\alpha$ га тенг бўлади.

Оғирлик кучи таъсири остида материалнинг тўкилиши $l/tg\alpha \le 450g/n^2$ бўлган шарт бажарилса амалга ошади.

Ҳаракатчан плитанинг жуфт тебраниш сони n ($мин^{-1}$) ушбу формуладан топилади:

$$n \le \sqrt{\frac{450 \cdot g \cdot tg\alpha}{l}} \qquad (9.16)$$

$\alpha = 22°$ бўлган ҳолда майдалагичнинг иш унумдорлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q = 0{,}15\mu \cdot d_{yp}\, l\, b\, n\, \rho_x \qquad (9.17)$$

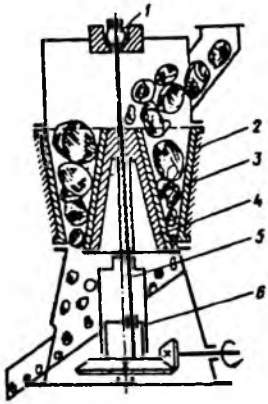
бу ерда μ - майдаланган материалнинг юмшаш коэффициенти (μ=0,2...0,65); d_{yp} - майдаланган материал бўлакларининг ўртача ўлчами, см; l - плита юриш йўлининг узунлиги, см; b - тўкиш тирқишининг узунлиги, см; n – 1 минут ичида жуфт тебранишлар сони; ρ - материал зичлиги, кг/м^3.

Майдалагичнинг 1 т/соат иш унумдорлигида учун 400...1500 Вт энергия сарфи тўғри келади.

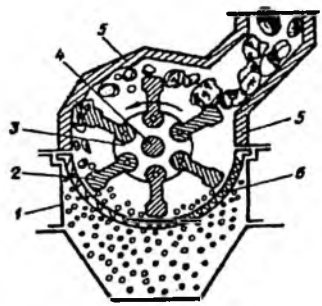
Ушбу майдалагич афзалликлари: оддий ва ихчам, унча катта жой эгалламайди; ишлатиш осон ва турли соҳаларда кенг таркалган. Камчиликлари: оғир пойдевор талаб қилади; бинони тебрантиради; зарба ва шовқин билан ишлайди.

Конусли майдалагич материалларни йирик, ўрта ва майда янчиш учун ишлатилади. Жараён асосан эзиш ва синдириш усулларида олиб борилади.

Майдалаш қурилма қобиғи ва конуссимон шаклдаги айланувчи каллак орасида амалга оширилади (9.5-расм).



9.5-расм. Конусли майдалагич.
1-шарсимон таянч; 2-қобиқ; 3-зирҳли плита; 4-каллак; 5-вертикал ўқ; 6-эксцентрик.



9.6-расм. Болғали майдалагич.
1-қобиқ; 2-майдаловчи болға; 3-диск; 4-ўқ; 5-зирҳли плита; 6-колосникли тўр парда.

Конуссимон, айланувчи конус қурилма ўртасидан маълум масофада четга ўрнатилган, эксцентрик айланма ҳаракат қилади. Айланувчи конус қобиғининг бир томонига яқинлашса, иккинчи томонида қобиқ ва конус каллак орасидаги масофа кўпаяди ва у ердан майдаланган материаллар тўкилади.

Афзалликлари - унумдорлиги катта, материал узлуксиз эзиш ва букиш натижасида майдаланилади, бир меъёрда, шовқинсиз ишлайди (маховик керак эмас) ва майдалаш даражаси юқори.

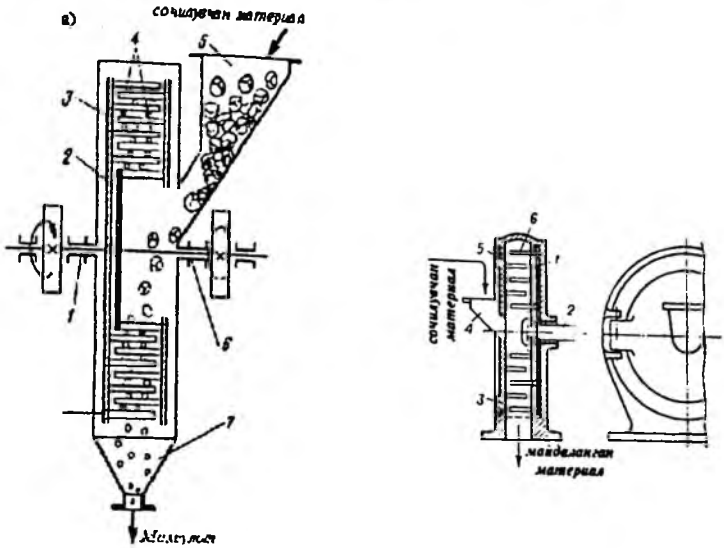
Камчиликлари - қурилма мураккаб, нархи қиммат, тикка конусли қурилманинг баландлиги катта.

Болғали майдалагич ҳайвон суяклари ва бошқа қаттиқ жисмларни майдалаш учун қўлланилади (9.6-расм). Ушбу машина сиқиқ зарба бериш усулида ишлайди. Унда, болға 2 тез айланадиган диск 3 га шарнир орқали бириктирилган. Материал бункер орқали машинага юкланади ва болғалар билан майдаланади. Майдаланган материал колосникли панжара 6 дан ўтиб, машинадан тўкилади. Майдаланган материал ўлчамлари колосникли панжара тешикларининг ўлчамлари билан белгиланади.

Дезинтеграторда дискларнинг концентрик айланалари бўйлаб саваловш стерженлари ўрнатилган. Биринчи дискнинг ҳар бир каторидаги саваловш стерженлари бошқа дискнинг икки каторидаги стерженлар орасида кичик тиркиш қолдириб жойлаштирилган бўлади (9.7а-расм).

Юкловчи бункер 5 орқали материал машинага юкланади ва айланувчи савалаш стерженлар зарбаси таъсирида материал майдаланади.

Майдаланган материал машинанинг пастки қисмида жойлашган тўкиш штуцери орқали чиқарилади. Дискнинг айланиш частотаси 200...1200 мин$^{-1}$. Бу турдаги машиналар иш унумдорлиги 0,5...20 т/соат.



9.7-расм. Дезинтегратор (а) ва дисмембратор (б).
а) 1,6-ўқлар; 2,3-дисклар; 4-била стерженлари; 5-юкловчи бункер; 7-тўкиш штуцери.
б) 1-барабан; 2-ўқ; 3-қопқоқ; 4-юкловчи бункер; 5,6-била стерженлари.

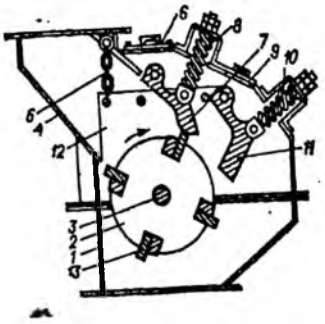
Дисмембратор. Бундай қурилмаларда битта айланувчи барабан 1 бўлиб, унга бир нечта стержень – била 6 лар ўрнатилган, иккинчи, кўзғалмас барабан функциясини қопқоқ 3 бажаради (9.7б-расм). Ушбу қопқоқнинг ички юзасига стержень 5 лар маҳкамланган. Майдаланаётган материал воронка 4 орқали қурилмага юкланади. Дисмембратор ўртасига тушган сочилувчан материал марказдан қочма куч таъсирида винтсимон ҳаракатга келтирилади. Барабан 1 айланувчи ўқ 2 га ўрнатилган бўлади ва у билан бирга тешикли ёки тикишли халқасимон панжара ичида ҳаракатланади. Панжара тешикларидан ўтмаган материалларни стержень 5 лар ёрдамида жуда кичик ўлчамли бўлакчалар даражасигача майдалаш мумкин. Дисмембратор барабанининг диаметри 250...6000 мм ва айланиш частотаси 2500...3800 айл/мин – ораликда бўлиши мумкин.

Дисмембраторларнинг дезинтеграторлардан фарқи шундаки, дискнинг фақат биттаси айланувчан бўлади. Иккинчи диск вазифасини машина қопқоғи (қобиғи) бажаради. Унда ҳам концентрик айланалар бўйлаб стерженлар жойлаштирилган. Бу қурилмалар резина-техника саноат корхоналарида мел ва каолинни майдалаш, ҳамда кўмир кукунини олиш учун ишлатилади.

Зарбали майдалагич афзалликлари: тузилишни содда ва ихчам; иш унумдорлиги ва майдалаш даражаси юқори; ишончлиги катта.

Камчиликлар: қурилма деталларининг едирилиши юқори; кўп чанг ҳосил бўлиши; энергия сарфи катта.

Марказдан қочма роторли майдалагич. Марказдан қочма майдалагичнинг қуввати катта, унинг майдалаш даражаси болғалиникига нисбатан юқори, бўлакланган материалдаги 0,3 мм дан кичик заррачаларнинг миқдори 2% ни ташкил этади, чанг (0,06мм дан кичик заррачалар) йўқ. Марказдан қочма майдалагичларда жисмни майдалаш учун 7,11 плиталар ўрнатилган (9.8-расм). Колосник панжаралари ўрнига қўйилган пружинали амортизатор 8,10 билан уриш плитаси ва роторнинг орасида масофа амортизатор стерженидаги гайка билан ростланади.

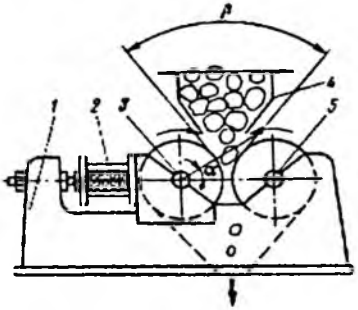


9.8-расм. Марказдан қочма майдалагич ОПД-100М.
1-станинанинг пастки қисми; 2- ротор; 3-ўқ; 4-станинанинг юқори қисми; 5-запжирли штора; 6,9-лок қопқоғи; 7,11-урувчи плиталар; 8,10-пружинали амортизатор; 12-қопламали лист ва плита; 13- ротор билаги.

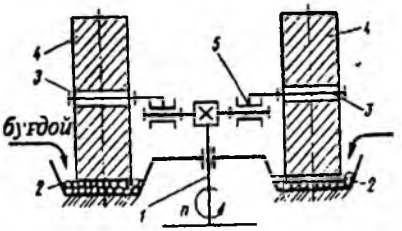
Жували майдалагичлар иккита параллел цилиндрик жувадан иборат бўлиб, бир-бирига караб айланади ва эзиш усулида материалларни майдалайди.

Текис жували майдалагичлар станина 1 ва жува 3,5 лардан таркиб топган (9.9-расм). Жува 1 нинг подшипниклари қўзғалмас қилиб маҳкамланса, жува 2 эса ҳаракатчан подшипникларда ўрнатилади ва у силжиши мумкин. Жува 3 пружиналар 2 ёрдамида маълум бир ҳолатда ушлаб турилади. Агар, майдалагичга катта ва мустаҳкам бўлак тушиб қолса, пружина сиқилади ва жувалар тиркиши ортиши натижасида ушбу бўлак машинадан ўтиб кетади. Кўпинча, ҳар бир жува алоҳида харакатга келтирилиши мумкин.

Бу турдаги майдалагичларнинг асосий характеристикаларига: жува диаметри D ва унинг узунлиги L киради. Текис жували майдалагичлар ўртача ва майда янчиш учун ишлатилади, чунки



9.9-расм. Жували тегирмон.
1-станина; 2-пружина;
3-ҳаракатган жува;
4-бункер, 5-қўзғалмас жува.



9.10-расм. Югурувчи тегирмон.
1-вертикал ўқ; 2-жомлар; 3-горизонтал ўқлар. 4-тегирмон тошлари; 5-кривошип.

у илинтирадиган бўлакнинг ўртача ўлчами 0,05-D дан кичик. Ўртача мустаҳкамликдаги мўрт материалларни майдалаш учун тишли, жували машиналар қўлланилади. Ўртача мустаҳкамликдаги мўрт материалларни жували машиналарди қайта ишланганда i =10...15 майдалаш даражасини олиш мумкин. Юқори мустаҳкамликдаги материалларни майдалашда эса, i=3...4 дан ортмайди.

Жували майдалагичлар қуйидаги афзалликларга эга: содда ва ихчам; эксплуатацияда ишончли. Камчиликлари: майдаланган материаллар ясси бўлаклардан иборат: юқори мустаҳкамликка эга материалларни майдалаш учун кам ярокли. Жували майдалагични ҳисоблаш қуйидаги параметларни илинтириш бурчаги, илинтирилаётган бўлакнинг энг катта ўлчами, жувалар тезлиги ва иш унумдорлигини аниқлашдан иборат. Илинтириш бурчаги одатда 18° атрофида бўлиши мақсадга мувофиқдир. Текис жувалар материал бўлакларини тортиб олиш учун илинтириш бурчаги α-материалнинг ишқаланиш бурчаги φ дан кичик, яъни $\alpha \le \varphi$ бўлиши керак.

Илинтирилаётган бўлакнинг энг катта ўлчами $d_к=2r$ бўлгани учун:

$$R+e=(R+r)\cdot\cos\alpha \qquad (9.18)$$

бу ерда e - жувалар орасидаги тиркиш ўлчамининг ярми; R-жува радиуси.

Жувалар бир-бирга зич ўрнатилганида ($2e = 0$):

$$2r = \frac{2R(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha} \qquad (9.19)$$

Агар, $\cos\alpha = 18°$ лигини хисобга олсак:

$$2r = 0{,}1R + 2e$$

Амалиётда майдаланаётган бўлакларнинг энг катта ўлчами жувалар диаметридан 20-25 марта кичик бўлади.

Жувалар тезлиги. Жувалар максимал айланиш сонини материал бўлакларининг улар орасидан сирпаниб ўтиб кетмаслиги шартидан келиб чиққан холда аникланади. Юкорида кайд этилган шарт асосида ва Л.Б. Левенсон формуласига биноан:

$$n = 616\sqrt{\frac{f}{\rho d_к D}} \qquad (9.20)$$

бу ерда f - материални жувага ишкаланиш коэффициенти *(f=0,3)*; ρ - материал зичлиги, кг/м^3; $d_к$ - хом-ашё бўлакларининг ўлчами, м; D - жува диаметри, м;

Одатда жуваларнинг айлана бўйлаб тезлиги 3...6 м/с бўлади.

Иш унумдорлик. Жували майдалагичларнинг назарий иш унумдорлиги Q ушбу формуладан аникланади.

$$Q \approx 0{,}2\mu \cdot \rho \cdot L \cdot D \cdot e \cdot n \qquad (9.21)$$

бу ерда μ -майдаланган материалнинг юмшаш коэффициенти *(μ= 0,2-0,3)*; *L*-жува узунлиги, м; чизикли ўлчамлар *D, n, L, e* - м, зичлик ρ эса - кг/м^3.

Югурувчи тегирмон, одатда 2 та тегирмон тоши ва майдаланаётган материал соланадиган жом 2 лардан таркиб топган (9.10-расм).

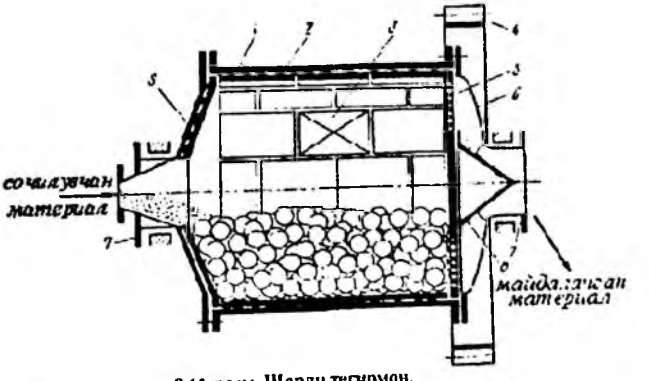
Тегирмон тошлари вертикал ўкларга ўрнатилади ва у билан бирга айланади.

Ундан ташкари, жом учидаги материал билан ишкаланиш натижасида тегирмон тошлари горизонтал ўки атрофида хам айланади. Майдалаш жараёни эзиш ва едирилиш усулларини хисобига бўлади.

Қўзғалмас жомли ва узатмадан айланувчи тегирмон тошли, хамда узатмадан айланувчи жомли ва қўзғалмас тегирмон тошли югурувчи тегирмонлар бор. Охирги турдаги тегирмон тез юрар (20...50 мин$^{-1}$) машина деб хисобланади.

Ушбу машиналарда майдаланган материални тўкиш, марказдан қочма куч таъсирида, автоматик равишда амалга оширилади.

Шарли тегирмонлар майин янчиш учун ишлатилади (9.11-расм). Ушбу тегирмонлар бир вақтнинг ўзида шар ва материал билан юкланади. Шарлар кўпинча пўлат, диабаз, чинни ва бошка материаллардан ясалади. Уларнинг диаметри майдаланаётган материал ўлчамларига боғлик.



9.11-расм. Шарли тегирмон.

1-барабан кобиги; 2-тирқишли плита; 3-люк; 4-узатма шестерняси; 5-панжара; 6,9- копкок; 7-ички бўш цапфалар; 8-йўналтирувчи конус.

Одатда, пўлат шарлар диаметри 35...175 мм бўлади ва тегирмон ҳажмининг 30...35% шарлар билан тўлдирилади.

Тегирмон айланиши пайтида, девор ва шарлар ишқаланиши натижасида шарлар айланиш йўналишида тепага кўтарилиб боради. Ушбу ҳол, кўтарилиш бурчаги материалнинг табиий қиялик бурчагидан ортмагунча давом этади, сўнг эса шарлар пастга қараб думалайди.

Айланиш тезлиги ортиши билан марказдан қочма куч ва кўтарилиш бурчаги кўпаяди. Шарлар оғирлиги марказдан қочма кучдан кўпайиши билан шарлар пастга, параболик траектория бўйлаб тушиб кетади.

Агарда, айланиш тезлигини янада оширсак, марказдан қочма кучлар шунчалик кўпаядики, шарлар тегирмон билан биргаликда айлана бошлайди.

Шарлар тушиб кетмайдиган тегирмоннинг чегаравий айланиш частотаси қуйидаги формуладан топади:

$$n_c = \sqrt{\frac{900 \cdot g}{\pi^2 R}} = \frac{42,3}{\sqrt{D}} \qquad (9.22)$$

Одатда тегирмоннинг айланиш частотаси n_c нинг 75% га тенг деб қабул қилинади ва ушбу формуладан аникланади.

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}} \qquad (9.23)$$

бу ерда D - барабан диаметри, м.

Тегирмоннинг иш унумдорлиги Q *(m/coam)* қуйидаги таҳминий формуладан ҳисоблаб топилади:

$$Q = V \cdot K \cdot D^{0,6} \qquad (9.24)$$

бу ерда V - барабан хажми, м; K - хом-ашё бўлакларининг ўртача ўлчамига боғлиқ пропорционаллик коэффициенти. K=0,41...1,31.

Афзалликлари: универсал, майдалаш даражаси юкори, ишлатишда ҳавфсиз ва қулай.

Камчиликлари: қўпол, оғир, фойдали иш коэффициенти кичик, янчиш воситалари ҳам укаланиб майдаланилаётган материални ифлослантиради.

Тебранма тегирмонлар майин янчиш учун мўлжалланган. Бу машиналар барабандан иборат бўлиб, 70% ҳажм майдаловчи шарлар билан тўлдирилган. Унинг ичида тебраттич ўрнатилган бўлиб, у шар ва материалларни тебрантиради. Бундай тегирмонларнинг ишлаш самарадорлиги тебраниш частотаси ва амплитудага боғлиқ.

Одатда тебраниш амплитудаси 2...4 мм бўлганда, частотаси эса 1500...2500 мин$^{-1}$.

Коллоид тегирмонлар суспензияларни ўта майин янчиш учун қўлланилади. Майдалаш нам усулда олиб борилади. Коллоид тегирмонларнинг асосий қисми конус шаклидаги ботиқ қобиқ ва ротордир. Конус юзали қобиқ ва ротор орасида тирқиш бўлиб, унинг қиймати 0,01-0,5 мм га тенг бўлади. Роторнинг айлана бўйлаб тезлиги 30...120 м/с. Қобиқ ва ротор орасидаги тирқишда суспензия едирилиш- усулида майдаланади.

9.5. Донадор, сочилувчан материалларни классификациялаш

Донадор материал аралашмасини фракцияларга, бир-бирига якин бўлган ўлчамли заррачаларни, ажратиш учун уч хил классификациялаш қўлланилади:

- механик усул, бунда сочилувчан материалларни элак, тўр ва шунга ўхшаш мосламаларда элаб олинади. Механик классификацияда ўлчами элак тешигидан кичик бўлганлари ундан ўтиб кетади. Ўлчами катта бўлган бўлаклар ёки доначалар эса, яна қайта майдалашга жўнатилади; - гидравлик классификация қаттиқ заррачалар аралашмаларини суюқликда чўкиш тезлиги асосида фракцияларга ажратади;

Ҳаво ёрдамида ажратиш - каттиқ заррачалар аралашмасини ҳавода чўктириш ёрдамида амалга оширилади.

Классификациялаш ёрдамчи жараён сифатида қўлланилади, яъни материални майдалашдан олдин майда фракцияси ажратиб олинади. Ушбу жараён, йирик бўлакларни элаб олиб, қайта майдалашга жўнатиш учун, яна керакли ўлчамдаги тайёр маҳсулотни ажратиб олиш учун ҳам қўлланиши мумкин. Механик классификациялаш яна ажратиш (ёки элаш) деб ҳам номланади. Бу

усулда заррачалар ўлчами миллиметрни бир неча улушдан токи бир неча сантиметр ўлчамли материалларни ажратиш учун қўлланилади. Классификациялаш жараёни элаш (грохот) ёки ажратиш (сепаратор) мосламаларида амалга оширилади.

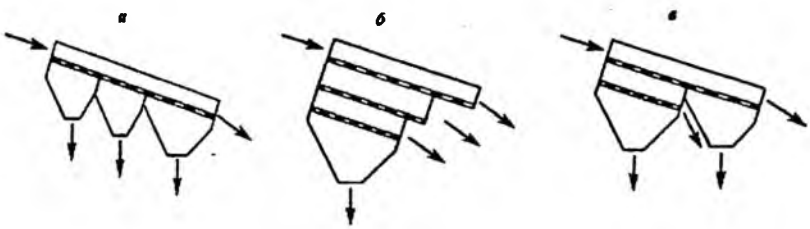
Материалларни элаш учун металл ёки бошқа материал листларида тешиклар хосил қилинган тўрлар, металл стерженлари параллел жойлаштирилган колосниклардан фойдаланилади. Элак тешиги кўриниши квадрат ёки тўғри тўртбурчак шаклида бўлиши мумкин. Ўлчами эса 0,04 дан 100 мм гача бўлади. Элак рақами, шу элак тешиги ўлчамининг қиймати билан бир хил бўлади.

Тўрлар 2-12 мм қалинликдаги металл листлардан 2-10 мм диаметрлардаги тешикли қилиб ясалади. Тешиклар тиқилиб қолмаслиги учун, тешик пастга қараб кенгайиб борувчи шаклда қилинади. Колосникларни стерженлардан трапецидал кўринишда қилиб йиғилади. Мосламанинг кўринишдаги бу йиғиш заррачалар ўтишини осонлаштиради.

Сочилувчан материаллар перфорацияли юзага нисбатан харакати даврида классификациялаш жараёни содир бўлади. Бунда, перфорация қилинган юза қўзғалмас ёки тебранма харакатда бўлиши мумкин. Агар, перфорацияли юза қўзғалмас қилиб ўрнатилса, унинг уфқга нисбатан қиялик бурчаги, материал ишқаланиш бурчагидан катта бурчак остида бўлиши керак.

Классификациялаш натижасида икки хил махсулот, яъни эланган ва эланмаган махсулотга ажралади. Элангани махсулот - тешиклардан ўтгани бўлса, эланмагани бу элакдан ўтмагай қисми бўлади.

Классификациялаш бир ва кўп мартали бўлади. Оддий классификациялашда материал бир марта эланса, кўп мартали классификацияда эса тешиклари турли ўлчамли **бир нечта элаклардан** ўтказилади.



9.12-расм. Элаш усуллари.

Элаклар. Маълум бир қатор фракцияларни классификациялаб ажратиб олиш учун қуйидаги кўп маротабали элаш усули қўлланилади (9.12-расм):

- майдадан йирикга. Ушбу усулда материал тешик ўлчамлари ортиб борувчи бир неча элакдан кетма-кет ўтказиш йўли билан амалга оширилади;
- йирикдан майдага. Тешик ўлчамлари камайиб борувчи элаклар бири-бирини устига ўрнатилади;
- комбинацияланган.

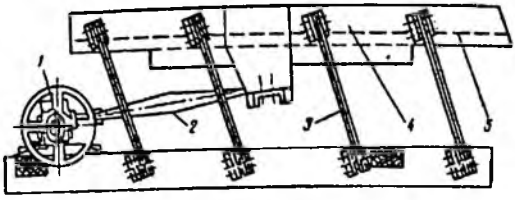
Саноатда харакатчан ва қўзғалмас турдаги элаклар ишлатилади. Элакларнинг кўп қўлланиладиган тури-қўзғалмас элаклардир. Элаклар тебранувчан, барабанли, силталанувчан, дискли, ғилдиракли, колосникли ва занжирли бўлиши мумкин. 9.13-расмда тебранувчан элак схемаси тасвирланган.

Элак кривошип механизми ёрдамида тебранма харакат қилади. Эланган махсулот пастга тешикдан тўкилади, эланмагани эса элак бўйлаб харакатланиб, қайта майдалашга жўнатилади. Бир қанча фракцияларга ажратиш учун тебранувчи элаклар кўп каватли қилинади. Материал қурилманинг энг юқорисига тўкилади. Катта ўлчамли материал юқори каватда қолади, майдалари эса пастки каватда тўпланади. Катта ўлчамли бўлаклари яна қайтадан майдалашга жўнатилади.

Тешикли тебранувчан ғалвир-машинанинг афзалликлари: ғалвирлаш самарадорлиги юқори; ихчам; таъмирлаш қулай.

Ғалвир машинанинг камчиликлари: конструкцияси мукаммал эмас; саралаш пайтида силкиниб, тебраниб ишлайди.

Роликли элаклар ҳаракатчан колосникли машиналар қаторига киради. Бу турдаги машиналарда элаш юзасини параллел ўрнатилган. Айланувчи ўқларга маҳкамланган диск ёки



9.13-расм. Тебранувчи элак.
1-эксцентрик; 2-шатун; 3- пружина; 4-кобиқ; 5-элак.

роликлар бажаради. Ажратилаётган материал диск ёки ғилдирак устида ҳаракатланади ва улар орасидаги тиркишдан пастга тушади. Эланган материал элакнинг охиридан ташқарига тўкилади.

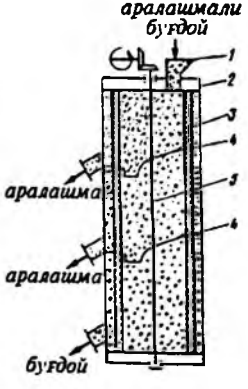
Материални узлуксиз силкиниши туфайли унинг ғилдирак ёки дисклар бўйлаб ҳаракатланиши учун фракцияларга ажралиш самарадорлиги ортади.

Барабанли ғалвир-машина эса, горизонтга нисбатан 4...7° бурчак остида жойлашган барабан бўлиб, уни тўрдан ёки тарам-тарам қилиб темир листдан ясалган бўлиб, ўқга ёки тиргакли ғилдиракга ўрнатилган бўлади (9.14-расм). Барабаннинг очиқ томонидан материал юкланади. Барабан девори орқали майда материал эланади, элакдан ўтмагани эса барабаннинг паст томонидан тўкиб олинади. Барабанли ғалвир-машина энг майда заррачаларни йирик бўлакларда классификациялаш учун ишлатилади. Ғалвир тешикларини материал ҳаракатланиш йўли бўйича ўзгартириш, яъни катталаштириш ҳам мумкин бўлади.

Барабанли ғалвир машинанинг камчиликлари: ажратиш самадорлиги ва унумдорлиги кичик.

Донли, крупали ва бошоқли дон маҳсулотларини тозалаш учун горизонтал ва вертикал цилиндрик дон тозалаш ажратгичлардан фойдаланилади. Ажратиш жараёни металл тўрли ажратгичларда амалга оширилади.

Элак (тўр) тешиклари дон аралашмаси ҳаракати йўналиши бўйича катталашиб боради. Аралашмани ажратиш эса вертикал ажратгичда марказдан қочма куч ёрдамида амалга ошса, горизонтал ажратгичда эса тебранма ҳаракат туфайли амалга оширилади.



9.14-расм. Барабанли ғалвир
1-юклаш штуцери; 2-кобиқ; 3-барабан; 4-каналли тўсиқ; 5-ўқ.



9.15-расм. Электромагнит барабанли ғалвир
1-ажраткич; 2-конвейер;

Сочилувчан материаллар таркибидаги темир ва чўян аралашмаларни тозалаш электромагнит ажраткич ёрдамида амалга оширилади (9.15-расм).Электромагнит барабанли ажраткичда ўқга мос равишда қўзғалмас магнит жойлаштирилади. Бу магнит ўзгармас электр токида ишлайди. Барабан айланганда унинг юзаси электромагнит қутблари яқинида жойлашган бўлади. Металл

аралашмалар кучли магнит майдон таъсирига дуч келиб, барабан юзасига ёпишиб қолади. Магнит майдон таъсирига тушмайдиган бошоқли материаллар бункерга тўкилаверади. Кейин эса, металл заррачалар ҳам майдон таъсиридан узоқлашгандан сўнг, улар ҳам бункердан ташқарига йиғилади. Шу усулда донларни металлдан ажратиш мумкин бўлади.

Магнитли ажраткичлар металларни машиналарга юклаш жараёнида ҳам ишлатиш мумкин бўлади.

Қаттиқ жисмлар аралашмасини фракцияларга гидравлик классификациялаш қаттиқ заррачаларни суюқликда чўкишининг умумий конунига бўйсунади. Гидравлик классификациялаш сув оқимининг горизонтал ёки кўтарилиш ҳаракатида амалга оширилади.

Оқим тезлиги шундай танланадики, бунда классификатордан кичик ўлчамли маълум заррачалар оқим билан чиқиб кетса - бу заррачалар юқори маҳсулот деб номланса, классификаторнинг ўзида қоладиган заррачалар ўлчами катта бўлади ва у остки маҳсулот деб номланади.

Марказдан қочма куч таъсирида классификациялаш эса гидроциклонларда амалга оширилади.

Ҳаво ёрдамида ажратиш гидравлик классификациялашдан фарқи шундаки, заррачаларни ҳавода чўктириш тезлиги суюқликда чўкиш тезлигидан тезроқ боради. Ҳаво ёрдамида ажратиш, циклонли қурилмаларда ҳавонинг юқорига кўтарилувчи оқимида амалга оширилади.

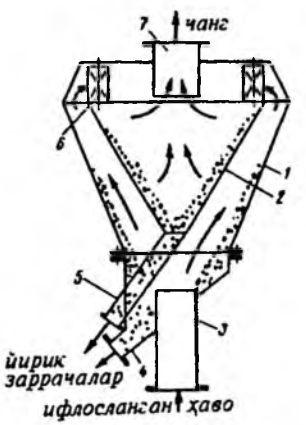
9.15-расмда марказдан қочма ажраткич схемаси кўрсатилган. Бундай ажраткичларни тегирмондан чиқадиган ҳаво оқимига уланади. Йирик заррачалар марказдан қочма куч таъсирида халқа (айланма) оралиқ ва конус деворларига урилиб ажратилади. Йиғилган йирик заррачалар конус деворидан сирпаниб-думалаб қурилманинг пастки қисмидан ажратиб олинади. Ажралмаган майда заррачалар ҳаво оқими билан биргаликда циклонга чиқиб кетади.

9.16-расмда барабанли марказдан қочма ажраткич (сепаратор) нинг схематик кўриниши тасвирланган.

Барабан бир неча қисм (секция) дан ташкил топган. Тозаланмаган аралашма юқори секцияга келиб тушади. Марказдан қочма куч таъсирида бошоқли материал барабанли ажраткичнинг ғалвирсилган девор четига урилади. Материал таркибидаги, қўшимча аралашмалар ғалвир орқали ўтиб кетади, элангани ажраттичдан чиқариб ташланади.

Қаттиқ фаза эса, тозаланадиган пастки қисмига тушади.

Тебранувчи ғалвир машиналарининг элаги текис ётиқ бўлиб, тебраткич ёрдамида харакатга келтирилади. Материалнинг элак устида доим тебраниб (силкиниб) туриши туфайли, элак тешиклари тўлиб қолмайди ва заррачалар тешикдан ўтиб кетади. Ушбу жараён тебраниш частотаси ва амплитудасини ўзгартириш йўли билан ростлаш осон. Ғалвирда деталларни алмаштириш қийин эмас.



9.16-расм. Марказдан қочма сепаратор схемаси.

1-қобиқ, 2-ички конус, 3- материални юклаш патрубкаси, 4,5-йирик заррачаларни юклаш патрубкаси, 6-йўналтирувчи куракча, 7- чангни чиқариш патрубкаси.

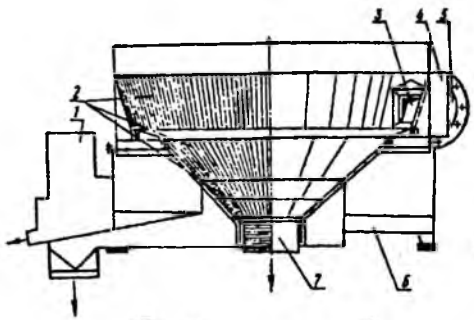
Оғирлик, кг	290,0	930.0	508,0

Панжара ости маҳсулотининг ўлчами 0,8...00 мм йириклигида, панжара тешиги 1,4...1,6 мм га тенг, –3,0 мм йирикликда –5,0 мм. Ёйсимон элакнинг асосий афзаллиги унинг ихчамлигида ва ҳаракатланувчи қисмларнинг йўқлигидир (9-4 жадвал).

(4.6) тенгламага биноан

$$E = \gamma \cdot \frac{\beta - \alpha}{\alpha \cdot (100 - \alpha)} \cdot 10^2 \qquad (9.26)$$

Ёйсимон элакларда калий тузлари суспензиясининг фракцияланиш самарадорлиги 50...70%. Таснифланишнинг самарадорлигини ошириш мақсадида элакнинг янги конструкциялари яратилди. Польшада яратилган кимирламайдиган конуссимон циклонли элаклар (9.20-расм).



9.20-расм. Конуссимон циклонли элак:
1 – майда фракцияларни кириш штуцери. 2 – элаш юзалари. 3 – кириш тирқиши; 4 – айланма тарнов; 5 – таъминловчи қувур, 6 – рама; 7 – йирик фракцияларни чиқариш штуцери.

У асослар билан бирлаштирилган кесилган конус кўринишига эга бўлган бир нечта панжаралардан иборат. Элакнинг юқори қисмидаги колосник панжаралари орасидаги тирқиш конус ҳосил қилувчи бўйича жойлашган, тагида эса конус ҳосил қилувчининг кўндаланги бўйича жойлашган. Юқори конуснинг асоси атрофида суспензияни тангенциал ёки спирал ҳолда олиб келадиган айланма тарнов ўрнатилган. Конуснинг ичидаги суспензия спиралсимон траектория бўйича ҳаракатланади. Тирқишлар орқали колосниклар орасидан майда заррачалар ўтади, йириклари эса марказий воронка орқали тўкилади.

Майдалаш циклида хўл(классификациялаш) таснифлаш учун ҳозирги вақтда оғир суспензияларни регенерация қилиш цикларида қўлланиладиган оғир турдаги вибрацион ўзидан-ўзи балансланадиган элакларни ишлатиш мумкин. Бундай элакларнинг юзаси – 4,5...18 м^2

Гидроциклонлар калий саноатида майдаланган маъданни шламсизлантириш ва флотация чиқиндиларини сувсизлантириш учун кенг қўлланилади. Гидроциклонда марказдан қочма майдон кобикнинг (ташқи ёки ички томондан) цилиндр қисмига тангенциал ўрнатилган таъминловчи штуцер орқали маълум тезлик билан суспензиянинг айланма ҳаракати натижасида ҳосил қилинади. Тўкишдаги суспензия таркибидаги заррачалар йириклигини пасайтириш ва шламсизлантириш самарадорлигини ошириш суспензияни спирал оқимларида бериш натижасида эришилади (9.21-расм). Гидроциклонда юзага келган ҳаракат учта зонага ажратилади:

1) Ташқи винтсимон суспензия оқимида инерциянинг марказдан қочма кучлар таъсири остида, ўқга радиал ҳаракатланиб енгил (майда) заррачалардан колувчи йирик (оғир) заррачалар концентрланиб боради. Йирик заррачалар конус ҳосил қилувчи бўйлаб ҳаракат қилиб, айланма гирдоб ҳосил қилган ҳолда қум тушадиган ўрнатма орқали тўкилади;

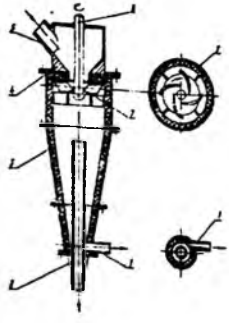
2) майда заррачаларни олиб кетувчи ички винтсимон оқим корпус деворлари реакцияси натижасида ўқ бўйлаб ўз ҳаракати йўналишини ўзгартиради ва тўкиш қувури орқали тўкилади;

3) гидроциклон ўқи яқинида марказдан қочма кучнинг ўсиши ва босимнинг камайиши натижасида қурилманинг баландлиги бўйлаб суюқлик бўлиниши ва ҳаво устини пайдо бўлиши содир бўлади. Босими камайган бу зонасига атрофдаги бўшлиқдан ҳаво кела бошлайди. Қум

насадкасининг юкланиши ортиб кетса, ҳавони сўриб олиш тўхтайди ва қурилманинг меъёрий иши бузилади.



9.21-расм. Суспензияни спирал оқим билан ҳаракатлантирадиган гидроциклон:
1 - қум насадкаси; 2 - тўкиш насадкаси; 3 - таъминловчи қувур; 4 - суспензия чиқиш қувури; 5 – ҳаво қувури.



9.22 - расм. Суспензияни ажратиш учун турбоциклон:
1 - йирик фракция қувури; 2 - тўкиш қувури; 3 - корпус; 4 - қабул қилиш камераси; 5 - киритувчи қувур; 6 - ишчилар.

Ичидаги ҳаво устуни босимини атмосфера билан барқарорлаштириш учун доимий контактда бўлиши учун ичига найча (июрмали гидроциклон) киритилади.

Гидроциклонларнинг технологик иш кўрсаткичларига қурилманинг шакли ва геометрик катталиги, таъминловчи қувурнинг шакли ва катталиги, юксизлантирувчи туйнукларнинг катталик нисбатлари, қобиқ ўқининг қиялик бурчаги ҳамда суспензиянинг суюқланиш даражаси, гранулометрик, хом-ашё таркиби ва суспензиянинг берилиш тезлиги таъсир этади. Гидроциклон ўқининг горизонтал ва қия жойлашиши катта ўлчамдаги қум қувурларини қўллашга, унинг ишлаб чиқариш унумдорлигини, айниқса, қурилмаларга марказдан қочма насос ёрдамида ҳосил қилинаётган босим остида суспензия берганда, уларнинг ишини барқарорлаштиришга имкон яратади.

Гидроциклонга кираётган марказдан қочма тезланишнинг v^2/R оғирлик кучи тезланишига g нисбатини марказдан қочма ажратиш омили дейилади:

$$f = \frac{v_t^2}{g \cdot R} \tag{9.27}$$

бунинг қиймати 30...50 атрофида ўзгаради. Бундай ажратиш омилида тўкишга чиқарилаётган суспензия таркибидаги заррачалар йириклигини кўп камайтириш мумкин эмас. Майда заррачаларни ажратиб олиш учун марказдан қочма қурилмалар (турбоциклонлар) яратилган, уларда суспензияни айлантиришни марказдаги қочма насосларнинг паррак ғилдираги ёрдамида амалга оширади (9.22-расм)

Турбоциклондаги ажратиш омили 100...300 га тенг. Бундай қурилмалар таъминотдаги қаттиқ заррачаларнинг миқдори юқори бўлганда ишлайди. Агар гидроциклондаги ажратиш йириклиги 0,15...0,25 мм бўлса, турбоциклонда эса, юпқа 0.07 (0.05)...0 мм ўлчамли йириклиги заррачаларни ажратиш мумкин. Гидроциклонларнинг технологик ҳисоби шламсизлантиришнинг заррачаларни ажратиш мумкин. Гидроциклонларнинг технологик ҳисоби шламсизлантиришнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги, йириклик тавсифи ва технологик кўрсаткичларини аниқлашдан иборатдир.

Гидроциклоннинг ҳажмий ишлаб чиқариш унумдорлиги W_r ($м^3/с$) қуйидаги эмпирик формула бўйича ҳисобланади:

$$W_r = 0{,}3 \cdot K_D \cdot K_a \cdot d_c \cdot d, \sqrt{g \cdot H} \tag{9.28}$$

$$K_D = \frac{1,2}{1+0,1\cdot D} + 0,8 \qquad (9.29)$$

$$K_D = \frac{0,044}{0,0379 + tg\alpha/2} + 0,79 \qquad (9.30)$$

бу ерда D – гидроциклон диаметри, см; d_c – тўкиш штуцер диаметри, см; $d_э$ – таъминловчи штуцер эквивалент диаметри, см; $g = 9,81$ м/с^2; H – киришдаги суспензия босими, кгк/см^2.

Қум насадка тўйнугининг диаметри ҳажмий ишлаб чиқариш унумдорлигига таъсир этмайди, лекин у шламсизлантириш жараёнининг аҳамиятли омилидир. Қум насадкадаги ўртача солиштирма юкланиши 0,5...1,0 т/с·см^2 дан ошмаслиги керак.

Гидроциклон маҳсулотларининг гранулометрик тавсифи таъминотнинг йириклигига боғлиқ, шунинг учун ҳар бир аниқ ҳолатда тўкиладиган суспензиянинг талаб қилинадиган гранулометрик таркиби тажриба йўли билан аниқланади. Гидроциклоннинг техник тавсифи 9-5 жадвалда келтирилган.

9-5 жадвал

Гидроциклонларнинг техник тавсифи

Параметрлар	Гидроциклонлар тури			
	ГЦ – 35	ГЦ - 50	ГЦ - 75	ГЦ – 100
Диаметр, мм:				
Гидроциклон	350	500	750	1000
Таъминловчи қувур	50 – 70	60 – 100	155 – 175	175 – 320
Тўкиш қувури	70 – 150	100 – 215	150 – 300	200 – 400
Қум тўйнук	24 – 100	34 – 150	48 – 150	60 – 150
Конуссимон бурчаги, град.	20	20	20	20
Қопламали гидроциклон массаси, кг	360	600	1250	1900
Резина қопламали гидроциклон масса, кг	200	327	655	1200

9.6. Қаттиқ материалларни майдалашнинг махсус усуллари

Охирги вақтда қаттиқ материалларни портлатиш, термик ва электротермик, ҳамда термомеханик майдалаш ва янчиш усуллари устида кенг миқёсда тадқиқот ишлари олиб борилмоқда ва саноат технологияларига тадбиқ этилмоқда.

Гидравлик портлатиш усулида қаттиқ жисмларни майдалашнинг моҳияти шундаки, парчалаш жараёнида материал ва портловчи моддаларни сув ичида портлатиш йўли билан амалга оширилади. Бунда, портлаш моддаларини кенгайиш пайтида ҳосил бўладиган жуда юкори босим, материалга таъсир этади. Ундан ташкари, суюклик ичида портлаш натижасида таркаладиган зарба тўлкини ҳам материал парчаланишига қўшимча хисса қўшади.

Электрогидравлик майдалаш усулида материални парчаловчи зарба тўлкини электр разряди ёрдамида ҳосил килинади.

Термик усулларда тозалаш, қаттиқ материал бўлакларини маҳаллий қиздириш ҳисобига амалга оширилади. Бунда, қиздириш жойи иссиқлик "понаси" вазифасини бажаради. Иссиқлик манбалари сифатида электр разряди, экзотермик ёниш реакцияси иссиқликлари, юкори температурали газ, юкори температурали плазма окимчалари, лазер нури ва ҳоказо.

Электротермик усулда парчалашнинг моҳияти шундаки, қаттиқ материал бевосита электроэнергия ёрдамида нотекис қиздирилади. Натижада, ҳосил бўлган ички кучланишлар таъсирида қаттиқ материал парчаланиши содир бўлади.

Термомеханик усулда майдалаш жараёнида материални қиздириш дастлабки жараён бўлиб фақат унинг мустаҳкамлигини камайтириш учун қўлланилади. Якунловчи жараён майдалаш эса юкорида кўриб чиқилган бирорта механик усулда бажарилади. Баъзи ҳолларда материал қиздирилгандан сўнг кескин равишда совитилади.

ТошКТИ «Технологик жараёнлари ва курилмалари» кафедрасида қаттиқ материалларни майдалашнинг ноанъанавий тезкор усули яратилди ва унинг саноат курилмасини лойиҳалаш устида ишлар олиб борилмоқда.

9-боб. Механик жараёнлар бўйича
Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Қаттиқ жисмларни майдалаб нимага эришилади?
2. Майдалаш даражаси қайси формуладан топилади?
3. Нотўғри шаклли жисмнинг ўртача диаметри қандай аниқланади?
4. Қаттиқ жисмдан иборат бирор фракциянинг ўртача диаметри қайси формуладан топилади?
5. Сочилувчан материал аралашмасининг ўртача диаметри қандай хисобланади?
6. Қаттиқ жисмларни майдалашнинг қандай усуллари бор?
7. Йирик майдалаш қайси майдалаш даражасини таъминлайди?
8. Ўртача майдалаш қайси майдалаш даражасини таъминлайди?
9. Майда янчиш қайси майдалаш даражасини таъминлайди?
10. Майин майдалаш қайси майдалаш даражасини таъминлайди?
11. Ўта майин майдалаш қайси майдалаш даражасини таъминлайди?
12. Дисперсион таркиб нима?
13. Сочилувчан материаллар тўкма зичлигининг таърифи.
14. Жисмнинг қаттиқлиги қайси ўлчам бирлигида ўлчанади?
15. Жисмнинг мўртлик хоссаси таърифини беринг.
16. Юза назариясини таърифланг.
17. Ҳажмий назарияни таърифланг.
18. Риттингер тенгламасини ёзинг ва ундаги параметр номларини айтинг.
19. Кик-Кирпичев гипотезаси ва уни ифодаловчи формулани ёзинг.
20. Майдалагичлар классификациясини чизиб беринг.
21. Жағли майдалагич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
22. Конусли майдалагич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
23. Болғали майдалагич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
24. Дезинтегратор конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
25. Дисмембратор конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
26. Дискли тегирмон конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
27. Жували майдалагич конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
28. Шарли тегирмон конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
29. Югурувчи тегирмон конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
30. Тебранма тегирмон тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
31. Коллоид тегирмон тузилиши, афзаллик ва камчиликлари.
32. Сочилувчан материалларни элаш усуллари.
33. Тебранувчи элак конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
34. Барабанли ғалвир конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
35. Электр магнит барабанли ғалвир конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
36. Марказдан қочма сепаратор конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
37. Қаттиқ жисмларни майдалашнинг махсус усуллари.
38. Майдалагичларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.

ГРАНУЛЛАШ ВА ПРЕССЛАШ

9.7. Умумий тушунчалар

Қаттиқ материалларни сувсизлантириш, брикетлаш, ҳамда пластик материалларни грануллаш ва шакллантириш учун кимёвий, озиқ-овқат, фармацевтика ва бошқа саноатларда пресслаш каби жараён қўлланилади.

Пресслаш жараёнининг моҳияти шундаки, махсус прессларда ташқи кучлар таъсирида қайта ишланаётган материалнинг шакли ва гранулометрик таркиби ўзгартирилади.

Турли хом-ашё ва материалларни сувсизлантириш, брикетлаш, шакллаш ва штамплаш учун ортиқча босим таъсирида ишлов берилади.

Босим остида сувсизлантириш кимё ва озиқ-овқат саноатларининг турли соҳаларида ишлатилади: қанд лавлаги турпидан сувни, шакар қамишдан шарбатини, чигит, кунгабоқар ва бошқа уруғ ва данаклардан ёғини, мева ва мева-резаворлардан шарбатини ажратиб олишда кенг қўлланилади.

Брикетлаш жараёни брикетлар, яъни цилиндрик ва тўртбурчак шаклдаги прессланган бўлаклар олиш учун қўлланилади. Ушбу жараён турли саноатларда жуда кенг тарқалган: масалан, шакар ишлаб чиқариш саноатида қанд-рафинат, қанд лавлаги турпи, озиқ-овқат концентратлари ва доривор брикетларини олишда, кондитер ва омухта емлар, ҳамда чиқиндиларни қайта ишлаш саноатлари ва бошқаларда брикетлаш кенг ишлатилади.

Брикетлаш жараёнининг турлири кўп бўлиб, энг асосийлари грануллаш ва таблеткалаш. Маълумки, таблетка ва гранулалар ўлчамлари брикетникига қараганда анча кичик бўлади. Ҳалқ хўжалигида минерал ўғит, пластмасса, ем, чой, озиқ-овқат концентратлари, синтетик ювиш воситалари ва бошқа маҳсулотлар гранула ҳолида ишлаб чиқарилади.

Шакллантириш - пластик материалларни қайта ишлашнинг асосий усулидир. Бу жараён: нон ёпиш, макарон, ем, пластмасса ишлаб чиқариш саноатларида кўп қўлланилади. Материалларга турли шакл беришда экструзия жараёни ҳам кенг ишлатилади.

9.8. Сувсизлантириш ва брикетлаш

Маҳсулот таркибидаги суюқлик қимматбаҳо ёки уни сувсизлантириш натижасида маҳсулотнинг қадрлиги ортса, бундай ҳолларда маҳсулотлардан суюқлик ажратиб олиш учун сувсизлантириш жараёни қўлланилади.

Одатда бу жараён ортиқча босим остида амалга оширилади. Материалга ортиқча босим асосан икки хил усулда: прессларда поршень босими ёки центрифугаларда марказдан қочма куч таъсири орқали берилиши мумкин.

Маҳсулот сифатини ошириш, нобудгарчиликни камайтириш, узоқ муддат давомида фойдаланиш, транспортда ташилишини яхшилаш мақсадида брикетлаш, таблеткалаш ва грануллаш жараёнлари қўлланилади.

Масалан, қанд лавлаги жоми пресс машиналарда 9...10% намликгача прессланади. Натижада, диаметри 11-20 мм ли ёки кўндаланг кесими тўртбурчак баландлиги 20...40 мм ли брикетлар ҳосил қилиш мумкин. Прессланган жом зичлиги ~750 кг/м^3.

Сувни сиқиб чиқариш даражаси пресслаш босимига боғлиқ. Лекин, сувни сиқиб чиқариш даражасини ортиши пресс иш унумдорлигини пасайишига ва солиштирма энергия сарфини кўпайишига олиб келади.

Брикетлаш жараёни ҳар доим махсус прессларда амалга оширилади. Олинган брикет ўз-ўзидан ўкаланиб ёки парчаланиб кетмайдиган зичликгача прессланади. Брикетлар прессдан чиқиши билан совутилади ёки қуритилади.

Брикетлаш жараёнининг асосий характеристикаси бу пресслаш босимининг ортиши ва прессланаётган модданинг зичланиш коэффициентлари ўртасидаги боғлиқликдир:

$$\frac{\beta}{\beta_0} = \frac{V}{V_1} = \frac{h}{h_1} \qquad (9.31)$$

бу ерда β, β_0 - охирги ва бошланғич зичланиш коэффициентлари; V, V_1 - маҳсулотнинг пресслашдан аввалги ва кейинги ҳажмлари; h, h_1 - брикетнинг бошланғич ва охирги баландликлари.

Пресслаш босими маҳсулотни зичлаш босими ва уни пресс-қолипга ишқаланиш кучини енгиш босимлари йиғиндисига тенгдир.

Агар, пресс-қолипга ишқаланиш кучларини инобатга олмасак ва маҳсулот бир жинсли система деб қабул қилсак, унда пресслаш жараёнини ифодалаш учун проф. С.М. Гребенюк формуласидан фойдаланса бўлади:

$$\psi \ln \frac{p}{p_0} = \beta - \beta_0 \tag{9.32}$$

Пресс-қолип тубидаги солиштирма босим:

$$p_h = p \cdot \exp\left(\frac{\xi f \Pi z}{F}\right) \tag{9.33}$$

бу ерда h - брикет баландлиги; z –матрица (ўйма қолип)даги брикет ва пуансон орасидаги масофа; Π - брикет периметри; f - материалнинг матрица деворига ишқаланиш коэффициенти; F – кўндаланг кесим юзаси; $\xi = \frac{p_{ен}}{p_г}$ - ён томондаги солиштирма босимнинг вертикал томондаги солиштирма босимга нисбати.

Ўзгармас кўндаланг кесимли брикетнинг ўртача зичлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\rho = \frac{\rho - \rho_x \cdot \psi \cdot \ln \frac{p}{p_0}}{1 - \frac{\psi \xi f \Pi G_к}{2F\rho_к}} \tag{9.34}$$

бу ерда $G_к$ - брикетдаги қаттиқ фаза массаси.

Бир томонлама пресслаш жараёнида ҳосил бўлган брикетнинг зичлиги унинг баландлиги бўйича бир текисда бўлмайди. Бунга сабаб, материалнинг матрица деворига ишқаланишидир. Шунинг учун, юқори сифатли, баландлиги бўйича зичлиги бир хил брикетлар икки томонлама пресслаш натижасида ҳосил бўлади.

9.9. Шакллантириш

Пресслаш ва грануллаш жараёнини ўтказишдан мақсад босим, температура, намлик ва кўзғалиш кучланишларини комплекс таъсирида тайёр ва қисман ярим тайёр маҳсулотларни олишдир.

Ушбу жараёнлар экструдерларда ўтказилади. Экструзия жараёнининг афзаллиги шундаки, унда аралаштириш, дисперслаш, бир жинсли қилиш, совитиш, шакллантириш ва қуритиш каби жараёнларни бир вақтда олиб бориш мумкин. Ундан ташқари, экструзия жараёни қайта ишланаётган материалнинг таркибини ва хоссаларини зарур йўналишда ўзгартириш, жараённи узлуксиз ташкил этиш, материалга узлуксиз равишда ароматик бирикма, бўёқ, пластификатор ва таъм берадиган моддаларни бетўхтов узатиш имкониятини беради. Экструзия жараёни пластмасса, резина, ҳамир каби материаларни, ҳамда макарон, кондитер маҳсулотлари, омухта ем, болалар овқати, гранулланган емлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Экструзия усулида олинган тайёр маҳсулот ёки қисман тайёр маҳсулот **экструдат** деб аталади. Экструдатнинг шакли унга ўрнатилган матрица тешиклари шакли билан белгиланади.

Иссиқ, совуқ ёки қайнаш экструзия усуллари бор.

Пластик хом-ашё ва материалларни матрица орқали эзиб ўтказгандаги механик шакллантириш-совуқ экструзия усулида амалга оширилади. Намлиги 20...40% ва таркибида крахмал бор материалларни қисман клейстеризация қилиш учун иссиқ экструзия усулидан фойдаланилади. Олинган маҳсулот албатта қовурилади ёки пиширилади.

Қайнаш экструзияси жараёнида қайта ишланаётган материалда қайтмас биофизик ўзгаришлар (биринчи галда оқсил, крахмал ва шакар) содир бўлади. Одатда, ҳосил бўлган экструдат қуритилади ёки қовурилади ва зарур модда билан копланади.

9.10. Махсулотларни пресслаш ускуналари

Киме, озик-овкат ва бошка саноатларда турли хил конструкцияли прессдар ишлатилади. Уларни 2 та гуруҳга ажратса бўлади: гидравлик ва механик прессдар.

Гидравлик пресс-гидравлика конунларига биноан ишлайди. Прессиинг асосий кисми цилиндрик бўлиб, унинг ичида қўзғалмас плита билан боғланган плунжер ҳаракат қилади. Плунжернинг ҳаракати юкори босимли суюклик таъсирида амалга ошади.

Прессланаётган материал қўзғалмас ва ҳаракатчан плиталар орасида бўлади. Материалда, плунжер ёки поршень ёрдамида ҳосил қилинган босим кучи, унинг юзасиги тўғри пропорционал:

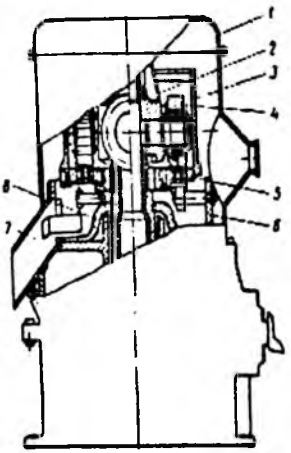
$$P = p \cdot F \qquad (9.35)$$

бу ерда p - гидравлик системадаги босим, Н/м^2; F - поршен ёки плунжер юзаси, м^2.

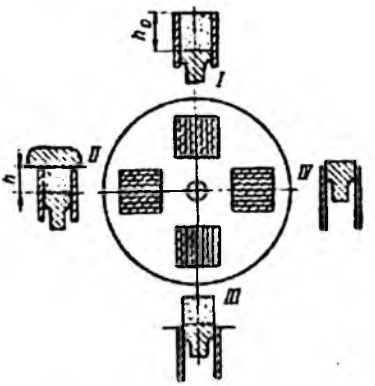
Ротацион прессдар қуруқ турпни брикетлаш учун қўлланилади. Ушбу прессларнинг текис, ясси ёки цилиндрик матрицаси бўлади.

Пресслаш жараёнида бу турдаги прессларда жуда катта инерцион кучлар ҳосил бўлади. Шунинг учун бу қурилмалар катта, оғир пойдеворга ўрнатилади.

Ясси матрицали горизонтал ротацион прессиинг конструкцияси 9.23-расмда кўрсатилган.



9.23-расм. Ротацион пресс.
1-хобик; 2-тақсимлагич; 3-бункер; 4-прессловчи жува; 5-матрица; 6-гранулани кесиш мосламаси; 7-тўкиш нови; 8-паррак.



9.24-расм. Дискли прессиинг ишлаш схемаси.

Прессиинг асосий кисми - бу прессловчи узел бўлиб, матрица 5 ва прессловчи жува 4; гранула кесиш мосламаси 6 ва ичи бўш ўклардан таркиб топган. Матрица 5 ички бўш ўкга ўрнатилган ва у билан бирга айланади. Конуссимон тақсимлагич 2 қуруқ материални жува 4 остига йўналтириш учун мўлжалланган.

Матрицадан чиқаётган прессланган материал пичоқ билан кесилади ва паррак ёрдамида тўкиш новига йўналтирилади. Матрица ва пичоқ орасидаги тиркиш 0,5 мм дан ортмаслиги керак. Лекин, пичоқ матрицанинг ишчи энини ёпиб туриши ва пичоқ тиғи матрицанинг остки юзасига параллел бўлиши зарур. Горизонтал текисликка нисбатан пичоқнинг киялик бурчаги 30° бўлади.

Брикетни кесиш учун 4 та пичоқ ўрнатилади. Агар, йирик ўлчамдаги брикетлар олиниши зарур бўлса, пичоқлар сони камайтирилади.

Дискли пресс - канд-рафинатни ишлаб чиқаришда қўлланилади ва у қуйидаги асосий кисмлардан иборат (9.24-расм): рафинат бўткасини кабул қилиш қутичаси; пуансон ва матрицали дисклар; рафинат бўлакларини пресслаш учун таянч; стол юзасини ишқалаб ортиш механизми; прессланган рафинат бўлакларни кўтариш механизми; станина, узатма ва дискларни айлантириш

механизми.

Пресс столи горизонтал текисликда соат стрелкасига карши йўналишда айланма ҳаракат қилади. Ушбу стол битта айланишида тўрт маротаба тўхтайди ва кетма-кет қуйидаги операциялар бажарилади:

I - матрицани рафинат бўтқаси билан тўлдириш;

II - пуансон юқорига ҳаракат қилганда шакллантириш;

III - матрицадан қанд бўлакларини пуансон ёрдамида суриб чиқариш;

IV - пуансонни қанд қолдиқларидан тозалаш ва мастика билан ишқалаш.

Одатда пресс матрицалари қутичалар шаклида латунь материалдан тайерланади ва диск тешикларига жойлаштирилади.

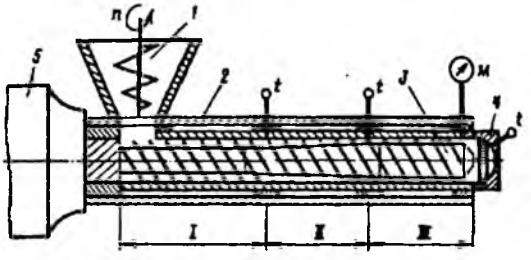
Таблетка қилиш машиналаридан энг кенг қўлланиладиган тури сифатида ротацион қурилмани таъкидлаш мумкин.

Ротацион таблетка қилиш машиналари 2 синфга бўлинади. Биринчи синфга оид машиналарда пуансон копира устида думалаб ҳаракатланади, иккинчисида эса - сирпанади.

Ротацион таблетка қилиш машиналарининг иш унумдорлиги ушбу формуладан топилади:

$$Q = 60\left(\frac{P}{p}\right)h \cdot \rho \cdot N \cdot m \cdot kn \qquad (9.36)$$

бу ерда P-пресслаш кучланиши, Н; p-пресслаш босими, МПа; h-матрицадаги материалнинг пресслашгача бўлган баландлиги, м; ρ - материал зичлиги, кг/м^3; N-ротордаги матрицалар сони; m - матрицадаги уялар сони; k - кўп позициялик коэффициенти (k=1,2,3,4); n - ротор айланиш частотаси, мин$^{-1}$.



9.25-расм. Бир шнекли экструдер.
1-юкловчи штуцер; 2-қобиқ; 3-шнек; 4-фильера; 5-узатма; t-термопаралар; М-босим датчиги.

Бир шнекли экструдер 9.25-расмда кўрсатилган бўлиб, юкловчи штуцер 1, қобиқ 2, шнек 3, матрица 4 ва бошқариш системали узатма 5 лардан таркиб топган. Шнек диаметри 50...250 мм, узунлиги эса-1 дан 20 та диаметргача. Шнек ўрами шаклининг профили тўғри бурчакли ёки трапецидал бўлиши мумкин.

9.25-расмдаги I зона материалнинг нам ҳолатини, II-қайишқоқ ҳолатини ва III-зонада аморф, оқувчан массани ифодалайди.

Экструдер ишлаш кўрсаткичи -бу унинг самарадорлиги, яъни иш унумдорлигининг истеъмол қилаётган қувватга нисбати билан аниқланади. Истеъмол қуввати экструдер узатмасининг турига боғлиқ. Агар, электр токининг кучланиши U ва кучи I маълум бўлса, $N=UI$ формуладан экструдер қуввати аниқланади.

9.11. Грануллаш усуллари ва гранулятор конструкциялари

Сочилувчан материалларнинг физик-механик хоссалари, таркиби, шакли ва маълум ўлчамли материалларни олишга йўналтирилган физик-механик ва физик-кимёвий жараёнлар йиғиндисига ***грануллаш*** жараёни деб аталади. Табиатда грануллаш жараёни турли мухитларда мавжуд: ер остида вулқон отилиб чиқиши, ер устида муз ва тупроқ силжишида, шағал ва атмосферада дўл хосил бўлишлардир.

Инсоният қадим замонлардан ерга ишлов беришда, яъни унинг унумдорлигини ошириш учун унга юмалоқ-юмалоқ таркиб ёки қурилишда минерал хом-ашёни шакллантиришда грануллаш жараёнидан фойдаланиб келган.

Бу жараён натижасида физик-механик хоссалари яхшиланган гранулалар олиш мумкин. Чунончи, грануллланган маҳсулотларнинг ташқи кўриниши яхши, сочилувчан ва зичлиги юкори

бўлган ҳолда мустаҳкам таркибга эга. Ундан ташқари, уларнинг ўлчамлари бир хил, юклаш ва узоқ масофага узатиш пайтида чангимайди.

Грануллаш жараёни қуйидаги технологик босқичлардан иборат:

- хом-ашёни қайта ишлашга тайёрлаш компонентларни қадоқлаш ва аралаштириш;
- гранула ҳосил қилиш (агломерация, кристаллаш, зичлаш ва ҳ.);
- гранула таркибини мўтадиллаш (қуритиш, совитиш, полимеризация усулларида заррачалар орасидаги боғларни мустаҳкамлаш);
- классификациялаш, йирик фракцияларни парчалаш (янчиш);

Ҳозирги кунда, саноатда қўлланиладиган ва маълум грануллаш усуллари қуйидагилардир:

1) қаттиқ моддаларни юмалатиб грануллаш; 2) эритмани пуркаш ва грануляцион мияораларда совитиш; 3) қуруқ кукунларни пресслаш; 4) эритмани мавҳум қайнаш қатламида пуркаш; 5) турбопарракли қурилмада тезкор грануллаш; 6) тангасимон пластиналар ҳосил қилиш (эритмани бошқа юзаларда совитиш йўли билан); 7) экструзия.

Қаттиқ моддаларни юмалатиб грануллаш барабанли ёки тарелкали қурилмаларда олиб борилади. Грануллаш албатта суюқлик иштирокида олиб борилади. Суюқлик қаттиқ фаза билан бирга ёки эритма сифатида қурилмага юборилади.

Гранула ҳосил бўлиш ва унинг диаметри ўсишига, қаттиқ ва суюқ фазалар орасидаги нисбат катта таъсир кўрсатади.

Бу грануллаш жараёни 4 босқичдан иборат:

- боғловчи ва ретурни аралаштириш;
- майда заррачалар ва майдаланган бўлаклардан гранула ҳосил қилиш;
- юмалатиш ва зичлаш;
- мўътадиллаш (стабиллаш).

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, жараённинг ҳар бир босқичида ўлчам бўйича заррачаларнинг тақсимланиши ўзгариб боради.

Кукун ва ретурни аралаштириш пайтида боғловчи модда сифатида турли хил суюқликлар ишлатилади, чунончи, сув, маҳсулот эритмаси, бирорта компонентнинг эритмаси (плав) ва бошқалар. Суюқлик ва материалларнинг ўзаро таъсир схемаси қуйидагича:

агарда фракцияда майда заррачалар улуши кўп бўлса, улар орасидаги масофа бўш қолиб кетади. Шунинг учун, заррачалар орасидаги тортишиш кучи кичик бўлади ва гранула мустаҳкамлиги паст бўлишига олиб келади:

агарда фракцияда майда заррачалар улуши кўпайса, гранула зичлиги ортади ва уларнинг мустаҳкамлиги ортади.

Лекин шуни алоҳида таъкидлаш керакки, йирик заррачаларнинг гранула ҳосил қилишда ижобий роли ҳам бор, чунки улар бўлажак грануланинг скелети бўлиб хизмат қилади. Бунда, майда заррачалар катта заррачалар орасидаги бўшлиқни тўлдиради ва натижада улар орасидаги масофа камаяди. Фақат нам аралашма таркибидаги йирик ва майда заррачаларнинг маълум бир оптимал қийматларидагина зичлиги юқори ва катта тортишиш кучига эга гранулалар ҳосил қилиш мумкин.

Юмалатиб грануллаш босқичи - бунда заррачаларнинг нисбатан кўзғалмас қатламга кўп марта урилиши натижасида гранулалар ҳосил қилиш ва уларни зичлаш мумкин.

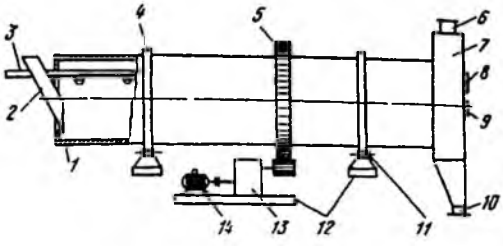
Грануланинг зичланиши кўп марта урилишлар ва юқоридан пастга қараб тўкилишлари оқибатида рўй беради. Натижада материал таркибидаги ортиқча намлик сиқиб чиқарилади. Бунинг оқибатида қуруқ материаллардан ҳосил бўлган гранула ёпишишига идеал шароит яратилади. Заррачаларнинг бир-бирига яқинлашиши билан, сув пленкасининг қалинлиги тобора камайиб боради, лекин гранулаларнинг тортишиш кучи эса, ортиб боради. Ҳосил бўлаётган гранулага янги заррачаларнинг ёпишиш механизмининг асосий шарти шундаким, бу ҳодиса фақат гранула ва заррача ўлчамларининг маълум бир нисбатида рўй беради.

Гранула таркибининг зичланиши ҳар томонидан кўп урилишлар натижасида аста-секин борадиган жараёндир.

Гранула таркибини мўтадиллаш босқичи. Тайёр маҳсулот олиш учун грануланинг мустаҳкамлигини ошириш зарур. Бунинг учун гранула таркибидаги намлик йўқотилади ёки қаттиқ агрегат ҳолатига ўтказилади. Лекин, гранула таркибидаги намликни йўқотишнинг энг кенг тарқалган усули - бу қуритишдир. Гранула намсизлантирилганда қаттиқ фаза кристалланади. Баъзи ҳолларда бу жараён гранула парчаланишига олиб келади шунинг учун, ҳар доим ҳам гранулалар таркибига керагидан ортиқ талаб қўйиб бўлмайди.

Барабанли грануляторлар одатда уфқга нисбатан 1...30° оғиш бурчагида ўрнатилади. 8.26-расмда барабанли грануляторнинг қуритгич қурилмаси кўрсатилган. Бу қурилма эритмаларни гранулаш ва қуритиш, ҳамда конструкциясига қараб, ҳосил қилинган маҳсулотни классификациялаш ва совитиш учун қўлланилади.

Цилиндрик обечайка 1 нинг ташқарисига бандаж 4 ва тожли шестерня 5 лар ўрнатилади. Электр юритгич 14 дан айланма ҳаракат редуктор 13 ёрдамида 5 га узатилади ва натижада цилиндрик обечайка 1 материал билан бирга айланади. Барабаннинг бир четида юкловчи, иккинчи четида тўкувчи камералар жойланган бўлиб, улар грануляторнинг ишчи ҳажмини зичлаш функциясини ҳам бажарадилар. Юкловчи тарнов 2 орқали шихта ёки қуруқ кукун юкланади. Агар қурилмага қуруқ кукун берилса, унда қатлам устига боғловчи таксимлагич 3 дан керакли миқдорда суюқ фаза юборилади.

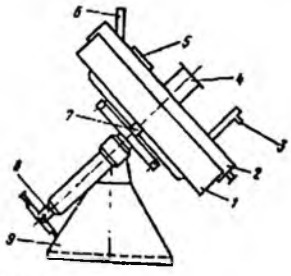


8.26-расм. Барабанли гранулятор.
1-обечайка; 2-кукунни юклаш тарнови; 3-боғловчи таксимлагич; 4-бандаж; 5-тишли шестерня; 6-буғларни сўриб олиш патрубкаси; 7-тўкиш камераси; 8-ёритиш учун дарча; 9-кўриш ойнаси; 10-гранулани тўкиш патрубкаси; 11-таянч гидиракча; 12-бетон пойдевор; 13-редуктор; 14-электр юритгич.

Ушбу грануляторнинг асосий қисми ўз ўқи атрофида айланувчи тарелка 1 бўлади. Махсус механизм 8 ёрдамида унинг қиялик бурчагини ҳам ўзгартириш мумкин. Боғловчи моддани узатиш учун тарелка 1 устида пуркагич 3 ўрнатилади. Гранулаш пайтида тарелкага ёпишиб қолган массани тозалаш учун махсус қиргич ўрнатилади.

Бу турдаги қурилмалар таҳлили шуни кўрсатадики, бу қурил-мада юқори сифатли маҳсулот олиш билан бирга, жуда кўп иссиқлик ва масса алмашинишга эришса бўлади. Олинган маҳсулотнинг гранулометрик таркиби 80...90% товар фракциясини ташкил этади. Ундан ташқари, жараённи автоматлаштириш қийин эмас.

Камчиликлари: ўлчами катта, қўпол; металл кўп сарфланади; суюқликни пуркаш учун кўп энергия сарф бўлади; маҳсулот қурилма деворларига ёпишиши мумкин;



9.27-расм. Тарелкали гранулятор.
1-айланувчи тарелка; 2-зичловчи кобик; 3-суюқлик узатувчи пуркагич; 4-буғларни сўриб олиш патрубкаси; 5-кузатиш ойнаси; 6-кукун юклаш патрубкаси; 7-ўк; 8-тарелка қиялигини ўзгартирувчи механизм; 9-таянч.

Бу усулда ишлайдиган қурил-маларни оптималлашдан мақсад, керакли гранулометрик таркибдаги маҳсулот олиш ва максимал иш унумдорликка эришишдан иборатдир.

9.27-расмдаги грануляторнинг асосий қисми ўз ўқи атрофида айланувчи тарелка 1 бўлади. Махсус механизм 8 ёрдамида унинг қиялик бурчагини ҳам ўзгартириш мумкин. Боғловчи моддани узатиш учун тарелка 1 устида пуркагич 3 ўрнатилади. Гранулаш пайтида тарелкага ёпишиб қолган массани тозалаш учун махсус қиргич ўрнатилади.

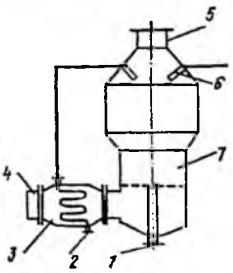
Бу типдаги қурилмалар таҳлили шуни кўрсатадики, бу курилмада юқори сифатли маҳсулот олиш билан бирга, жуда кўп иссиқлик ва масса алмашинишга эришса бўлади. Олинган маҳсулотнинг гранулометрик таркиби 80-90% товар фракциясини ташкил этади. Ундан ташқари, жараённи автоматлаштириш қийин эмас. Камчиликлари: ўлчами катта, қўпол; металл кўп сарфланади; суюқликни пуркаш учун кўп энергия сарф бўлади; маҳсулот қурилма

деворларига ёпишиши мумкин;

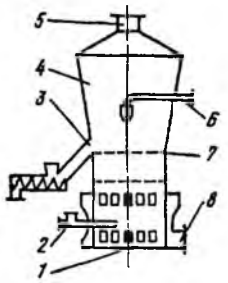
Бу усулда ишлайдиган қурилмаларни оптималлашдан мақсад, керакли гранулометрик таркибдаги маҳсулот олиш ва максимал иш унумдорликка эришишдан иборатдир.

Мавҳум қайнаш қатламида грануллаш учун турли конструкцияли грануляторлар ишлатилади. Одатда бундай гранулятор қобиғи шаклига қараб цилиндрик (8.9б-расм), 30...60° конуслик бурчаги кичик бўлган (20° гача) (8.10-расм) ва конуслиги катта (8.11-расм), конуссимон, цилиндрик-конуссимон, тўғри бурчакли (8.12-расм) ва квадрат кўндаланг кесимли (8.13-расм) бўлади. Қурилманинг шакли унинг гидродинамикасини белгилайди.

Конуслик бурчаги 20° гача бўлган қурилмаларда ҳамма кўндаланг кесимларида бир текисда мавҳум қайнаш содир бўлади (8.9-расм).



8.9-расм. Марказий тўкиш ва ишлатилган эритмани қатламга узатувчи цилиндрик қурилма.
1-маҳсулотни тўкиш патрубкаси; 2-суюқликни юклаш патрубкаси; 3 - калорифер; 4-иссиқлик элткич кириш патрубкаси; 5 - ишлатиб бўлинган элткични чиқариш патрубкаси; 6- суюқлик пуркагич; 7-қурилма қобиғи.

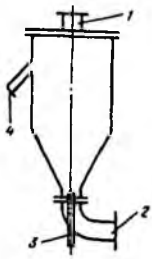


8.10-расм. Конуссимон қурилма.
1-ўтхона; 2-газ ёндиргичи; 3-гранулани тўкиш патрубкаси; 4-қобиқ; 5-ишлатиб бўлинган иссиқлик элткични чиқариш патрубкаси; 6-механик пуркагич; 7-газ тақсимловчи тўр парда; 8-иссиқлик элткич кириш патрубкаси.

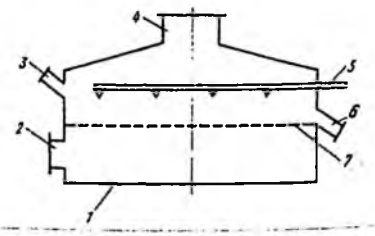
Агар, конуслик бурчаги катта бўлса, қурилма марказида сийраклашган ва девор атрофида эса заррачалар секин-секин тўпланиб қатлам зичланади, яъни фавворасимон мавҳум қайнаш жараёни содир бўлади (8.11-расм)

Цилиндр-конуссимон мавҳум қайнаш қатламли қурилмаларнинг цилиндрик қисмида қатламнинг заррачалари умуман бўлмайди (8.10-расм).

Иссиқлик элткичлар ўзаро кесишган йўналишда ҳаракат қилган ҳолатларда каттик заррачаларни маълум бир йўналишда узатиш учун тўғри тўртбурчак шаклидаги қурилмалар ишлатилади. (8.12-расм).



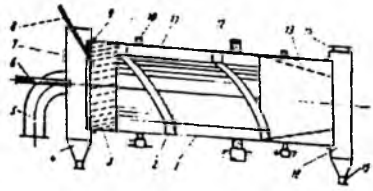
8.11-расм. Фавворасимон қатламли конуссимон гранулятор.
1-иссиқлик элткични чиқариш патрубкаси; 2-иссиқлик элткични кириш патрубкаси; 3-суюқлик пуркагич; 4-маҳсулотни тўкиш патрубкаси.



8.12-расм. Тўғри тўрт бурчак шаклидаги мавҳум қайнаш қатламли гранулятор. 1 - қобиқ; 2 - иссиқлик элткич кириш патрубкаси; 3 - рецикл учун кириш патрубкаси; 4-ишлатиб бўлинган иссиқлик элткични чиқариш патрубкаси; 5-суюқлик тақсимлагич; 6-маҳсулотни тўкиш патрубкаси; 7-газ тақсимлаш тешикли панжараси.

Барабанли грануляторлар-куритгич (БГҚ) грануллаш ва қуритиш учун мўлжалланган, ҳамда конструкциясига қараб, маҳсулотларни юқлассификациялаш ва совитиши мумкин.

БГҚ нинг асосий қисми барабан бўлиб, грануланинг тўкилиш томонига қараб қия ўрнатилади (9.33-расм). Барабан, ташқарисида 2 та бандаж таянч 10 ларга таяниб туради. Ундан ташқари, тожли шестерня 12 ҳам ўрнатилади ва унинг ёрдамида электр юритқичдан редуктор орқали келаётган айланма ҳаракат барабанга узатилади. Саноат қурилмалари 3...5 айл/мин тезликда ҳаракат қилади.



9.33-расм. Барабанли грануляторлар-куритқич.
1-барабан қобиғи; 2-оркага ўрнатилган шиек; 3-парракли насадка; 4-юкловчи камера; 5-қуритувчи агентни кириш патрубкаси; 6-пульпа пуркагич; 7-кўриш дарчаси; 8-рецикл кириш патрубкаси; 9-ушловчи халқалар; 10-бандаж; 11-тожчали насадка; 12-тожли шестерня; 13-конус-классификатор; 14-ишлатиб бўлин-ган агентни чиқариш патрубкаси; 15-грануланинг тўкиш патрубкаси; 16 - тўкиш камераси.

Барабанда юклаш ва тўкиш камералари бўлиб, уларни зичлаш учун лентали ёки секторли кистирмалар ўрнатилади. Чанг ҳосил бўлмаслиги ва ўтхона бир меъёрда ишлашини таъминлаш учун қурилмада 10...50 Па вакуум ушлаб турилади.

БГҚ ташқи кўринишидан барабанли грануляторга ўхшаса ҳам, лекин унда грануланинг ҳосил қилиш механизми тубдан фарқ қилади. Бунга сабаб, БГҚ нинг ичидаги қўшимча конструктив элементлар борлигидир. Грануллаш жараёнида асосий вазифани пульпа пуркагичлар бажаради.

Эритмаларни пуркаб грануллаш. Бу усулда грануллаш механизми қуйидагича: эритма грануляцион минорада пуркагичлар ёрдамида майда томчилар ҳолатигача пуркалиб, пастга қараб йўналтирилади. Пастдан юқорига қараб эса, вентилятор ёрдамида берилаётган совуқ ҳаво ёрдамида томчилар совитилади, яъни ўз иссиқлигини ҳавога беради ва гранула шаклига келтирилади. Чунончи, томчи иссикликни бериши билан гранула ҳосил бўла бошлайди ва томчининг ташқи юзаси кристалланиб, жараён охирида ички катламлари ҳам кристалланади. Шундай қилиб, кристалланиш жараёни томчининг ташқи юзасидан ичкарига қараб йўналган бўлади.

Грануляцион минорада гранула ҳосил бўлиши нотурғун иссиклик алмашиниш жараёнида ўтади. Лекин, иссиклик манбаи, эритма томчисининг ичида бўлгани учун жараён янада мураккаблашади ва қийинлашади.

Бундай жараёнларни амалга оширувчи қурилмаларнинг мухандислик ҳисоби шундан иборатки, грануляцион минора баландлиги ёки томчиларнинг тушиш вақти аниқланади. Албатта, бу вақт ичида ёки шу баландликни босиб ўтиш даврида томчи кристалланиб улгуриши керак. Ундан ташқари, ҳосил бўлган гранула бир-бирига ёпишмаслиги ва пастга тушганда, шакли бузилмаслиги керак.

Маълумки, вақт ўтиши билан томчининг кристалланиши ортади. Шунинг учун гранула олиш температураси шундай бўлиши керакки, бунда кристалларнинг суюк эритмага нисбати, грануланинг таркибини, яхлитлигини бузмаслиги керак.

Одатда томчилардан гранула ҳосил қилиш, грануляцион мораларда ёки мавҳум қайнаш қатламида амалга оширилади.

Ушбу қурилмаларнинг асосий элементларидан бири пуркагичдир. Пуркагичлар конструкциясига қараб, марказдан қочма, статик ва вибрацион бўлади.

Агарда ушбу маҳсулотлар мавҳум қайнаш қатламида совутилса, селитра учун ёз фаслида грануляцион минора баландлиги h = 30 м ва диаметри d=10...20 м бўлиши керак.

Карбамид учун ёз фаслида грануляцион минора баландлиги h=55...50 м ва диаметри d=15...20 м бўлиши зарур.

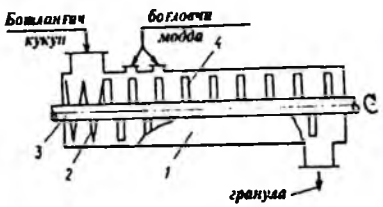
Нитроаммофоска грануляция қилиш учун, ёз фаслида, грануляцион минора баландлиги h=50...55 м ва диаметри d=10...20 м бўлиши керак.

Турбопарракли грануляторда грануллаш. Кукунсимон материалларни турбопарракли тезкор грануляторларда грануллаш механизми барабанли ёки тарелкали қурилмаларда

материалларни юмалатиб грануллаш жараёнига ўхшашдир.

Тезкор грануляторларда гранула ҳосил бўлиши, аралаштирувчи парракларнинг материалга таъсири, яъни 170 $с^{-1}$ частота билан айланаётган элементлар аралаштириши асосий сабабдир (9.34-расм).

Материални турбопаррақларда қурилмада қайта ишлаш вақти бир неча секунддан 2-3 мин гача бўлади. Бу турдаги қурилмаларда гранула ҳосил бўлиши бир неча босқичда боради, яъни жараён даврларининг алмашиниш кетма-кетлиги қуйидагича: аралаштириш, агломерация, дезинтеграллаш, гранула ҳосил қилиш, гранулаларни зичлаш ва шарсимон шакл бериш.



9.34-расм. Турбопаррақли тезкор грануляторлар. 1-қобиқ, 2-шнек, 3-ротор ўқи, 4-ротор стерженлари.

Тезкор усулда грануллаш жараёнида кимёвий реакциялар самарадор ўтиши мумкин. Боғловчи модда вазифасини реакциянинг суюқ маҳсулотлари ўтайди.

Ундан ташқари, материални интенсив аралаштирилиши, унинг температурасини ортишига ва термопластификацияга олиб келиши мумкин. Термопластификация ёки қаттиқ қатлам бир қисмининг суюқ ҳолатга фазавий ўтиши грануллаш жараёнини кам боғловчи билан ёки боғловчисиз ўтказиш имкониятини беради ва олинган гранулаларни қуритмаса ҳам бўлади. Бунга мисол қилиб, селитра ёки карбамид асосида мураккаб-аралашган минерал ўғитларни олиш жараёнини кўрсатиш мумкин.

Турбопаррақли тезкор грануляторда қайта ишланаётган материал оқими ҳаракатининг таҳлили, бу жараённинг асосий параметрларини аниқлаш имконини беради.

Материал қатламини узатишнинг чизиқли тезлиги:

$$v_ч = \frac{Q_0}{\pi \cdot \rho_{ґум} \cdot \varphi \cdot R_к^2} \tag{9.37}$$

бу ерда Q_0 - гранулланаётган аралашма сарфи; $\rho_{ґум}$ - гранулланаётган аралашма зичлиги; φ - грануляторнинг ишчи камерасини тўлдирилиш коэффициенти; $R_к$ - ишчи камера радиуси.

Грануллаш жараёнида гранула босиб ўтган масофа узунлиги l:

$$l = \frac{L \cdot \pi \cdot \rho_{тўк} \cdot \varphi \cdot \omega \cdot R_к^3}{Q_0} \tag{9.38}$$

бу ерда L - грануляторнинг ишчи камераси узунлиги; ω - грануляторнинг ўқининг айланиш частотаси.

Ҳосил қилинган грануланинг ўртача диаметри ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$d = d_0 \cdot \exp m \cdot \left(W - W_p\right) \tag{9.39}$$

бу ерда d_0 - гранула ҳосил бўлиш пайтидаги гранула диаметри; m - материал хоссалари ва Фруд критерийсига боғлиқ коэффициент; W - гранула ҳосил бўлиш пайтида аралашма таркибидаги боғловчи модда миқдори.

Боғловчи модда сарфи қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q_{боғ} = Q_0 \left(W_{бош} + \frac{1}{m \ln \frac{d}{d_0}} \right) \tag{9.40}$$

Турбопаррақли тезкор грануляторда олинган гранулалар ўлчамлари логарифмик нормал тақсимланиш конунига бўйсинади.

Қурилма хом-ашёни юклаш, майдалаш, грануллаш, гранулаларни зичлаш ва шакл бериш зоналаридан иборатдир.

Қийин сочилувчан материалларни турбопаррақли, тезкор грануляторда майдалаш даражаси ушбу формулада ҳисобланади:

$$i = 0{,}74 \cdot \omega^{0{,}2} \left(\frac{l}{d}\right)^{-0{,}35} \qquad (9.41)$$

Қийин сочилувчан материалларни турбопарракли қурилмада тезкор грануллаш натижасида олинган материал қатламининг гранулометрик таркибини ушбу формулада аниқлаш мумкин:

$$R = 11 \cdot V^{0{,}8} \cdot \tau_0^{0{,}03} \left(\frac{l}{d}\right)^{0{,}66} \cdot \left(\frac{U}{U_м}\right)^{0{,}3}$$

бу ерда V - айланма тезлиги, $с^{-1}$; τ_0 -ўлчамсиз вақт; l/D - пилалар жойлашиш қадами; U-намлик %; $U_м$ - материал мувозанат намлиги, %.

9.12. Хлорли калийни грануллаш

Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини етиштириш талабларига биноан *KCl* майда (гранула) ҳолатида ишлаб чиқарилиши зарур. Маълумки, грануллаш окибатида *KCl* нинг физик ва агрокимёвий хоссалари яхшиланади, жумладан, юклаш жараёнида чангимайди, ёпишиб қотмайди; сочилувчанлиги ва ўсимликлар томонидан ўзлаштириши ортади.

Грануллланган *KCl*ни сақлаш ва транспортировка (ташиш) қилиш копланган ёки копланмаган ҳолда ерга солишни оддий сочиш мосламаси ёрдамида амалга ошириш мумкин. Кукун ҳолатидаги минерал туз ва ўғитларга қараганда, грануллланган минерал ўғитлар маҳсулотлари бирлик массага кам юза тўғри келади. Шу грануллланган *KCl* минерали ўсимликлар томонидан кўпроқ ўзлаштирилади, яъни кам миқдорда сув билан оқавага ўтиб кетади.

Стандарт талабларига биноан грануллланган *KCl* таркибида -4÷1 мм ли заррачалар 90% ни, <1 ва >4 мм ли заррачалар миқдори эса, 5% дан ошмаслиги керак.

Гранулалар статик ва динамик мустаҳкамлик хоссаси билан характерланади. Статик ёки эзилиш мустаҳкамлиги бир ўқ бўйича сиқиш йўли билан текширилади. Бунинг учун ўлчами 2...3 мм ли 20 та гранула ИПГ-1 асбобида ҳар бир гранула парчалангунга қадар кучланиш бериб эзилади. *KCl* гранулаларининг статик мустаҳкамлиги 1...2 МПа бўлиши шарт.

Динамик мустаҳкамлик минерал ўғит ва тузларнинг едирилишини характерлайди, яъни узоқ муддат давомида ташишга (транспортировка) қилишга яроқлилигини белгилайди. Шунинг учун, мустаҳкамлиги қанчалик юкори ва едирилишга мойиллиги канчалик паст бўлса, траспортировка жараёнида гранулалар шунчалик кам парчаланади. Услубнинг моҳияти қуйидагича: 10 минут давомида ПКПГ-1 асбобининг барабанида минерал ўғит гранулалари аралаштирилганда ўлчами - 4+1мм ли майдаланмаган заррачалар улуши аниқланади. *KCl* нинг динамик мустаҳкамлиги 70% дан кам бўлмаслиги зарур. Галургик усулда олинган майда кристаллик *KCl* ва сильвинитни бойитиб. флотация қилиш усулида олинган майда донадор заррачалар зичлаш (пресслаш) усулида жували прессда грануллланади. Пресслаш жараёнининг биринчи боскичида заррачалар қисман майдаланади ва атомлараро таъсир кучининг масофаси камаяди. Қаттиқ заррачалар деформацияси ва юза қатламида атомларнинг диффузион ҳаракати туфайли заррачалар орасидаги контакт ва молекулалараро таъсир учун шароит яхшиланади. Иккинчи боскичда эса, босим ортиши натижасида заррачаларнинг тўлиқ майдаланиши тугалланади ва материални эгилувчан-кайишкок сиқилиши рўй беради. Заррачалар орасидаги контактлар сони кескин ортади ва натижада прессланган материалнинг ҳажмий мустаҳкамланишига олиб келади. Одатда, кайишкок деформация даврида материал температурасининг ортиш ходисаси юз беради. Кайишкок деформация зонасида юқори босим (20...100 кН/см) ва температураларда заррачалар ўзаро контакт бўлаётган жойда эриб, ёпишиб қолиши мумкин. Прессланган материални совиши ва эритмани кристалланиши туфайли заррачалар орасидаги қўшимча боғланишлар хисобига унинг мустаҳкамлиги ортади. Хлорли калий юқори пластик хоссаларига эга бўлгани учун, уни жўвалар орасидаги масофа 6 мм ва 45 кН/см босимда прессласш мумкин.

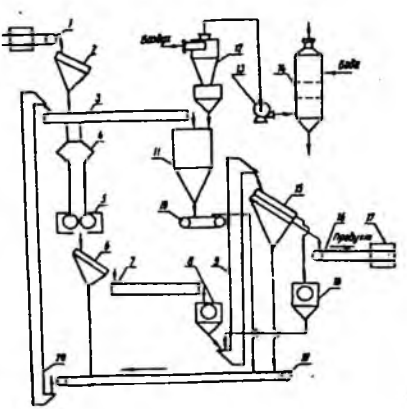
Прессланган плитка (шульпа) лар қалинлигини камайиши прессласш жараёнининг ишунумдорлигини пасайишига, қалинлигини ортиши эса – прессаларнинг мустаҳкамлигини камайишига олиб келади ва зарур синф (класс) даги заррачалар чиқиши камаяди. Прессат чиқишига материал температураси, намлиги ва гранулометрик таркиби катта таъсир кўрсатади. Агар, KCl намлиги 0,5% дан паст ва 100...110°С да кўп прессланган плитка чикади ва юқори мустаҳкамликка эришилади. Амин ва полярлик хоссага эга бўлмаган флотацион реагентлар,

масалан, мазут шульпа мустаҳкамлигини пасайтиради. Тажриба маълумотларига биноан, енгил эрувчан модда (мочевина, аммофос ва аммоний нитратлар 0,25-0,5% миқдорда) лар қўшилиши, *KCl* температурасини ва пресслаш жараёни солиштирма босимини пасайтириш имконини беради.

Тўкма зичлиги 1100...1300 дан 2000 кг/м^3 гача ўсишида 1т *KCl* дан 0,5м^3 ҳавони сиқиб чиқарилади. Ҳавони сикиб чиқариш усули плитка чиқиши ва пресс ишлашига катта таъсир этади. Ҳавони пастга сикиб чиқариш шульпа узилишига, прессни дириллаш ҳолатига ва плиткани кам чикишига сабабчи бўлади. Ҳавони пастдан тепага чиқаришда мавҳум қайнаш қатлами ҳосил бўлади ва натижада пресслаш зонасига материал узатилиши ва қурилма унумдорлиги камаяди. Майда дисперс (-0,063мм) заррачалар кўплиги *KCl* ни пресслаш жараёнини сусайтиради. Ҳом ашёда ўта майин заррачалар кўплиги улар орасидаги боғланиш ҳосил бўлишини осонлаштиради, лекин материалнинг дастлабки зичланиши ва жувалар билан тортилиши кийинлашади.

Прессниг иш унумдорлиги жувалар айланма тезлигига тўғри пропорционал. Агарда, ушбу тезлик катта бўлса, прессланган лента чўзилиб кетади ва бузилади. *KCl* ни пресслашда жувалярнинг оптимал айланма тезлиги 0,8...1,2 м/с. Кристаллик *KCl* ни пресслаш жараёнида шульпанинг энг юкори мустаҳкамлиги (<60 МН/м^2)га ва прессатнинг энг кўп чикиши (70...75%)га эришса бўлади. Флотацион концентрат таркибида 126 г/т гача аминлар бўлганда, унинг прессланиши ёмон: плитка мустаҳкамлиги 42 МН/м^2, тайёр маҳсулот чиқиши – 32...40%. Пресслашга температураси 120°С ва ундан юкори бўлган кукунсимон *KCl* узатилади.

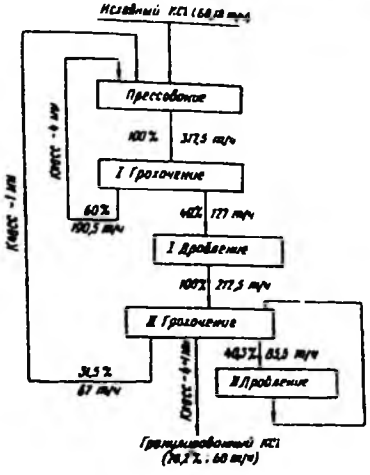
KCl кукуни конвейер 1 ёрдамида эксцентрикли элак 2 га юборилади. Ўлчам 4 мм дан ортиқ бўлган заррачалар тушириб қолдирилади (9.36-расм).



9.36-расм. Пресслаш усулида хлорли калийни грануллаш технологик схемаси.
1,10,16,19-лентали конвейерлар; 2,6,15-элаклар; 3-белчали конвейер; 4-шибер; 5-жували пресс; 7-тебранувчи конвейер; 8,18-майдалагичлар; 9,20-элеваторлар; 11-бункер; 12-циклон; 13-вентилятор; 14-кўпикли ювгич (циклон); 17-лентали тарози.

Тешикли панжара остидаги (-4 мм) маҳсулот занжирли конвейер 3 орқали пресс шахтасига узатилади; сўнг шибер 4 дан ўтиб жували пресс 5 га боради. Ортиқча материал оралиқ бункер 1 га транспортировка қилинади. Олинган плитка 4 мм ни класс бўйича эксцентрик элакда классификацияланади. Тешикли панжара устидаги маҳсулот тебранувчи конвейер 7 ёрдамида майдалагич 8 га юборилади. Панжара ости маҳсулоти конвейер 19 ва элеватор 20 лар орқали жараён бошига қайтарилади. Майдаланган материал элеватор 9 дан элак 15 га узатилади ва у ерда 3 га ажратилади: йирик заррачалар (>4 мм) майдалагич 18 га юборилади ва ундан кейин классификацияга берилади; -4+1мм ли фракция тайёр маҳсулот бўлиб, конвейер 16 ёрдамида омборга транспортировка қилинади, 1 мм ли фракция конвейер 19 га тўкилиб тушади ва у яна пресслашга қайтарилади. Хлорли калий йўқотилишини ва цехнинг чангимаслигини таъминлаш мақсадида ҳамма конвейер, элеватор, элак ва прессларлан ҳаво сўриб олинади. Таркибида 15 г/м^3 чанг бўлган ҳаво циклон 12 тозаланади ва вентилятор 13 орқали ювиб тозалаш учун 14 ҳайдалади, сўнг эса атроф муҳитга чиқариб юборилади. Унумдорлиги 60 т/соат бўлган грануляция бўлимининг моддий оқимлари 9.29-расмда келтирилган. 1 т маҳсулот олинганда грануляция жараёнида *KCl* нинг йўқотилиши 30 кг ни ташкил этади. Электр энергия сарфи 28 кВт·соат ва сув сарфи 0,8 м^3. Маълумки, хлорли калий жували прессларда грануллanади. Пресслаш учун зарур

босим прессниng гидравлик система ёрдамида берилади. Туз зичланиши даврида сиқиб чиқарилаётган ҳаво зонд-кирғич 5 орқали чиқариб юборилади (9.37-расм).



9.37-расм. KCl ни грануллашдаги моддий оқимлар схемаси.

Сиқиб чиқарилган ҳаво миқдори $V_{ҳаво}$ ушбу формуладан аниқланади:

$$V_{ҳаво} = \beta\left(K\frac{Q}{\gamma_{н.т}} - \frac{Q}{\rho_a}\right),\ м^3/с$$

бу ерда β=0,32…0,4 – прессатнинг чиқиш миқдори, улушларда: K=0,85-0,9 – пресслаш коэффициенти; Q – хлорли калий сарфи, кг/с; $\gamma_{н.т}$ ва γ_a KCl тўкма зичлиги (1100-1300 кг/м^3) ва прессат зичлиги (2000 кг/м^3).

Унумдорлиги Q=12,5 кг/с қурилмадан прессат чиқиши β=0,32 бўлганда, 10,001 м^3/с ҳаво сиқиб чиқарилади. Прессат бўйича қурилманинг унумдорлиги $Q_п$ ушбу формуладан топилади:

$$Q_п = \upsilon_{ок} \cdot l \cdot \delta_п \cdot \rho_п \cdot \beta;$$

бу ерда $\upsilon_{ок}$=1…1,2 – жувалар айланма тезлиги, м/с; l – жувалар ишчи эни, м; $\delta_п$=0,006…0,008–плитка қалинлиги, м.

Прессат (пульпа) чиқиши β кўпгина омилларга боғлиқ ва у тажриба асосида танланади.

9.13. Сочилувчан материалларни грануллашга мойиллигини баҳолаш

Маълумки, гранула ҳосил бўлиши билан унинг таркиби зичланиб боради. Шунинг учун, моддаларни грануланишга мойиллик кўрсаткичи сифатида зичланишни ҳисоблаш мумкин. Демак, зичланишга мойиллик, бу моддаларнинг маълум босим остида зичланиш хусусиятидир:

$$\Gamma_1 = \frac{\partial(\rho/\rho_0)}{\partial P} \qquad (9.42)$$

Ундан ташқари, моддаларнинг зичланишга мойиллиги уларнинг шаклланишга мойиллиги билан ҳам ифодаланади. Шаклланишга мойиллик бу шундай хусусиятки, бунда модда прессланиб грануланиш натижасида олган шаклини сақлаш қобилиятидир:

$$\Gamma_2 = \frac{\partial\sigma}{\partial P} \qquad (9.43)$$

Турли маҳсулотларни грануланишга мойиллик кўрсаткичи сифатида грануланишга мойиллик коэффициенти қўлланилади:

$$K_1 = \frac{(\rho/\rho_0)}{P_{пл}};$$

$$K_2 = \frac{\sigma}{P_{пл}} \qquad (9.44)$$

бу ерда ρ ва ρ_0 - материалнинг оралиқ ва бошланғич зичликлари, т/м^3; σ -эзиш даврида грануланинг мустаҳкамлиги, Па; $P_{пл}$-зичланиш босими, Па.

Агарда, материалнинг зичланиш қобилияти K_1 қанча юқори бўлса, унинг шунчалик шаклланиш қобилияти K_2 яхши бўлади.

Материалларни грануллашишга мойиллигини баҳолаш уларнинг зичланиш ва шаклланиш қобилиятлари бўйича классификация қилиш имконини беribгина қолмай, балки ушбу материал учун энг ишончли ва яроқли грануллаш усулини тавсия этиш имконини беради. Қанчалик K_1 ва K_2 юқори бўлса, шунчалик кичик кучланишларда гранулаларнинг зичланиш даражаси юқори бўлади. Демак, ушбу шароитларда юмалатиб грануллаш усули тавсия этилиши мумкин. Агар, модданинг грануллашга мойиллиги кичик бўлса, унда грануллаш учун катта кучланишлар талаб қилинади. Масалан, пресслаш ёки боғловчи модда қўшиб юмалатиб грануллаш.

Грануланишга мойиллик материалнинг физик хоссалари ва ҳолат параметрлари (температура t, намлик W, гранулометрик таркиб R, pH ва ҳоказо) га катта боғлиқ.

9-6 жадвалда баъзи бир кимёвий махсулотларнинг грануланишга мойиллиги ва тавсия этиладиган грануллаш усуллари келтирилган.

9-6 жадвал

№ т/р	Материал номи	$K_1 \cdot 10^{-3}$	K_2	W, %	T, °C	Усул
1	Фосфогипс	1.0	0,008	20	20	боғловчи модда қўшиб пресслаш ёки грануллаш
2	Хлорли калий	0.8	0,01	0,05	20	-
3	Суперфосфат	1,0	0,011	2,5	20	-
4	Аммофос	2,07	0,028	0,8	20	юмалатиб грануллаш
5	Нитроаммофос калийли ўғит	1,23	0,027	0,3	20	пресслаш
6	Мочевина	0.8	0,07	0.3	20	эритмани пуркаш

9-боб. Грануллаш ва пресслаш бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Пресслаш нима?
2. Босим остида сувсизлантириш орқали нимага эришилади?
3. Брикетлаш қандай жараён?
4. Шакллантириш нима?
5. Гидравлик пресс тузилиши, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
6. Кия шнекли пресс конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
7. Вертикал шнекли пресс конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
8. Ротацион пресс конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
9. Икки шнекли шакллантириш прессининг ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
10. Бир шнекли экструдер конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
11. Грануллаш қандай жараён?
12. Грануллаш жараёни қандай боскичлардан таркиб топган?
13. Қаттиқ материалларни юмалатиб грануллаш жараёнининг физик асослари.
14. Тарелкали гранулятор конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
15. Мавҳум кайнаш катламли гранулятор ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
16. Барабанли гранулятор конструкцияси, ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
17. Турбопарракли гранулятор ишлаш принципи, афзаллик ва камчиликлари.
18. Грануллашга мойилликни баҳолаш коэффициентларини ёзинг.
19. Грануляторларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.

10 - боб

ТЕХНОЛОГИК ТРУБАЛАР

10.1. Технологик трубалар ва уларнинг категорияси

Кимё саноати корхоналаридаги технологик қурилмаларнинг ажралмас қисми бўлиб технологик труба қувурлари ҳисобланади. Технологик қувурлар цех ичидаги ва цехлараро қувурларга бўлинади. Цех ичидаги айрим қурилмаларни, машина ва ускуналарни бирлаштирувчи труба қувурлари, цехлараро эса – турли цехлардаги қурилмаларни бирлаштирувчи трубалар киради. Жойлашишига қараб, ер ости ва ер устидаги труба қувурлари бўлади. Ер устида жойлашган труба қувурлари кенг тарқалган, чунки уларни техник назорат қилиш осон.

Технологик труба қувурлари бир қатор элементлар ўзаро ажралмас ва ажралувчан бирикмалар билан бирлаштирилган труба, труба деталлари ва арматуралардан таркиб топган.

Труба қувурларини лойиҳалаш, стандарт ва нормалар асосида труба қувурлари элементларини танлашдан иборат. Танлашда асосан труба қувурининг иккита характеристикаси катта аҳамиятга эга: шартли ўтиш диаметри ва шартли босим.

Труба ёки арматурадаги муҳит ўтиши учун мўлжалланган тешикнинг номинал диаметри – шартли ўтиш диаметри ёки шартли диаметр дейилади ва у D_y деб белгиланади. Агар, труба қувурининг исталган иккита элементи бир хил D_y га эга бўлса, унда уларнинг кўндаланг кесим юзалари ва бирлаштирувчи ўлчамлари ҳам бир хил бўлади. Шартли диаметр қатори Давлат Стандарти томонидан белгиланган. Технологик қувурларда кенг қўлланиладиган труба ва арматуралар учун қуйидаги труба шартли диаметрлари (мм) тавсия этилган: 3; 5; 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 200; 2400; 3000; 3400; 4000.

20°С температурали муҳитнинг максимал муҳитнинг ортиқча босимида труба ва труба қувурлари элементларини хавфсиз ва узоқ муддатли эксплуатациясини таъминловчи босим – бу шартли босим P_y.

200°С температурагача муҳитнинг шартли босими ва ишчи босими бир-бирига мос тушади. Ундан юқори температурада шартли босим қиймати ишчи босим қийматидан катта бўлиши керак.

Давлат стандарти қуйидаги шартли босимлар қаторини белгилаган (МПа): 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 64; 80; 100.

Ишлаш шароитига қараб гуруҳларга бирлаштириш учун қуйидаги 3 асосий параметр бўйича классификация қилинган: ишчи босим; ишчи температура; муҳит хоссалари ва параметрлари.

Узатилаётган муҳит хоссаларига қараб труба қувурлари 5 гуруҳга (А, Б, В, Г, Д), муҳит параметрлари (босим ва температура)га қараб 5 та категорияга бўлинади (I, II, III, IV, V).

А – Д гуруҳ труба қувурлари: суюқ ва газсимон заҳарли маҳсулотлар учун;

Б – ёнувчан ва фаол газлар, ёнувчан ва енгил аланга олувчан суюқликлар учун;

В – ўта қизиган сув буғи учун;

Д – ёнмайдиган газ, суюқлик ва буғлар учун.

Ҳар бир гуруҳ ичида, труба қувурлари яна категорияларга ажратилган. Чунончи. Б гуруҳида 350-700°С да енгил аланга олувчи суюқликлар учун I категорияли труба қувури зарур. - 150 дан +120°С температурагача IV категорияли труба қувури керак. Ҳар бир категория труба қувурлари учун лойиҳалаш, монтаж, эксплуатация ва таъмирлаш нормалари ўрнатилган.

10.2. Трубалар, бирлаштириш деталлари, компенсатор ва таянчлар

Технологик қувурларда пайвандланган ва чоксиз пўлат трубалар кўп миқдорда ишлатилади. Пайвандланган трубалар бўйлама ёки спиралсимон чокли бўлади ва улар пухталиги чоксиз трубаларникидан анча паст. Чексиз трубалар асосан заҳарли, портловчи ва коррозион фаол моддаларни, қолган ҳолларда эса – пайвандланган трубалар қўлланилади.

Пўлат трубалар турли маркали пўлатлардан ясалади. Кенг кўламда қўлланиладиган трубалар Ст.10 ва Ст.20 маркали пўлатдан, махсус трубалар эса – легирланган. юкори легирланган, кислота

бардош ва иссиқликка бардош пўлатлардан ясалади. Ундан ташқари, чўян, мис, латун, қўрғошин, керамика, алюминий, титан, стеклопластик, шиша, фарфор, пластмасса ва бошқа материаллардан тайёрланиши мумкин. Хозирги кунда рангли металл ва қўрғошиндан ясалган трубалар пластмассадан қилинган трубаларга алмаштирилган. Охирги пайтда винипласт, фаолит, полиэтилендан ясалган трубалар кенг миқёсда ишлатилмоқда. Бу трубалар агрессив муҳитларга ўта бардош, лекин муҳит температураси ортиши билан қўллаш чегараси камаяди. Масалан, винипласт трубаларни 40°С гача, полипропилен трубаларни 100°С гача ва фаолитдан ясалган трубаларни 110°С гача қўллаш мумкин.

Ҳозирги кунда кимё ва бошқа саноатларда титан трубалар кенг кўламда ишлатилмоқда. Худди шундай, труба ички қисм полиэтилен, винипласт, эмаль, шиша ёки резина билан копланган трубаларни ишлаб чиқариш яхши йўлга қўйилган.

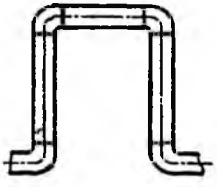
Бирлаштирувчи деталларга турли конструкцияли тирсаклар, бир диаметрдан иккинчисига ўтувчи мосламалар, тройниклар ва бошқалар киради. Одатда, труба қувурларининг элементлари (тирсаклар, трубалар) бир-бирига пайвандлаб бирлаштирилади.

Агарда, трубаларни пайвандлаш мақсадга мувофиқ бўлмаса, унда трубалар фланецли бирикмалар ёрдамида бирлаштирилади. Кўпинча, пайвандланган фланецлар қўлланилади. Резьбали фланецлар асосан юқори босимли труба қувурларида ишлатилади.

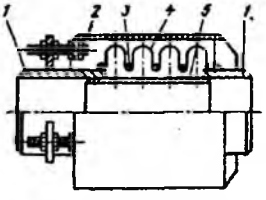
Маълумки, атроф муҳит ва труба оркали узатилаётган муҳит температуралари ўртасидаги фарқ катта бўлса, труба қувурлари температура деформацияси дуч келади. Одатда труба қувурлари узун бўлади ва ишлаб чиқаришда умумий температура деформациясининг миқдори катта бўлиши мумкин. Натижада, труба узилиши ёки шишиб қолиш ҳоллари рўй беради. Шу сабабли, ушбу деформацияларни компенсация қилиш зарур.

Технологик труба қувурларидаги температура деформацияларини бартараф қилиш учун П-симон, линзали, тўлқинсимон ва сальникли компенсаторлар ишлатилади.

Труба қувурларининг диаметридан қатъий назар ер устидаги конструкцияларда П-симон компенсаторлар жуда кўп ҳолларда қўлланилади (10.1 - расм).



10.1-расм П-симон компенсатор.



10.2 -расм. Тўлқинсимон компенсатор.
1-патрубка; 2–қобиқ; 3-халқа;
4- гофрирланган элемент; 5-стакан.

Бу турдаги мосламалар компенсация қилиш қобилияти катта, исталган босимларда ишлатиш мумкин. Лекин, улар қўпол ва махсус таянчлар ўрнатилишини талаб қилади. Одатда, улар горизонтал ҳолатда жойлаштирилади ва дренаж мосламаси билан таъминланади.

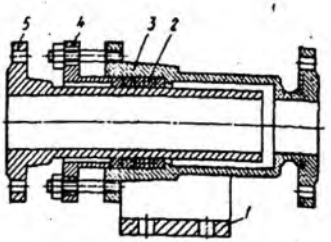
Ишчи босим 1,6 МПа бўлган газ қувурларида линзали компенсаторлар ўрнатилади.

Тўлқинсимон компенсаторлар босими 6,4МПа гача бўлган агрессивмас ва ўртача агрессив муҳитлар ўзатиладиган труба қувурларида ишлатилади (10.2-расм).

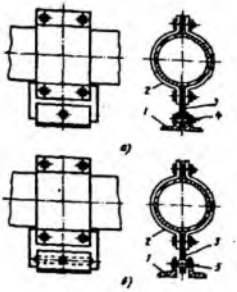
Бундай компенсатор патрубка 1 га пайвандланган гофрирланган элемент 4 дан таркиб топган. Чегараловчи халқа 3 элемент шишиб кетиш ва элемент деворининг эгилиш олдини олади. Элемент ташқи томони-қобиқ 2 ёрдамида химояланган. Компенсатор гидравлик каршилигини камайтириш учун ички томонида стакан 5 ўрнатилади.

Чўян ва металлмас материаллардан ясалган труба қувурларида сальникли компенсаторлар ўрнатилади (10.3-расм). Ушбу компенсатор таянч 1 га маҳкамланган - кобиқ 3 , зичловчи кистирма 2 ва грундбукса 4 дан таркиб топган. Температура деформациясини компенсация қилиш - қобиқ 3 ва труба 5 ларнинг силжиши туфайли амалга ошади.

Бу турдаги компенсаторлар жуда катта температура деформацияларини компенсация кила олади. Лекин, зичлаш қийин бўлгани учун ёнувчан, заҳарли ва суюқ газларни узатишда ишлатиб бўлмайди.



10.3 – расм. Салынкли компенсатор
1-таянч; 2-зичловчи кистирма;
3-қобиқ; 4-грундбукса; 5-труба



10.4 – расм. Труба учун таянчлар.
1-утолъник; 2-хомут; 3-ясси пластина; 4-болт; 5-ғилдирак.

Труба қувурлари таянчларга ўрнатилади. Улар орасидаги масофа труба диаметри 250 мм бўлса, таянчлар орасидаги масофа 3…6 м га тенг қилиб ўрнатилади.

Таянчлар қўзғалмас (10.4а-расм) ва ҳаракатчан (10.4б-расм) бўлиши мумкин. Ҳаракатчан таянчлар температура деформацияси яхши компенсация қилади. Қўзғалмас таянчларда утольник 1, хомут 2 ва ясси пластина 3 ўзаро мустаҳкам бириктирилган. Ҳаракатчан таянчларда болт 4 ўрнига ғилдирак 5 ўрнатилган. Ушбу ролик таянч пластина текшигида эркин ҳаракат қилади. Бундай таянчларни вақти-вақти билан мойлаб туриш керак.

Фланецли бирикмалар. Фланецлар труба қувурлари, арматура ва қурилма қобиқларини бир-бирига бирлаштирувчи ажралувчан бирикмаларининг асосий қисмидир. Фланец диск кўринишида бўлиб, четларида айлана бўйлаб бириктирувчи болтлар учун тешиклар қилинган. Думалоқ дискларни ясаш осон бўлганлиги учун асосий фланецлар ушбу шаклли қилиб ясалади. Махсус шароитларда бошқа шаклдаги (учбурчак, тўртбурчак) фланецлар конструктив ёки технологик шароитлардан келиб чиққан ҳоллардагина қўлланиши мумкин. Қуйма қурилмаларда фланец қурилма қобиғи билан битта, яхлит қилиб тайёрланади. Пайвандланадиган қурилма ва труба қувурлари учун фланецлар штамповка ёки механик ишлов бериш йўли билан ясалади ва сўнг трубага ёки обечайкага пайвандлаш усулида бириктирилади. Зарур бўлган ҳолларда трубага фланецни резьба ердамида ҳам улаш мумкин. Фланц конструкцияси ва материали унинг ишлаш шароити ва муҳитига боғлиқ. Шунинг учун фланецлар ГОСТ ёки нормалар асосида шартли босим, температура ва муҳитнинг агрессивлигига қараб танланади. ГОСТ, ОСТ ёки нормаларда фланец типи, ўлчамлари ва шартли белгиланиши ҳам берилади. Масалан, нефт маҳсулотлари учун ишчи босим қанча бўлишидан қатъий назар, 1,6 МПа дан юқори босимга ҳисобланган фланецлар қўлланилади.

Конструкциясига қараб фланецлар патрубка ёки обечайкага маҳкамланишига қараб фарқланади. Ўзаро фланецлар зичловчи кистирма ёрдамида бириктирилади. 10.5 - расмда фланецларни патрубкага пайвандлаш усуллари кўрсатилган.

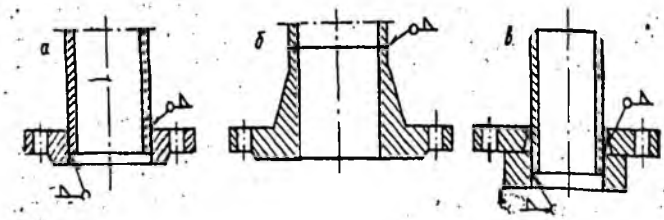
Энг оддий – ясси пайвандланган фланецлар бўлиб, температура 300°С ва шартли босим 2,5 МПа гача бўлган шароитда ишлатилади. Учма-уч пайвандланган фланецлар исталган босим ва температурали муҳитларда қўлланиши мумкин. Халқада эркин айланувчи фланецлар шартли босим 2,5 МПа гача бўлган шароитларда ишлатилади.

10.6-расмда фланецларнинг бирлашувчи юзаларининг энг кўп қўлланиладиган шакллари кўрсатилган.

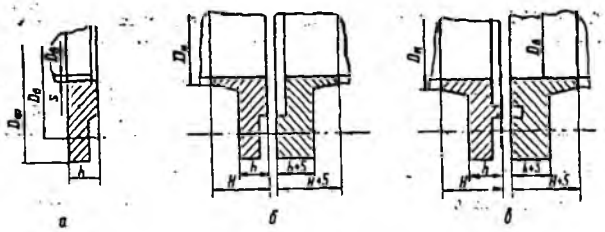
Ясси юзали, тўртбурчак кўндаланг кесимли қистирмали фланец бирикмаси шартли босим 2,5 МПадан ошмаган шароитларда ишлатилади. Ботиқ-бўртиқ юзали, тўртбурчак кўндаланг кесимли қистирмали фланецлар (б) эса – 4 МПа гача; Шип-паз юзали, тўртбурчак ёки думалоқ кўндаланг кесимли қистирма билан зичланган фланецлар (в) эса – 6,3 МПа гача бўлган ҳолатларда қўлланилади. Агар, босим 6,3 МПа дан ортиқ булса, эллипс ёки саккиз бурчак кўндаланг кесим шаклли метал қистирмалар ишлатилиши зарур; бундай ҳолларда фланец бирлашувчи юзаларида бир хил, фасонли ариқчалар қилинади.

Агарда, эксплуатация шартлари бўйича қистирма қўллаб бўлмаса, унда фланецлар бирлашувчи юзалари орасини зичлаш махсус обтюрация усулида амалга оширилади. Бунда

бирлашувчи юзаларга маълум шакл ва алоҳида механик ишлов (шлифовка) берилади. Ушбу юзалар ясси, сферик ёки конуссимон бўлиши мумкин.



10.5 - расм. Фланецлар конструкцияси.
а – ясси пайвандланган; *б* – учма-уч пайвандланган;
в – пайвандланган халқада эркин айланувчи.



10.6 - расм. Фланецлар бирлашувчи юзаларининг шакллари
а – ясси; *б* – бўртик-ботиқ; *в* – шип-паз.

Кистирмалар турлари. Фланецли бирикмани зичлаш учун одатда улар орасига кистирмалар ўрнатилади. Кистирма пластик, эластик, мухитга бардошли, эксплуатация даврида мустаҳкам ва узоқ муддат хизмат қилиши керак. Кистирма материали ва тури эксплуатация шароити – босим, температура ва мухит хоссаларидан келиб чиққан ҳолда танланади. Кистирма ўлчами ва шакли фланецларнинг бирлашиш юзаси конфигурациясига боғлик.

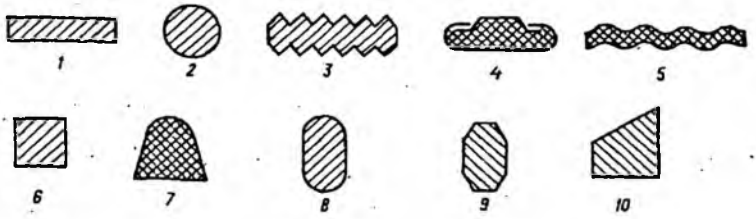
10-1 жадвалда қурилмасозликда ишлатиладиган кистирмалар материаллари келтирилган.

10-1 жадвал

Т/р	Материал	Параметрларнинг тавсия этиладиган чегаралари		
		D_y, мм	P_y, МПа	t, °C
1.	Картон, резина	3000 гача	0,6 гача	-300 дан +100 гача
2.	Резинали мато	3000 гача	1,0 гача	-30 дан +100 гача
3.	Асбестли картон	3000 гача	1,6 гача	+500 гача
4.	Пластикат. полиэтилен	3000 гача	4,0 гача	-30 дан +60 гача
5.	Паронит	3000 гача	10,0 гача	-200 дан +400 гача
6.	Фторопласт	1000 гача	10,0 гача	-200 дан +250 гача
7.	Алюминий. мис, латунь. монель, кўрғошин, никель	800 гача	40,0 гача	-200 дан +300 гача
8.	Углеродли. легирланган ва юқори легирланган пўлатлар	1600 гача	20,0 гача	-200 дан +540 гача

10.7-расмда энг кўп қўлланиладиган кистирмаларнинг кўндаланг кесимлари келтирилган. Тўғри тўртбурчак шаклли кистирмалар исталган материалдан ясалиши мумкин. Думалоқлар – металлдан; эллипс ва саккиз бурчакли кўндаланг кесимли, гофрирланган кистирмалар эса – пўлатлардан ясалади.

Алюминий, мис, латунь, никель, монель қобиқли асбест, картон, ясси ва гофрирланган кистирмалар жуда кўп қўлланилади ва саноатда кенг тарқалган. Одатда, улар мухит температураси 540°С ва босим 6,3 МПа гача бўлган қурилмаларда ўрнатилади. Ундан ташқари, нометал қобиқли металдан ясалган комбинацилашган кистирмалар ҳам қўлланилади. Бундай ҳолларда кистирма қобиғи фторопласт пленкадан қилинади, чунки у фланец бирлашувчи юзасининг ҳамма нотекисликларини тўлдириб туради.



10.7 - расм. Кистирмаларнинг кўндаланг кесимлари.

1 – ясси ; 2 – думалоқ; 3 – гофрирланган; 4,5 – комбинациялашган (метал қобиқли); 6 – квадрат; 7,8,9,10 – фасонли металлдан.

Қистирмаларни турли муҳитларда қўллаш соҳалари 10-2 жадвалда келтирилган

10-2 жадвал

Т/р	Мухит	Чегаравий ишчи босим, МПа	Чегаравий температура, °С	Кистирма
1.	Нефт (хом-ашё) ва нефт маҳсулотлари	1,0	40	Мойланган картон
		5,0	450	Паронит
		10,0	300	Гофрирланган алюминий кобикли асбест
		6,4-40,0	550	0Х18Н9 ёки Х18Н9Т пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
2.	Агрессив буғ ва газлар	0,6	300	Асбестли картон
		2,5	300	Паронит
		15,0	450	Гофрирланган 0Х18Н9 ёки Х18Н9Т пўлат кобикли асбест
		6,4-40,0	550	0Х18Н9 ёки Х18Н9Т пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
3.	Ҳаво ва нейтрал газ	0,3	30	Резина
		10,0	300	Гофрирланган алюминий кобикли асбест
		6,4-40,0	550	0Х18Н9 ёки Х18Н9Т пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
4.	Сув буғи (тўйинган ва ўта қизиган)	0,4	150	Графитланган асбестли картон
		5,0	450	Паронит
		6,4-40,0	550	0Х18Н9 ёки Х18Н9Т пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
5.	Концентрланган H_2SO_4 (40% гача)	0,3	65	Резина
		0,6	50	С2 турдаги қўрғошин
		0,6	100	Кислотабардош асбестли картон
6.	Аммиак ва ишқор эритмалари	0,15	400	Графитланган асбестли картон
		4,0	300	Паронит
		6,4-40	550	Армко темирдан, эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма

Металл ва комбинациялашган қистирмаларни танлашда, фланец ва кистирма гальваник жуфтликни ҳосил қилмаслигини инобатга олиш керак, бўлмаса зичланувчи юзада интенсив равишда электрокимёвий коррозия бошланади.

Болт ва шпилькаларни ҳисоблаш. Фланецли бирикмалар учун болт (шпилька)лар ва гайкалар нормаллашган ва стандартлашган бўлиши керак. Фланецли бирикма лойиҳаланаётганда

қуйидаги тавсияларни инобатга олиш керак: болт (шпилька) диаметри имкон доирасида кичик бўлиши керак, лекин 10 мм дан кам бўлмаслиги даркор; болтлар орасидаги масофа $(2,5\text{-}5)\cdot d_б$ бўлиши керак; болтлар иложи борича зичланиш юзасига якин бўлиши мақсадга мувофиқ. Болт узунлиги фланецли бирикма йиғилгандан сунг, яъни гайка қуйилиб, тортилгандан сўнг гайка устидан яна $(2,5\text{-}5)\cdot d_б$ масофага чиқиб туриши керак.

Муҳит босими остидаги фланецли бирикма болтига тушаётган юклама қуйидагича топилади:

$$Q_б = \frac{\pi}{4}(D_в + \frac{2}{3}b)^2 \cdot P + \pi \cdot D_c \cdot b_0 \cdot m \cdot P \qquad (10.1)$$

бу ерда $Q_б$- болтларга тушаётган умумий юклама; $D_в$-кистирма ички диаметри; b – кистирма калинлиги; P – муҳит ишчи босими; D_c-кистирма ўртача диаметри $(D_в=D_в + b)$; b_o – кистирманинг ҳисобий қалинлиги, унинг конструкциясига қараб аниқланади; ясси кистирмалар учун b <0,012 м бўлганда $b_o= b$; b >0,012 м бўлганда $b_o= \sqrt{b}$; эллипс шаклидаги кистирмалар учун $b_o= b/4$; m – кистирмага таъсир этаётган солиштирма босим коэффициенти; ясси асбест ёки асбест композицияли кистирмалар учун m=2,5; гофрирланган метал қобиқли асбест кистирма учун m=3; алюминий кистирма учун m=4; юмшоқ пўлат кистирма учун m=5,5.

Муҳит босими остида бўлмаган, лекин фланецли бирикмани ишончли зичланишини таъминловчи болтларга тушаётган юклама миқдори қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q_б' = \frac{\pi \cdot D_c \cdot b_o \cdot q_{пр}}{2} \qquad (10.2)$$

бу ерда $q_{кр}$ – кистирма юзасига тушаётган босим: ясси асбест ёки асбест композицияли кистирма учун $q_{кр}$ =30; гофрирланган метал қобиқли асбест кистирма учун $q_{кр}$ =40; алюминий кистирма учун $q_{кр}$ =70; юмшоқ пўлат кистирма учун $q_{кр}$ =125.

$Q'_б$ ва $Q_б$ юкламаларидан энг каттаси ҳисоблашлар учун олинади. Тўртга карра (4,8,12,16 ва х.) болтлар сонини танлаб, битта болтга тушаётган юклама (МН) аниқланади:

$$q_б = \frac{Q_б}{n_б} \qquad \text{ёки} \qquad q_б = \frac{Q_б'}{n_б} \qquad (10.3)$$

Болт ёки шпилька резьбасининг ички диаметри d_1 ушбу тенгламадан топилади:

$$q_б = \frac{\pi \cdot (d_1 - C_1)^2 \cdot \sigma_{доп}}{4} \qquad (10.4)$$

бу ерда C_1–конструктив қўшимча, C_1=0,001…0,002; $[\sigma]$– 4-5 каррали мустаҳкамлик захирасида рухсат этилган кучланиш.

Болт ёки шпилька диаметри ГОСТ тўғри келиши керак. Шунинг учун, болт диаметрини (10.4) формуладан аниқлангандан сўнг, $q'_б$ топилади. Болтларга тушаётган максимал юклама ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$Q_{max} = n \cdot q_б' \qquad (10.5)$$

Фланец параметрлари (диск қалинлиги, пайвандлаш чоклари) ҳисобий юклама $Q_р$ га нисбатан аниқланади:

$$Q_р = \frac{Q_{max} + Q_{бmin}}{2} \qquad (10.6)$$

бу ерда Q_{pmax}-(10.1) ва (10.2) формулалар ёрдамида ҳисобланган кучланишларни энг каттаси.

10.3. Труба қувурлари арматураси

Труба қувурлари, қурилма, идишларда ўрнатиладиган ва ишчи мухит оқимларини бошқаришни таминлайдиган мосламалар арматура деб номланади.

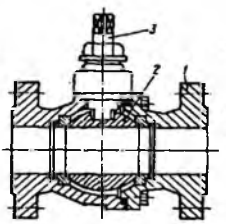
Функционал иш бажаришга қараб арматура қуйидаги классларга бўлинади: (ёпувчи) арматура, мухит оқимини тўхтатувчи; ростловчи арматура, мухит параметрларини ўзгартирувчи; сақловчи арматура, системада босим ортишини тўхтатувчи; ҳимояловчи арматура. тўсатдан мухит параметрларини ўзгариши туфайли қурилмаларни бузилиш олдини олувчи, фаза ажратувчи арматура – буғ ва газ қувурларидан конденсатни чикариб турувчи.

Исталган класс арматураси 3 та асосий элементдан таркиб топган: -кобик, узатма ва ишчи орган. Ишчи орган эгарсимон асос ва унга нисбатан айланувчи золотникдан тузилган.

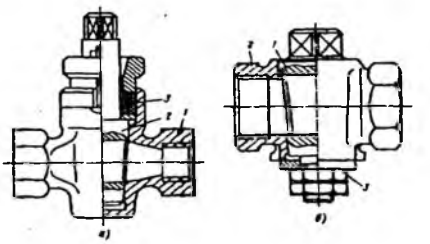
Арматура трубага фланец, муфта ёрдамида ёки пайвандлаб махкамланиши мумкин. Кимё саноатида асосан фланецли арматура кенг тарқалган. Труба қувурлари диаметри 80 мм дан кам бўлганда муфтали арматура ишлатилади. Бундай қувурларда нейтрал ва ёнмайдиган мухитлар узатилади. Бирлаштириш усулига қатъий талаб қўйилганда пайвандланувчи арматурани қўллаш мақсадга мувофиқ. Қобиқнинг конструкциясига қараб ўтиш арматураси ва бурчакли арматураларига бўлинади. Ўтиш арматурасида мухит ўз йўналишини ўзгартирмасдан ҳаракатланса, бурчакли арматурада эса - ҳаракат йўналиши 90° га узгаради.

Арматура ишчи қисмини - қобиққа зичлаш усулига қараб сальникли. сильфонли ва мембранали арматурага бўлинади. Ишчи орган узатмаси конструкциясига қараб арматуралар қуйидаги ча бўлади: автоматик; бошқарилувчи (электр, пневмо узатмалар ёрдамида).

Тиқинли арматура. Кўп серияли қилиб қуйидаги тиқинли арматуралар ишлаб чикарилади. Затворлар шарсимон ва пробкасимон кранларга бўлинади. Шарсимон кран -кобик 1, шарсимон тиқин 2 ва шпиндел 3 лардан иборат (10.8 - расм). Тиқинли кранлар зичлаш усулига қараб сальникли ёки тортилувчан бўлади. Сальникли кранда пробка 2 ва -кобиқ 1 лар конуссимон юзасида зарур зичлаш босимини сальник 3 ни сикиб ҳосил қилинади.

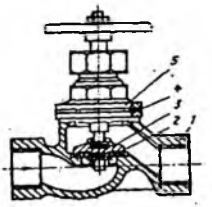


10.8-расм. Шарсимон кран.
1-қобиқ, 2-шарсимон; 3-шпиндел.

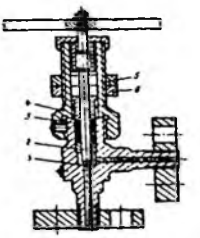


10.9-расм. Пробкали кранлар
1-қобиқ, 2-конуссимон пробка; 3- сальник.

Кранлар кичик ўлчамли, ихчам ва гидравлик қаршилиги кам бўлади. Уларни, труба қувурларида исталган ҳолатда ўрнатиш мумкин. Лекин, вақти-вақти билан уларни мойлаб туриш керак, бўлмаса -қобиққа «ёпишиб» қолиши мумкин.



10.10-расм. Ўтказувчи вентил.
1-кобик, 2-зичловчи халка; 3-золотник, 4-кистирма; 5-қопқок.



10.11-расм. Тиқинли, бурчакли вентил.
1--қобиқ, 2-игна; 3-сальникнинг зичловчи материал стойка, 5-контр гайка; 6-сикувчи гайка.

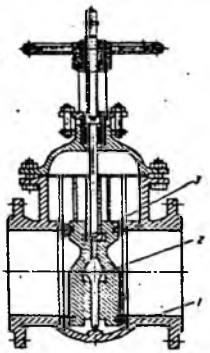
Тортилувчан кранларда пробка 1 ни қобиқ 2 да зичлаш гайка 3 ни бураш йўли билан амалга оширилади (10.9б-расм). Ушбу кранлар мегапаскалнинг юздан бир улушларидан юқори бўлганда зарур зичлашни таъминлай олмайди. Шунинг учун, кимё саноатида бундай кранлар камдан кам ишлатилади.

Кранни тезда ёпиш мумкин. Шу сабабли, труба қувурларида гидравлик зарба ҳосил бўлади. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, буғ ва иссиқ суюқлик узатувчи труба қувурларида кўллаш мумкин эмас, чунки қобиқ деформацияланади ва тиқин унга ёпишиб қолиши мумкин.

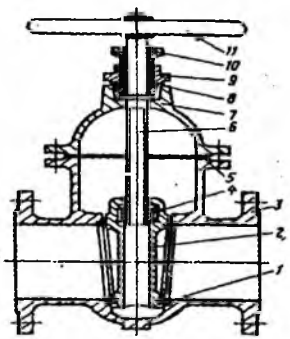
Кранлар чўян, пўлат ва латундан тайёрланади. 10.10–расмда золотникда ўрнатилган фторопласт (чарм ёки резина) зичловчи ҳалқали 2 ўтказувчи вентил конструкцияси келтирилган. Қобиқ 1 ва -қопқоқ 5 лар ўзаро паронит қистирма 4 ёрдамида зичланади. Сальник остига эса асбест арқондан қилинган қистирма қўйилади.

Тиқинли, бурчакли вентиллар улчаш системасида тиқинли элемент ва юқори босимли синтез қурилмаларида, модда олувчи системаларда ишлатилади (10.11 - расм).

Ушбу вентилларни исталган ҳолатда ўрнатиш мумкин, фақат муҳит золотник остидан кириши керак. Бунда, «ёпиқ» ҳолатида шпиндел сальники босим остида булмайди. Шунда, сальник таъмирлаш труба қувуридаги суюқликни тўкмасдан олиб борса бўлади.

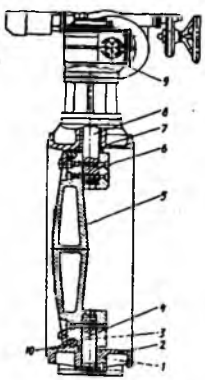


10.12-расм. Ҳаракатчан шпинделли параллел задвижка
1-қобиқ; 2-пона; 3-шибер.

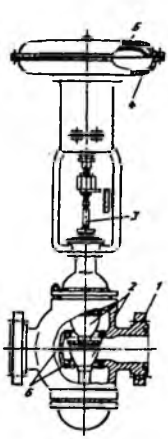


10.13-расм. Кўзгалмас шпинделли понасимон задвижка.
1-эгар; 2-пона; 3-қобиқ; 4-ҳаракатчан гайка; 5,8-қистирма; 6-шпиндел; 7-қопқоқ; 9-сальник; 10-гайка; 11-маховик.

Вентилларни қўллаш соҳаси жуда кенг. Уларни буғ ва сув қувурларида, қаттиқ заррачалари йўқ суюқликларни узатиш линияларида ўрнатилади. Агарда, суюқлик таркибида қаттиқ заррачалар бўлса, унинг зичланишига ёки ёпилишига ҳалақит беради.



10.14-расм. Дискли заслонка (тўсиқ).
1,7-подшипниклар; 2-қобиқ, 3-сикувчи ҳалқа; 4-ўқ; 5-диск; 6-штифт; 8-вал; 9-электр узатма; 10-резинали ҳалқа.



10.15-расм. Мембранали ижрочи механизмли ростловчи клапан.
1-қобиқ, 2-затворлар; 3-шток; 4- ижрочи механизм, 5- мембрана; 6-эгар.

Задвижкаларда диск ёки пона шаклидаги затвор зичланувчи юза бўйлаб ҳаракатланади. Муҳит оқими затворга нисбатан перпендикуляр йўналишда бўлади. Трубада муҳит босими паст бўлса, параллел задвижкалар, босим юқори бўлса – понасимон задвижкалар ўрнатилади.

Параллел задвижкаларда ёнувчи орган бўлиб 2 бўлакдан иборат шибер хизмат қилади. Иккала шибер орасида пона 2 ўрнатилган. Агар, пона пастга тушса, шибер иккала бўлагини йиғади ва зичловчи юзага сиқади (10.12-расм).

Понасимон задвижкаларда пона 2 пастга туширилса ёки юқорига кўтарилса, эгар 1 нинг зичловчи ҳалқалари бўйлаб ҳаракатланади ва задвижкани ёпади ёки очади. Шпиндел 6 айлантирилганда понани илгарилама ҳаракатлантиради. Шпиндел сальник ёрдамида зичланади (10.13 - расм).

Задвижкалар очиш ёки ёпиш учун шпиндел жуда кўп айлантирилиши керак. Шунинг учун, катта диаметрли задвижкалар электр узатма ёрдамида очилади ёки ёпилади. Параллел задвижкалар, одатда сув узатиш қувурларида ўрнатилади ва улар пневмо- ёки гидроузатмали қилиб тайёрланади.

Суюқлик оқимига перпендикуляр ўқда айланувчи диск кўринишидаги затворли задвижка – заслонка дейилади. Бу турдаги мосламалар муҳитнинг босими паст ва тиқинли органнинг зичланишига талабалар юқори бўлмаганда, ҳамда катта диаметрли труба қувурларида ишлатилади.

Заслонкалар қўл ёрдамида, гидро-, пневмо- ёки электр узатмалар ёрдамида бошқарилади.

10.14-расмда сув қувурларида ўрнатиладиган пўлат дискли заслонка (тўсиқ) келтирилган. Ушбу мослама вертикал ва горизонтал труба қувурларида урнатиш мумкин. Унда ишчи орган бўлмиш диск 5 ўқ 4 атрофида айланади.

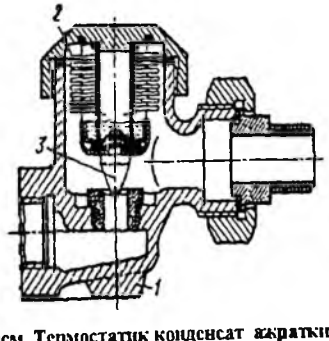
Сиқувчи халқа 3 диск арикчасига қўйилган резина қистирма 10 ни маҳкамлайди ва унинг ёрдамида зичланади.

Ўқ 8 нинг ҳаракатчан бирлашмаси - қобиқ 2 билан сальник оркали зичланади.

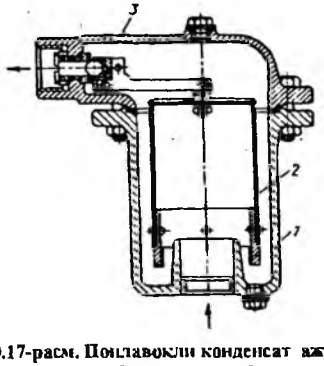
Ростловчи арматура-бу аввалам бор, ростловчи клапан ва вентил, аралаштирувчи клапан, редукцияли клапан ва сатҳ ростлагичлардир. Автоматик ростлаш системаларида ростловчи клапан муҳит сарфини бошқаради. 10.15-расмда мембранали ижрочи механизмли ростловчи клапан келтирилган. Клапанни бошқариш масофавий: импульс бевосита ижрочи механизм 4 нинг мембранаси 5 га узатилади ва маълум куч натижасида шток 3 затвор 2 билан ни ҳаракатга келтиради.

Турли муҳитларни маълум пропорцияларда аралаштириш учун аралаштирувчи клапанлар ишлатилади. Ростловчи ва аралаштирувчи клапанлар электрик ёки пневматик механизмларга эга.

Фаза ажратувчи арматура асосан конденсат ажратгичдан иборат бўлиб, труба қувурларидан конденсатни чиқариб олиш учун ишлатилади. Ушбу мосламалар автоном ҳолда ишлайди, яъни труба қувурларида йиғилиб қолган конденсатни вақти-вақти билан чиқариб туради. Ишлаш принципи конденсат ва бугнинг температура еки зичликлари фаркига асосланган (10.16 - расм). Ҳозирги кунда асосан термостатик ва поплавокли конденсат ажратгичлар қўлланилади (10.16, 10.17 - расм). Мослама қобиғи 1 да тиқинли орган 3 золотники билан боғланган суюқлик тўлдирилган сильфонли термостат 2 жойлаштирилган.



10.16-расм. Термостатик конденсат ажраткич.
1-қобиқ, 2-сильфонли термостат, 3-золотник.



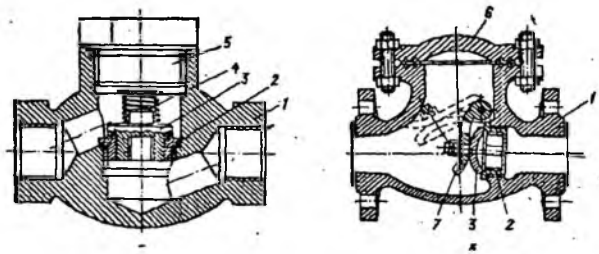
10.17-расм. Поплавокли конденсат ажраткич.
1-қобиқ, 2-поплавок, 3-қопқоқ.

Мослама ичига конденсат тўлиши билан унинг температураси пасаяди. Натижада, сильфон ичидаги босим камаяди, золотник кўтарилади ва системадан конденсат тўкила бошлайди. Конденсат тўлиқ чиқиб бўлгандан сўнг, мосламага буғ кира бошлайди. Сўнг, температура кўтарила бошлайди ва оқибатда босим ортади. Босим ортиши золотник тушишига сабабчи бўлади ва конденсат чиқиш тешигини ёпади.

Сақловчи ва ҳимояловчи арматура. Сақловчи арматура труба қувурлари ва қурилмаларда рухсат этилмаган юқори босим ҳосил бўлиши олдини олади. Кўпинча сақловчи клапан ва йиртилувчи мембраналар қўлланилади.

Тескари клапанлар. Кўпинча, қимё ва нефтни кайта ишлаш технологик тизимларда муҳитни орқага ҳаракатланишини олдини олиш керак. Бундай ҳолларда тескари клапанлар ишлатилади. Бу турдаги мосламалар муҳитни фақат бир томонга утказади, яъни муҳит йўналиши тескари томонга ҳаракатланса – ушбу клапан труба қувури автоматик равишда тўсиб қуяди. Тескари клапан конструкциясига қараб иккига бўлинади: кўтарилувчи ва бурилувчи (10.18 - расм).

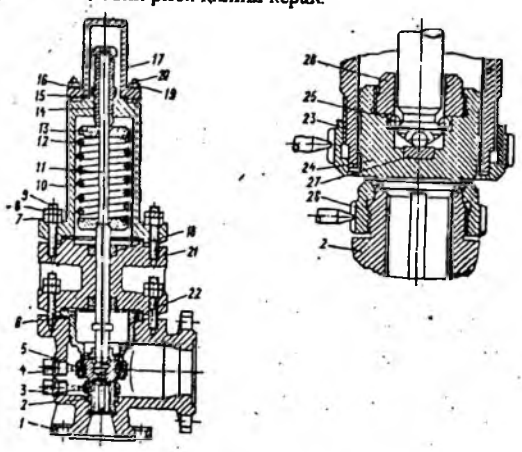
Сақловчи клапанлар. Технологик қурилма ва машиналарда, босим рухсат этилгандан юқорига кўтарилиши мумкин эмас. Бунинг учун қурилмаларда ва технологик тизимларда сақловчи клапанлар ўрнатилади ва улар қурилмадан маълум миқдордаги муҳитни чиқариб юборади ва натижада босим ростланади. Қурилмада зарур босим ўрнатилгандан сўнг, клапан яна ёпилади.



10.18 - расм. Тескари клапанлар.

а – кўтарилувчи; б – бурилувчи; 1 – қобиқ; 2 – эгар; 3 – клапан; 4 – пружина; 5 – клапан кўтарилишини чегараловчи пробкали қопқоқ; 6 – қобиқ қопқоғи; 7 – бурилиш ричаги.

Клапанлар ричагли ва пружинали (10.19-расм) бўлади. Буғ қозонлари ва труба қувурларида асосан ричагли клапанлар қўлланилади. Портловчи ва заҳарли муҳитлар учун мўлжалланган қурилмаларда бу турдаги клапанларни қўллаш ман этилади. Монтаж даврида клапан ричаги горизонтал ҳолатда бўлишига қатъий риоя қилиш керак.



10.19 - расм. Пружинали сақловчи клапан.

1 – қобиқ; 2 – соплo; 3,4 – маҳкамловчи винт; 5,15 – қистирма; 6 – гофрирланган қистирма; 7,19 – гайкалар; 8,16 – контр-гайкалар; 9,20 – шпилькалар; 10 – қопқоқ; 11 – шток; 12 – пружина; 13 – тиялч шайба; 14 – ростловчи шайба; 17 – қалпоқ; 18 – втулка; 21 – ажратгич; 22 – йўналтирувчи втулка; 23,26 – ростловчи втулка; 24 – золотник; 25 – кесувчи халқа; 27 – подушка; 28 – гайка.

Ёпиқ турдаги пружинали клапанлар чиқарилаётган муҳитни атмосферага таркалишига йўл қуймайди. Бунда, ортиқча муҳит махсус конденсацион системага тушади ёки ёндириб юбориш учун факелга йўналтирилади. Ушбу клапаннинг энг асосий детали – бу пружина. Одатда, у 50ХФА маркали пўлатдан
ясалади. Унинг температураси 200°С дан ошмаслиги керак, шунинг учун муҳит температураси 300...600°С бўлганда махсус тўсиқ билан иссиклик манбаидан ажратиб қўйиш зарур.

Пружинали клапанлар 15; 25; 40; 50; 80; 100; 150мм шартли диаметр ва 1,6; 2,5; 4,0; 6,4; 10,0; 16,0МПа шартли босимли қилиб тайёрланади.

10.4. Арматураларни танлаш

Труба қувурларининг диаметри 50 мм ва ундан юқори бўлганда асосан задвижка ишлатилади. Бунга сабаб, унинг минимал гидравлик қаршилиги, затворнинг мукаммал зичланиши ва муҳит йўналиши ўзгаришига мойиллиги.

Труба қувурлари диаметри 50 мм дан кам бўлганда вентиллар қўлланилади. Вентилларнинг асосий афзалликлари – бу зичловчи юзалар ишқаланиш йўқлиги, муҳит таркибидаги қаттиқ заррачалар билан шикастланмаслиги кафолати; юқори босимларда ҳам қўллаш мумкинлиги.

Дискли заслонка (тўсиқ)лар температураси ≤80°С, шартли диаметр ≤2000 мм ва шартли босим 1,6 МПа гача бўлган суюқ ва газсимон, нейтрал муҳитни узатувчи трубада ўрнатилади.

Арматурани танлашда узатилаётган муҳитнинг коррозион фаоллиги, ёнувчанлиги ва заҳарлигига аҳамият бериш зарур.

Ёнувчан, заҳарли, портлаш хавфи бор муҳитлар, суюлтирилган газларни узатувчи труба қувурларида фақат пўлат задвижкалар қўлланилади.

Чўяндан ясалган арматурани ёнувчан газ ишчи температураси –30 дан +150°С гача, босими ≤1,6 МПа, кул ранг чўяндан ясалгани эса – температураси –10 дан +100°С гача, босими ≤0,6 МПа бўлган газ қувурларида ишлатиш тавсия этилади.

Норматив талабларга биноан, муҳит ишчи босими ва температураси; катъий назар чўян арматураларни қуйидаги ҳолларда ишлатиш тавсия этилмайди: А гуруҳидаги заҳарли моддалар учун; қайнаш температураси 45°С дан паст енгил ёнувчан ва суюлтирилган углеводородлар учун; труба қувурларида тебраниш уйғотадиган газлар учун; труба девори 0°С дан паст бўлганда музлайдиган сув буғи ва бошқа суюқликларни узатиш учун; атроф-муҳит температураси –30°С дан температураларда.

Агар, труба қувурлари атроф муҳит –40°С дан паст температураларда ишлатилаётган бўлса, легирланган пўлат ва махсус қотишмалардан ясалган арматура қўлланиши зарур.

Юқори коррозион фаол суюқликлар узатилганда, коррозион бардош материаллардан ясалган арматура ишлатилиши мақсадга мувофиқ.

Заҳарли, олов ва портлаш хавфи бор муҳитларни труба қувурлари орқали ҳайдалганда, сильфонли арматурани ўрнатиш керак.

Арматура камдан-кам очиб-ёпилганда қўл ёрдамида бошқариш мумкин. Агарда, арматура тез-тез очиб-ёпилса электр-, пневмо- ва гидроузатмали арматура қўлланилади. Очиқ майдон, намлиги юқори қудуқларда ва атроф-муҳит температураси –40°С дан паст бўлган ҳолларда электр узатмали арматурани ишлатиб бўлмайди.

Труба диаметри 80 мм дан кам бўлса, арматура резьбали бирикма ёрдамида бирлаштирилади, чунки резьбали бирикмаларда элементлар сони минимал бўлади ва конструкцияси содда. Агар, труба қувурлари тез-тез тозалашни талаб этса, кичик диаметрли қувурларда фланец бирикмалар қўлланилади. Лекин арматурани трубага маҳкамлашнинг энг пухта усули – бу пайвандлашдир. Шунинг учун, ёнувчан, заҳарли, портловчи муҳитлар узатиладиган қувурларда имкони борича пайвандлаш усулида бирлаштирилади.

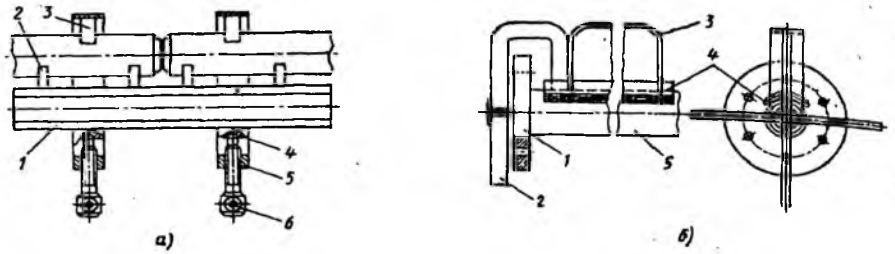
Босими ва температурасидан катъий назар, кучли таъсир этувчи заҳарли моддалар ва тутовчи кислоталар труба қувурлари орқали узатилганда ҳамма фланецли бирикмаларнинг зичловчи конструкцияси «шип-паз» қилиб тайёрланади.

10.5. Труба қувурларини монтаж қилиш

Технологик труба қувурларини монтаж қилиш ишларининг ҳажми, саноат иншоатларини қуришдаги монтаж ишлари умумий ҳажмининг салмоқли қисмини ташкил этади. Масалан, кимё саноатида 35...40% ни, нефтни қайта ишлаш саноатида 55...60%.

Монтаж ишлари бошланишдан аввал, даставвал труба тайёрлаш корхоналарида катта тайёрлов ишлари ўтказилади, яъни труба ўлчанади, кесилади, қайилтирилади, учларига механик ишлов берилади ва унда тешиклар қилинади. труба қувури элементлари йиғилади ва пайвандланади, синовдан ўтказилади, маркировка қилинади ва хоказо.

Трубалар махсус йиғиш стендларида мосламалар ёрдамида йиғилади ва пайвандланади. Катта бўлмаган диаметрли трубаларни пайвандлаш даврида центровка учун махсус мосламалар фойдаланилади (10.20а-расм). Бунинг учун хомут 5 ўлчами винт 6 ёрдамида ростланади.



10.20- расм. Труба қувурлари деталларини йиғиш учун қўлланиладиган мосламалар.
а- трубаларни центровка қилиш учун (1-асос; 2-таянч призма; 3-сиқиш призмаси; 4 - тиргович; 5-хомут; 6-винт); б- труба ва фланецни центровка килиш учун (1-фланец, 2-назорат крестовинаси; 3-ушлагич; 4-угольник; 5-труба).

Трубаларни центровка қилиш таянч 2 ва сиқувчи 3 призмалар ёрдамида амалга оширилади. Йиғма бирикмаларни монтаж қилишда, кўпинча фланецни трубага бирлаштириш керак.

Фланецни труба ўқига нисбатан перпендикуляр бўлишини таъминлаш зарур. Ушбу жараённи амалга ошириш учун 10.20б-расмда кўрсатилган мослама хизмат қилади. Фланецни труба ўқига перпендикулярлигини бир вактнинг ўзида иккита ўзаро перпендикуляр юзалар бўйича текширилади. Бунинг учун крестовина 2 ва фланец 1 орасидаги тиркиш махсус шуп ёрдамида ўлчанади. Трубаларни дискли ёки токар дастгоҳларида кесилади. Ундан ташқари, маятникли арра ёки газ- алангали қурилмаларда хам кесиш мумкин. Кесилган трубалар учи ва қирраларига махсус дастгоҳларда пневмо- ёки электр жилвирлаш машиналарида механик ишлов берилади. Диаметри 200 мм гача булган трубаларни совуқ ҳолатида труба букиш станокларида, диаметри 200 мм дан катта бўлган трубаларни иссиқ ҳолатида букилади. Букиш вақтида деформация булмаслиги учун труба ичи қуруқ қум билан тўлдирилади. Йиғиш олдидан труба ва деталлар ифлосликлардан тозаланади ва ва сиқилган ҳаво билан пуфлаб юборилади. Мойли деталлар камерада иситиш ёки 100...120°С ли минерал мойли ванналарда тозаланади, сўнг бензин ёки уайт-спирит билан артилади ва ундан кейин иссиқ сув ёки ювувчи эритмалар билан ювилади.

Труба қувурларини трассага етказишдан аввал, хар 50...200 м да капрон ёки пўлат ингичка сим ёрдамида трасса горизонтал, тўғри участкалари ва труба вертикал баландлиги белгиланади. Сўнг, кўзгалмас ва ҳаракатчан таянчлар, арматура, шаҳобчалар ўрни аниқланади ва белгиланади. Шундан кейин, таянч конструкциялар ўрнатишга киришилади ва уларнинг тўғри жойлашганлиги, яъни сатҳи ва вертикаллиги текширилади. Труба қувурларини монтаж қилишда таль, труба ётказиш кранлари ва юк кўтарувчи механизмлардан фойдаланилади. Цех ичидаги труба қувурларининг пайвандлаш чоклари назорат учун қулай бўлиши ва таянчлардан энг камида 50 мм масофада бўлиши ҳисобга олиниши керак. Бўйлама чок шундай ўрнатилиши керакки, уни хар доим кузатиш имкони бўлиши керак. Фланецли бирикмалар бевосита таянчларга якин жойлаштирилиши керак. Ундан ташқари, труба қувурлари эшик ва деразаларни ёпиб қўймаслиги зарур. Эшик ва деразалар устида арматура, фланецли ва резьбали бирикмалар ўрнатилиши ман этилади. Труба қувурлари девордан 50... 100 мм масофада, монтаж қилишдан аввал уларга махсус цилиндрик патронлар кийгизиб, сўнг ўрнатилиши керак.

Труба қувурлари йиғма бирликлари кўринишида монтаж қилинади. Йиғма бирикма узун труба, унга махкамланган арматура, компенсатор ва иссиқлик қопламали бўлади. Охирги пайтда блокли (йирик блокли монтаж технологияси) усул кенг қуламда қўлланилмокда. Бунда, ускуналарнинг бир нечтаси бирлаштирувчи труба билан уланган, арматура, назорат ва бошқариш асбоблари ўрнатилган, монтаж учун тайёр ҳолатда заводдан олиб келинади.

Монтаж ишлари якунлангандан сўнг, труба қувурининг зичланиши ва мустаҳкамлигини текшириш учун гидравлик ёки пневматик синовдан ўтказилади. Гидравлик синов ўтказиш мумкин

бўлмаган ҳолларда, пневматик синов ўтказилади. Синов босимида труба қувури 5 мин. давомида ушлаб турилади, сўнг босим миқдори ишчи босимгача туширилади ва пайванд чокларига болға бўёқ билан уриб, труба қувури назорат қилинади. Назорат даврида аниқланган камчиликлар бўр ёки амалга оширилади. Агар, синов даврида босим пасаймаса, ҳамда пайванд чоклари, фланецли бирикма ва бошқа бирлашган жойлардан суюқлик оқмаса, зичланиш ва мустаҳкамлик синовлари қониқарли деб ҳисобланади.

10.6. Труба қувурларини синаш

Монтаж ёки таъмирлашдан чиққан ва эксплуатацияга туширишдан аввал ҳамма труба қувурлари мустаҳкамлик ва зичлик синовлари ўтказилиши шарт. Кўпинча, труба қувурлар гидравлик, камроқ пневматик синовлар қўлланилади. Синаш босими одатда труба қувурининг паспортида берилади; агар босим берилмаган бўлса, босим остида ишлайдиган қурилмаларни синовдан ўтказиш инструкциясига таяниб амалга оширилади. Труба қувури синов босими остида 5 мин давомида ушлаб турилади ва ундан кейин ишчи босимгача аста – секин пасайтирилади ва кузатувдан ўтказилади.

Умумий синовдан ташқари, алоҳида пайванд чоклари рентген нури ёки ультратовуш ёрдамида мустаҳкамлиги текширилади. Агарда, пайвандлаш ишлари атроф муҳит температураси 0°С дан паст бўлганда қилинган бўлса, 100% пайванд чоклари рентген нури назоратидан ўтказилади.

Шу билан бирга, ҳамма пайванд чоклари ташқи текширув орқали сифати аниқланади.

Эксплуатацияга топшириладиган труба қувурининг схемаси, текширув акти, мустаҳкамлик ва зичлик синовлари актларини ўзига мужассам қилган паспорти бўлиши шарт.

10.7. Труба қувурларини эксплуатация қилиш

Труба қувурларини эксплуатация қилишда температура ва босим ҳисобланган кўрсаткичлардан ортиб кетмаслиги керак. Агар, труба қувури зичланиши бузулганда, у дарҳол муҳит узатувчи ва сиқувчи системадан узилиши ва камчиликлари бартараф қилиниши керак. Ҳар труба қувурида ўтказилган ҳамма ишлар эксплуатация журналида қайд этилиши шарт.

Труба қувурини назорат қилувчи ходимлар қувур ташқи томони ҳолатини, ҳамда таянч, осма мослама, компенсатор, иссиқлик қоплама ва бошқаларни текширувдан ўтказишади. Ундан ташқари, пайванд чокларининг мустаҳкамлиги ва зичланиши, фланецли бирикма ва бошқалар ҳолати назорат қилиниб, сўнг эксплуатация қилиш мумкинлиги белгиланади.

Одатда, труба қувурида оқим йўналиши ўзгарувчи жойларда энг кўп емирилади ва у ерда маҳаллий гидравлик қаршиликлар ҳосил бўлади. Арматуралар ҳолати алоҳида назоратда бўлиши керак. Уларнинг ҳар доим герметик ва шпинделларнинг зичланиш мосламаларининг мунтазам кузатилиши бузулмасдан ишлашининг кафолатидир.

Арматура маховики қўшимча ричаг ва мосламалар ёрдамида эмас, балки ишончли ва ортиқча кучсиз осон очилиб ёпилиши керак.

10.8. Труба қувурларини ҳисоблаш

Труба қувурларининг диаметрини тўғри аниқлаш уларни кўриш ва монтажига, ҳамда энергетик ва эксплуатацион сарфлар канча бўлишини белгилайди. Труба диаметрини аниқлашда асос бўлиб иш унумдорлиги ва узатилаётган муҳитнинг тезлигидир. Труба диаметри секундли сарф тенгламасидан аниқланади:

$$V_c = \frac{w \cdot \pi \cdot D_e^2}{4} \quad \text{дан} \qquad D_e = \sqrt{\frac{4 \cdot V_c}{\pi \cdot w}} \tag{10.7}$$

бу ерда D_e – труба ички диаметри; V_c – ҳажмий сарф; w – суюқликнинг ўртача тезлиги.

Шундай қилиб, труба диаметри нархи унда ҳаракатланаётган суюқлик тезлиги билан белгиланади. Лекин, суюқлик тезлиги қанча кўп бўлса, напор йўқотилиши шунча катта бўлади. Бу

эса, ўз навбатида суюқликни узатиш учун кетаётган энергетик сарфларни ортишига олиб келади. Шунинг учун, берилган эксплуатация шароитлари учун труба диаметрини хисоблашдан аввал, суюқликнинг оптимал тезлигини аниқлаш керак. Бунинг учун труба қувури гидравлик қаршилигини, яъни ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликларни билиш керак.

Труба қувурларида ишқаланиш қаршилиги туфайли напорнинг йўқотилиши ушбу формуладан топилади:

$$h_{тр} = \lambda \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{w^2}{2g} \qquad (10.8)$$

бу ерда l – труба қувури узунлиги; λ - ишқаланиш коэффициенти.

Суюқлик ламинар ҳаракат режимида ишқаланиш коэффициенти ушбу формуладан аниқланади:

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}}$$

Турбулент режим ($\mathrm{Re}=4\cdot10^3 \ldots 10^5$)да эса

$$\lambda = \frac{0{,}316}{\sqrt[4]{\mathrm{Re}}}$$

Маҳаллий қаршиликлар туфайли напорнинг йўқотилиши қуйидаги формуладан топилади:

$$h_{мк} = \sum \xi_{мк} \cdot \frac{w^2}{2g} \qquad (10.9)$$

Труба қувурларининг турли конструкциядаги элементлари маҳаллий қаршилик коэффициентларининг қийматлари адабиётларда келтирилган [2,4,6,7,28,128,130].

Юқорида келтирилган формулалардан кўриниб турибдики, трубанинг оптимал диаметрини аниқлаш учун суюқлик тезлигини белгилаб олишимиз керак. Албатта, бу тезлик техник-иқтисодий ҳисоблашлар асосида бажарилиши лозим. Қуйидаги жадвалда газ, буғ ва суюқликларнинг тавсия этилган тезликларининг ўзгариш чегаралари келтирилган.

10-3 жадвал

Муҳит	w, м/с	Муҳит	w, м/с
Суюқликлар		Газлар	
Ковушоқлиги паст	<3	0,1 МПа дан паст босимда	8-15
Ковушоқ	<1	0,1 МПа дан юқори босимда	20-30
Эркин ҳаракатланувчи	0,2-1	Ўта қизиган сув буғи	30-50
Мажбурий ҳаракатланувчи	1-3		

Труба қувурларига эксплуатация даврида муҳит босими, ўз массаси, температура деформацияси, ҳаракатчан таянч ва сальникли компенсаторларда ишқаланиш, шамол юкламаси таъсир этади. Ушбу юкламаларни ҳисобга олган ҳолда труба қувури мустаҳкамлигини таъминловчи ҳисоблаш ўтказилади.

Труба диаметри D ва ундаги босим P лар маълум бўлса, труба деворининг қалинлигини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$s = \frac{P \cdot D_в}{(2{,}3 \cdot [\sigma] - P) \cdot \varphi} + C \qquad \text{или} \qquad s = \frac{P \cdot D_в}{2{,}3 \cdot [\sigma] \cdot \varphi + P} + C \qquad (10.10)$$

бу ерда $[\sigma]$ – рухсат этилган кучланиш; φ - бўйлама пайванд чокининг мустаҳкамлик коэффициенти; C – коррозияга қўшимча, одатда 0.5…5 мм оралиқда қабул қилинади.

Труба девори қалинлигининг аниқроқ ҳисоби, труба деворининг халқа бўйича кучланиши мустаҳкамлик чегараси $\sigma_м$ ва труба деворининг халқа бўйича кучланиши оқувчанлик чегараси $\sigma_т$ га тенглашгандаги чегаравий ҳолатдан келиб чиқиб топилади. Юқорида келтирилган чегаравий ҳолатлар учун ҳисоблаш формулалари қуйидаги кўринишга эга:

$$s = \frac{\pi \cdot D_т}{2R_1} \cdot \frac{n}{m_м} + C; \qquad s = \frac{P \cdot D_т}{2R_2} \cdot \frac{n}{m_т} + C$$

бу ерда $D_{тр}$ труба ташқи диаметри; R_1, R_2 – мустаҳкамлик ва оқувчанлик чегараларига мос ҳисобланган қаршиликлар; n – труба қувурининг ортиқча юкламаси (рухсат этилган босимдан ошиб кетиши) ни ҳисобга олувчи коэффициент, одатда n=1,2 деб қабул қилинади; m_1, m_2 – труба қувурининг эксплуатация қилиш шароитини инобатга олувчи коэффициент (мустаҳкамлик ва оқувчанлик чегаралари бўйича), одатда m=0,6-0,8.

Труба девори қалинлиги аниқлангандан сўнг, эгилмаслик шартидан келиб чиққан ҳолда, таянчлар орасидаги энг максимал оралиқ l ушбу формуладан топилади:

$$l = \sqrt{\frac{12 \cdot [\sigma] \cdot W}{100 \cdot q_p}} \qquad (10.11)$$

бу ерда $[\sigma]$ – труба материали эгилишига рухсат этилган кучланиш, $[\sigma]$ =45...40 МПа; W – труба кўндаланг кесимининг қаршилик моменти; q_p – эгишга олиб келувчи ҳисоб юкламаси.

$$q_p = n_1 q_{тр} + n_2 q_{тр} + n_3 q_{из} + n_4 q_в \qquad (10.12)$$

бу ерда $q_{тр}$-бир метр труба массаси; $q_{тр}$- бир метр трубадаги маҳсулот массаси; $q_{из}$- бир метр иссиқлик қоплама массаси; $q_в$- бир метр трубага тушаётган шамол юкламаси; n – юклама коэффициенти (одатда n_1=n_2=1,1; n_3=n_4=1,2).

Ички босимни ҳисобга олган таянчлар орасидаги энг максимал масофанинг аниқ қиймати l ушбу формуладан ҳисобланади:

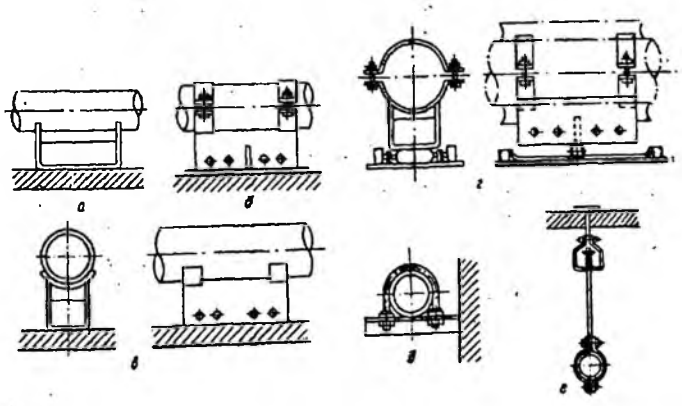
$$l = \sqrt{\left(R_2 - \frac{P \cdot D_в}{4 \cdot s_0}\right) \cdot W_м / 8{,}33 \cdot q_p} \qquad (10.13)$$

бу ерда s_0 – коррозияни ҳисобга олмаган ҳолатдаги труба деворининг қалинлиги. m – иш шароити коэффициенти, одатда m =0.8.

Труба қувури таянчларнинг ўртасидаги максимал эгилиш ушбу формуладан топилади:

$$f = \frac{q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \qquad (10.14)$$

бу ерда E – труба материалининг эластиклик модули; I - труба кўндаланг кесимининг инерция моменти.



10.21 - расм. Труба қувурлари таянчлари.

а – қўзғалмас, пайвандланган; б – қўзғалмас, хомутларга маҳкамланган;
в – ҳаракатчан; г – гидракларга ўрнатилган; д – кронштейнга ўрнатилган; е – осма.

Кўпчилик труба қувурлари учун таянчлар орасидаги масофа нормаллаштирилган ва махсус адабиётларда келтирилган. Труба қувурлари таянч ва осма мосламалари қурилиш ёки металл конструкцияларга ўрнатилади. Албатта, иккала конструкция ҳам ёнмайдиган ва оловбардош бўлиши керак. 10.21-расмда таянч ва осма мосламаларнинг айрим конструкциялари келтирилган.

Таянчларни танлаш учун асосий мезон – бу ҳисобланган юклама қийматидир. Таянчлар учун ГОСТ ва нормалар ишлаб чиқилган.Таянчга тушаётган вертикал юклама (10.15) ва шамол юкламаси эса (10.16) формуладан аниқланади:

$$Q_B = 1{,}5 \cdot q_P \cdot l \qquad (10.15)$$

$$Q_{BT} = 1{,}5 \cdot q_B \cdot D \cdot l \qquad (10.16)$$

бу ерда q_B - шамолнинг тезлик напори; D – иссиқлик копламали труба диаметри.

Агар, атроф мухит температураси 0°С дан паст бўлганда узатилаётган мухитларнинг труба қувурлари махсус хомутли таянчларга ўрнатилади. Хомут ва труба орасига ёғоч кистирма қуйилади. Нометал труба қувурлари эса, эластик қистирмалар (масалан, резина) қўйиш тавсия этилади. Эксплуатация жараёнида технологик труба қувурлари тебранишларга дучор бўлиши мумкин. Ушбу ҳодисанинг олдини олиш учун махсус амортизатор ва қўшимча таянчлар ўрнатилади. Одатда, таянчлар оғир, массив пойдеворларга ўрнатилади, чунки бунда тебранишлар технологик қурилмаларнинг бошқа конструкцияларига ўтмайди.

10-боб. Технологик труба ва қувурлар бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Технологик труба нима?
2. Шартли диаметр деб нимага айтилади ва унинг стандарт қатори?
3. Труба қувурлари неча гуруҳга бўлинади?
4. Шартли босим деб нимага айтилади ва унинг стандарт қатори?
5. Труба қувурларини бирлаштирувчи деталлари.
6. Болт ва шпилькалар ҳисоби.
7. Компенсаторлар турлари ва конструкциялари.
8. Труба ва қувурлар таянчлари.
9. Фланецли бирикмалар конструкциялари.
10. Қистирмалар турлари ва конструкциялари.
11. Болт ва шпилькаларни ҳисоблаш кетма-кетлиги.
12. Арматуралар турлари ва конструкциялари.
13. Клапанлар турлари ва конструкциялари.
14. Труба қувурларини монтаж қилиш, синаш ва эксплуатация қилиш.
15. Труба қувурларини ҳисоблаш.
16. Труба қувур компенсаторларини ҳисоблаш.
17. Юкори босимли труба қувурларининг мустаҳкамлик ҳисоби.

УЧИНЧИ ҚИСМ

КИМЁ САНОАТИ ЭЛЕКТР ЖИХОЗЛАРИ

Энергия тежамкорлик

рақобатбардош маҳсулот гаровидир !

11 - боб

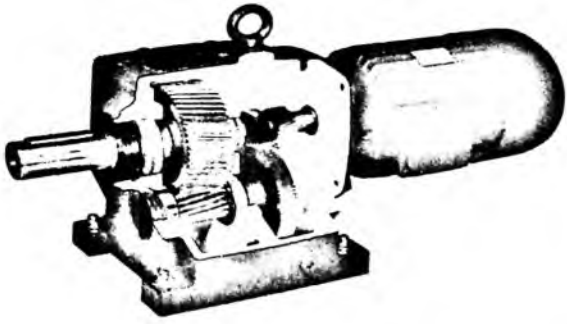
КИМЁ САНОАТИДА ЭЛЕКТР ТЕХНИК УСКУНА ВА ТИЗИМЛАР

11.1. Умумий тушунчалар

Ҳозирги вақтда ҳамма технологиялар, айниқса кимё саноати корхоналари электр энергия иштирокида ишлайди, чунки замонавий жараёнлар, хом-ашёларга ишлов бериш, юқори сифат даражасига эга ва таннархи паст бўлган рақобатбардош махсулотларни ишлаб чиқариш, замонавий техника, ускуна ва технологияларни юқори аниқликда бошқаришни электр энергиясиз амалга ошириб бўлмайди. Шуни қайд қилиш керакки, замонавий электр ускуналар деярли тўлик автоматлаштирилган бўлиб, улар ёрдамида саноат машина ва қурилмаларини самарали бошқариш ва параметрларини ростлаш имкониятини таъминлайди. Электр энергия бошқа энергия турларидан фарқи шундаки, у энг тезкор ва юқори аниқликда бошқариладиган энергия туридир. Шунинг учун ҳам саноат корхоналирада электр энергиядан фойдаланиш даражаси кундан кунга ошиб бормокда.

Электр токи кўп қиррали энергия манбаи ҳисобланади. Унинг ёрдамида технологиянинг ускуна ва қурилмаларида ҳаракат энергияси айнан ундан фойдаланиш жойида ишлаб чиқарилади ва уни қайта узатиш лозим бўлмайди. Натижада технологик жараёнлар учун зарур бўлган, босим ёки вакуум, иссиқлик ёки совуқлик, ёруғлик ёки нурланиш пайдо бўлади, кимёвий реакциялар энергия билан таъминланади.

Маълумки, электр энергияни механик энергия айлантирувчи, ҳамда ҳосил қилинган механик энергия орқали барча турдаги технологик ускуна ва қурилмаларни ишга тушуриш, тезлигини, яъни энергия оқимини ростлаш имконини берадиган мослама бу - электр юритмалар (11.1-расм). Электр юритмалар айланиш энергияси шаклида ҳаракат энергиясини ҳосил қилади. Электр юритмалар ҳосил қилган айланиш энергиясини тўғридан-тўғри (бевосита) ёки бирон механик мослама ёрдамида тўғри йўналишдаги ҳаракатларга (билвосита) ишлатилади. Электр юритмалар ҳосил қилган энергия бир қатор машина ва механизмларда тўғридан-тўғри ишлатилади, масалан, турли хил насос, аралаштиргич, сепаратор, компрессор, вентилятор, трансмиссия, конвейер, кўтаргич, лифт ва бошқаларда ишлатилади.



11.1-расм. Редукторли электр юритма.

Электр юритмалар табиий электр энергияни турига караб, 2 турга ажралади. бу- ўзгармас ва ўзгарувчан ток электр юритмалари. Ўзгармас ток юритмалари 3 турга бўлинади: мустақил, кетма-кет ва параллель қўзғалувчан ток юритмаларига ажралади. Ўзгарувчан ток юритмалари эса 2 турга бўлинади асинхрон ва синхрон юритмалар. Ҳозирги вақтда технологик қурилмаларида кундан-кунга асинхрон юритмалар (қисқа туташтирилган роторли) кенг тарқалиб бормокда.

Электр токи электр ўтказувчанлик хусусиятига эга бўлган материаллардан оқиб ўтганда иссиқлик ажралиб чиқади. Деярли барча ҳолатларда бундай материал бўлиб металлар хизмат қилади. Агар ўтказгич бўлиб кичик қаршиликка эга бўлган металлар хизмат қилса (асосан мис ёки алюминий, айрим холларда кумуш ёки олтин ва уларнинг қотишмалари), иссиқлик ҳосил қилишда нисбатан юқори қаршиликка эга металлар (вольфрам, никель, хром, ниобий, молибден ва б.) ёки махсус металл қотишмалар (нихром,

хромель, турли металл асосидаги карбитлар ва б.). Масалан, чўлғанувчи лампочкада - вольфрам, электр фенда -хромель, ўрта температурали электр ўтхоналарда - нихромлар қўлланилади.

Барча турдаги электр ўтказгичлардан электр токи ўтиш жарёнида иссиқлик энергияси ҳосил бўлади ва унинг миқдори Джоуль-Ленц қонуни орқали аниқланади:

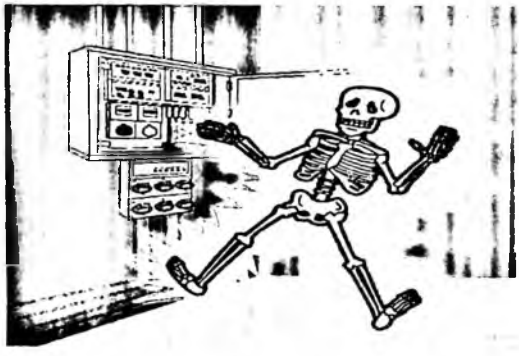
$$Q = \int_0^t I^2 \cdot R \cdot dt \qquad (11.1)$$

Формуладан кўриниб турибдики, электр токининг иссиқликка айланиш даражаси ток кучининг квадратига ва қаршиликка тўғри пропорционал бўлади.

Электр ўтхоналари ёки қизитиш қурилмаларида ҳосил бўлган иссиқлик фойдали омил бўлса, электр юритма ёки электр қурилмаларда оқиб ўтган ток ҳисобига ҳосил бўлган иссиқлик зарарли омилдир. Маълум ҳолларда ортиқ даражада оқиб ўтган ток ўтказгичларни (қиздиргичларни) ортиқча емирилишига, ҳатто ишдан чиқишига (куйишига) олиб келади.

Кимёвий жараёнларни амалга оширувчи реакторларда кимёвий реакциялар кечганда, юқори даражада тоза бўлган махсулот (материал) олишда электр токининг аҳамияти жуда катта, масалан, кенг қўлланиладиган металлардан бири - алюминий ишлаб чикаришни электролизсиз тасаввур қилиб бўлмайди, турли ўтказгичларда ва қотишмаларда ишлатиладиган металл - тоза мис бўлиб, у ҳам электролитик йўл билан олинади. Бундан ташқари, кимё саноатида кўп ишлатиладиган хлор, водород ва натрили ишқор, гальваник жараёнларини ҳосил қилиш электр токининг иштирокида бажарилади.

Электр токи билан боғлиқ хавфлар. Одамлар учун электр оқими хавфи - жараёнларга асосланган инсон танаси орқали электр энергияси оқими билан боғлиқ физиологик таъсирлар деб аталади. Оддий қилиб айтганда «электр токининг уриши» деб аталади (11.2-расм).



11.2-расм. Инсон танаси кучланиш остида бўлган электр ускунага тегиб турши натижасида электр токининг уриши.

Инсон танасининг кўплаб функциялари аутогеник электр импульслар билан бошқарилади, яъни, юрак уриши, нафас олиш тезлиги, мушакларнинг қисқариши, мия фаолияти ва бошқалар киради. Инсон очиқ электр ўтказгичларга ёки кучланиш остида бўлган электр ускуна ва қурилмаларга тананинг очиқ жойлари билан тегиб кетса, унинг танаси орқали ерга ёки бошқа бирон ўтказгичга нисбатан зарарли ток оқиб ўтади. Бу ток инсоннинг электр импульслари устига тушади, натижада инсоннинг ҳаётий функцияларига, айниқса соғлиғига катта шикаст (зарар) етказилади, булар ичига мушаклар фалажи (параличи), тана куйиши (ожог), нафас олиши қийнлашиши ёки тўхташи, юрак уриш ритми бузилиши ҳатто умуман тўхтаб қолиши, мия функцияларининг бузилишлари киради.

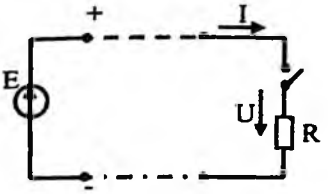
Агар, инсон танасидан ток уриши натижасида узоқ вакт электр токи оқиб ўтса, у ҳолда қоннинг ажралиши (диссоциация) кузатилади. Шунинг учун корхоналарнинг барча ходимлари техника хавфсизлиги коидаларига ва меҳнат мухофазасига алоҳида эътибор беришлари керак. Айтиб ўтиш лозимки, инсон танасидан оқиб ўтадиган зарарли ток миқдори 100 мА билан белгиланади. Агар, инсон танасидан оқиб ўтадиган ток, бу кийматдан кам бўлса, инсон соғлиғига оғир жарохатлар етказилмайди. Аммо, исталган миқдорли ток уриши инсон соғлигига зарар, масалан: инсон танасининг ўртача каршилиги 20000 Ом (20 кОм)га тенг, агар инсон танасидан оқиб ўтадиган ток 100 мА га тенг бўлса, ҳолда инсон танасидаги кучланиш

$$\Delta U = I \cdot R = 20000 \cdot 0{,}1 = 2000\ B \qquad (11.2)$$

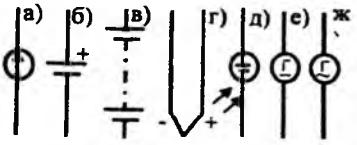
га тенг бўлади. Масалан, уйимиздаги розеткадаги кучланиш ўртача 220 В.

11.2. Электр занжир асосий қонунлари ва улаш усуллари

Ҳар қандай электр занжири ўзаро симлар билан бириктирилган битта ёки бир нечта электр энергияси манбаи ва истеъмолчиларидан иборат бўлади. Шунинг учун электр занжири деб, электр токини хосил қилувчи ва унинг оқиб ўтишини таъминлаш учун ёпиқ йўл хосил қиладиган қурилмалар йиғиндисига айтилади. Электр занжирларини шартли белгилар ёрдамида тасвирлаш электр схема деб аталади. Оддий электр занжирининг схемаси 11.3-расмда кўрсатилган.



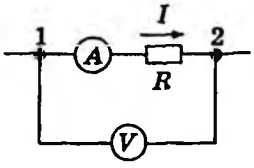
11.3-расм. Оддий электр занжир.



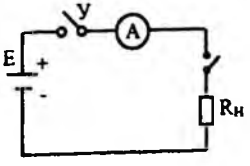
11.4-расм. Электр энергиясини хосил қилувчи турли манбаларнинг шартли белгиланиши.
а - электр юритувчи куч (кучланиш), б - гальваник элементлар (аккумулятор батареялари), в - термоэлементлар, г-фотоэлемент, е - ўзгармас токнинг электр машина генератори, ж - ўзгарувчан ток электр машина генератори.

Электр занжири асосан, электр энергиясининг манбаи E, электр энергиясининг истеъмолчиси (юклама) P, бирлаштирувчи симлар (масалан, электр узатиш линияси) ва занжирни улаб-узиш учун мослама (улагич) K каби элементлардан ташкил топган. Занжирдан ток узлуксиз ўтиб туришини асосий шарти унинг таркибида электр энергияси манбаининг бўлишидир. Электр энергиясининг манбаида энергиянинг бошқа турлари электр энергиясига айлантирилади. Масалан, электр машина ғенераторлари буғ, газ ёки гидравлик турбиналарнинг механик энергиясини, гальваник элемент ва аккумуляторлар кимёвий жараёнлар энергиясини, термоэлементлар ва магнитогидродинамик генераторлар иссиқлик энергиясини, турли фотоэлементлар ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантиради. Электр энергиясини хосил қилувчи турли манбаларнинг шартли белгиланиши 11.4-расмда кўрсатилган.

Электр энергиясини истеъмолчиларга узатиш электр линиялари орқали амалга оширилади. Электр энергиясини энергиянинг бошқа турлари (механик, иссиқлик, кимёвий, ёруғлик ва б.) га айлантириб берувчи мосламалар (электр юритма, электр ўтхона, электролазер, электр ёритиш асбоб ва бошқ.) электр истеъмолчилар дейилади.



11.5-расм.



11.6-расм.

Электр занжирида электр энергиясининг манбаи (аккумулятор) мазкур занжирнинг ички қисмини истеъмолчи (юклама) $P_{ю}$, амперметр A, улагич K, бирлаштирувчи сим (ёки линия) занжирнинг ташқи қисмини (яъни, ташқи занжирни) ташкил этади (11.5-расм). Улагич K уланганда ёпиқ занжир (контур) хосил бўлиб, занжирдан электр токи ўта бошлайди ва унинг қийматини амперметр ёрдамида ўлчаш мумкин.

Занжирдан ўтаётган электр токининг қиймати ёки кучи ўтказгичнинг кўндаланг кесимидан вақт τ бирлиги ичидан ўтган электр зарядларининг миқдори i билан аниқланади, яъни ток кучи зарядларнинг ҳаракат тезлигига пропорционал катталикдир:

$$i = \frac{dq}{d\tau} \tag{11.3}$$

Агар занжирдан ўтаётган токнинг йўналиши ва қиймати вақт давомида ўзгармас бўлса, бундай ток ***ўзгармас ток*** дейилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$I = \frac{q}{\tau} \tag{11.4}$$

Халқаро бирликлар системаси (*СИ*) да электр токининг ўлчов бирлиги сифатида ампер қабул қилинган. Ўтказгичнинг кўндаланг кесимидан бир секунд давомида бир кулон электр зарядлари ўтгандаги ток кучи бир амперга тенг бўлади:

$$1\ ампер = \frac{1\ кулон}{1\ секунд} \quad ёки \quad 1A = \frac{1Кл}{1c} \tag{11.5}$$

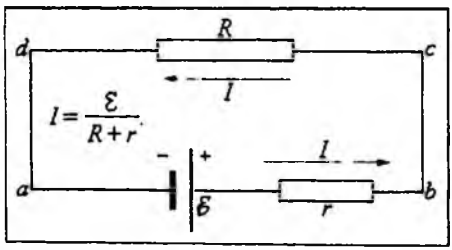
Ом қонуни электр занжирига оид асосий қонун бўлиб, занжирдаги ток ва кучланиш ўзаро қандай нисбатда боғлиқлигини ифодалайди.

Электр занжирнинг бир бўлими учун (11.6-расм):

$$I = \frac{U}{R} \tag{11.6}$$

бу ерда: I - занжирдан оқиб ўтаётган ток кучи, А; U- занжирдаги кучланиш, В; R -занжир қаршилиги, Ом.

Бу қонунга кўра тармокланмаган ёпиқ занжирдаги (контурдаги) ток кучланишга тўғри ва занжирнинг тўла қаршилигига тескари пропорционалдир. Ёпиқ электр занжир учун (11.7-расм):



11.7-расм. Ёпиқ электр занжир.

Мазкур қонунга биноан 11.7-расмда кўрсатилган электр занжирдаги ток қуйидагича ифодаланади:

$$I = \frac{E}{r + Rl + Rh} = \frac{E}{r + R\tau} \tag{11.}$$

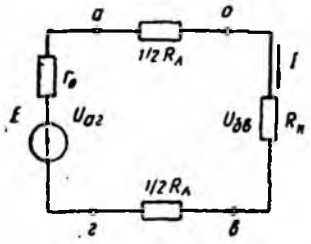
бу ерда r_0 - манбанинг ички қаршилиги; $R_л$- электр узатиш линия симининг қаршилиги;

Кирхгоф қонунлари мураккаб (икки ва ундан ортиқ контурли) электр занжирларни ҳисоблаш уларнинг электр ҳолатларини тўла аниқлаш учун хизмат қилади. Мураккаб занжирлар учун тармоқ, тугун ва контур тушунчалари қўлланади.

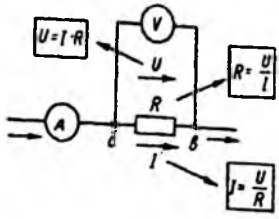
Тармоқ - электр занжирининг маълум бир қисми бўлиб, кетма-кет бирлаштирилган қаршиликлар (резисторлар), энергия манбалари ва бошқа элементлардан иборат.

Тугун - электр занжирининг учта ва ундан ортиқ тармокларининг бирлашган жойи.

Контур - занжирнинг бир неча тармокларидан иборат ёпик йўл. Масалан, 11.8 - расмдаги электр занжири бешта тармок (булардан иккитасининг энергия манбаи бор) иккита тугун ва тўккизта контурдан иборат.



11.8-расм.



11.9-расм.

Кирхгоф 1-қонуни (токлар конуни) электр занжирининг тармокланиш тугунидаги токларнинг қандай тақсимланганлигини ифодалайди. Бу қонунга кўра, электр занжирининг тармокланиш тугунига келаётган ва ундан чиқиб кетаётган токларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг. Чунончи, 11.8- расмдаги электр занжирининг *А* тугуни учун

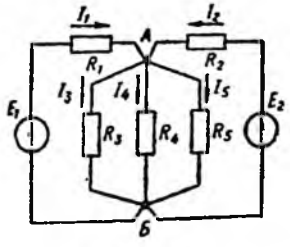
$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0 \qquad (11.8)$$

деб ёзиш мумкин. Бунда тармокланиш тугуни келаётган токларни «+» ишора ва ундан чиқиб кетаётган токларни «-» ишора билан олган бўламиз. Умумий ҳолда

$$\sum_{i=0}^{n} I_к = 0 \qquad (11.9)$$

Кирхгоф 2-қонуни (кучланишлар қонуни) ёпиқ электр занжирининг қисмларидан э.ю.к. ва кучланишларнинг қандай тақсимланганлигини аниқлашга ёрдам беради. Бинобарин, ёпиқ контурдаги барча э.ю.к. ларнинг алгебраик йиғиндиси шу контурнинг барча қисмларидаги кучланишлар пасайишининг алгебраик йиғиндисига тенг:

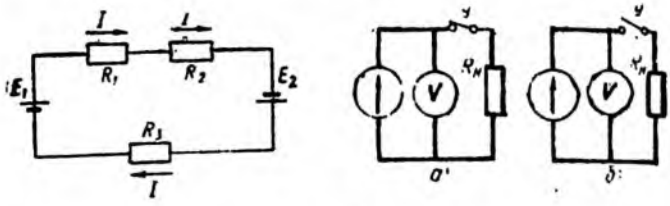
$$\sum_{k=0}^{n} E_к = \sum_{k-1}^{n} I_k \cdot R_k \qquad (11.10)$$



11.10-расм.

Кирхгорф 2-қонунига биноан 11.9- расмда кўрсатилган электр занжирида э.ю.к.нинг шартли мусбат йўналиши бўйича (яъни, соат милининг ҳаракат йўналиши бўйича) занжирнинг электр мувозанат тенгламаси:

$$E_1 + E_2 = IR_1 + IR_2 + IR_3 \qquad (11.11)$$



11.11-расм.

Занжирдаги хар қандай нуқтанинг потенциали мазкур нуқтанинг занжирдаги ҳолати билан аниқланади. Умумий ҳолда деб ёзиш мумкин.

$$\sum E - \sum IR = 0 \tag{11.12}$$

11.3. Электр занжирида қаршиликларни улаш схемалари

Турли электр занжирларининг иш жараёни таҳлил қилинганда занжирдаги истеъмолчиларнинг эквивалент қаршилигини аниқлаш керак бўлади. Умуман, электр истеъмолчиларни занжирга кетма-кет, параллел ва аралаш улаш схемалари мавжуд. Қаршиликларни (истеъмолчиларни) кетма-кет улаш деб, бир қаршилик R_1 нинг охирги учини иккинчи қаршилик R_2 нинг бош учига, иккинчи қаршиликнинг охирги учини учинчи қаршилик R_3 нинг бош учига ва ҳоказо бирлаштиришга айтилади (11.10-расм). Қаршиликлари кетма-кет бирлаштирилган, яъни тармоқланмаган электр занжирининг ўзига хос хусусияти шундаки, унда ток ўтказадиган битта ёпиқ контур бўлиб, контурнинг барча кисмларидан бир хил кийматга эга бўлган ток ўтади. Бундай занжирда унга берилган кучланиш U занжирнинг айрим кисмларидаги кучланишлар пасайишининг алгебраик йиғиндисига тенг (Кирхгоф 2-қонунига биноан):

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \ldots + U_n$$

ёки

$$U = IR_1 + IR_2 + IR_3 + \ldots + IR_n \tag{11.13}$$

$$U = I(R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n)$$

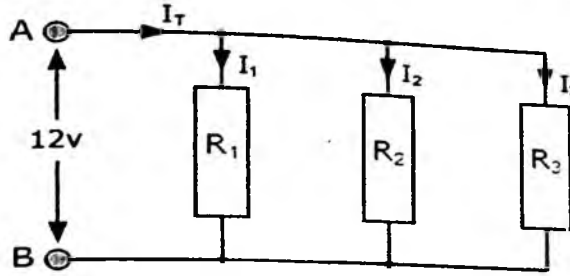
$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n$$

бу ерда R_1, R_2, R_3, ..., R_n - занжир кисмларининг каршиликлари; R_e - занжирнинг эквивалент (умумий) каршилиги.

Демак, эквивалент қаршилик R_e занжир айрим кисмлари қаршиликларининг йиғиндисига тенг. ҳолда 1.12-расмдаги схемага эквивалент электр занжири 1.10-расмдаги кўринишга эга бўлади. Бундай занжирдаги ток Ом қонунига биноан қуйидагича ифодаланади:

$$I = \frac{U}{R}$$

Қаршиликларни кетма-кет улаш электротехниканинг турли соҳаларида учрайди. Масалан, ўзгармас электр юритмаини ишга туширишда ишга тушириш токини чеклаш мақсадида якорь билан ишга тушириш реостати кетма-кет уланади. Шунингдек, айланиш тезлигини ростлаш мақсадида ростлаш реостати қўлланади.



11.12-расм. Занжирда қаршиликлар параллель уланиши.

Вольтметрга қўшимча қаршиликни кетма-кет улаш билан унинг ўлчаш чегарасини кенгайтириш мумкин. Манбаларни ҳам ўзаро кетма-кет улаш мумкин. Масалан, **аккумулятор** ва **батарея** элементларини ўзаро кетма-кет улаб, керакли кучланишни хосил қилиш мумкин. Қаршиликлари кетма-кет бирлаштирилган занжирнинг бирор қисмида узилиш содир бўлганида унинг тўлиқ ишдан чиқиши қаршиликларни кетма-кет улаш усулининг асосий камчилигидир. Қаршиликларни (истеъмолчиларни) параллел улаш деб, R_1 , R_2, R_3, ..., R_n ва ҳоказо қаршиликларнинг бош учларини бир тугунга ва ана шу қаршиликларнинг охирги учларини иккинчи тугунга бирлаштиришга айтилади (11.12-расм). Қаршиликлари параллел уланган электр занжирининг (бундай занжирларни: *тармоқланган* ёки *кўп контурли электр занжирлари*, деб ҳам аташ мумкин) ўзига хос хусусияти занжирга уланган барча қаршиликлар қисмларидаги кучланишнинг бир хил қийматга эга бўлишидир. R_1, R_2, R_3, ..., R_n - қаршиликлар бош учларининг уланиш нуқталарига келувчи ток шу нуқталардан (тугунлардан) тарқалувчи I_1 , I_2, I_3, ..., I_n - токларнинг йиғиндисига тенг (Кирхгоф 1-қонунига биноан):

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + ... + I_n$$

ёки

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + ... + \frac{U}{R_n} = U\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... + \frac{1}{R_n}\right) = U \cdot \frac{1}{R_e} \qquad (11.14)$$

$$\frac{1}{R_1} = G_1; \quad \frac{1}{R_2} = G_2; \quad \frac{1}{R_3} = G_3; \quad \frac{1}{R_n} = G_n; \quad \textit{ва} \quad \frac{1}{R_e} = G_e$$

бўлса, у ҳолда:

$$I = U(G_1 + G_2 + G_3 + ... + G_n)$$

Агар $G_e = G_2 + G_3 + ... + G_n$) бўлса, занжирдаги ток қуйдагича ифодаланади.

$$I = U \cdot G_e$$

бу ерда: G_1, G_2, G_3, ... , G_n - параллел тармоқларнинг ўтказувчанликлари, См; G_e - параллел тармоқларнинг эквивалент ўтказувчанлиги, См.

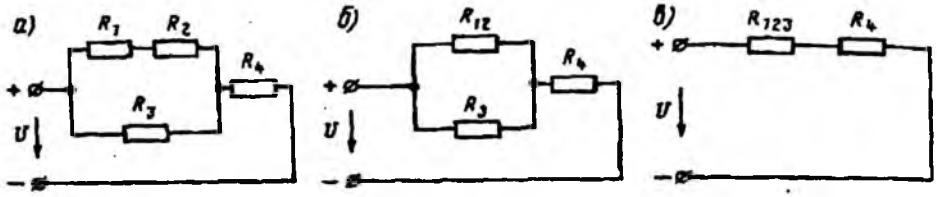
(11.14) формулага биноан 1.9 ва 1.10-расмдаги схемаларни (занжирларни) ўзаро эквивалент дейиш мумкин. Демак, қаршиликлари параллел уланган электр занжирининг эквивалент ўтказувчанлиги G_e шу занжир айрим тармоқлари ўтказувчанликларининг йиғиндисига тенг.

$$(G_1; G_2; G_3; ...; G_n)$$

Агар электр занжирдаги параллел уланган тармоқларнинг сони иккита бўлса уларнинг эквивалент қаршилиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \qquad (11.15)$$

Қаршиликлари параллел уланган занжирнинг асосий афзаллиги шундаки, бундай занжирнинг бирон тармоғида узилиш содир бўлганида қолган тармоқлар нормал ишлайди. Шунинг учун ҳам электр энергиясининг истеъмолчилари тармоққа, асосан, параллел усулда уланади. Қаршиликларни аралаш улаш кетма-кет ва параллел улашларнинг биргаликда қўлланилишидир (11.13-расм) Қаршиликларни аралаш улаш схемаларининг хилма-хиллиги туфайли бундай занжирларнинг эквивалент қаршилигини аниқлашнинг умумий ифодасини чиқариб бўлмайди. Ҳар бир аниқ ҳолат учун занжирдаги қаршиликларнинг кетма-кет ва параллел уланган қисмларини шартли равишда ажратиб олиб, маълум формулалар ёрдамида уларнинг эквивалент қаршиликларини ҳисоблаш лозим.



11.13-расм. Қаршиликларни аралаш улаш ва уни кетма-кет уланишга олиб келиш.

Қаршиликлари аралаш уланган занжирларнинг эквивалент қаршилигини ҳисоблаш занжирнинг охирги қисмидан манба томон олиб борилади (11.11б-расм). Бунда занжир тобора соддалашиб бориб, битта эквивалент қаршилик занжир кўринишига келтирилади. (11.11в-расм). Занжирнинг ҳар бир қисмидаги ток ва кучланиш Ом қонунига биноан ҳисобланади.

11.4. Уч фазали ўзгарувчан ток занжирлари

Юлдуз улаш. Бир фазали ток ўзгарувчан токнинг барча афзалликларига эга бўлишига қарамай, халқ хўжалигида кенг қўлланилишига унинг айрим камчиликлари тўсқинлик қилади. Масалан, бир фазали ток ёрдамида айланувчи магнит майдонини ҳосил қилиб бўлмайди. Бундай майдон эса ўзгарувчан токда ишловчи барча юритмаларнинг "юраги" ҳисобланади. Технологик қурилмаларни ҳаракатга келтириш учун ишлатишга қулай ва ишончли бўлган катта қувватли ўзгарувчан ток юритмаларини яратиш эса фақат кўп фазали ток оркали амалга оширилади. 1891 йилда рус инженери М.О.Доливо-Добровольский фазали ток системасини ишлаб чикиб, уни мазкур юритмаларни ишлатишга тадбиқ этди. Бу система хозирги вақтда электрлаш соҳасида бутун дунёга тарқалган системага айланди. Уч фазали токнинг кенг қўламда ишлатилиши қуйидагига асосланган:

1. Электр энергиясини уч фазали ток системаси ёрдамида узоқ масофаларга узатиш уни фазалар сони бошқача бўлган ўзгарувчан ток билан узатишга қараганда иқтисодий жиҳатдан анча тежамли ҳисобланади. Бунга сабаб электр энергияси уч фазали ток системаси билан узатилганда узатиш линияларига сарф қилинадиган рангли металл уни бир фазали ток системаси билан узатишдагига қараганда 25% кам;

2. Уч фазали ток системасининг асосий элементлари ҳисобланган уч фазали асинхрон юритма трансформаторларнинг тузилиши оддий, ишлатишга қулай, ишончлилиги ва тежамлилиги нисбатан юқоридир;

3. Бир йўла иккита ишчи кучланиш, яъни фаза кучланиши УФ ва линия кучланиши УЛ нинг борлиги, турли номинал кучланишдаги истеъмолчиларни улаш имконияти фақат кўп фазали (шу жумладан, уч фазали) системага хосдир;

4. Агар уч фазали э.ю.к. (ёки кучланиш) системасига симметрик юклама уланган бўлса, унинг оний қуввати хар қандай вақт учун ўзгармас бўлади.

11.5. Уч фазали кучланиш ва ток системаси

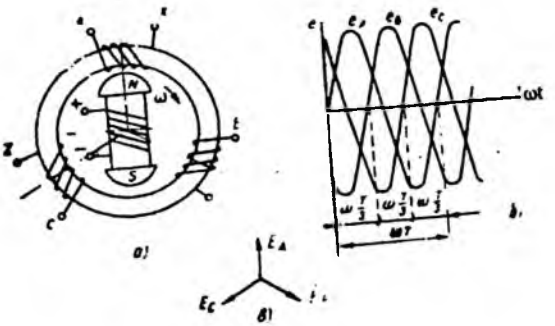
Уч фазали э.ю.к. уч фазали синхрон генераторда хосил килинади. Ушбу генератор кўзғалмас статор ва унинг ичида айланувчи ротордан иборат. Статорнинг пазларига (арикчаларига) ўрамлар сони ўзаро тенг бўлган ва бир-биридан фаза бўйича 120° га силжиган (ёки *T/3* давр фарк килган) учта А-Х; Б-Й; С-З чўлғамлар жойлаштирилган. Чўлғамларнинг бош учлари А, Б, С ва охирги учлари Х, Й, З харфлари билан белгиланган. Ҳар бир чўлғам уч фазали генераторнинг алохида фазаси хисобланади. Бу чўлғамларда (фазаларда) индукцияланган э.ю.к. ларнинг таъсир этувчи кийматлари $э_A$, $э_B$, ва $э_C$ харфлари билан белгиланади. Ротор ўзгармас магнит (электромагнит) дан ясалган бўлиб, машинанинг асосий магнит майдонини хосил килиш учун хизмат килади. Унга ўралган "уйготиш чўлғами" дан ўтадиган ток ёрдамида роторнинг магнит майдонини бошкариш мумкин. Ротор ўзгармас бурчак тезлиги ω билан айланганда унинг магнит куч чизиклари статорнинг хар бир чўлғамида (фазасида) электромагнит индукцияси конунига кўра, амплитуда ва частоталари бир хил бўлган, аммо бир-бирларидан фаза бўйича $2\pi/3$ га (ёки $T/3$) фарклануувчи куйидаги синусоидал ўзгарувчан э.ю.к. ларни индукциялайди:

$$e_a = E_m \cdot \sin \omega\tau \tag{11.16}$$

$$e_b = E_m \cdot \sin\left(\omega\tau - \frac{2\pi}{3}\right) \tag{11.17}$$

$$e_c = \sin\left(\omega\tau - \frac{4\pi}{3}\right) \tag{11.18}$$

Бу ифодаларга мос графиклар 11.14б-расмда кўрсатилган. Ифодадан уч фазали э.ю.к.лар системасининг симметриклиги кўриниб турибди.



11.14-расм.

Юкоридагига ўхшаш йўл билан уч фазали кучланиш ва ток системаси учун хам куйидаги ифодаларни ёзиш мумкин:

$$U_a = U_m \cdot \sin \omega\tau \qquad i_a = I_m \tag{11.19}$$

$$U_b = U_m \cdot \sin\left(\omega\tau - \frac{2\pi}{3}\right) \qquad i_b = I_m \cdot \sin\left(\omega\tau - \frac{2\pi}{3}\right) \tag{11.20}$$

$$U_c = U_m \sin\left(\omega\tau - \frac{4\pi}{3}\right) \qquad i_c = I_m \sin\left(\omega\tau - \frac{4\pi}{3}\right) \tag{11.21}$$

Демак, уч фазали э.ю.к., кучланиш ва токларнинг ўзгариш конуниятлари бир хил экан. Частота ва амплитудалари бир хил бўлиб, фаза жихатдан $2\pi/3$ га фарк килган учта э.ю.к. лар (ёки токлар) йиғиндиси

уч фазали э.ю.к. ларнинг (ёки токларнинг) симметрик системаси дейилади. э.ю.к. ларнинг симметрик системасида учала фаза э.ю.к. лари оний қийматларининг йиғиндиси исталган вақт лаҳзасида нолга тенг. Масалан, графикдан фойдаланиб, m_1 вақт учун қуйидагини ёзиш мумкин:

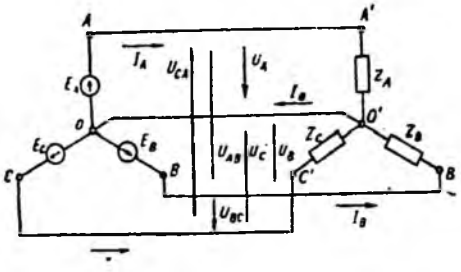
$$e_a + e_b + e_c = E_m - 0{,}5E_m - 0{,}5E_m = 0 \qquad (11.22)$$

Шунингдек, графикдан кўринадики ҳар бир фаза э.ю.к. лари ўзларининг максимумларига $T/3$ давр ўтиб эришади. Шунга кўра, э.ю.к. векторлари $\mathcal{э}A$, $\mathcal{э}B$, $\mathcal{э}C$ ларнинг геометрик йиғиндиси қуйидагича

$$E_a + E_b + E_c = 0 \qquad (11.23)$$

бўлиб, киррали симметрик юлдуз шаклини ташкил этади, *б* ва *в* даги график ҳақидаги векторлар диаграммаси генератор роторининг соат мили ҳаракати йўналишида айланишига мос келади. Бунда ҳосил бўлган фазаларнинг *A, B, C* кетма-кетлиги (алмашинуви) *фазаларнинг тўғри кетма-кетлиги* дейилади. 11.14в-расмда кўрсатилган вектор диаграммада эса э.ю.к. векторлари ўзларининг эффектив қийматларида ифода қилинган.

11.6. Манба ва истеъмолчиларни тўрт симли юлдуз усулида улаш



11.15-расм.

Генератор ва истеъмолчи фазалари охирги учларини тегишлича *O* ва *Ў* нуқталарга улаш *юлдуз усулида улаш* дейилади. O ва Ў нуқталар генератор истеъмолчининг *ноль* (ёки *нейтрал*) *нуқталари* дейилади. Ана шу нуқталарни бирлаштирувчи сим *ноль* (ёки *нейтрал*) *сим* дейилади.

Манба ва истеъмолчи бир номли фазаларининг бош учларини бирлаштирувчи (A-A', B-B' ва C-C') симлар линия симлари дейилади.

Ана шу симлардан ўтадиган I_A, I_B, I_C токлар *линия токлари* дейилади ва улар $U_л$ деб белгиланади.

Манба ва истеъмолчининг бир номли фазаларидан ўтадиган токлар *фаза токлари* дейилади ва улар $U_ф$ деб белгиланади. Юлдуз усули билан улашда манба ва истеъмолчининг бир номли фазалари кетма-кет уланган учун линия ва фаза токлари ўзаро тенг бўлади:

$$U_л = U_ф \qquad (11.24)$$

Ихтиёрий линия сими (манба ёки истеъмолчининг бош учи) билан нолинчи сим (нолинчи нуқта) орасидаги кучланиш *фаза кучланиши* дейилади ва улар тегишлича (ёки $U_ф$) U_A, U_B, U_C, (ёки $U_ф$) тарзда белгиланади.

Исталган иккита линия сими (ёки манба билан истеъмолчининг исталган иккита бош учлари) орасидаги кучланиш *линия кучланиши* дейилади. Уларни U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}. (ёки $U_л$) тарзда ёзиш қабул қилинган.

Истеъмолчининг фаза қаршиликлари уч фазали манбанинг Z_A, Z_B, Z_C (ёки тармоқнинг) фаза кучланишига уланса, у ҳолда истеъмолчининг ҳар бир фазасидаги ток ва қувват коэффициенти қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$I_a = \frac{U_a}{Z_a}; \qquad I_b = \frac{U_b}{Z_b}; \qquad I_c = \frac{U_c}{Z_c}; \qquad I_ф = \frac{U_ф}{Z_ф}; \qquad (11.25)$$

$$\cos\varphi_a = \frac{R_a}{Z_a}; \qquad \cos\varphi_b = \frac{R_b}{Z_b}; \qquad \cos\varphi_c = \frac{R_c}{Z_c}; \qquad \cos\varphi_ф = \frac{R_ф}{Z_ф}; \qquad (11$$

$$\sin\varphi_a=\frac{X_a}{Z_a};\qquad \sin\varphi_b=\frac{X_b}{Z_b};\qquad \sin\varphi_c=\frac{X_c}{Z_c};\qquad \sin\varphi_\phi=\frac{X_\phi}{Z_\phi};\qquad (11.27)$$

Фаза ва линия кучланишлари орасидаги нисбат. Агар схемадаги

A'-B'-A'; B'-C'-B' ва C'-A'-C'

контурларида линия кучланишлари фаза кучланишларининг геометрик айирмасига тенг бўлади:

$$\begin{aligned}\overline{U}_{ab}&=\overline{U}_a-\overline{U}_b\\ \overline{U}_{bc}&=\overline{U}_b-\overline{U}_c\\ \overline{U}_{ca}&=\overline{U}_c-\overline{U}_a\end{aligned}\qquad (11.28)$$

Ушбу тенгликлардан фойдаланиб, фаза ва линия кучланишлари орасидаги нисбатни аниклаш мумкин. Бунинг учун ихтиёрий *O* нуктадан фаза кучланишларининг U_a, U_b, U_c векторлари ўзаро 120⁰ фарк билан чизилади. Сўнгра фаза кучланишларининг маълум кийматларига кўра (7.4) ифодага биноан линия кучланишларининг Демак, электр истеъмолчилари юлдуз усулида уланганда линия кучланиши фаза кучланишидан $\sqrt{3}$ марта катта, яъни $U_л=\sqrt{3}\cdot U_\phi$

11.7. Уч фазали истеъмолчиларни «учбурчак» улаш

Уч фазали ток истеъмолчиларини учбурчак усулида улаш деб, биринчи фаза *A* нинг охирги учи *X* ни иккинчи фаза *B* нинг бош учи билан, иккинчи фазанинг охирги учи *Y* ни учинчи фазанинг бош учи *C* билан ва учинчи фазанинг охирги учи *Z* ни биринчи фазанинг бош учи *A* билан улашга айтилади (11.15а-расм). Бундай улаш усули "Δ" белгиси билан кўрсатилади. Одатда, юритманинг чулғамлари юлдуз усулида уланади. Аммо уч фазали трансформаторларнинг иккиламчи чулғами юлдуз ёки учбурчак усулида уланиши мумкин.

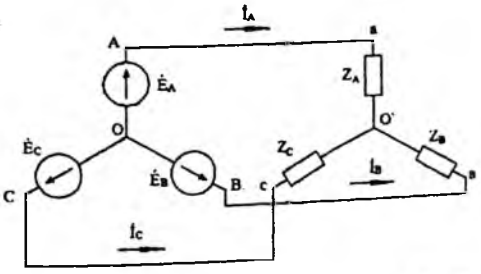
Истеъмолчининг фаза каршиликлари Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{CA} хар жуфт линия симларига уланган. Демак, истеъмолчи учбурчак

A-B; B-C; C-A

усулида уланганда унинг хар бир фазаси манбанинг (ёки тармокнинг) линия кучланишига уланади. Бундай улаш схемасида линия ва фаза кучланишлари ўзаро тенг бўлади:

$$U_л=U_\phi$$

Истеъмолчининг фаза каршиликларидан ўтаётган U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} токларга фаза токлари дейилади. Линия симларидан ўтаётган токлар эса линия токлари дейилади. Фаза ва линия токларининг шартли мусбат йўналишлари 11.16-расмда кўрсатилган.



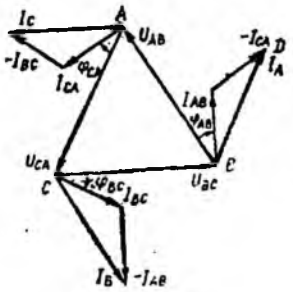
11.16-расм. Истемолчини учбурчак усулида улаш.

Фаза кучланишлари ва қаршиликларининг маълум қийматларида ҳар бир фаза токини ва қувват коэффициентини ҳисоблаб топиш мумкин:

$$I_{ab}=\frac{U_{ab}}{Z_{ab}};\qquad I_{bc}=\frac{U_{bc}}{Z_{bc}};\qquad I_{ca}=\frac{U_{ca}}{Z_{ca}};\qquad I_{\phi}=\frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}};\qquad (11.29)$$

$$\cos\varphi_{ab}=\frac{R_{ab}}{Z_{ab}};\qquad \cos\varphi_{bc}=\frac{R_{bc}}{Z_{bc}};\qquad \cos\varphi_{ca}=\frac{R_{ca}}{Z_{ca}};\qquad \cos\varphi_{\phi}=\frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}};\qquad (11.30)$$

$$\sin\varphi_{ab}=\frac{X_{ab}}{Z_{ab}};\qquad \sin\varphi_{bc}=\frac{X_{bc}}{Z_{bc}};\qquad \sin\varphi_{ca}=\frac{X_{ca}}{Z_{ca}};\qquad \sin\varphi_{\phi}=\frac{X_{\phi}}{Z_{\phi}};\qquad (11.31)$$



11.17-расм. Истемолчини учбурчак усулида улашда вектор диаграммаси

Истеъмолчининг фаза қаршиликларини юлдуз ёки учбурчак усулида улаш линия кучланишининг қийматига ва истеъмолчининг қандай номинал кучланишга мўлжалланганига боғлиқ. Масалан, паспортида "380/220" езуви бўлган уч фазали асинхрон юритмани линия кучланиши $U_{ном}$ = 380В тармоққа юлдуз усулида, линия кучланиши $Uл$=220В ли тармоққа эса учбурчак усулида улаш мумкин. Агар, $U_{ном}$=380В ли тармоққа учбурчак усулида уланилса, $U_{ном} = U_L$ = 380В бўлиб, статор чўлғамларидан оқиб ўтадиган ток кескин ошиб, юритма чўлғамлари куйиб кетади, яъни юритма ишдан чиқади. Агар $U_{ном}$ =220В ли тармоққа юлдуз усулида уланилса,

$$U_{ном}=U_{\phi}=127\ \text{В}$$

бўлиб, юритма тўла қувват манбаидан ололмайди, моменти 3 баробар тушади ва юритма юклама остида тўхтаб қолиши, ҳамда натижада куйиш эҳтимоли мавжуд.

Фаза ва линия токлари орасидаги нисбат. Учбурчак усулида улашда фаза ва линия токларининг тенг эмаслиги 11.17-расмдаги схемалардан ҳам кўриниб турибди. Бу токлар орасидаги нисбатни аниқлаш учун Кирхгоф 2-қонунига асосан ***А, Б, С*** тугунлар учун қуйидаги тенгламаларни ёзамиз:

$$I_a=I_{ab}-I_{ca};\qquad I_b=I_{bc}-I_{ab};\qquad I_c=I_{ca}-I_{bc};\qquad (11.32)$$

Демак, линия токлари фаза токларининг геометрик айирмасига тенг экан. актив-индуктив характердаги симметрик юклама учун линия ва фаза кучланишлари ҳамда токларининг вектор диаграммаси кўрсатилган. Дастлаб линия (фаза)

$$I_{ab}=I_{bc}=I_{ca};\qquad (11$$

кучланишлари векторларининг учбурчаги қурилади, сўнгра фаза токларини линия кучланишлари

$$U_{ab};\ U_{bc};\ U_{ca};$$

$$\varphi_{ab} = \varphi_{bc} = \varphi_{ca};$$

(11.34)

га нисбатан **кечикувчи** бурчаклар остида чизамиз. Кейин ифодага биноан линия токларининг векторларини топиб, уларнинг қийматини аниқлаймиз.

Ушбу векторлар диаграммасидан кўринадики, учала линия токлари (U_a, U_b, U_c) ўзаро тенг ва фаза токларидан фаза бўйича 30^0 га кечикади.

Тенг ёнли учбурчак БНД дан формулани топган φ даги каби усул ёрдамида

$$I_L = \sqrt{3}I$$

(11.35)

эканлигини аниқлаймиз. Демак, истеъмолчилар учбурчак усулида уланганда линия токлари фаза токларидан $\sqrt{3}$ марта катта бўлади. ифода юклама симметрик бўлгандагина кучга эга. Юклама носимметрик бўлганда, ҳар бир линия токи алоҳида ўлчанади ёки маълум фаза токлари бўйича ифодага биноан ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини тегишли масштабда кўриб аниқланади.

11.8. Уч фазали занжирларнинг қуввати

Бир фазали ток занжирида кўрилган актив, реактив ва тўла қувват тушунчалари уч фазали ток занжирида ҳам ўз маъносини тўла сақлайди. Юклама симметрик ва носимметрик бўлганда, юлдуз ва учбурчак усулида уланган истеъмолчиларнинг актив, реактив ва тўла қувватларини ҳисоблаш (аниқлаш) формулаларини аниқлаймиз.

1. Юклама носимметрик бўлганда ҳар бир фазанинг қуввати алоҳида ҳисоблаб топилади. Юлдуз усулида уланганда

$$I_a \neq I_b \neq I_c; \qquad I_{ab} \neq I_{bc} \neq I_{ca}; \tag{11.36}$$

Актив қувват

$$P_a = U_a \cdot I_a \cdot \cos\varphi_a \qquad P_{ab} = U_{ab} \cdot I_{ab} \cdot \cos\varphi_{ab} \tag{11.37}$$

$$P_b = U_b \cdot I_b \cdot \cos\varphi_b \qquad P_{bc} = U_{bc} \cdot I_{bc} \cdot \cos\varphi_{bc} \tag{11.38}$$

$$P_c = U_c \cdot I_c \cdot \cos\varphi_c \qquad P_{ca} = U_{ca} \cdot I_{ca} \cdot \cos\varphi_{ca} \tag{11.39}$$

Уч фазали занжирнинг актив қуввати алоҳида фазалар актив қувватларининг йиғиндисига тенг, яъни

$$P_{юлдуз} = P_a + P_b + P_c \qquad P_{\Delta} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} \tag{11.40}$$

Реактив қувват

$$Q_a = U_a \cdot I_a \cdot \sin\varphi_a \qquad Q_{ab} = U_{ab} \cdot I_{ab} \cdot \sin\varphi_{ab} \tag{11.41}$$

$$Q_b = U_b \cdot I_b \cdot \sin\varphi_b \qquad Q_{bc} = U_{bc} \cdot I_{bc} \cdot \sin\varphi_{bc} \tag{11.42}$$

$$Q_c = U_c \cdot I_c \cdot \sin\varphi_c \qquad Q_{ca} = U_{ca} \cdot I_{ca} \cdot \sin\varphi_{ca} \tag{11.43}$$

Уч фазали занжирнинг реактив қуввати алоҳида фазалар реактив қувватларининг йиғиндисига тенг, яъни

$$Q_{юлдуз} = Q_a + Q_b + Q_c \qquad Q_{\Delta} = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca} \tag{11.44}$$

Тўла қувват

$$S_a = \sqrt{P_a^2 + Q_a^2} \qquad S_{ab} = \sqrt{P_{ab}^2 + Q_{ab}^2} \tag{11.45}$$

$$S_b = \sqrt{P_b^2 + Q_b^2} \qquad S_{bc} = \sqrt{P_{bc}^2 + Q_{bc}^2} \tag{11.46}$$

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2} \qquad S_{ca} = \sqrt{P_{ca}^2 + Q_{ca}^2} \tag{11.47}$$

Уч фазали занжирнинг тўла қуввати

$$S_{юлдуз} = \sqrt{P_{юлдуз}^2 + Q_{юлдуз}^2} \qquad S_{\Delta} = \sqrt{P_{\Delta}^2 + Q_{\Delta}^2} \tag{11.48}$$

11-боб. Кимё саноатида электр техник ускуна ва тизимлар бўйича Мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Ом қонунини таърифланг ва унинг қўлланишига оид мисоллар келтиринг.
2. Кирхгоф 1- ва 2-қонунларини таърифланг ва улар асосида ихтиёрий аралаш занжир учун тенгламалар тузинг.
3. Электр занжири истеъмолчиларидаги кучланишлар ҳақида тушунча беринг.
4. Эквивалент қаршилик нима ва у умумий ҳолда қандай аниқланади?
5. Ўзгармас ток занжиридаги улаш усулларини тушунтиринг ?
6. Ток ва кучланишларнинг симметрик системаси нима?
7. Уч фазали юкламани ўлчаш усули қандай аниқланади?
8. Уч фазали симметрик юкламанинг битта фазаси узилганда линия токлари ва кучланишлари қандай ўзгаради?
9. Линия симларидан биттаси ажратилганда занжирнинг иш ҳолати қандай ўзгаради?
10. Қандай ҳолда линия токлари симметрик системани ташкил қилади?
11. Уч фазали токнинг бир фазали токдан афзаллиги нимада?
12. Электр юритма нима ва унинг вазифаси?
13. Асинхрон электр юритмани таърифлаб беринг.
14. Синхрон электр юритмани таърифлаб беринг.
15. Жоуль-Ленц қонуни ва унинг физик моҳияти?
16. Электр токи билан боғлиқ хавфлар ва инсон танасининг ўртача қаршилиги?
17. Гальваник элемент ва электр юритувчи куч нима?
18. Фотоэлемент нима ?
19. Амперметр ва вольтметр нимага хизмат қилади ?
20. Ўзгармас ток ва уни аниқлаш формуласи ?
21. Ўзгарувчан ток ва уни аниқлаш формуласи ?
22. Тармоқ нима?
23. Тугун нима ?
24. Контур нима ?
25. Реостат нима ?
26. Юлдузча усулида улаш схемасини чизинг.
27. Учбурчак усулида улаш схемасини чизинг.
28. Уч фазали кучланишни таърифланг.
29. Линия ва фаза токлари нима ?
30. Тўрт симли юлдузча усулида улаш схемасини чизинг.

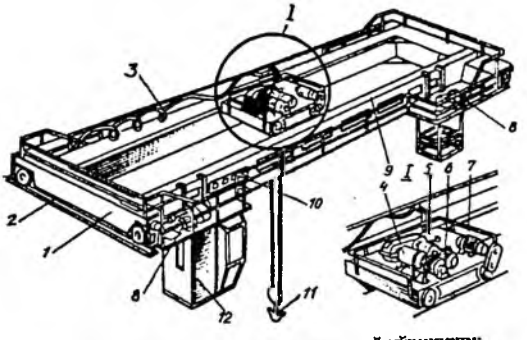
12 - боб

КИМЁ САНОАТИ МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ

12.1. Кран электр жиҳозлари ва уларни бошқариш

Юкларни вертикал ва горизонтал йўналишда узоқ бўлмаган масофага кўчириш учун ишлатиладиган юк кўтарувчи машиналар кранлар деб аталади. Конструктив белгиларига кўра кранлар кўприксимон, портал, минорали ва бошқа турларга бўлинади. Машинасозлик корхоналарининг цехларида кўприк кранлари энг кўп тарқалган, улар ёрдамида юклар кўтарилади ва туширилади, ҳамда цех бўйлаб ташилади. Кранлар ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларида кенг ишлатилади.

Кранлар ишлаш циклининг бошқа ишлаб чиқаришдаги машиналарникига ўхшамайдиган томони шундаки, уни олдиндан билиб бўлмайди ва у кўпгина омилларга боғлиқ. Юкланишнинг кенг оралиқда ўзгариши, тезликнинг юк билан кенг оралиқда ростланиши ва тезлик йўналишининг ўзгариши, катта тезликда узлукли ишлаши, ишли ва ишсиз даврларнинг доимо такрорланиши ва бошқа омиллар кранларнинг электр жиҳозлари бошқа саноат машина ва механизмларнинг электр жиҳозларидан фарқли бўлиши кераклигини тақозо қилади ва шунинг учун ҳам фақат кранлар учун мўлжалланган электр юритмалар ва бошқа электр жиҳозларгина кранларда ишлатилади.



12.1 - расм. Кўприк кранининг умумий кўриниши:
1 - кўприк, 2 , 9 - кран ва аравача юрадиган рельсли йўллар. 3 - эгилувчи кабель, 4 - кўтарма чигир, 5 - аравача, 6 - кўтарувчи электр юритманинг юритмаси, 7 - аравачани ҳаракатлантирувчи юритма, 8 - кўприкни ҳаракатлантирувчи юритма, 10 - резисторлар жойлаш шкафи, 11 - илгак, 14 - кабина

12.1-расмда кўприк кранининг таркибий тузилиши ва электр жиҳозларининг жойлашиши тасвирланган. Кран кўприк 1 дан иборат бўлиб, у рельсли йўл 2 да ғилдиракларда ҳаракатланади. Рельсли йўл цехнинг юқори қисмига, устунга ўрнатилади. Кўприк бўйлаб аравача 5 ҳаракат қилади ва у кўтарувчи чигир 4 дан ва юк осиладиган илгак 11 дан иборат. Кран одатда асинхрон юритмалар асосида яратилган электр юритмали учта асосий механизм билан таъминланган. Кўприкни ҳаракатлантирувчи механизмда иккита юритма 8 бўлиб, улар кўприкни ҳаракатлантирувчи ғилдиракларни редуктор орқали айлантиради. Кўтарувчи аравачани ҳаракатлантирувчи механизм битта юритма 7 билан таъминланган, у редуктор орқали аравача ғилдирагини ҳаракатга келтиради. Аравача кўприкка ўрнатилган рельсли йўллар 9 бўйлаб ҳаракатланади. Кўтарувчи механизм электр юритмасининг юритмаи 6 кўтарувчи чигир 4 нинг барабанини редуктор ёрдамида айлантиради.

Аравачани ҳаракатлантирувчи ва кўтарувчи электр юритмалар эгилувчан кабель 3 орқали электр энергия билан таъминланадилар.

Электр занжирлари ва электр юритмалар қисқа туташувлар, ҳамда ўта юкланишлардан максимал ток релелари билан ҳимояланган.

Бошқариш усулига кўра кран электр юритмалари уч гуруҳга бўлинади: **контроллерли, магнит контроллерли ва бошқарилувчи ўзгартгичли** юритмаларга ажратилади. Электр юритмалар, кран механизм юритмаларининг қандай токда ишлашига қараб, ўзгарувчан ёки ўзгармас ток юритмалари бўлиши мумкин.

12.2. Юк кўтаргичлар ва уларни бошқариш

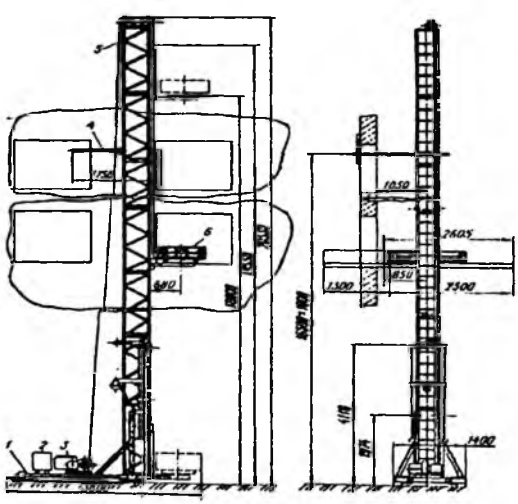
Кўтаргичлар - юк жойлаштириладиган қурилмалар (кабина, платформа ва ҳ.) ёрдамида турли юк ва одамларни йўналтирилган ҳаракат билан бир жойдан бошқа жойга кўчиришга хизмат қилувчи юк кўтарувчи машиналардир. Йўналтирилган ҳаракат тик ёки нишаб бўлиши мумкин. Кўтаргичлар саноат ва бошқа объектларини қуришда ва таъмирлашда кенг қўлланилади.

Кўтаргичлар бажарадиган вазифаларига қараб **юк кўтаргичлар ва юк - йўловчи** кўтаргичларга бўлинади. Юк кўтаргичлар фақат юк кўтаришга мўлжалланган бўлса, юк - йўловчи кўтаргичларда турли юклар билан бир қаторда йўловчиларни ҳам ташиш мумкин.

Кўтаргичларнинг ўрнатилиши бўйича **кўзғалмас ва кўзғалувчан** турларга бўлинади. Кўзғалмас кўтаргичлар иш жараёнида иморатга нисбатан ўрнатилган жойини ўзгартирмайди, кўзғалувчанлари эса ишнинг характерига қараб жойини ўзгартириши мумкин. Юк жойлаштириладиган қурилмалар кўтаргичнинг бажарадиган вазифасига кўра: юк - йўловчи кўтаргичлар инсон хавфсизлигини таъминлаш учун кабиналар билан жиҳозланади. Қурилиш ва таъмирлашларини бажаришда энг кўп қўлланиладиган юк кўтаргичларнинг турлари - ТП турдаги кўтаргичлардир. Юк кўтаргичлар ўрнатилиши бўйича иморатга маҳкамланадиган ва маҳкамланмайдиган турларга бўлинади.Иморатга маҳкамланадиган юк кўтаргичлар асосан мачтали кўтаргичлар бўлиб, уларнинг баландлиги 150 метргача бўлиши мумкин.

12.2 - расмда ТП - 16 русумидаги юк кўтаргичининг тузилиш схемаси тасвирланган. Бу кўтаргич таянч рамасига маҳкамланган панжарали мачтадан иборат. Мачта девор таянчлари орқали иморатга маҳкамланади. Рамада лебедка ва электр жиҳозлари шкафи жойлаштирилган. Юк каретаси жойлаштирилган платформа мачта бўйлаб роликларда ҳаракатланади. Платформа қўл кучи билан ричагли механизм ёрдамида ҳаракатланади.

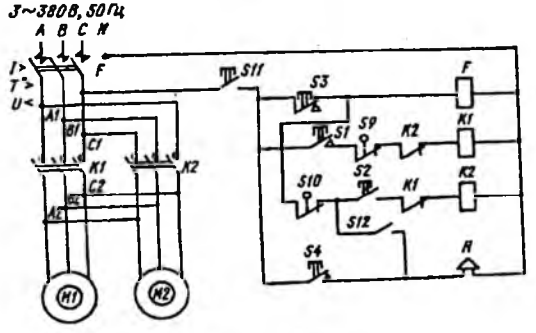
Юк кўтаргич электр тармоғига уч қутбли автоматик ўчиргич *Ф* орқали уланади. Бу автомат кўтаргич электр жиҳозларини ўта юкланиш токидан ҳимоя қилади ва шунингдек авария ҳолатида машинист пультидаги S3 кнопкани босиб, кўтаргични масофадан туриб тармоқдан ўчириш имконини беради (12.3 расм).



12.2 - расм. ТП - 16 русумидаги юк кўтаргичининг тузилиш схемаси:
1 - таянч рамаси, 2 - электр жиҳозлар шкафи, 3 - лебедка, 4 - деворга маҳкамланадиган таянч, 5 - мачта, 6 - юк жойлаштириш қурилмаси.

S1 ва *S2* ўзи қайтувчи бошкариш кнопкалари ёрдамида юк жойлашти-рилган курилмани юргизиш, тўхтатиш ва йўналишини ўзгартириш амаллари бажарилади. Бу кнопкалар оркали магнитли юритма *K1* ва *K2* лар нинг мос ғалтакларига кучланиш уланади. Бир пайтнинг ўзида хар иккала магнитли юритманинг ишга тушишига йўл қўймаслик учун уларнинг ғалтаклари занжирлари очувчи блок - контакт *K1* ва *K2* лар оркали бошқарув кучланишига уланган. *S1* кнопка босилганида магнитли юритма *K1* нинг куч контактлари *K1* ёпилади ва бир пайтнинг ўзида блок - контакт *K1* узилади ва бу билан магнитли юритма *K2* ғалтагининг уланишига йўл қўйилмайди. *S2* кнопка босилганида магнитли юритма *K2* нинг ғалтагига кучланиш берилади ва унинг магнит тизими ишга тушади. Юритманинг куч схемасидаги бош контактлар *K2* уланади ва бир пайтнинг ўзида магнитли юритма *K1* нинг ғалтаги занжиридаги блок - контакт **K2** очилади, бу эса *S1* кнопкани бехосдан босилиб кетиши натижасида магнитли юритма *K1* нинг ишга тушиб кетишидан сақлайди.

Магнитли юритмалар *K1* ва *K2* нинг электр занжирларида мос равишда охирги узгичлар *S9* ва *S10* киритилган бўлиб, улар кўтаргичнинг юк жойлаштирилган курилмаси кўтарилаётганида ёки туширилаётганида берилган чегаравий ораликдан ошганида ғалтаклар занжирини бошкарув кучланишидан узади. Юк жойлаштирилган курилма берилган энг юкори чегаравий ораликка етганида охирги узгич *S9* га механик таъсир этилиб унинг контактларини очади ва ғалтак *K1* кучланишдан узилади. Магнитли юритма *K1* нинг бош контактлари очилади ва натижада юритма тармоқдан узилади. Юк жойлаштирилган курилма берилган энг паст чегаравий ораликка тенг бўлганида охирги узгич *S10* худди шундай тарзда ишга тушади ва юритма тармоқдан ўчирилади.



12.3 - расм. ТП-16 русумидаги юк кўтаргичнинг электр схемаси

Кўчма кнопка станциясига ўрнатилган *S1*, *S2*, *S3* ва *S4* кнопкалар ва сирена *H* кўтаргични масофадан туриб бошкаришга хизмат қилади.

12-1 жадвалда курилиш ва таъмирлаш ишларида кенг қўлланиладиган мачтали юк кўтаргичларнинг асосий техник кўрсаткичлари келтирилган.

12-1 жадвал

Юк кўтаргичларнинг кўрсаткичлари	ТП- 16 - 1	ЖК - 40	ТП - 9	ТП - 17	ТП - 14
Юк кўтарувчанлиги, кг	320	320	500	500	500
Мачта б-н юкнинг энг юкори кўтарилиши, м	9	17	17	75	27
Мачтанинг баландлиги, м	10, 2	19, 0	19, 5	79. 9	29. 5
Юкнинг кўтарилиш тезлиги, м/с	0. 367	0. 39	0. 367	0, 5	9. 367
Кўтаргичнинг харакатланиш тезлиги, м/с	-	-	-	9. 9	-
Юк жойлаштириш курилмасининг тури	111	1	У1	111	У1
Ўрнатилган юритманинг қуввати, кВт	3,7	4, 0	3. 7	8. 2	3, 7
Оғирлиги, кг	1140	2300	1700	6000	2200

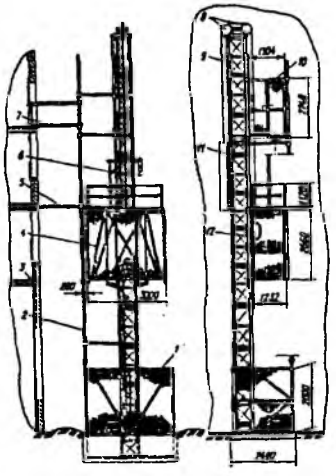
Юк жойлаштириш курилмасининг тури: 1 - айланувчи платформа, 11 - кўзгалувчи платформа ёки монорельс, 111 остолган клетли кўзгалувчан платформа, 1У - юкни дераза ўрнидан туширувчи кўзгалувчан платформа, У - остолган клетли йўналишли кўзгалувчан платформа, У1 - кўзгалувчан платформа.

12.3. Юк - йўловчи кўтаргич ва уни бошқариш

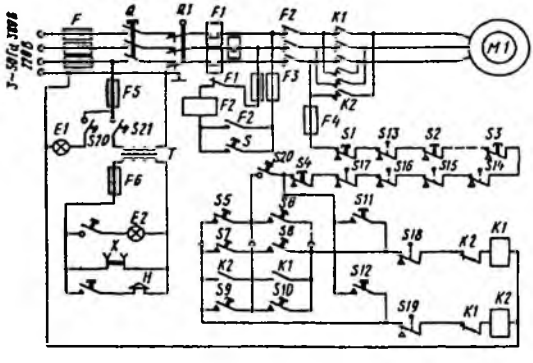
Юк - йўловчи кўтаргичлар конструктив тузилиши жиҳатдан мачтали ва шахтали турларга бўлинади. ПР1 - 1724, МГП - 1999, ПГПМ - 4272, Зремб - Гнезно - 1000 ва ДМВ - 1003/100 русумидаги мачтали юк-йўловчи кўтаргичлар саноат корхоналари ва бошқа иншоатларни қуришда кенг қўлланилади. Ғиштли ва темирбетонли тутун қувурларини бунёд этишда асосан ПГП - 1600 ва ПГП - 1000 русумли шахтали юк - йўловчи кўтаргичлар ишлатилади.

Ўрнатилиши бўйича юк - йўловчи кўтаргичлар қурилаётган иморатга ёки иншоатга маҳкамланган бўлади. Кўтариш механизмининг конструктив тузилиши бўйича бу кўтаргичлар арқонли ва арқонсиз турларга бўлинади.

Қуйидаги 12.4 - расмда юк - йўловчи кўтаргичнинг конструкцияси келтирилган.



12.4 - расм. Юк - йўловчи кўтаргичнинг конструктив тузилиши схемаси:
1 - тўсик. 2 - таянч устуни. 3 - иморат. 4 - кабина. 5 - деворга ўрнатиладиган таянч. 6 - монтаж устуни, 7 - юк олинадиган майдонча, 8 - бош блоклар, 9 - мачта, 10 – юк олинадиган майдончанинг эшиги, 11 - поясанги, 14 - юк кўтариш механизми.



12.5 - расм. Юк - йўловчи кўтаргичнинг электр схемаси.

Юк - йўловчи кўтаргичларга ишлашининг ишончлиги, хавфсизлиги ва қулайлиги бўйича юқори талаблар қўйилади. Бу кўтаргичларда кабина ва юк тушириш майдончалари ёритилиши, кабина ва машина бўлими иситилиши керак. Электр муҳофаза воситалари ва блокировкалар кўтаргичларнинг ишлашини хавфсиз бўлишини тўлиқ таъминлаши зарур. 12.5 - расмда юк - йўловчи кўтаргичнинг электр схемаси

келтирилган. Қисқа туташув токларидан кўтаргич сақлагичлар ёрдамида ҳимояланади. Куч занжирида номинал токи қиймати 63А бўлган учта сақлагичлар ***Ф*** ўрнатилган. Бошқа занжирлардаги ўрнатилган сақлагичлар ***Ф3, Ф4 ва Ф5*** учун номинал ток қиймати 6А га тенг. Куч занжири ва бошкариш занжирини электр тармоқдан рубильник Қ ёрдамида ўчириш мумкин.

Тармоқда кучланишнинг сезиларли даражада пасайиши ёки юритмадан ўта юкланиш токи ўтганида кўтаргич тармоқдан автоматик равишда контактор ***Ф2*** ёрдамида ўчирилади. Бу ўчирилиш контактор ғалтаги занжирига уланган иссиклик релелари ***Ф1*** узувчи контактларининг очилиши натижасида юзага келади. Ўзи қайтувчи кнопка S ни босиш билан линия кониактори ***Ф2*** нинг ғалтаги тармоққа уланади, кнопка қўйиб юборилганидан сўнг контакторнинг блок - контактлари орқали контактор ғалтаги тармоққа уланиб қолади. Мачтани монтаж қилиш пайтида кабинанинг кўтарилиш чегараси охирги ўчиргич ***К1*** билан чегараланади яъни кабина мачтанинг белгиланган юқори қисмига етиб борганида юритма ***М1*** нинг куч схемасини узади, натижада кабина мачтанинг охирги нуқтасига етмасданок тўхтай бошлайли ва тормозланади.

Юритма ***М1*** нинг ишга тушиши ва йўналишини ўзгартириши (реверслаш) магнитли юритмалар ***К1*** ва ***К2*** ёрдамида амалга оширилади. Машинист юритмаларни кабинадан туриб кнопка ***S11*** (юқорига), ***S14*** (пастга) ва ***S4*** (тўтатиш) ларни босиб юритмани бошкаради. Кнопка ***S20*** ўчирилган бўлса, у ҳолда кўтаргични бошкариш кабинадан узоқда туриб, ердаги юклаш майдончасидаги кнопка ***S5*** (юқорига), ***S5*** (пастга) ва ***S1*** (тўхтатиш) лар ёрдамида юритма ***К1*** ва ***К2*** ларни бошкариш мумкин. Худди шунингдек қаватлардаги юклаш майдончаларидан туриб ҳам кўтаргични бошкариш кнопка ***S10, S8*** (юқорига), ***S9, S7*** (пастга) ва ***S2, S3*** (тўхтатиш) лар ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Магнитли юритма ***К1*** ва ***К2*** ларнинг бир вактда уланиб қолишидан сақлаш учун уларнинг блок - контактлари контакторларнинг ғалтаклари занжирларига шундай уланганки юритма ***К1*** ишлаган пайтида унинг блок - контакти К2 нинг ғалтаги занжирини узади ва аксинча. Бу электр блокировка, кабинадаги ва кабина ташкарисидаги кнопка станцияларида содир бўлиши мумкин бўлган нотўғри уланишлар натижасида, юритма ***М1*** нинг тескари уланиб қолишидан сақлайди.

Охирги ўчиргич ***S18*** кабинанинг юқорига кўтарилиш баландлигини чегаралайди, ***S19*** кабинанинг белгиланган энг паст ҳолатида юритмани автоматик равишда ўчиради. Авария ҳолатлари юзага келганида ушлаб олувчи механизмнинг ишга тушиб кетиши натижасида охирги ўчиргич ***S14*** юритмани ўчиради. Қуйи юклаш майдончасининг тўсиклари ёки кабина эшиги ёпилмаган бўлса, охирги ўчиргичлар ***S14, S16*** ва ***S17*** юритмани ўчирадилар ёки уланишига йўл қўймайдилар. Ердаги электр шкаф билан кўтаргич кабинасини боғловчи эластик кабелнинг узилишидан охирги ўчиргич ***S15*** сақлайди.

Ердаги электр шкафга жойлаштирилган пасайтирувчи трансформатор ***Т*** орқали ёритиш ва сигнализация занжирлари 24 В ли кучланиш оладилар. Кабинада ***Е2*** лампали ёритқичдан ташқари штепсел розеткаси ***Х*** ўрнатилган бўлиб, бу розетка монтаж ва таъмирлаш ишлари олиб борилаётганида кўчма лампани улашга мўлжалланган. Электр шкафдаги электр курилмаларни ёритиш ва куритиш учун унинг ичига қуввати 60 Вт бўлган конденционер лампа ***Е1*** ўрнатилган бўлиб, бу лампа ўчиргич ***S20*** ёрдамида тармоққа уланади. Бошқариш занжиридаги кнопкалар ***S5*** ва ***S7*** ораларидаги пунктир чизиклар билан уларга параллел уланган қўшимча кнопкалар ***S6*** ва ***S8*** юклаш майдончаларига ўрнатилган. Бошқа юк - йўловчи кўтаргичларнинг электр схемалари кўриб чиқилган схемага ўхшаш бўлиб, механик ва электр блокировкаларининг сони билан ва юритмалар сони билан ва шулардан келиб чиққан ҳолда мураккаброк бўлиши мумкин.

Қуйида ишлаб чиқариш жараёнларида қўлланиладиган баъзи мачтали юк-йўловчи кўтаргичларнинг техник кўрсаткичлари 12-2 жадвалда келтирилган.

12-2 жадвал

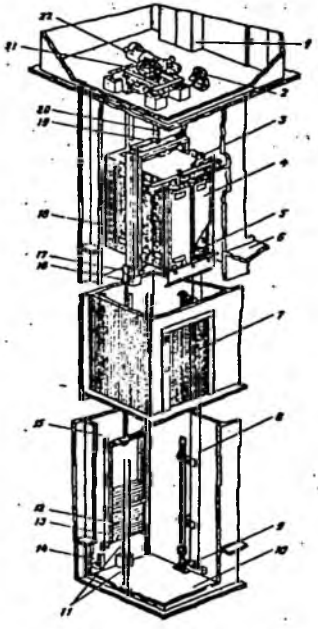
Юк-йўловчи кўтаргичнинг кўрсаткичлари	МГП - 1000	Зремб - Гнезно - 1000	ПР1 - 172А	ДМВ-1003/100
Юк кўтарувчанлиги, кг (йўловчилар сони)	1000 (10 йўл.+ 1 кузатувчи)	1000 (10 йўл.+ 1 кузатувчи)	580 6 йўл.+ 1 кузатувчи)	1000 (10 йўл.+ 1 кузатувчи)
Кўтарилишнинг энг катта баландлиги, м	150	150	70	150
Кўтарилиш тезлиги, м/с	0, 7	0, 65	0, 5	0, 65
Ўрнатилган юритма қуввати, кВт	23, 35	8,5	14	2 х 8, 5
Кўтаргичнинг оғирлиги, т	36	23, 6	10. 5	17. 7

12.4. Лифтлар конструкциялари ва электр схемалари

Кўп қаватли бино ва иншоатларда йўловчиларни қаватларга кўтарилишига хизмат қилувчи транспорт воситаси лифт деб аталади. Лифтларда одамлар билан бир қаторда турли ҳажм ва оғирликда юклар ҳам ташилади.

Замонавий лифтларнинг турлари ҳар хил бўлса ҳам улар кабина, посанги тоши, йўналтиргичлар ва уларни маҳкамлагичлар, кўтарувчи арқонлар, шахта эшиклари, кўтарувчи механизм, буферлар, тезликни чегаратовчилар ва бошқариш станцияси каби асосий элементлар лифт конструкциясининг асосини ташкил этади. Ҳамма жиҳозлар шахта ва машина хонасида жойлаштирилади.

Лифтни ҳаракатга келтирувчи қисм бу лебедкадир. Арқонлар ва қўшимча юклар ёрдамида кабина иморатнинг турли қаватлари бўйлаб ҳаракатланади ва керакли қаватда тўхтаганида кабинанинг поли ўша қаватдаги лифтга кириш майдончаси поли билан ложи борича бир хил сатҳда бўлишга интилади. Кабина ва кабина ичидаги йўловчилар оғирлиги билан мувозанатни сақлаш учун посанги юкдан фойдаланилади. Лифтнинг кабина ва ҳаракатланувчи қисмлари шахта бўйлаб ҳаракатланади. Шахтанинг ҳар бир қаватларидаги лифтга кириш майдончаларида эшиклари бор. Шахтанинг ички қисмига кабина ва посанги юкларнинг йўналтиргичлари маҳкамланган, кабина ва посанги юклар каркасларининг юқори ва пастки қисмларига башмаклар ёрдамида ўрнатилган. Башмаклар йўналтиргичлар ишчи қисмини уч тарафлама ўраб тургани сабабли кабина ва посанги юкининг горизонтал ҳолатини доимо қайд қилиб туради.



12.6 - расм. Лифтининг умумий кўриниши:

1 - бошқариш станцияси,
2 - тезликни чеклагич,
3 - эшикларни очувчи механизм,
4 - кабинанинг эшиги.
5 - кабинанин поли.
6 - қават майдончасининг поли.
7 - шахтанинг эшиги,
8 - тезлик чеклагичнинг арқони,
9 - тортиш қурилмаси,
10 - олд чуқур;
11 - буфер (тўсиқ),
12 - посанги юки,
13 - кабинани йўналтиргичлар,
14- посангини йўналтирувчилар.
15 - шахта,
16 - сирпанчиқ таянч (башмак);
17 - йўналтирувчи шкив (отводка);
18 - кабина,
19 - ушлагичлар,
20 - осма механизм;
21 - кўтарувчи арқонлар,
22 - кўтарувчи механизм (лебедка)

Кабинанинг пастки ва юқори қисмларига ўрнатилган ушлагичлар, тезликни чегаралагичлар томонига ўрнатилган бўлиб, агар лифт тезлиги белгиланган қийматидан ошиб кетган тақдирда яъни авария ҳолатида ишга тушади. Ушлагичлар йўналтиргичларни ўраб олади ва кабинани йўналтиргичда кимирлатмай маҳкам ушлаб қолади. Масалан, бошқариш тизимида бирор носозлик содир бўлганида кабина ёки посанги юки берилган ишчи ҳолатидан пастга тушиб кетиши мумкин. Тушиш пайтидаги шахта полига уриладиган каттик зарбни камайтириш максадида шахтанинг ички қисмида таянчлар ёки буферлар (тўсиқлар) қўйилиши кўзда тутилган. Шахтанинг бу қисми чукурча (примяк) дейилади. Машина хонасида кўтарувчи механизм, тезликни чегаралагич ва бошқариш станцияси жойлашган. Қуйидаги 12.6 - расмда юк кўтарувчанлиги 400 кг, умумий баландлиги 60 метргача бўлган 16 каватли иморатларда йўловчиларга хизмат қилувчи лифтнинг конструктив тузилиш схемаси келтирилган. Лифтларнинг ҳаракатланиш тезлиги 0, 71; 1, 0; 1, 6, ва 2,0 м/с қилиб ишлаб чиқарилади. Уларда асосий электр энергия истеъмолчи

электр юритмалардир. Лифтларда асосан бир ёки икки тезликли ротори қисқа туташтирилган асинхрон юритмалар қўлланилади.

Лифтларнинг бир тезликли асинхрон юритмали электр схемаларида юритмани ишга тушириш статор чулғамини тармоқ кучланишига улаш ва тўхтатиш эса уни кучланишдан узиш билан бир пайтда механик тормоз қолипларини ишга тушириш натижасида амалга оширилади. Бундай электр юритма кабинани юқори тезлик билан кабинани харакатлантириш ва аниқлик билан тўхтатишни таъминламайди.

Лифтларнинг икки тезликли асинхрон юритмали электр схемасида бу камчилик бартараф этилган. Бундай схемаларда юритма тезлигини ростлаш оралиғи 1:3 ёки 1:4 бўлади. Лифтни ишга тушириш юритманинг катта тезликли чулғамларини тармоқ кучланишига улаш билан амалга оширилади. Лифтни тўхтатишдан олдин кучланиш юритманинг паст тезликли чулғамларига уланади, шунда юритма тезлиги қурилмасини ишга тушириш билан якунланади.

Ҳозирги пайтда юқори тезликда харакатланадиган лифтларни бошқаришда ярим ўтказгичли бошқарилувчи ўзгарткичлар қўлланилади. Лифтларнинг кўтариш механизмларининг асинхрон юритмалари тезлиги тиристорли частота ўзгартгичлар ёрдамида ростланади ва тўхтатиш частотани силлиқ ўзгартириш натижасида амалга оширилади. Бундай лифтларда юритма тезлигининг ростланиш оралиғи 1:10 ва ундан ортиқ бўлиши мумкин.

12.5. Юк кўтариш машиналарининг энергия тежамкорлиги

1. Кўприк кранлари юк кўтариш механизмлари юритмаларининг тезлигини роторига уланадиган қўшимча резисторлар ёрдамида ростлаш ўрнига бошқарилувчи ўзгарувчан ток ўзгартгичларини қўллаб ростлаш, резисторларда исроф бўлаётган электр энергияни иқтисод қилишга олиб келади.

2. Юк кўтарувчанлиги 500 кг ва ундан ортиқ бўлган юқори тезликда ишлайдиган лифтларнинг қаватларда тўхташ сонларини камайтириш (масалан, икки ва ундан ортиқ бир хил лифтлар учун) ҳисобига ҳар бир лифтда электр энергия исрофини 6,5% гача иқтисод қилиш имконини беради.

3. Юк кўтаргичларнинг юк жойлаштириш қурилмаларининг тўлдириш даражасини номинал қиймати даражасига етказиб ишлатиш, электр энергия исрофини номинал қийматларда бўлишига олиб келади.

4. Кўтаргич ва лифтларнинг механик ишқаланадиган ва сирпанадиган қисмларини ўз вақтида тегишли мойлар билан мойлаб туриш ҳам электр энергия исрофини 1-5% га камайтиради.

5. Лифтларда, кабинадаги йўловчиларнинг сони яъни оғирлигини ўлчовчи датчиклардан олинадиган ахборотлар асосида ишлайдиган адаптик бошқарилувчан энергия тежамкор тизимлар, масалан частота ўзгартгичлар ёрдамида кўтариш механизмлари юритмаларини бошқариш, электр энергия сарфини 30% гача камайтириш имконини беради.

6. Кранларнинг салт ишлаш вақтини камайтириш ҳисобига ишлаб чиқаришда иш унумдорлигига эришиш, электр энергиядан унумдорлик билан фойдаланишга олиб келади.

НАСОС, КОМПРЕССОР ВА ВЕНТИЛЯТОРЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ

Суюқликларни бир жойдан иккинчи жойга кўчиришга хизмат қилувчи қурилмалар насослар деб аталади. Насослар ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларида жуда кенг қўлланилади. Улар алоҳида машина ёки агрегат сифатида ишлатилиши билан бир қаторда энергетик қурилмалар, транспорт машиналари, автоматик линиялар ва бошқа бир қатор мураккаб дастгоҳларнинг таркибий қисмлари сифатида ҳам ишлатилади.

Насослар, насос қурилмалари ёки насос станциялари сув таъминоти ва канализация тизимларининг асосий ташкил этувчи ускуналаридир. Сув таъминоти тизимида насослар истеъмолчиларни (саноат корхоналарини, иссиқлик электр станцияларини, турар - жой мавзеларини) сув билан таъминлайди. Иситиш ва иссиқ сув билан таъминлаш тизимларида насослар иссиқ сувнинг истеъмолчилардан иссиқ сув ишлаб чиқариш корхоналарига (иссиқлик электр станцияларига, сув иситиш қозонхоналарига) қайтаришни таъминлайди. Канализация тизимларида ишлаётган насослар саноат корхоналари ва турар - жой мавзеларида ишлатилган окава сувларни тозалаш иншоатларига узатишга хизмат қилади.

Насосларнинг асосий кўрсаткичларидан бири, бу насоснинг **ҳажмий узатиши** - вақт бирлиги ичида насоснинг қанча ҳажмда суюқлик узатишини англатади. Унинг ўлчов бирлиги $м^3/с$ ёки $м^3/соат$;

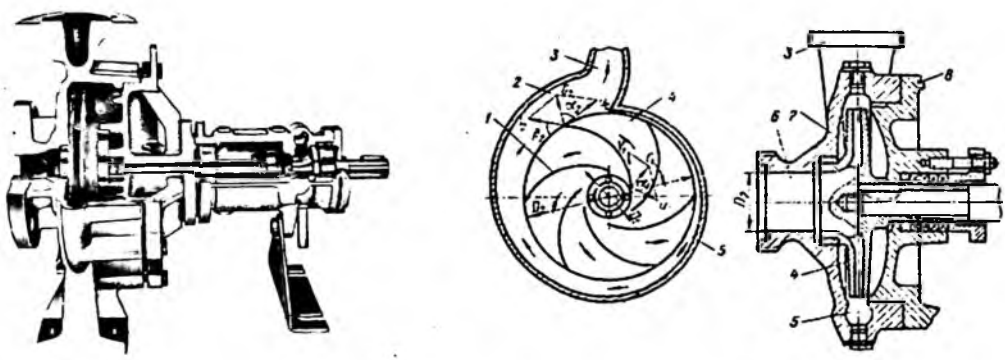
шунингдек л/с ўлчов бирлиги ҳам қўлланилади. Суюқликнинг массаси деган тушунча ҳам қўлланилгани сабабли **масса узатиш** - вақт бирлиги ичида узатилаётган суюқликнинг массасини англатади ва ўлчов бирлиги кг/с ёки кг/соат бўлади.

Насоснинг яна бир асосий кўрсаткичи бу насос ҳосил қиладиган **босим ёки босилиш кучи** дир. Босим МПа , кПа ёки кг-к/см^2 ларда ўлчанади, босиш кучи эса кўчирилаётган суюқликнинг қанча метр баландликка кўтарилганлиги билан ўлчанади.

Шунингдек, насоснинг асосий кўрсаткичларига унинг қуввати, яъни насос ёки насос агрегатининг ишлаётганида истеъмол қилаётган қуввати; фойдали иш коэффициенти - фойдали қувватнинг насос ёки насос агрегатининг истеъмол қилаётган қувватига нисбати.

Сув таъминоти ва канализация тизимларида ва шунингдек техниканинг бошқа соҳаларида ҳам асосан марказдан қочма насослар кенг қўлланилади.

12.7 - расмда марказдан қочма насоснинг тузилиш схемаси тасвирланган. Насос кобиқининг ичи спирал кўринишга эга бўлиб, унинг вали 2 га ишчи ғилдирак 3 қаттиқ қилиб маҳкамланган. Ишчи ғилдирак олди ва орқа дисклардан иборат бўлиб, улар орасига ишчи ғилдиракнинг айланиш йўналишига тескари радиус бўйича букилган парраклар 4 ўрнатилган. Насос кобиқи патрубкалар 5 ва 6 лар ёрдамида сўриш ва ҳайдаш қувурларига уланади.



12.7- расм. Марказдан қочма насоснинг тузилиш схемаси

Қобиқ ичи ва сўрувчи қувур суюқлик билан тўлдирилганида ишчи ғилдирак ишга туширилса, ҳолда ишчи ғилдирак парраклари орасидаги суюқлик марказдан қочма кучлар таъсирида ғилдирак марказидан кобиқ ичининг четларига итарилади. Бунинг натижасида ғилдиракнинг марказида босим камаяди ва аксинча, қобиқ ичининг чекка қисмида ошади. Бу босим таъсирида суюқлик насосдан босиш кучи қувурларига узатилади ва бир вақтнинг ўзида сўрувчи қувурлар орқали суюқлик насосга узатиб турилади. Шундай қилиб, марказдан қочма насоснинг узлуксиз суюқлик узатиши амалга оширилади.

Марказдан қочма насослар бир поғонали ва бир неча поғонали қилиб ишлаб чиқарилади. Марказдан қочма насослар неча поғонали бўлишидан қатъий назар суюқлик марказдан қочма куч таъсирида ҳаракатланади.

12.6. Насослар электр жиҳозлари

Насос қурилмаларида асосан уч фазали **синхрон** ва **асинхрон юритмалар** қўлланилади. Уч фазали электр юритмалар стандарт 220, 380, 600, 6000 ва 10000 В кучланишларда ишлайди. Қуввати 200 кВт гача бўлган насос қурилмалари учун номинал кучланиши 220/380 В бўлган юритмалар қўлланилади ва қуввати 200 кВт дан каттароқ бўлган насос қурилмалар учун эса кучланиши 6 ёки 10 кВ бўлган юритмалар ишлатилади.

Номинал кучланиши 1 кВ гача бўлган юритмаларни ишга тушириш учун магнитли юритмалар, контакторлар қўлланилади. Номинал кучланиши 1 кВ дан юқори бўлган юритмаларни ишга туширишда комплект тақсимловчи қурилмалар (КТҚ) ишлатилади. Насосларнинг иш режиларини назорат қилиб бориш ва авария ҳолатларидан огоҳлантириш учун махсус автоматик қурилма ва тизимлар қўлланилади.

Насос қурилмаларида кўп қўлланиладиган юритмалар ротори қиска туташтирилган асинхрон юритмалардир. Қуввати 200 кВт гача бўлган ротори қиска туташтирилган асинхрон юритмаларини ишга тушириш қўшимча ишга тушириш қурилмаларсиз, уларни тўғридан - тўғри тармоққа улаб амалга оширилади.

Катта қувватли асинхрон юритмаларни ишга туширишда қуйидаги усуллар қўлланилади:

а) статор чулғамларини аввал «юлдузча» улаб, юритма номинал тезланишга эришгандан сўнг «учбурчак» усулда улашга ўтиш;

б) статор чулғамига қўшимча қаршилик улаб ишга тушириш;

в) автотрансформаторлар ёрдамида ишга тушириш.

Синхрон юритмаларни ишга тушириш учун аввал роторини айлантириб олиш зарур, бу эса роторидаги қиска туташтирилган чулғам воситасида амалга оширилади.

Синхрон юритмаларнинг қувват коэффициент юкори бўлиши билан бир каторда, уларнинг тармоқ кучланиши ўзгаришларига нисбатан турғунлиги ҳам юкоридир. Шунинг учун, насос қурилмасининг қуввати 250-300 кВт дан катта бўлганида, синхрон юритмаларни қўллаш тавсия этилади.

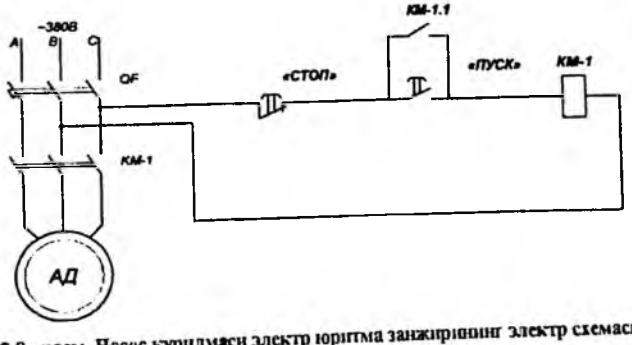
Ташқи мухит таъсиридан химоялаш мақсадида электр юритмалар турли ижроларда ишлаб чиқарилади: ҳимояланмаган, ҳимояланган, ёпиқ, томчидан ҳимояланган ва х. Бино ичига ўрнатиладиган юритмалар химояланган турдаги юритмалар бўлиши керак.

Нам хоналарда ишлайдиган қурилмаларнинг юритмалари томчи сачрашидан ҳимояланган ва изоляцияси намликка чидамли бўлиши талаб этилади. 12-3 жадвалда саноат корхоналарида суюкликларни бир жойдан иккинчи жойга транспортировка қилишда қўлланиладиган насосларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

12-3 жадвал

Насос тури	Унумдорлиги, $м^3$/соат	Напор, м	ф.и.к.	Юритма қуввати, кВт
К 90/20	90	20	0. 78	7, 5
К 160/20	160	20	0. 81	15. 0
К 290/18	290	18	0. 83	22. 0
К 290/30а	250	24	0, 75	30. 0
Д 2000 - 21	2000	21	0, 86	160. 0
Д - 6300 - 27	4000	22	0, 79	400, 0
Д 14500 - 24	14500	24	0.88	1450. 0

Насос қурилмаларининг электр жихозлари кўрсаткичларини назорат қилиш учун электр ўлчов асбоблари қўлланилади (12.8-расм). Насос қурилмаларининг унумдорлигини бошқариш ротори тезлигини ростлаш асосида амалга ошириш, энг замонавий усулдир. Насос ротори тезлигини ростлаш юритма билан насос қурилмаси орасига ўрнатилган механик узатиш қурилмалари (муфталар, вариаторлар ва х.) ёрдамида ҳамда юритма тезлигини ростлаш ҳисобига амалга ошириш мумкин. Амалиётда ҳар икки усул ҳам кенг қўлланилади.



12.8 - расм. Насос қурилмаси электр юритма занжирининг электр схемаси.

Компрессорлар ҳозирги пайтда саноат корхоналарида механизациялаш жараёнининг тинмай ривожланиши сиқилган ҳаво энергияси асосида ишловчи конструктив содда, ишлатишга қулай, енгил ва юкори ишончли пневматик асбобларнинг қўлланиши билан узвий боғликдир. Аммо сиқилган ҳаво ишлаб чиқаришга мўлжалланган қурилмалар жуда электр энергияни кўп истеъмол қилади. Кўпгина

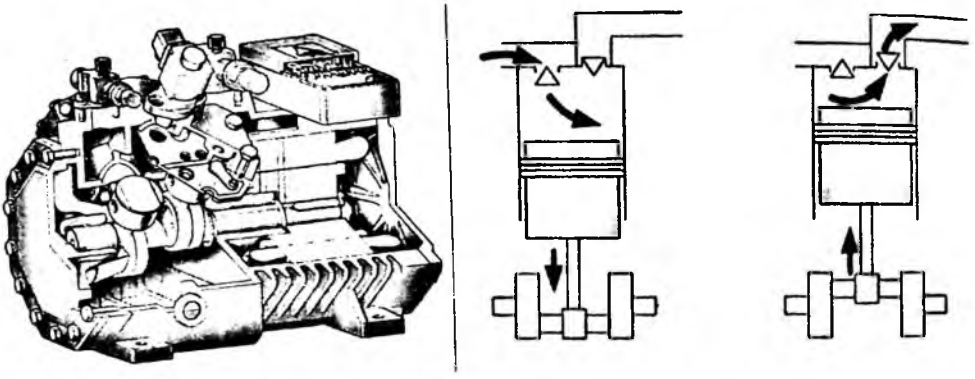
машинасозлик корхоналарида компрессорларнинг юритмаларида сарф бўладиган электр энергия корхона учун сарф бўлаётган умумий электр энергиянинг деярли 20-30% ини ташкил этади.

Ҳаво компрессорлари ишлаш асосига кўра ҳажмни кисқартириш ҳисобига сиқилган ҳаво ҳосил қилувчи (поршенли, ротацион, винтли) ва махсус конструкцияли парраклар ўрнатилган ишчи ғилдирак (ротор) айланиши натижасида ҳосил бўладиган марказдан қочма ёки ўқ бўйлаб йўналган куч таъсирида сиқилган ҳаво ҳосил қилувчи паррakли (турбокомпрессорли - марказдан қочма, ўқли) турларга бўлинади. Ишлаб чиқариш жараёнида кенг қўлланиладиган компрессорлар бу поршенли компрессорлардир.

Поршенли компрессорда газнинг сиқилиши, ёпиқ цилиндр ичида поршеннинг ҳаракатланиши натижасида газнинг ҳажми даврий ўзгариб туриши ҳисобига юзага келади.

12.7. Поршенли компрессор электр жихозлари

Поршень чапдан ўнга қараб ҳаракатланганида ҳаво компрессор цилиндри ичига сўрилади (12.9-расм). Поршень охирги нуқтага етиб келиб, орқага ҳаракатлана бошлаганида сўрувчи клапан СК пружина таъсирида ёпилади.



12.9-расм. Поршенли компрессорнинг кўриниши ва ишлаш принципи.

Поршен ҳаракатланиши вақтида компрессор цилиндри ичидаги ҳаво сўрилади ва босимининг пасайиши кузатилади. Ташқи ҳаво босим кучи цилиндр ичидаги ҳаво босими ва пружинанинг эластиклик кучларидан катта бўлиши натижасида сўрувчи клапан очилади. Сўрувчи клапан олдидаги ҳавонинг босими цилиндр ичидаги ҳавонинг босими билан тенглашганда, клапан пружинасининг эластиклик кучи таъсирида бу клапан ёпилади.

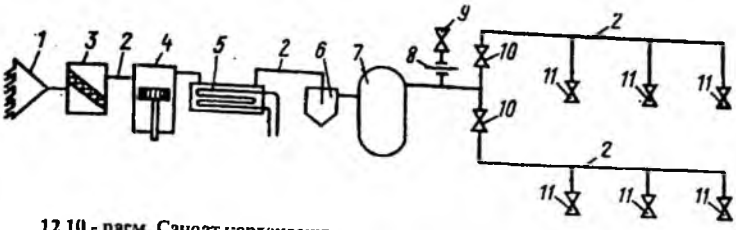
Поршен тескари томонга ҳаракатланганида компрессор цилиндри ичидаги ҳаво сиқилади ва босим клапани ўша захоти очилмайди. Компрессор цилиндри ичидаги ҳавонинг босим кучи босим клапани пружинасининг эластиклик кучидан катта бўлганида, босим клапани очилади ва маълум босим кучига бўлган ҳаво цилиндрдан ташқарига чиқади.

Поршеннинг чап томонга ҳаракати давомида сиқилган ҳавонинг цилиндрдан чиқиши давом этади, сўнгра поршеннинг ҳаракати чапдан ўнга қараб ўзгаради ва бутун цикл қайтарилади. Босим клапани олдидаги босим билан цилиндр ичидаги босим теглашганида, босим клапани пружинасининг эластиклик кучи таъсирида босим клапани ёпилади.

Поршенли компрессорларда сиқилган ҳаво ҳосил қилиш жараёнида сиқилган ҳавонинг қизиши вужудга келади ва уни совутиш керак бўлади. Сиқилган ҳавонинг температураси 170-220°С гача кўтарилиши мумкин ва бу эса компрессорларни ҳавфсиз ишлатиш имконини бермайди. Шу сабабли, сиқилган ҳавонинг температураси рухсат этилган ҳавфсизлик қийматидан ошиб кетмаслиги учун сиқилган ҳаво олиш жараёни кўп поғонали қилиб амалга оширилади яъни амалиётда кўп поғонали поршенли ишлаб чиқарилади ва қўлланилади.

Саноат корхонасини қисилган ҳаво билан таъминлаш схемаси 12.10-расмда келтирилган. Сиқилган ҳаво тақсимлаш тизими асосан тақсимловчи қувурли ўтказгичлардан, қулфли арматуралардан компрессордан иборат бўлади. Компрессор қурилмаси (станцияси) сиқилган ҳаво тизимининг узун

калта бўлишидан қатъий назар компрессорлардан, ҳаракатлантирувчи юритмалардан ва ёрдамчи қурилмалардан ташкил топган бўлади. Тизимнинг барча ташкил этувчи элементларининг ҳар бирида исроф бўладиган электр энергиянинг қиймати энг кичик қийматга эга бўлишига ҳаракат қилинади, чунки компрессорнинг ф.и.к 35-45% ни ташкил этади холос.



12.10 - расм. Саноат корхонасининг компрессорли қурилмаси ва ҳаво тармоғи:
1 - ҳавони қабул қилувчи қурилма, 2 - қувур. 3 - ҳаво фильтри, 4 - компрессор,
5 - совуткич, 6 - сув-мой ажраткичи, 7 - ҳаво йиғгич. 8 - диафрагма. 9 - вентиль,
10 - ҳаво тармоғи участкаларининг қулфли вентили, 11 - истеъмолчи вентили.

Қуйидаги 12-4 жадвалда саноат корхоналарининг сиқилган ҳаво тизимларида қўлланиладиган баъзи компрессорларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

12-4 жадвал

Компрессор тури	Унумдорлиги, $м^3$/ мин	Босими, МПа	Истеъмол қуввати, кВт	Электр энергиянинг солиштирма сарфи, кВт·соат/1000 $м^3$
ВУВЗ 3/8	3, 0	0, 78	19, 5	145. 0
КСЭ 5М	5, 0	0, 78	33, 0	144. 0
ВП - 10/9	11, 0	0, 78	68, 0	116. 0
ВПЗ - 20/9	22, 0	0, 78	142, 0	114. 0
2ВП 10 - 50/8	50, 0	0, 78	270, 0	98, 0
4ВП 10 - 100/8	100. 0	0, 75	540. 0	97. 0

12.8. Компрессорларнинг электр жиҳозлари

Катта қувватли поршенли компрессорларнинг айланиш тезлиги одатда 500 айл/мин дан ошмайди ва фақат кичик қувватлиларники 1000-1500 айл/мин бўлади.

Компрессорларнинг асосий электр жиҳозлари унинг электр юритмалари ва ишга тушириш қурилмаларидир. Қуввати 100 кВт гача бўлган компрессорларда ротори қисқа туташтирилган асинхрон юритмалар, катта қувватли компрессорларда фаза роторли асинхрон юритмалар ва жуда катта қувватли компрессорларда эса синхрон юритмалар қўлланилмоқда.

Номинал кучланиши 1 кВ гача бўлган компрессор юритмаларини ишга тушириш учун магнитли юритмалар, контакторлар қўлланилади ва шунингдек компрессорнинг иш режимларини назорат қилиш учун махсус назорат қурилмалари ҳамда хизмат қилувчи ходимларни турли авария ҳолатларидан огоҳ қилиш учун эса ёруғлик сигнализация воситаларидан фойдаланилади. Номинал кучланиши 1 кВ дан юкори бўлган компрессор юритмаларини ишга туширишда комплект тақсимловчи қурилмалардан (КТҚ) фойдаланилади.

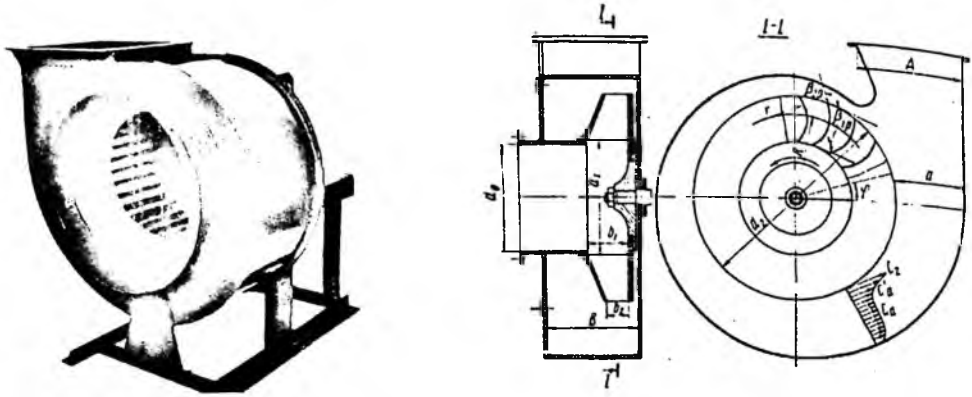
Компрессорларнинг асинхрон юритмали электр юритмаларини бошқаришда насос қурилмаларини бошқаришдаги усуллардан кенг фойдаланилади. Масалан, асинхрон - вентилли каскад схемаси ўрта қувватли компрессорларни бошқаришда кўп қўлланилади.

Жуда катта қувватли компрессорларни бошқаришда синхрон юритмали электр юритмаларни қўллаш катта самара беради.

Вентиляторлар ҳозирги пайтда деярли ҳар бир саноат корхонасида вентиляторлар технологик қурилмаларнинг таркибий қисмлари сифатида ёки бўлмасам иш жойларида зарур санитар-гигиеник шароитларни таъминлашда кенг қўлланилади. Вентилятор қурилмалари жуда ишончли ишлашлари керак, чунки кўпгина ҳолларда уларнинг ишлаши тўғридан - тўғри инсонлар соғлиғи билан боғликдир.

Вентиляторлар ишлаш асосига кўра марказдан қочма ва ўқ турларга бўлинади.

12.11-расмда марказдан қочма вентиляторнинг конструктив тузилиши тасвирланган. Вентиляторнинг асосий қисмлари - ишчи ғилдирак, спирал кўринишдаги қобиқ (ёки одатда «шиллик қурт» деб ҳам аталади) ва станина. Ишчи ғилдирак таянч 1, асосий диск 2, ишчи парраклар 3 ва вентилятор олдини ёпувчи диск 4 лардан иборат. Пўлатдан тайёрланган асосий диск таянчга парчинмих билан маҳкамланади. Паррак 2 - 8 мм ли конструктив пўлатдан ясалади.



12.11 - расм. Марказдан қочма вентиляторнинг тузилиши:

Ҳавони йўналтирувчи вазифасини бажарувчи, пўлат листдан парчинмихлар ёрдамида ёки пайвандаш воситасида тайёрланган спиралсимон қобиқ 6 ичига, ўқ 5 га ўрнатилган ишчи ғилдирак жойлаштирилади. Қобиқда ҳаво кириши (одатда айлана кесим юзали) 7 ва ҳаво чиқиши (тўғри тўрт бурчак ёки айлана кесим юзали) 8 учун нўлжалланган туйниклар жойлаштирилган. Ҳаво чиқиш туйнигининг босимли қувурга уланиши диффузор оркали амалга оширилади. Спирал қобиқ ичидаги каби унда ҳам динамик босилиш кучининг бир қисми статик босимга ўзгартирилади.

Вентиляторларнинг иш унумдорлиги уларнинг маълум вақт ичида қанча метр куб ҳажмдаги ҳавони ҳайдаш хусусиятдари билан белгиланади ва ўлчов бирлиги $м^3/с$ ёки $м^3/соат$.

Вентиляторларнинг иш унумдорлигини ростлаш вентилятор ўқи тезлигини ўзгартириш, вентиляторнинг кириш ёки чиқиш қисмларига ўрнатиладиган дросселлар ёрдамида ҳаво оқимини ростлаш ва шунингдек вентиляторнинг кириш қисмига ўрнатиладиган ҳавони йўналтирувчи қурилмалар ёрдамида амалга оширилиши мумкин.

Қуйидаги 12-5 жадвалда саноат корхоналарида кенг қўлланиладиган баъзи марказдан қочма ва вентиляторларининг техник кўрсаткичлари келтирилган.

12-5 жадвал

Вентилятор русуми	Иш унумдорлиги, $м^3/с$	Босим, Па	Максимал ф.и.к.	Юритманинг қуввати, кВт
В-Ц14 46-2,5	0,95 - 4,8	414 - 2160	0,65	0,37 - 5,5
В-Ц14 46-5-0,1	3,5 - 16,0	470 - 1140	0,71	2,2 - 11,0
В-Ц14 46-6,3-0,2	10 - 31,0	1568 - 1770	0,73	10 - 22,0
В-Ц4 76-16-04	43 - 110	440 - 1600	0,84	17 - 55,0
В-Ц4 76-20-04-01	86 - 165	490 - 1119	0,84	30 - 55,0
В 06-300-3	10 - 26	64 - 204	0,755	0,75 - 3,0
В 2,3-140-10-01	38	560	0,9	11,0

12.9. Вентиляторлар электр жиҳозлари

Иш унумдорлиги дросселлар ва ҳаво оқимини йўналтирувчи қурилмаларни қўллаб ҳамда вентилятор тезлигини механик узатиш қурилмалари (редуктор, вариатор ва б.) ёрдамида ростланадиган вентилятор қурилмаларида вентилятор юритмаини бошқаришда электрик йўл билан тезликни ростлаш электр схемалари ишлатилмайди. Катта қувватли вентиляторларда синхрон ва фаза роторли асинхрон юритмалар қўлланилса, нисбатан кичик қувватли вентиляторларда эса ротори қиска туташтирилган асинхрон

юритмалар қўлланилади. Вентиляторларда қўлланиладиган синхрон юритмалар СД, СДВ, СДН, СДС ва СДЗ русумли бўлиб, асинхрон юритмалар эса асосан 4А ва ДАЗО русумлилардир.

Номинал кучланиши 1 кВ гача бўлган юритмаларни бошқариш учун магнитли юритмалар, контакторлар, автоматик ўчиргичлар қўлланилади. Номинал кучланиши 1 кВ дан юкори бўлган юритмаларни бошқариш комплект тақсимловчи қурилмалар (КТҚ) ёрдамида амалга оширилади. Синхрон юритмалар учун, статор чулғамига кучланиш узатувчи КТҚ лардан ташқари, юритманинг қўзғатиш тизимини бошқариш учун алоҳида бошқарув станциялари ҳам қўлланилади. Бу станциялар панеллар ёки блоклар кўринишида ишлаб чиқарилади. Панеллар синхронизация вактида контакторлар ёрдамида қўзғатгичларни қўзғатиш чулғамига улашга мўлжалланган бўлса, блоклар эса қўзғатгичларни қўзғатиш чулғамларига тўғрида - тўғри улашга мўлжалланган.

Барча қўлланиладиган қурилмауралар керакли турдаги ҳимоя, блокировка ва авария ҳолатлари тўғрисида огоҳлантирувчи сигнализация воситалари билан тўлик таъминланган.

Вентиляторлар иш унумдорлигини оширишнинг иқтисодий жихатдан энг маъкули, юритмалари тезлигини ростлашдир. Вентиляторнинг ўзгарувчан ток электр юритмаларида частотани ростлаб, тезликни бошқариш вентиляторнинг қувват ва фойдали иш коэффициентларини номинал қийматларига тенг қийматларда ишлашига олиб келади. Турбомеханизмлар асинхрон юритмаларининг тезлигини ростлашда қўлланиладиган тиристорли частота ўзгартгичларнинг техник кўрсаткичлари 12-6 жадвалда келтирилган.

12-6 жадвал

Ўзгарткич русуми	Номинал кучланиш, В	Номинал ток, А	Номинал қувват, кВт	Юритма қуввати, кВт
АВВ - 11	380	50	33	18.5 - 22
АВВ - 14	380	100	66	30 - 55
АВВ - 14	380	160	106	75 - 90
АВВ - 14	380	200	142	90 - 110
АВВ - 15	380	400	264	142 - 200
АВВ - 16	380	630	416	250 - 315
АВВ - 17	380	800	528	400

12.10. Насос, компрессор ва вентиляторлар энергия тежамкорлиги

Насосларни ишлатишда электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш тартиби:

1. Насос қурилмаларини лойиҳалашда объект тўғрисида маълумот-ларнинг етарли бўлмаслиги, иш шароитларининг тинмай ўзгариб туриши, насос турларининг камлиги сабабли танлаш имкони камлиги ва бошқа сабабларга кўра насоснинг лойиҳаланган иш режими реал иш режимидан сезирарли даражада фарқ қилиши мумкин. Масалан, насос қурилмаси ҳисобланган суюқлик узатишдан кам қийматда суюқликни узатиб, босиш кучи эса ҳисобланган дан юкори қийматга эга режимда ишлаганда, суюқликнинг исрофи ошиб кетади яъни кучли босим остида қувурларнинг уланган жойларидан суюқликнинг сизиб кетиши кўпаяди. Бу суюқлик исрофлари умумий узатилаётган суюқликнинг 20-25% ни ташкил қилиши мумкин ва бу эса ўз навбатида электр энергия исрофнинг ошишига олиб келади. Насос қурилмаси ҳисобланган суюқлик узатишдан кўп қийматда суюқлик узатиб, босиш кучи ҳисобланган дан кам қийматга эга иш режимида ишлаганида ҳам насоснинг Ф.И.К. номинал режимдагидан паст бўлади. Бу иш режими насос қурилмасининг тармоқдан олаётган энергиясини ошишига олиб келади. Шунинг учун, насос қурилмаларини тўғри лойиҳалаш ва шундан келиб чиққан ҳолда юритмаларни танлаш электр энергия исрофларини камайтириш имконини беради.

2. Умумий сув тармоғига ишлаётган бир неча насос қурилмаларининг уланишини тўғри танлаш умумий электр энергия сарфини 5% гача камайтиришга олиб келади.

3. Насос қурилмаларининг суюқлик узатиш кўрсаткичини ростлашда асинхрон - вентилли каскад схемасининг қўлланилиши электр энергия сарфини қарийб 25-30 % га камайтиради.

4. Насос қурилмалари асинхрон юритмалари тезлигини статор кучланиши частотасини силлик ростлаш ҳисобига суюқлик узатишни бошқариш электр энергия исрофини 30% гача камйтириш имконини беради.

5. Суюқлик узатиш кўрсаткичи ўзгармайдиган насос қурилмаларининг асинхрон юритмалари кучланишини босим кучини ўлчайдиган ўлчов ўзгартгичдан олинган сигнал асосида ўзгартиришга

асосланган адаптик автоматик бошқариш тизимларини қўллаш электр энергия сарфини 30% гача камайтириш имконини беради.

Компрессорларни ишлатишда электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш тартиби:

1. Компрессорларнинг асинхрон юритмалари юкланиши даражасига қараб статор чулғамига берилаётган кучланишни адаптив автоматик ростлаш қурилмаларини қўллаб, юритмаларнинг иш режимини оптималлаштириш натижасида умумий электр энергия сарфини 30% гача камайтириш мумкин.

2. Компрессорларнинг синхрон юритмалари қўзғатиш токини оптимал бошқариш хисобига юритмадаги электр энергия исрофини энг кичик қийматга келтириш ҳамда юритманинг динамик турғунлигини оширишга эришиш мумкин.

3. Компрессорларнинг синхрон юритмалари қўзғатиш токини юритманинг тезлиги билан боғлиқ равишда ўзгартириш ҳисобига электр эритма тизимида ҳосил бўладиган тебранишларни сўндириш мумкин.

4. Компрессорлар асинхрон юритмаларининг тезлигини ростлашда статор кучланиши частотасини ўзгартириб бошқарувчи тиристорли частота ўзгартгичларни қўллаш катта иқтисодий самара беради.

Вентиляторларни ишлатишда электр энергиядан тежамкорли фойдаланиш тартиби:

1. Вентиляцион босилиш кучи тизимидаги шиберлар ёрдамида иш унумдорлигини ростлаш ўрнига кўп тезликли юритмаларни қўллаб, унинг тезлигини ўзгартириш ҳисобига иш унумдорлигини ростлаш, электр энергиядан 20-30% иқтисод қилишга олиб келади.

2. Вентиляцион тизимнинг кириш қисмига ўрнатилган шиберлар ёрдамида иш унумини ростлаш, шиберларни вентиляцион тизимнинг чиқиш қисмига ўрнатиб иш унумини ростлашга нисбатан электр энергияни 15% гача иқтисод қилишга олиб келади.

3. Тушлик ва иш сменалари алмашиш вақтларида вентилятор ларни ўчириб қўйиш электр энергиядан хатто 20% гача иқтисод қилиш имконини беради.

4. Вентиляторларни бошқаришда ташқи ҳаво температураси бўйича автоматик бошқариш тизимларини қўллаш электр энергия сарфини 10-15% га камайтириш имконини беради.

5. Вентиляторнинг иш унумдорлигини ростлаш, асинхрон юритма статор чулғамига бериладиган кучланиш частотасини ростлаб амалга оширувчи автоматик бошқарув тизимларини қўллаш, электр энергия сарфини 30% гача камайтиришга олиб келади.

12.11. Электр занжирларни ҳимояловчи коммутация қурилмалари

Электр қурилмаларни ишлатиш жараёнида маълум сабабларга кўра нормал иш режими бузилганида, электр жиҳозларнинг ишдан чиқиш олдини олиш ва ишлаётган қурилманинг ишончлилик даражасини ошириш учун электр ҳимоя воситалари қўлланилади. Электр юритмаларни ҳимоя қилишда **ноль, максимал ток, минимал ток ва иссиқлик ҳимоя усуллари** қўлланилади.

Ноль ҳимоя - тармоқ кучланишининг кисқа муддатга ўчиши ёки жуда камайиши натижасида ўчирилган электр юритмани тармоқда кучланиш яна номинал қийматига эришганида юритмани тармоққа ўз-ўзидан уланишидан асрайди. Бу ҳимоя линия контакторлари ва автоматик узгичлар ёрдамида амалга оширилади.

Контакторларнинг - асосий вазифаси электр қурилмаларни тармоққа улаш ва тармоқдан узиш бўлса ҳам, бу коммутация қурилмалари ноль ҳимоя вазифасини ҳам бажаради.

Контакторлар ток турига қараб **ўзгармас ва ўзгарувчан ток** контакторларга ажратилади. Ўзгармас ток контакторининг магнит тизими яхлит электротехник пўлатдан ясалади. Ўзгарувчан ток контакторинки эса, магнит тизимидаги исрофларни камайтириш мақсадида алохида изоляцияланган электротехник пўлат пластиналардан йигилади.

Автоматик узгич (автомат) электр занжирларни тармоққа улаш ва тармоқдан узиш, қисқа туташувлар ва ўта юкланишлар ҳамда кучланишнинг камайиб кетиши ва ўта ошишидан ҳимоя қилиш функцияларини бажарувчи универсал коммутация қурилмасидир.

Саноатда машина ва механизмларининг электр юритмаларида асосан А3700 ва АЕ-2000 русумли автоматлар қўлланилмоқда. А3700 русумли автоматлар 40 дан 630А гача номинал токка мўлжалланган бўлиб, улар ишлаб кетиш токи 400 дан 6300А гача бўлган ярим ўтказгичли ёки электромагнитли максимал ток ажраткичлар билан ҳар хил модификацияларда ишлаб чиқарилмоқда. Автоматлар электромагнитли ёки иссиқлик ажраткичга, ҳамда иссиқлик ва электромагнит элементи бўлган комбинацияланган ажраткичга ҳам эга бўлиши ҳам мумкин. Автоматик узгичларда электромагнитли ёки иссиқлик ажраткичларнинг бўлиши, уларнинг кичик қувватли юритмаларни тўғридан - тўғри электр тармоққа улаб

ишга тушириш ва юритмаларни ўта юкланиш токидан ҳимоя қилиш схемаларида кенг қўлланишига асос бўлади.

Электр занжирларни қисқа туташув ва максимал токлардан ҳимоя қилувчи энг кўп тарқалган усул **эрувчан сақлагичларни** қўллашдир. Сақлагичнинг асосий элементи бу рух ва мисдан тайёрланадиган эрувчи қуймадир.

Сақлагичларнинг ишлаши электр токининг иссиқлик таъсирига асосланган. Электр занжирдан рухсат этилгандан катта ток ўтганида эрувчи қуйманинг ингичка қисми тез қизийди, эрийди ва узилади ва бу билан электр занжирни тармоқдан узиб қўяди.

Максимал ток релелари электр занжирларни жуда тез ўчиришда ишлатилади. Реле қўзғалмас ўзакга жойлаштирилган ғалтак, шунингдек тумшуқ билан механик боғланган қўзғалувчан якорь ва ростлаш пружиналардан иборат. Ўзакнинг пастки қисмида қўйиладиган токларнинг градуировка шкаласи ва унинг кўрсаткичи маҳкамланган. Ғалтакдаги токнинг қиймати шкалада кўрсатилган қийматдан ошиб кетса, у ҳолда якорь ўша захотиёқ ўзакка тортилади пружина кучини енгиб тумшуқ қурилманинг ўчирувчи механизмини ишга туширади.

Реленинг ишлаш қобилиятини текшириб туриш мақсадида ўзакка қўшимча ғалтак ўрнатилган бўлиб, бу ғалтак тармоққа ўчиргич орқали параллел уланади. Текширишдан олдин қурилма ўчирилади, шкала кўрсаткичини куч занжири кучланишига мос келувчи ҳолатга қўйилади. Қурилма уланади ва ундан кейин ғалтак ўчиргичи уланади. Бу ҳолатда қурилма ўчиши лозим. Электр занжирларни максимал ток ҳимояси учун одатда РЭ570 ва РЭ70 русумидаги релелардан фойдаланилади. Бу релеларнинг чулғамлари юритманинг икки фазасига (масалан, асинхрон юритмани ҳимоялаганда) уланади, контактлари эса линия контакторининг бошқарув занжиридаги чулғамига кетма - кет уланади.

Иссиқлик релелари юритманинг икки фазасига тўғридан-тўғри уланади ва унинг контактлари эса линия контакторининг бошқарув занжиридаги чулғамига кетма - кет уланади.

12-боб. Кимё саноати машина ва механизмларининг электр жиҳозлари бўйича мустақил тайёрланиш ва қайтариш учун саволлар

1. Кўприкли кранлар асосий вазифаси.
2. Кран электр юритмалари нечта гуруҳга бўлинади?
3. Юк кўтаргич тузилиш схемаси.
4. Юк-йўловчи кўтаргич электр схемасини чизинг.
5. Юк кўтариш машинасининг энергетик тежамкорлик кўрсаткичларини айтинг.
6. Насос ва компрессор электр жиҳозлари.
7. Поршенли насос электр жиҳозлари.
8. Вентилятор электр жиҳозлари.
9. Ноль ҳимоя нима?
10. Контактор асосий вазифани ?
11. Автоматик узгич асосий вазифаси ?

13 – боб

ПОРТЛАШ ВА ЁНҒИН ХАВФИДАН ҲИМОЯЛАНГАН БИНОЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ

13.1. Умумий тушунчалар

Кимё, нефтни ва нефт-газни қайта ишлаш ва бошқа саноат корхоналарида технологик жараёнларида олинган маҳсулотлар ҳаво ёки бошка оксидловчи моддалар билан портлаш ҳавфи бўлган аралашмалар ҳосил қилиши мумкин.

Технологик жараён таъсири натижасида портлаш ҳавфи бўлган газ-буғ-ҳаво ёки чанг-ҳаволи аралашмалар ҳосил бўлиши мумкин бўлган саноат қурилмалар ва иншоатлари **портлаш ҳавфи бор саноат қурилмалари ва корхоналари деб аталади.**

Бу аралашмаларнинг портлашига асосий сабаб, электр жиҳозларнинг ишлаш вактида электр учқун ва ёйи, электр жиҳознинг юкори температураси бўлиши мумкин.

Портлаш ҳавфи бўлган газ ва буғларнинг асосий физик-кимёвий кўрсаткичлари:

а) қурилма ва бинонинг бирор қисмида газларнинг маълум даражадаги зичликда (нисбий қийматда) бўлиши ўша жойда портлаш ҳавфини юзага келтириши мумкин. Масалан, газлар ва уларнинг аралашмалари зичлиги 1 эмас, балки 0,8 ва ундан кам бўлиши (водород, табиий газ, азот-водород аралашмаси ва ҳ.), бинонинг юкори қисмида йиғилишига олиб келади. Вентиляцион шахта қурилмаларининг мавжудлиги портловчи газлар аралашмаларининг зичлигини камайтиради. Буғ газларнинг зичлиги 0,8 дан катта ва айниқса 1,5–2 бўлганида, бу газлар бинонинг пастки қисмида йиғилади. Шунинг учун, ҳавони алмаштирувчи вентиляция воситаларидан ташқари, бундай биноларда маҳаллий буғ ва газларни сўрувчи жиҳозлардан фойдаланиш керак бўлади.

б) агар, буғларнинг ёниш температураси +45°С га тенг ва ундан паст бўлса, у ҳолда бу буғлар портлаш ҳавфи бор буғлар дейилади. Агар, буғларнинг ёниш температураси +28°С дан паст бўлса, у ҳолда буғлар ўта портлаш ҳавфи бор буғлар дейилади.

в) ўз–ўзидан ёниш температураси қанча юқори бўлса, шунча портлаш ҳавфи кам бўлади. температура қийматига кўра портлаш ҳавфи бор газ ва буғлар беш гуруҳга бўлинади: t_1= 450°С; t_2 = 300-450°С; t_3 = 200-300°С ; t_4 = 155-200°С; t_5 =100-155°С.

Ёнувчи моддаларнинг қайси портлаш ҳавфи гуруҳларга мансублиги 13.1–жадвалда келтирилган.

Электр жиҳозларини портлашдан сақлашнинг энг кенг тарқалган усули, фланецли усулдир. Портлаш кириб борувчи деб аталувчи электр жиҳоз маълум тирқишли ораликка эга қобиқ билан қопланган бўлади. Қобиқ ичидаги портлаш натижасида ҳосил бўлган газлар, портлаш босими остида кичик тирқишдан чиқаётганида кенгаяди ва совийдики, яъни портлаш ҳавфи мавжуд бўлган атроф–муҳит учун ҳавф туғдирмайди.

Тирқиш ўлчами қийматига қараб портлаш ҳавфи мавжуд аралашмаларнинг ҳавфлилик даражаси тўрт гуруҳга бўлинган: 1 – гуруҳ учун >1 мм; 2 – гуруҳ учун 0,65 – 1 мм, 3 – гуруҳ учун 0,35 – 0,65 мм, – гуруҳ учун <0.35 мм бўлиши талаб этилади.

Халқаро электротехника комиссиясининг материаллари бўйича газ муҳитли шахталардаги электр жиҳозлар ва кимё саноатнинг бошқа соҳаларида қўлланиладиган электр жиҳозлар икки гуруҳга ажратилган.

Портлаш ҳавфи мавжуд хоналар газ ва буғли муҳит бўйича учта ***B-I, B-Ia, B-Iб*** классларга бўлинади ва чангли муҳит бўйича эса, иккита ***B-IIa*** ва ***B-IIб*** синфга бўлинади.

Ёнувчи моддаларнинг портлаш хавфи бўйича гуруҳларга бўлиниши

13-1 жадвал

Тонфа	T1	T2	T3	T4	T5
1.	Аммиак, метан, дихлорэтан, сирка кислотаси, изобутилен, циклогексанон, метилстирол, тош кўмирли солвент, эритувчилар: Р-5, РС-1. Р-4, РЭ-1 метилфенилдихлорсилан	Сиркали ангидрид, бутанол, изопрен, изобутанол, винилацетат, амилацетат, Эритувчилар: №646, №647, №648, №649, РКБ-1, РКБ-2, РДВ, РС-2	Уайт-спирит, скипидар, циклогексан, зритувчилар: №651, амил спирти	-	-
2.	Этан, пропан, ацетон, хлорли этил, диэтил-амин, триэтиламин. бензол, толуол, угле-род оксиди, ксилол, этилбензол, хлорбензол, изопропилбензол, дизопропил эфир,	Бутан, пентан, пропилен, метанол, этанол, этилацетат. изопентен, бутанол, бутилаце-тат, диоксен, дивинил, нитрил, акрил кислотаси, нитроциклогексан, бензин	Гексан, этилцеллозолв, Т-1 ёкилғи, бензинлар. «калоша» бензини. гептил, самин, изооктилен, керосин	Ацетальдегид дибутил эфир, диэтил эфир, этиленгликоль	-
3.	сти-рол, пиридин, домна гази, бензин, нафталин	Этилен оксиди, пропилен оксиди, этилтрихлорсилан	Этилхлорсилан. винилтир-хлорсилан	Ишқорли эфир	-
4а.	Этилен, ёруғлик гази. кокс гази	-	Олтингугурт, водород	-	Олтингугурт-ли углерод
4б.	Водород, сув буғи -	Метилдихлорсилан ацетилен	Трихлорсилен	-	-

Портлаш ҳавфи эҳтимоли мавжуд бинолярнинг ишлаб чиқариш моҳиятидан келиб чиқиб ва шунингдек газ, буғ ва чангларнинг физик-кимёвий хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда синфларга бўлиниш 13-2 жадвалда берилган.

13-2 жадвал

Портлаш ҳавфи мавжуд ҳоналарнинг синфларга бўлиниши

Синф	Портлаш ҳавфи даражасининг	
	Ишлаб чиқариш моҳиятига боғлиқлиги	Газ, буғ ва чангларнинг физик-кимёвий хусусиятига боғлиқлиги
В-I.	Газ ва буғларнинг ҳаво билан ёки бошқа оксидловчи моддалар билан портлаш хавфини юзага келтирувчи аралашмалари узоқ муддатли бўлма-ган иш режимида юзага келиши мумкин бўлган бинолар	Газ ва буғлар оғир ва портлаш ва ўз-ўзидан ёниш ҳароратлари жуда кичик кийматлага эга. Шартли белгиси Т (жуда хавфли хона). Газ ва буғларнинг портлаш ҳамда ўз-ўзидан ёниш температурасига мос ўртача зичликка эга. Шартли белгиланиши С. Газ ва буғлар енгил бўлиб, портлаш чегараси ва ўз-ўзидан ёниш ҳарорати юкори кийматларга эга. Шартли белгиланиши Л
В-Ia.	Нормал эксплуатацин вактида ёнув-чи буғ ёки газларнинг ҳаво билан ёки бошқа оксидловчи моддалар билан портлаш хавфини юзага келтирувчи аралашмаларнинг юзага келиши мумкин бўлмаган ва фақат авария ва носозликлар натижасидагина портлаш хавфини юзага келтирувчи аралашмалар хосил бўладиган бинолар	
В-Iб.	В-Iа классига кирувчи бинолардан қуйидаги хусусиятлари билан фарқланади: а) бу хоналардаги ёнувчи газлар юкори паст чегарада портлаши мумкин (15% ва ундан кўп) ва рухсат этилган санитар нормалардаги концентрацияда кучли хидга эга б) технологик жараён таъсирида авария ҳолатлари юзага келганида умумий портлаш хавфи юзага келмайди, балки маҳаллий портлаш хавфи концентрацияси юзага келади в) тез ёнувчи газлар ва ёнувчи суюкликларнинг умумий портлаш хавфини юзага келтирмайдиган даражада оз миқдорда хонада бўлиши ва ҳаво билан очиқ аланғада иш	

	олиб борилади. Агар уларда иш сўрувчи шкафлар ёки сўрувчи зонтларда олиб борилса, бу қурилмалар портлаш хавфи йўқ қурилмаларга киради.	
В-II	Нормал узоқ муддатли бўлмаган иш режимида ёнувчи чанг ёки толалар ҳавода осилган ҳолатда ўтувчи ҳаво ва бошқа оксидловчи моддалар билан портлаш хавфи юзага келтирувчи аралашмали бинолар	
В-IIа	Чангларнинг ёки толаларнинг ҳаво ёки бошқа оксидловчилар билан портлаш хавфи бор аралашмаларнинг фақат жиҳозлари носозлиги ёки авария ҳолатида юзага келадиган ва нормал иш жараёнида бундай аралашмалар юзага келмайдиган бинолар	Портлаш хусусиятининг энг кичик концентрациясининг 15 г/м³ гача кам қийматларида ҳам портлаш хавфи юқори бўлган ёнувчи чанглар ёки толалар (жуда хавфли хоналар). Портлаш хусусиятининг энг кичик концентрацияси 16 дан 65 г/м³ гача бўлган ёнувчи чанглар ёки толалар

13.2. Портлаш ва ёнғин хавфидан ҳимояланган электр жиҳозлар

Портлаш хавфи бўлган биноларда хавфсиз ишлаши таъминланган электр жиҳозлар портлаш хавфидан ҳимояланган электр жиҳозлар деб аталади. Бундай электр жиҳозлар атрофида содир бўлган портлаш жиҳознинг ичига кириб боришига йўл қўймайдиган қилиб ёки портлаш кириб бормайдиган ҳимоя қобиқли қилиб таёрланади. Электр жиҳознинг ҳимоя қобиғи ички аланғаланган газлар, буғлар ёки чангларнинг ҳосил қилган юқори босимга чидаши керак. Бу босимни ҳосил қилувчи газлар, буғлар ёки чанглар қобиқнинг ички қисмида юзага келиш ёки ташқаридан кириб келиши мумкин. Қобиқнинг мустаҳкамлик даражаси юқори бўлиб механик ва юқори ҳароратлар таъсирида шикастланмаслиги ва ички аланга тирқиш орқали ташқи портлаш хавфи мавжуд муҳитга тарқалмаслиги керак.

Портлаш хавфидан ҳимояланган электр жиҳозларнинг асосий белгилари қаторида ***В*** белгиси портлаш хавфи бор муҳит учун мўлжалланганлигини ва ундан кейинги белгилар муҳит тавсифлари келтирилади. Масалан, метил спирт бўлиши мумкин бўлган бинодаги саноат қурилмасига ўрнатиладиган портлаш кириб бормайдиган электир юритма ***В2Б, В2Т2*** деб белгиланади, бу ерда ***В*** – юритма ўрнатиладиган муҳитда юзага келиши мумкин бўлган портлаш хавфини англатади, 2 – портлаш хавфини юзага келтирувчи аралашманинг гуруҳи, ***Б*** ёки ***Т2*** – портлаш хавфи мавжуд аралашмаларнинг электр жиҳозларининг тузилиши қоидалари бўйича қандай гуруҳга мансублигини билдиради.

Портлашдан ҳимояланганлик даражасига кўра электр жиҳозлар уч гуруҳга бўлинади:

1. ***Портлашдан ҳимояловчи воситалари бўлмаган электр жиҳозлар***. Бу электр жиҳозлар умумий электр жиҳозлари бўлиб, уларнинг баъзилари, масалан электр юритмалар ***В-1б*** синфига мансуб биноларда ишлатилиши мумкин. Худди шунингдек, бундай биноларда чанг кирмайдиган қилиб тайёрланган электр қурилмалардан ҳам фойдаланиш мумкин. ***В-1а*** (В-1а-С ва В-1а-Л) синфли биноларда учқун чиқармайдиган қисмларга эга ва рухсат этилган температурадан қизимайдиган асбоблар (масалан, амперметрлар, вольтметрлар ва б.) ва қурилмалар ҳам қўлланилиши мумкин.

2. ***Портлашга қарши юқори ишончли электр жиҳозлар***. Бундай электр жиҳозлар ***В-1а*** (в-1а-С В-1а-Л), ***В-1б*** ва ***В-1г*** синфига оид биноларда ишлашга мўлжалланган портлашдан ҳимоялаш воситаларига эга электр жиҳозлардир. Бу электр жиҳозлар ***Н*** белгиси билан белгиланади.

3. ***Портлаш хавфсиз бўлган электр жиҳозлар***. Бу жиҳозлар, нормал иш режими ва авария ҳолатларида портлаш хавфи мавжуд бўлган газ-буғли ва чангли муҳитда юзага келадиган портлашларни бартараф қилувчи воситаларга эга. Бу электр жиҳозларга анча ишончли портлашлардан ҳимояланган электр жиҳозларнинг қуйидаги гиплари киради: портлаш кира олмайдиган, сиқилган босим остида шамоллатиладиган, кварц билан тўлдирилган, алоҳида ва учқун хавфсиз бўлган. Бу электр жиҳозлар барча синфдаги портлаш хавфи мавжуд бинолардаги қурилмаларда ишлатилиши мумкин. Бу электр жиҳозлар ***В*** харфи билан белгиланади.

Портлаш хавфи бўлган ишлаб чиқариш корхоналарида портлаш хавфсиз – юқори даражадаги портлашдан ҳимояланган электр юритмалар кенг қўлланилади. Бу электр юритмаларга портлаш кира олмайдиган ва сиқилган босим остида шамоллатиладиган электр юритмалар киради. Ҳозирги пайтда портлаш кира олмайдиган ижрода тайёрланган асосан МА36 ва ВАО русумидаги асинхрон юритмалар ишлаб чиқарилмоқда. Бу асинхрон юритмалар ротори қисқа туташтирилган бўлиб, улар статор чулғами кучланиши қиймати 380/220 ва 660/380 В қилиб ишлаб чиқарилмоқда. МА36 русумдаги асинхрон юритмаларнинг қуввати 75 дан 250 кВт гача бўлиб, қутблар жуфтлиги эса $2p$ = 2, 4, 6, 8 қийматларга тенгдир. ВАО русумидаги асинхрон юритмаларнинг қуввати 0,4 дан 1000 кВт гача бўлиб, қутблар

жуфтлиги эса $2p$ = 2, 4. 6, 8. 10 қийматларга тенгдир. Бундан ташқари статор чулғами кучланиши 6000 В бўлган «Украина» русумидаги асинхрон юритмалар ҳам қўлланилади. Бу асинхрон юритмаларнинг қуввати 200 дан 1600 кВт гача бўлиб, кутблар жуфтлиги 2p = 2, 4 қийматларга тенгдир.

Кенг қўлланиладиган сиқилган босим билан шамоллатиладиган СТМ ва СТМП русумидаги синхрон юритмаларнинг тезлиги 3000 айл/мин бўлиб, қуввати 15000 кВт. Бу юритмалар компрессорларнинг электр юритмаларида ишлатилади. Бундан ташқари, СДКП ва СДНП русумли синхрон юритмалар турли кутблар жуфтлиги $2p$ = 10, 15, 16, 24 қийматлари билан қуввати 320 дан 6300 кВт қувватли қилиб ишлаб чиқарилмоқда. СДКП русумли синхрон юритмалар асосан поршенли компрессорларнинг электр юритмаларида қўлланилади.

Портлаш ҳавфи мавжуд бўлган ишлаб чиқариш корхоналарида ва шахталарда электр юритмаларни ишга тушириш ва ростлаш схемаларида портлаш ҳавфи бўлмаган магнит ишга туширгичларнинг ПМВ турлари қўлланилиб келган. Номинал қуввати 18, 32, 42 кВт бўлган ва номинал кучланиши 220, 380, 500 В га тенг бўлган асинхрон юритмаларни ишга тушириш ва иш режимларини бошқаришда ПРВ-1031 русумидаги қўлда бошқариладиган кон портлаш хавфисиз ишга туширгич ишлатилади. Бу ишга туширгичнинг асосий кўрсаткичлари: номинал токи 60 А; саклагич токи 60, 80, 100 А. Ҳозирда ПВ русумидаги ишга туширгичлар ҳам қўлланилмоқда.

ПВ русумдаги кенг магнит ишга туширгичларнинг асосий кўрсаткичлари 13-3 жадвалда келтирилган.

Ишга туширгичнинг электр схемаси маҳаллий (ишга туширгичга бириктирилган тугмали ёрдамида) ва узоқдан туриб ҳам бошқариш имконини беради. III, IV, V катталикли ишга туширгичларда ток трансформатори орқали амперметр уланган.

ПМ русумли ишга туширгичлар В-1а ва портлаш хавфи кам бўлган бинолардаги саноат қурилмаларини ишга туширишга хизмат қилиши мумкин, аммо кимёвий фаол мухитли жойларда қўллаб бўлмайди.

13-3 жадвал

ПВ русумидаги ишга туширгичнинг асосий кўрсаткичлари

Катталик	Русуми		$I_н$, А	Электр юритманинг қуввати, кВт
	реверссиз	реверсив		
I	ПВ-1	ПВР-1	15	6
II	ПВ-2	ПВР-2	30	15
III	ПВ-3	-	50	22
IV	ПВ-4	-	100	40
V	ПВ-5	-	150	75

Портлаш ҳавфи бўлган қурилмаларда П русумдаги ишга туширгичлар ва умумий мақсадларда ишлаб чиқарилган блоклари очиқ ва ҳимояланган турлари кенг қўлланилади. Улар масофадан бошқариш қурилмалари билан портлаш ҳавфи юқори бўлган бинолардан алоҳида нормал бинолларга ўрнатилади. Чанг ва намликдан ҳимояланган магнит ишга туширгичлар В-1б ва В-11а синфли бинолларга ўрнатилиши мумкин.

КУ-700 мойли ижродаги ва портлаш кира олмайдиган русумдаги КУВ тугмали, магнитли ишга туширгич ва тақсимловчи қурилмаларнинг мойли узгичлари узоқдан бошқариш қурилмаларини бошқаришда фойдаланилади. Электр қурилмалар мой тўлдирилган ижрода тайёрланади. Алоҳида ҳолатларда кичик қувватли электр машиналар ёки айрим қисмлари тўлиқ мойли ишга солиб қўйилади. В-1а ва портлаш ҳавфи унча юқори бўлмаган

13-4 жадвал

ПМ русумли ишга туширгичларнинг асосий кўрсаткичлари

Ишга туширгичнинг русуми	Номинал токи, А	Кискa туташув токи, А
ПМ-711-25	25	500
ПМ721-25	25	500
ПМ-711-100	100	1500
ПМ-721-100	100	1500
ПМ-711-250	250	2300
ПМ-721-250	250	2300

бинолардаги қурилмаларда ПМ-11 ва ПМ-21 русумли мойли магнитли ишга туширгичлар ишлатилади.

КИМЁ САНОАТИДАГИ ЭЛЕКТР УЗАТМАЛАРИНИНГ ЖИҲОЗЛАРИ

13.3. Электр жиҳозларга қўйиладиган талаблар

Кимё саноати ўзининг кўп тармоқлилиги, ишлаб чиқариш жараёнларини юқори энергетик сиғими ва ўзига хос махсус талаблари билан алоҳида ажралиб туради. Бу талаблар асосан электр жиҳозларнинг атроф мухит таъсирига бардош бера оладиган қилиб конструктив бажарилишига эътибор қаратади.

Кимё саноати тармоқларига қуйидаги ишлаб чиқаришлар киради: минерал ўғитлар ва резина-техник, синтетик спирт ва каучук, юқори молекуляр бирикмалар асосида пластмасса вас сунъий толалар, ҳар хил турдаги плёнкалар ва уларга қоплама бериш. Барча технологик машина, агрегатлар ва механизмларни маълум классларга бўлинади. Бу бўлиниш автоматлаштирилган электр юритмаларга қўйиладиган талаблар асосида бажарилади.

Масалан, кимё саноатида кўп ишлатиладиган, хом-ашё тайёрлашда майдалаш ва кукун ҳолига келтириш, ҳамда турларга ажратувчи цехларда майдалагичлар, тегирмонлар, элаклар, айланувчан ўтхоналар, куритқичлар ва ҳоказолар қўлланилади.

Полимер материаллар ишлаб чиқаришда винтли, червякли машиналар ишлатилади. Бу машиналарсиз пластмасса ва резинадан буюм ишлаб чиқаришда деярли бирорта ҳам агрегат ёки технологик линия ишлай олмайди. Бу каби машиналарнинг аксарияти технологик жараёнга асосланган ҳолда тезлик бошқаришни талаб этади. Бу турдаги механизмлар классига яна турли хил резина, қуюқ материалларни аралаштиргичларни ва полимер материалларни ишлаб чиқаришда кенг қўлланиладиган каландрлар билан бирга жували машиналар киради. Охирги машина ва агрегатларни юқори инерция моменти, ишга тушириш жараенлари, қувват танлови шартлари ва бошқариш хусусиятлари ўхшаш бўлганлиги учун бу классга киради.

Центрифугалар марказдан қочма кучлар таъсири асосида турли жинсли суюқликларни қаттиқ ва суюқ фазаларга ажратиш учун хизмат қилади. Электр юритмаларга қўйиладиган талаблар бўйича центрифугаларга яқин бўлган аралаштиргичларни ҳам бу классга киради. Аралаштиргичлар қаттиқ фазаларни суюқлик ичида бир хилда тақсимланишини, эмульсиялар олиш учун ҳар хил турдаги суюкликларни ўзаро аралашишини, ҳамда кимёвий реакцияларни ва эриш жараёнларини интенсивлаш учун қўлланилади.

Алоҳида ажралиб турадиган механизмлар гуруҳига сунъий тола ишлаб чиқарадиган ва уларга ишлов берадиган машина ва агрегатлар киради. Бу механизмларни фарқ қиладиган параметрлари – бу тармоқ частотасига нисбатан юқори частотали (асосан f=200-400 Гц) юқори тезликка эга бўлган, кичик қувватли юритмаларни қўлланилиши.

Кимё саноатида турли узлуксиз технологик линиялар ишлаб чиқариш суръатини ошириш ўта мухим аҳамиятга эга. Буларга протекторли ва автокамера агрегатлари, транспортер ленталарини чиқарадиган линиялар. симларга, кабелларга, пўлат листлар ва трубаларга қопламалар қиладиган агрегатлар, турли пленкалар ишлаб чиқарадиган агрегатлар, пластмассадан ясалган трубалар, листлар ва бошқа турдаги маҳсулотлар киради. Технологик жараёнлар турли бўлишига қарамасдан узлуксиз технологик линияларининг механизмларига қўйиладиган талабларда кўп ўхшашликлар мавжуд.

Буларнинг ичида йиғув дастгоҳлари алоҳида гуруҳ бўлиб ажралиб туради. Қайта-такрорланувчи, киска муддат иш режимида ишлаш ва уларнинг юритмалари соатига 1000 уланишга бардош бера олиши лозим.

Шундай қилиб, иш режимлари, юкланиш тавсифлари ва электр юритмаларга қўйиладиган бошқа махсус талабларга асосланиб кимё саноати машина ва механизмларини қуйидаги асосий гуруҳларга бўлинади:

1. тайёрлов цехлари механизмлари;
2. винтли машиналар;
3. жували машиналар;
4. аралаштиргичлар, сепараторлар, центрифугалар;
5. сунъий тола ишлаб чиқарувчи механизмлар;
6. узлуксиз технологик линиялар;
7. йиғиш дастгоҳлари.

Кимё саноатида кўплаб турли хил транспорт механизмлари (конвейерлар, транспортерлар, таъминлагичлар, кранлар ва бошқалар), шу билан бирга бир қатор ёрдамчи механизмлар қўлланади. Улар

нафақат кимё саноатида, балки турли бошқа саноат тармоқларида ҳам кенг қўлланилади. Шунинг учун, улар махсус хусусиятларга эга эмас ва алоҳида гурух бўлиб чикарилмайди.

13.4. Кимё саноати электр курилмаларнинг ишлаш шароитлари

Кимё саноатида моддаларни қайта ишлаш билан боғлик. Бунда ёнғин ва портлаш хавфига эга бўлиши, шу билан бирга электротехник қурилмаларнинг металлдан бўлган қисмлари ва қопламаларини емирадиган мухит хосил бўлиши билан ажралиб туради.

Шунинг учун кимё корхоналари учун электр юритмаларни ва жихозларни лойихалашда _атроф мухитнинг салбий таъсирларини билиш ва эътиборга олиш мухим ахамиятга эга.

Кимё ва нефтни қайта ишлаш саноатининг очик электр қурилмалари сони ошмокда, цехдан ташқари компоновкага эга бўлмокда, бунда механик ускуналар ва улар билан боғлик бўлган электротехник ускуналар ер сатхида ёки очиқ металл конструкцияларда қурилади. Электр юритмаларнинг бошкариш қурилмалари, датчиклари, электр юритмалари очик хавода ишлатилади. Қолган юкори хизмат кўрсатиш талаб этадиган электр қурилмалар (юқори ва паст кучланишли таксимлаш қурилмалари, бошкариш жихозлари, автоматик шкафлари...) асосан якин жойлашган ёпиқ иситиладиган хоналарда жойлаштирилади. Электр ускуналарнинг очик хавода ишлатиш об-хаво таъсирига боғлик.

Ичкарида ўрнатилган қурилмалар учун цехларнинг технологик шароитлари катта ахамиятга эга. Буларга чангли, кимёвий фаол мухитли, портлашга ва ёнғин хавфи бор хоналар киради.

Чангли хоналарга, ишлаб чикариш шароитлари бўйича машина ва қурилмаларнинг ички ва устки қисмларида, симларда, шиналарда ва бошқа технологик чанг йиғилиши мумкин бўлган хоналар киради. Чанг ток ўтказмайдиган ёки ток ўтказувчи ҳам бўлиши мумкин. Масалан, коракуя чанги – бу турдаги чанг электр ускуналар учун энг катта хавф туғдиради ва электр жихозларнинг нормал ишлашига салбий таъсир кўрсатади. Чунки, электр жихозларнинг хизмат даври тўғридан-тўғри уларнинг иш температурасига боғлик бўлади, ўтирган чанг қанча қалин бўлса уларнинг совитиш даражаси шунчалик паст бўлади ва температураси ошади, натижада электр ускуналарнинг температураси рухсат этилгандан ошиб, улар тезда ишдан чиқади.

Чангли хоналарга минерал ўғитлар ишлаб чикаришда майдалаш ва кукун холига келтириш цехлари, карбид чиқарадиган цехларнинг ўтхона бўлинмалари, шина ва резина-техник заводларнинг коришма тайёрловчи бўлинмалари ва бошқалар киради. Бу турдаги хоналарда ҳам енгинга, ҳам портлашга хавфи бўлиши мумкин.

Кимёвий фаол мухитли хоналар – бу шундай хоналарки уларнинг атмосферасида ишлаб чикариш шароитларига караб даврий ёки сурункали турли хил газлар ва буғлар ушланиб туради. Бу буғлар ва газлар электр ускуналарнинг ва уларнинг ток ўтказгичларининг копламаларини емириб ишдан чиқариши еки ток ўтказиш хусусиятларига эга бўлган юпка катламларни хосил қилиши мумкин. Кимёвий фаол мухитли хоналарга минерал ўғит комбинатлари, азот, фосфор ва сульфат кислота цехлари, сунъий тола ишлаб чикариш заводлари, электролиз ва нейтраллаш цехлари ва бошкалар киради.

Ёнғин хавфи бор хоналарга ёниш хавфи бўлган материаллар ва моддаларга қайта ишлов бериш ёки сақлаш хоналари киради.

Электр қурилмаларнинг конструктив бажариш нуқтаи назардан, қийинчилик туғдирувчи муаммо - бу ташқи қурилмалар ва ёнғин хавфи бор хоналардир. Технологик жараен шароитлари бўйича хавфли газ аралашмалари ёки буғлар, хаво ва бошқа оксидловчи газлар билан хоналарда ва ташки қурилмаларда йиғилиши мумкин бўлган хоналар – портловчиларга киради.

Кимёвий корхоналарда технологик жараёнлар асосан ёпиқ қурилмаларда, юкори босим ва температураларда кечади. Бу каби ускуналар, агрегатлар ва машиналарнинг қурилмаси, коммуникациялари юкори ишончликка эга бўлган зичловчи бўғинлардан иборат. Бу бўғинлар атроф мухитга қурилмадан моддаларни чиқиш олдини олади. Портлаш хавфи бўлган даражада концентрацияга эга бўлиш шартлари факат технологик қоидаларни ва авария ходисаларида содир бўлади. Аммо, маълум қурилмалар мавжудки, нормал холатда ишлатилганда (уларни тўлдириш ва бўшатиш пайтида) портлаш холатига олиб келувчи концентрацияда газлар хосил бўлиши мумкин.

Кимё саноатининг электр жихозларини хавфсиз ва ишончли ишлатилишини таъминлашни асосан учта усули мавжуд:

Кимёвий жараёнларни максимал зичланган қурилмаларда олиб бориш керак ва цехлар ва ишлаб чиқариш хоналарининг атмосферасига агрессив ва портловчи газлар, чанглар ва толалар чикишини

олдини олиш. Ишлаб чиқариш санитария талабларига риоя қилган ҳолда зарур бўлган даражада хоналарни вентиляция қилиш, уларни ўз вақтида механик тозалаш талаб этилади.

Электр жиҳозларни алоҳида атроф мухит шароитлари яхши бўлган махсус электр техник хоналарга олиб чиқиш. Бу энг радикал усулдир, лекин бунда махсус хоналарни яратишга ёки ташкил этишга кўп капитал маблағлар сарф қилиниши билан боғлиқдир. Маълум ҳолатларда технологик жараён шартларига кўра электр юритмалар, электр хабарчилар, оператив бошқариш ва сигнал берувчи қурилмалар ташқарига олиб чиқиб бўлмайди.

13.5. Майдалаш жиҳозларнинг электр узатмалари

Майдалаш ва кукун холатига келтирувчи механизмлар асосан тоғ-кон жисмларини ва кимё саноати махсулотларини майдалаш учун қўлланилади. Буларга майдалагичлар, ҳамда тегирмонлар киради.

Йирик ва ўрта қилиб тоғ-кон жисмларини майдалашга мўлжалланган жағли майдалагичнинг электр юритмаини ўрнатилган қувватини P (кВт), қуйидаги эмпирик формула бўйича аниқлаш мумкин:

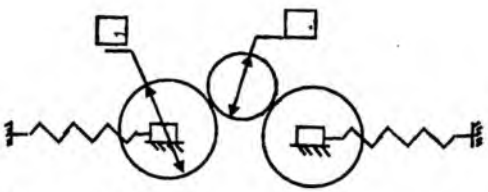
$$P = 40 \cdot z \cdot (b \cdot l)^{1,25} \tag{13.1}$$

бу ерда: z - жағнинг бир сонияда тебранишлар сони, 1/с; b ва l - махсулот тўлдириш тешигининг кенглиги ва узунлиги, м.

Турли маъданларни ва махсулотларни ўрта ва майда қилиб майдалашга мўлжалланган жували майдалагич электр юритмаининг қувватини, қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$P = (6-8.5) \cdot D^2 \cdot n \cdot \left(\frac{d + D^2}{150} \right) \tag{13.2}$$

Жували майдалагичнинг кинематик схемаси 13.1-расмда келтирилган.



13.1-расм. Жували майдалагичнинг кинематик схемаси.

бу ерда D - жувалар диаметри, м; n - жуваларнинг айланиш тезлиги, айл/мин; d – юкланаётган бўлакларининг максимал ўлчами, м.

Шарли тегирмонларда материалнинг майдаланилиши ишлов бериладиган жисмларга баландликдан тушадиган шарларнинг таъсири остида бўлиб ўтади. Шарларни танлаш шарти $d \le D/20$, бу ерда D тегирмон барабанини диаметри, м. Шарли тегирмон электр юритмасига талаб этиладиган қувват қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P = \frac{C \cdot m \cdot \sqrt{D}}{\eta} \tag{13.3}$$

бу ерда: m - тегирмон барабани ичигадаги шарларнинг умумий массаси $m = 1,1 \cdot m_t$ металлдан ясалган шарлар учун; $m = 2 \cdot m_t$ керамик шарлар учун; m_t - шарлар массаси, кг; η - электр юритманинг ф.и.к.. "C" – коэффициенти тегирмон барабанини юклаш даражасига - β боғлик бўлади.

С коэффициентнинг юклаш даражаси ва майдалаш учун ишлатиладиган массасига боғлиқлиги 5 жадвалда келтирилган.

С - коэффициентини юкланиш даражасига боғлиқлиги

13-5 жадвал

Майдалаш	Юклаш даражаси β				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Кремнийли галька	$9{,}8\cdot10^{-3}$	$9\cdot10^{-3}$	$8{,}1\cdot10^{-3}$	$7\cdot10^{-3}$	$5{,}7\cdot10^{-3}$
Пўлат шарлари: - йирик	$8{,}8\cdot10^{-3}$	$8{,}1\cdot10^{-3}$	$7{,}3\cdot10^{-3}$	$6{,}3\cdot10^{-3}$	$5{,}2\cdot10^{-3}$
- майда	$8{,}5\cdot10^{-3}$	$7{,}8\cdot10^{-3}$	$7\cdot10^{-3}$	$6\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$

Сочилувчан материалларни ажратиш учун элаклар қўлланилади. Улар юзали тебранувчан, барабанли ва вибрацион бўлишлари мумкин.

Юзали тебранувчи элакнинг юритма қуввати асосан элак массасига кинетик энергия беришга, эксцентрикдаги ишқаланишга ва материални элакка нисбатан ишқаланишга сарфланади ва унинг қувватини, 15.4. формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$P=\frac{0{,}2\cdot10^{-6}\cdot m_k\cdot e^2\cdot n^3+0{,}6\cdot10^{-6}\cdot m_k\cdot e\cdot n^3\cdot d_э\cdot f_э+10^{-2}\cdot m_м\cdot f_м\cdot\upsilon\cdot\cos\alpha}{\eta} \quad (13.4)$$

бу ерда: $m_к$ - элакнинг тебранувчи қисмларининг ва ажратилувчи материалнинг массаси, кг; e - ўқнинг эксцентриситети, м; n - ўқнинг айланиш частотаси, айл/мин; η - юритманинг ф.и.к.; $d_э$ -эксцентрик диаметри, м; $f_э$ - эксцентрикдаги ишқаланиш коэффициенти; $m_м$ - материал массаси, кг; $f_м$ - материалнинг ишқаланиш коэффициенти: υ - материалнинг элак бўйича силжиш тезлиги, м/с; α - галтирнинг қиялик бурчаги.

Барабанли элаклар бир неча тешиклар диаметри ҳар хил бўлган перфорацияланган обечайкалардан иборат ва уларнинг электр юритмаси қуввати, қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

$$P=n\cdot10^{-4}\left(6{,}9m_м\cdot R+1{,}1\cdot10^{-2}m_м R^2\cdot f_м+0{,}7m_б f_м R+4{,}9m_б f_ц d_ц+4{,}9m_м f_ц d_ц\right)\cdot\eta \quad (13.5)$$

бу ерда: $m_м$-материал массаси, кг; R - барабаннинг ички радиуси, м; $f_м$ - материални элак деворларига ишқаланиш коэффициенти; $m_б$-барабан массаси, кг; $f_ц$ - ўк цапфасидаги сирпанишнинг ишқаланиш коэффициенти; $d_ц$ - ўк диаметри , м.

Вибрацион элак электр юритмасининг қувватини, ушбу формула орқали аниқланади:

$$P=\frac{0{,}5\cdot10^{-6}\cdot f_э\cdot d_э\cdot m_д\cdot r\cdot n^3}{\eta} \quad (13.6)$$

бу ерда: $f_э$ - эксцентрикдаги ишқаланиш коэффициенти; $m_д$ - дебаланслар массаси, кг; r - дебаланс массаси маркази радиуси, м.

Юқорида кўриб чиқилган механизмлар учун асосан тезлиги бошқарилмайдиган қиска туташтирилган роторли асинхрон электр юритмалар қўлланилади. Юритманинг талаб этилган қуввати 300 кВтдан ошганда, синхрон юритмали электр юритмалар қўйиш тавсия этилади.

Кўп сиғимли шарли тегирмонларнинг электр юритмалари паст тезликли синхрон юритма базасида яратилади. Бу юритмаларнинг ўрнатилган қуввати 6 000 кВт гача бўлиши мумкин. Бундай юритмалар учун катта момент узатиб берувчи, шу билан бирга ишончли редукторлар керак. Катта қувватли куч тиристорларни, транзисторларни ва диодларни яратилиши синхрон юритмали юритмалари учун замонавий частота ўзгартгичларини яратишга имкон берди. Синхрон юритмали электр юритмаларда частота ўзгартгичларини қўллаш тизимни редукторсиз қилиб бажаришга рухсат беради. Бунда тегирмонларда талаб этилган 10...15 айл/мин даражада айланиш тезлигини таъминланади.

13.6. Айланувчи ўтхона ва қуритқичларнинг электр узатмалари

Кимё саноатида айланувчи ўтхоналар пастасимон, сочилувчан ва сочилувчан материалларга юкори температурада ишлов бериш учун қўлланилади.

Айланувчи ўтхона электр юритмасининг қуввати, қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P=a\cdot L\cdot D^3\cdot\omega\cdot\rho\cdot\varphi\cdot k_1\cdot k_2\cdot k_3/820\cdot\eta \quad (13.7)$$

бу ерда: a – барабан диаметри D га боғлиқ бўлган коэффициент, L – ўтхона барабанининг узунлиги, м; ω – ўтхонанинг бурчак тезлиги, рад/с; φ – муфеленинг тўлдириш коэффициенти; η – узатма ф.и.к.; k_1, k_2, k_3 – коэффициентлар ($D \le 2,2$ да $k_1=1$; $D \ge 2,2$ да $k_1=1,3$ при, $\rho\varphi=100$ да $k_2=1,4$; $\rho\varphi=200$ да $k_2=1,2$; $\rho\varphi=300$ да $k_2=1$; $k_3=1$ майда бўлакли ва $k_3=1,1$ катта бўлакли материалларда).

D, мм	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,8	2,2	2,4	2,8
a	2,9	2,3	1,65	1,3	0,98	0,76	0,60	0,53	0,48

Барабанли қуритқичлар турли материлларни термик ишлов бериш ҳисобига намлигини пасайтириш учун хизмат қилади. Қуритқич барабани электр юритмасининг қуввати ушбу формуласидан аниқланади.

$$P = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot M_{кр} \cdot \omega}{\eta} \qquad (13.8)$$

$$M_{кр} = L_б \cdot \mu \cdot (G_б + 0,08 \cdot D_б \cdot \varphi \cdot \rho_н \cdot g)$$

бу ерда: $G_б$ - барабаннинг 1 м узунлигининг массаси, Н/м; μ - келтирилган тебраниш ишқаланиш коэффициенти, м (13-6 жадвал).

13-6 жадвал

D (м)	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
$G_б$ (Нм)	1- 790	15 750	15 200	18 630	20 600	24 520	26 980
μ (м)	$4 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$

Кукунли материалларни аралаштириш учун даврий ишловчи барабанли ва парракли, узок муддат ишловчи шнекли ва марказдан қочма аралаштиргичлар қўлланилади. Барабанли аралаштиргичлар ва қуритқичларнинг электр юритмаининг қуввати бир хил формула билан аниқланади.

Парракли араштиргичларнинг қуввати кВт, қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P = P_{с.с} + P_{т.с} = \frac{9,81 \rho g^2 \left(45 + \frac{\beta}{2}\right)}{60000} \cdot \left[\sum x \omega h S(\cos\alpha + f \sin\alpha) + \sum 0,15 k h S(\cos\alpha + \sin\alpha)\right] \qquad (13.9)$$

бу ерда β - аралашманинг табиий қиялик бурчаги; z - аралаштиргич парраклари сони; h - парракларнинг материалга кириш ўртача чуқурлиги, м; S - парракнинг олд юзаси, м^2 ; α - парраклариниг буриш бурчаги, градус; f - массанинг ишқаланиш коэффициенти; x - қаршилик ҳосил қиладиган нуқтанинг ординатаси, м; k - винтсимон юзанинг узлуксизлик коэффициенти.

Шнекли аралаштиргичларнинг қувватини (13.9) формуласидан аниқлаш мумкин, фақат захира коэффициентини k_3=1,5…2 киритиш керак бўлади.

Марказдан қочма аралаштиргичларининг қуввати (13.10) формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \qquad (13.10)$$

бу ерда: P_1-парракларнинг сочилувчан муҳитда айланиш каршилиги, кВт.

$$P_1 = 0,98 \cdot C \cdot \rho \cdot h \cdot \omega^{1,2} \cdot L^{2,3} \cdot (f \cdot \sin\alpha)^{0,82} \cdot H^{1,04} \cdot T_y \qquad (13.1$$

бу ерда C-материалнинг физик хусусиятларига (қаттиқлиги, зичлиги ва дисперслиги) боғлиқ коэффициент, тажрибадан аниқланади, α - парракнинг горизонтга нисбатан оғиш бурчаги, кўпинча α=45°; H - аралаштиргич ичидаги материалнинг баландлиги. м; T_y - истеъмол қилинадиган қувватни аралаштириш мобайнида ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент, тажрибадан аниқланади.

Конуснинг ҳаракатлантиришга сарфланадиган қувват P_2

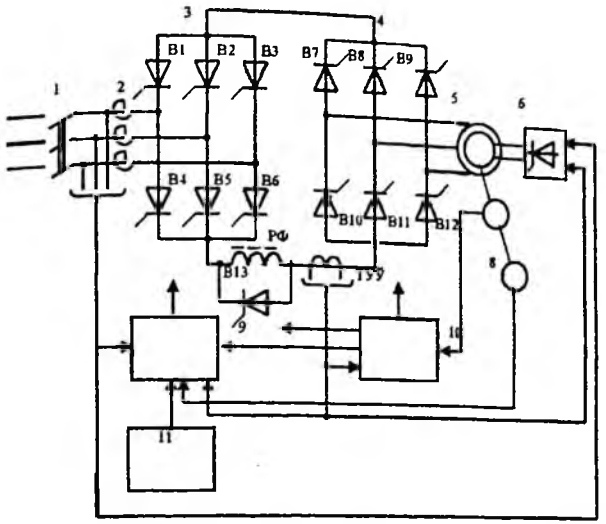
$$P_2 = 2,45 \cdot 10^{-3} \pi \cdot l \cdot \omega \cdot h \cdot \rho_н \cdot f\left(\cos^2\gamma + \beta \sin^2\gamma\right) \cdot (R + r)^2 + \\ + 0,5 \cdot 10^{-3} m_к \cdot \omega^3 \cdot r_ц (R + r) f \sin\varphi \qquad (13.15)$$

бу ерда l - конус узунлиги, м; h - конус ташқи қисмида материалнинг қалинлиги, м; R и r - конуснинг тепа ва паст асосларининг радиуслари. м; γ – конуснинг ташқил этувчисининг горизонтга нисбатан оғиш бурчаги, градусда, $\beta = (1 - \sin\varphi)/(1 + \sin\varphi)$; $m_к$ конуснинг ички юзасидаги материал массаси, кг; $r_ц$ - айлантирилувчи массанинг вазн марказининг ўртача радиуси. м; марказдан қочма кучларнинг конус юзаси билан ҳосил этадиган бурчак, град

Материални конус ичида кўтарилишига сарф бўладиган қувват P_3

$$P_3 = 0,001 \cdot G_к H_н \qquad (13.$$

бу ерда $G_к$ — конуснинг ишлаб чиқариш даражаси, Н/с; $H_к$ - конус баландлиги, м.



13.2-расм. Частота билан бошқариладиган синхрон электр юритманинг схемаси.

1-узгич, 2- ток чегараловчи реактор, 3- бошқариладиган тўғрилагич, 4- автоном инвертор, 5- синхрон юритма, 6- синхрон юритманинг қўзғатиш чулғамидаги ўзгартгич, 7-тезлик хабарчиси, 8- синхрон электр юритманинг юкланиш бурчаги хабарчиси, 9- тўғрилагични бошқариш тизими, 10 – инверторнинг бошқариш тизими, 11- вазифаловчи қурилма.

Материалга кинетик энергия бериш учун сарф бўлган қувват P_4

$$P_4 = 0{,}5 \cdot 10^3 \cdot G_к \cdot \upsilon_к^2 \qquad (13.15)$$

бу ерда $\upsilon_к$ – конус юзасини айланма тезлиги, м/с.

Подшипниклар ва сальниклардаги қаршилик кучларини енгишга сарф бўладиган қувват P_5

$$P_5 = (0{,}06...0{,}1) \cdot P_{ист}$$

Юқорида кўриб чиқилган юритмаларда асосан тезлиги бошқарилмайдиган асинхрон электр юритмалар қўлланилади. Механизмларнинг инерция моменти юқори бўлганлиги учун бу юритмаларни майин ишга туширгич (софт-стартер) ёрдамида юргизиш мақсадга мувофик бўлади. тезлиги бошқариладиган юритмалар учун асосан частота ўзгартгичи – асинхрон юритма ЧУ-АМ, асинхрон вентилли каскадни қўллаш тавсия этилади.

13.7. Центрифуга ва аралаштириш қурилмаларининг электр узатмалари

Тебратувчи қурилмалар кимё саноатида кенг кўламда ишлатиладиган механизмлар тоифасига киради. Улар қаттиқ фазаларни суюқлик ичида бир хил қилиб тақсимлашга, хар хил суюқликларни эмульсия олиш учун аралаштиришга, хамда эритиш жараёнларини, кимё реакцияларини интенсивлаш учун хизмат қилади.

Бундай қурилма ва механизмлар асосан оғир атроф мухит шароитларида ишлатилади – юқори даражадаги намлик ва температура, агрессив мухит, портловчи ва ёнувчи чанг ва газлар миқдор даражасида.

Тебратувчи курилмалар қуввати, қуйидаги формулада келтирилган

$$P = P_c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot P_n}{\eta} \qquad (13.15)$$

бу ерда: P_n-сальникда ишқаланишда йўқотилган қувват, кВт; P_c - сальникдаги қувват йўқотилишлари $P_c=1,6(p+0,98\cdot10^5)f_m\cdot\ell_c\cdot d_b^2\cdot\omega\cdot10^{-3}$, кВт; p - қурилма ичидаги босим, Па; $f_т$ и ℓ_c — сальникнинг ишқаланиш коэффициенти ва узунлиги, м.; d_b - ўқ диаметри, м; $k_1=H_ж/D$ - қурилмани тўлдириш коэффициенти; H – суюқлик баландлиги, м; k_2 - захира коэффициенти, юритмани ишга тушириш шарт-шароитларини ва иш мобайнида қувват истеъмоли ўзгаришини ҳисобга олади.

Қовушқоқлик коэффициенти μ>0,5 Па·с суюқликлар учун 13-7 жадвалда k_2 нинг қийматлари берилган:

13-7 жадвал

Қурилма тури	k_2 қиймати
Бир парракли- якорли, турбинали ва рамали турлари учун	≤2
Парраклар сони 1 дан кўп бўлганда	≤2,5
Пропеллерли тури учун	≤1,3

Аралаштириш учун сарф бўладиган қувват,

$$P_n = A\cdot\mu\cdot d^3\cdot \mathrm{Re}_u^{\beta}\cdot\left(\frac{D}{d}\right)^{\beta}\cdot\left(\frac{h}{d}\right)^{5}\cdot\left(\frac{H_ж}{d}\right)^{\xi}\cdot10^{-5} \qquad (13.15)$$

бу ерда d - аралаштирувчи қисмнинг диаметри, м.

Аралаштирувчи қурилмаларни асосий турлари, қўлланиш жараёнлари, асосий ўлчамлар нисбати қувват танлови шартлари илова 5 да берилган.

Кўпинча аралаштиргичлар электр юритмаларининг тезлиги бошқарилмайдиган қилиб асинхрон юритма базасида бажарилади. Талаб этилган ҳолларда вариаторлар қўллаб келинмоқда, аммо замонавий тизимлар механик вариаторсиз қилиб, частота ўзгартгичлари асосида яратилмоқда.

Центрифугалар суюқликларни марказдан қочма кучлар таъсири асосида, қаттиқ ва суюқ фазаларга ажратиш учун қўлланилади.

Технологик вазифаси бўйича улар фильтрловчи ва чўкма ҳосил қилувчиларга ажратилади. Иш принципи бўйича улар узлуксиз ва даврий турларга ажратилади.

Центрифугалар электр жиҳозлари асосан оғир атроф муҳит шароитларида ишлайди, буларга юқори намлик, температура ва агрессив муҳитлар киради. Бундан ташқари, центрифугалар устида ўрнатилган электр қурилмалар - тебраниш ва зарблар остида ишлайди. Бу таъсирлар центрифугалар иш жараёни ишга тушириш билан боғлиқ.. Одатда, узлуксиз ишлайдиган центрифугаларга ростланмайдиган электр юритмалар ўрнатилади. Для сверхцентрифуг на повышенные скорости требуются преобразователи частоты для питания электродвигателей напряжением повышенной частоты.

Даврий иш режимида ишлайдиган центрифугалар инерция моменти юритманинг инерция моментидан 50-100 баробар катта бўлиши мумкин. Иш жараёнида бу кўрсаткич кенг ораликда ўзгариши мумкин, бу асосан ишлов бериладиган моддадан қаттиқ фаза ажралиши билан боғлиқ.

Бундай центрифугаларга қўйиладиган асосий талаблар – ишга тушириш ва тўхтатиш жараёнларида оптимал тезланишларини ҳосил қилиш, юклантириш, бўшатиш ва фуговка қилиш вақтларида тезликни бир хил қилиб ушлаб туриш. Кўпинча технологика талаблари бўйича максимал тезлик, юклантириш бўшатиш тезликларини ўзгартириш талаб этилади. Замонавий центрифугалар ўрнатилган қувватлари кВт гача бўлади.

Агар, тизимнинг инерция моменти юқорилигини ҳисобга олсак, тормозлаш вақтидаги кинетик энергияни электр энергияга айлантириб тармоққа қайтириш ва шу билан талаб этилган даражада майин тўхтатиш энергетика, ҳамда энергия тежамкорлик нуқтаи назаридан - долзарб масала. Шунинг учун технологик центрифугалар жараёнларни оптимал бошқариш учун замонавий транзисторли частота ўзгартгичлардан фойдаланиш тавсия этилади. Ҳозиргача асосан кўп тезликли асинхрон юритмали ўзгармас ток юритмаи асосида яратилган тизимлар қўлланилиб келмоқда, аммо бу каби тизимлар энергетик кўрсаткичлари, тезлик бошқариш диапазонлари, аниқлиги, ишончлилиги, хизмат даври паст, масса, габарит кўрсаткичлари, энергия истеъмоли - катта.

Юкорида кўриб чиқилган тизимларни максимал ток, электр энергияни солиштирма истеъмол даражасининг таҳлили 13-8 жадвалида келтирилган.

13-8 жадвал

Юритма тури	Максимал ток, А	Электр энергияни солиштирма истеъмол даражаси, кВт·соат
Кўп тезликли асинхрон юритмали	420	3,67
Тиристорли ўзгартгич - ўзгармас ток юритма тизими	200	1,89
Частота ўзгартгичи – асинхрон юритма тизими	160	1,43

13-боб. Чиқиндилар утилизацияси бўйича мустақил тайёрланиш ва кайтариш учун саволлар

1. Портловчи буғ ва газлар асосий хоссалари.
2. Портловчи аралашмалар хавфлилик гуруҳлари.
3. Портлаш ва ёнғин хавфидан ҳимояланган электр жиҳозлар.
4. Майдалагич, центрифуга ва аралаштиргич электр жиҳозлари.
5. Ўтхона ва куритқич электр узатмалари.
6. Ўтхона ва куритқич электр юритмаи қувватини ҳисоблаш.
7. Электр жиҳозларга қўйиладиган талаблар.

14 – боб

САНОАТИ ЧИҚИНДИЛАРИНИ УТИЛИЗАЦИЯ ҚИЛИШ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ

Турли калийли ўғитлар ишлаб чиқариш саноатида кўп миқдорда чиқиндилар ҳосил бўлади. Галургия ва флотация усуллари билан сильвинитдан *KCl* олишда, саноат чиқиндилари-галит чиқиндилари, лой-тузли шламлар ва чанг-газ чиқиндилар ҳосил бўлади.

Сильвинит ва карналит маъданларини галургия усули билан қайта ишлашда саноат чиқиндаларидан таркибида $MgCl_2$ ва $CaCl_2$ бўлган концентрацияли эритма чиқади. Бу чиқиндилар сифатида муҳитни ифлослантирувчи манба ҳисобланади.

Калий хлордан калий фосфати ва калий сульфат олишда чиқинди сифатида водород хлорид ҳосил бўлади.

Баъзи бир калий нитрати ишлаб чиқариш схемаларида қўшимча маҳсулот сифатида хлор чиқади.

Бу газлар иқтисодий ва санитария нуқтаи назаридан утилизация қилинади.

14.1. Галит чиқиндилари

Сильвинит маъданларини қайта ишлаш натижасида ҳар бир тонна калий хлоридга 3...4 тонна галит чиқиндилари олинади. Галитли чиқиндининг асосий компоненти *NaCl*.

Ундан ташқари, чиқиндилар таркибида калий хлорид, магний хлорид, кальций сульфат, бром, сувда эримайдиган чўкмалар ва бошқа компонентлар бўлади.

Сильвинит маъданларини галургия усули билан қайта ишлашда натрий хлорид миқдори 85...90% ни ва калий хлор 2,5% гача бўлади.

Галитли чиқинди йиғиндилари жойлашган ҳудудларнинг ер усти ва ер ости сувларида туз миқдорининг ошиб кетишига сабаб бўлади.

Галитли чиқиндилар фойдаланишининг самарали ва иқтисодий йўналишларидан бири-ош тузи ишлаб чиқаришдир.

Ош тузи (*NaCl*)-муҳим кимёвий хом-ашёдир. Ўртача йиллик ишлатиш меъёри жон бошига 8...8,5 кг ни, умумий ишлатилиши - йилига 75 кг ни ташкил этади.

Ишлатилиш соҳасига кўра ош тузи - *NaCl* турли навларда ишлаб чиқарилади: техник (кўп миқдори кимё санотида ишлатилади), озуқабоп ош тузи (кишлоқ хўжалигида ва чорва молларининг озуқаси сифатида); озиқ-овқат учун (озиқ-овқат саноатида). Техник ош тузида 93% *NaCl* бўлади (қуруқ маҳсулот ҳисобида).

Озиқ-овқатга ишлатиладиган ош тузининг таркибини Давлат Стандарти аниқлаб беради.

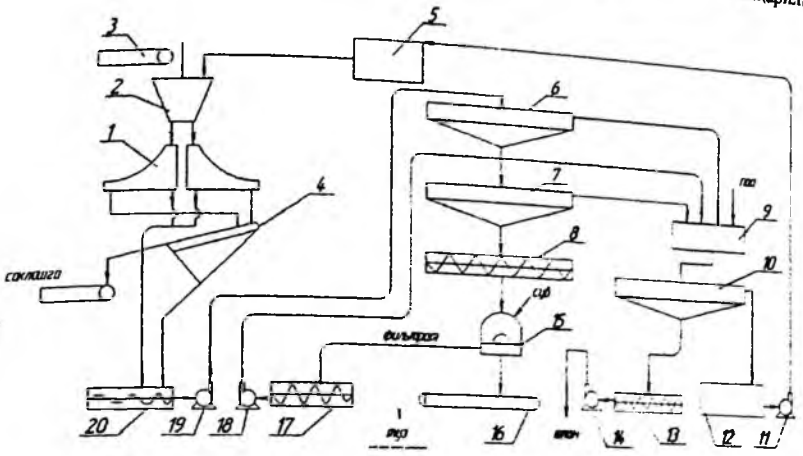
Маҳсулотнинг ранги, ҳиди, гранулометрик таркиби, заҳарли (токсик) ва механик қўшимчалар миқдори каби кўрсаткичлари меъёрланади 14.1- расмда техник ош тузини ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси кўрсатилган.

Галий чиқиндилар йиғилмасидан конвейер 3 билан юклаш воронкаси 2 га берилади. Юклаш воронкасига яна бак 5 дан тиндирилган эритма берилади, ва ҳосил бўлган $C:K$=0,8...1,0 нисбатидаги ёйсимон элаклар 1 га оқиб тушади, +3 мм синф бўйича ажратилади. Панжара устига қолган маҳсулот қайта сим ғалвир 4 да қўшимча ажратилади. 3 мм дан йирокроқ бўлган заррачалар конвейер 21 ёрдамида омбор майдонига юборилади.

Ёйсимон элаклар ва катта сим ғалвирнинг панжара ости маҳсулотининг қалинлиги 3 мм дан йирикроқ бўлган заррачалар аралаштиргич 20 га ўзи оқиб тушади ва насос 19 билан сув сепаратори 6 юборилади.

Қуюк тузли шлам сув сепаратори 7 да қўшимча ажратилиб, $C:K$=1,5 нисбатда аралаштиргич орқали центрифуга 15 га тушади ва у ерда уни эритмадан ажратиб, сув билан ювилади. Суви сиқиб олинган 5...7% намликдаги туз конвейер 16 ёрдамида қуритишга юборилади. Центрифуга 15 да олинган фильтрат ва сув сепараторлари 6,7 дан тўкилаёдган 10 кг/м^3 тузли суюқлик оралиқ бак 9 га келиб тушади, унга ПАА эритмаси қўшилади, шунданг сўнг суспензия тиндириш идиши 10 га оқиб тушади.

0,1 кг/м³ бўлган тиндирилган эритма оралиқ бак 12 га қуйилади ва уни насос 19 билан босимли бак 5 га юборилади. Кўп миқдордаги лойли заррачалардан иборат қуюқ шлам аралаштиргич 13 га осиб тушади, насос 14 ёрдамида уни шлам сақлагичга чиқарилади.



14.1-расм. Галит чиқиндисидан техник ош тузи ишлаб чиқариш технологик схемаси.

1-ёйсимон элак; 2-юклаш воронкаси; 3,16,21-конвейерлар; 4-пўлат сим галвир; 5,9,12-баклар; 6,7-сепараторлар; 10-тиндириш ванналари; 11,14,18,19-насослар; 15-центрифуга.

Озиқ-овқат ва озуқа ош тузларини олиш учун флотацион бойитилган сильвинит маъданларининг галитли чиқиндилари *KCl* дан ювиб тозалашдан ташқари, ёғли аминлар аралашмаларидан ҳам қўшимча тозаланишини зарур. Тозалаш бир неча усулларда олиб борилади, жумладан : турбулент оқимда шламсизлатирилган чиқиндиларни натрий хлорнинг тўйинган эритмаси билан қарама-қарши оқимда ювилади; техник тузни 450°С гача қиздириш; чиқиндиларни 900°Сда эритиб, ёғ-мой ва эримайдиган чўкмалардан ҳоли бўлган ўрта тиниқ суюқ зонасини ажратиб олиш.

Туз олишнинг энг оддий ва иқтисодий арзон усули чиқиндиларни қарши оқимда ювиб, сўнг қиздириш. Бунда аминларни бутунлай йўқ қилиши учун ювилган туз 450°С гача қиздирилади, бунда аминлар тўлиқ парчаланиб кетади. Сильвинитларни галургия усули билан қайта ишлашда ҳосил бўлган галитли чиқиндилардан озиқ-овқат саноатида ишлатиладиган "Экстра" маркали ош тузи олинади.

Галитли чиқиндилардан кальцинацияланган содани олишда фойдаланиш. Галийли чиқиндиларнинг яна бир йирик харидори кальцинацияланган содани ишлаб чиқариш саноатидир. Бу жараён қуйидаги реакция орқали содир бўлади:

$$NaCl + NH_3 + H_2O + CO_2 = NaHCO_3 + NH_4Cl \qquad (14.1)$$

Натрий хлорнинг аммонийлашган эритмаси карбонизацияга учрайди, бунда чўкмага тушган бикарбонат натрийни суспезиядан ажратиб олиб, Na_2CO_3 кальцинация қилинади.

1 тонна кальцинацияланган сода олиш учун 1,7 тоннагача *NaCl* ишлатилади.

Кальцияланган сода олиш учун ишлатиладиган намокобга маълум талаблар қўйилади. Улар *NaCl* билан етарли даражада концентрланган, кальций ва магний тузлари иложи борича кам бўлиши, ҳамда эримайдиган чўкмалари бўлмаслиги лозим.

Техник шартларга кўра ош тузи намокобида 305 г/л. дан кам бўлмаган *NaCl*, 5 г/л дан кўп бўлмаган *KCl* ва Ca^{2+}, Mg^{2+} ва э.қ. 2 г/л дан кўп бўлмаслиги керак.

14.2. Ортиқча намокобни қўшиб қўйиш

Калий корхоналарининг саноати оқавалари: омборга янги келтирилган галитли чиқиндилар сиқилганда атмосфера ёғингарчиликлари ва конденсацион намлик таъсирида чиқинди туз қатламларининг эриши натижасида хосил бўлган юкори даражада минераллашган намокоблардан ташкил топган.

Туз қатламлари йиғилмалари атрофида тўйинган намокобларининг оқиб кетмаслиги учун улар атрофига тўсиқ дамбалар қурилади, намокоблар эса, махсус намокоб йиғиладиган арикларга йиғилади. Дамбанинг баландлиги 1,5 м дан 4,0 м гача бўлади.

Калий корхоналарининг саноати оқаваларининг ҳажми йилига бир неча млн.кубометрни ташкил этади.

Ҳозирги вақтда калий корхоналарининг саноати оковалари йўқ қилишнинг иқтисодий самарали йўлларидан бири - уларни ер остига кўмиб ташлаш усулудир. Бу усул Германияда қўлланилади. Минералланган оқава сувлари 2000 м чуқурликдаги қудуқларга ва сингдирувчи горизонталарга ҳайдалади.

Окова намокобларни ер остига ташлаш технологик схемаси: босим остида ҳайдаб берилган қудуқ оқаваларни ҳайдашга синдирувчи горизонталларни тайёрлаш, оқаваларни олиб боришга тайёрлаш, ҳайдаш ва босим остида ҳайдаш ишларини қулай тартибда олиб бориш тайёргарлигини ўз ичига олади.

Калий корхоналаридан чикадиган ортикча намокобларни ер остига ташлашда сингдирувчи горизонталлардан қумоқ ва алевролитдан ташкил топган горизонтлар қулайроқдир.

14.3. Лойли шламлар

Калий корхоналарининг кўп тоннали чиқиндилари сильвинит маъданларини бойитишида хосил бўладиган лой-тузли шламлардан иборатдир.

Шламнинг сувда эримайдиган кисми алюмосиликатлар, карбонатлар ва сульфатлардан, ҳамда ***KCl*** ва ***NaCl*** нинг майин дисперс кристаллардан иборат.

Шалмнинг суюк фазаси таркибида 10...11% ***KCl*** ва 20...22% ***NaCl*** бўлган намокобдан ҳамда қолган кисми сув бўлиб ва баъзи бир аралашмалардан иборат. Шлам пульпасидаги ***С:Қ*** нисбати 1,7...2,5 ташкил этади.

Суюк фаза қаттиқ фазадан қийин ажралади, чунки лойли шламлар нозик дисперсли бўлиб, намликни капилляр куч билан ушлаб туради.

Шлам саклагичлар маълум майдонларни эгаллаб, ишчи карталар ва сунъий тиндириш кўлидан иборат. Сунъий тиндириш кўлидан тиндирилган намокоб ишлаб чиқариш жараёнига қайтарилади.

Шундай килиб, калий корхоналарининг галитли туз чиқиндилари қатламлари билан бир қаторда шлам саклагичларни атроф мухитни ифлослантирувчи катта манба деб қараш лозим.

Ҳозирги вақтда шламли чиқиндиларни утилизация муаммоларини ҳал қилиш қуйидаги уч асосий йўналишда олиб борилади:

1) Шлам чиқиндилардан аралаш калийли туз олишда фойдаланиш;

Хом-нам бойитилмаган, ўзида калий тутувчи маъдан ўрнига товар ҳолатидаги калий хлорга шлам чиқиндиларини қўшиш таклиф этилади. Лойли шламлар торфли ва қумлоқ ерларда озуқлантирувчи таркиб (структура) хосил килувчи қўшимчалар сифатида фойдаланиши мумкун;

2) Шламли чиқиндиларни қурилиш материаллари саноатида қўллаш. Шламларнинг мураккаб кимёвий таркиби, ҳамда уларнинг таркибида хлоридларининг жуда кўплиги, уларни қурилиш материаллари саноатида тўғридан-тўғри фойдаланишга имкон бермайди. Лекин, лойли шламларга иссиклик ишлови берилса, қурилиш материалларини, яъни алгопорит, керамика ва ғишт олиш мумкин;

3) Лойли шламлардан пармалаш-қазиш ишларида фойдаланидиган эритмаларни тайёрлашда фойдаланиш.

Лой ва тузли чиқиндилар биргаликда чиқинди туз йиғилмалари қатламига юборилса, шлам саклагични йўқ қилиш мумкун.

Чикиндиларни омборгача бирга жойлаштиришнинг зарур шартларидан бири лой-тузли шламларни сувсизлантиришдир. Лой-тузли шламларни 10...12% намликда галит билан биргаликда бўшаган камераларни тўлғазишда фойдаланиш мумкун.

14.4. Газ-чангли чиқиндилар

Калий корхоналарининг газ-чангли чиқиндилари қуритиш бўлимларининг таркибида зарарли компонентлардан ***KCl***, водород хлорид чанги, флотореагентлар буғлари, ҳамда аминлар буғлари тутунлардан ташкил топган.

Тутиндлардан ***KCl*** ва ***NaCl*** чангларини ҳўл тозалаш босқичида тутишда паст босимда ишлайдиган юкори самарали Вентури скруббери ишлатилади. Унда юкори даражада минераллаштирилган ишлаб чикариш намокоблари ишлатилади.

Скруббернинг фойдали иш коэффициенти (ф.и.к.) чанг тутишида 98% ни ташкил этса, ***HCl*** бўйича 97% дир. Хлорсиз калий ўғитлари олишда калий хлорли кислота билан қайта ишлаш жараёнида сульфат хлоридли калий маъданларини гидротермик қайта ишлашда қўшимча махсулот сифатида ўзида ***HCl*** саклаган газлар, нитрат калий олишда эса. Cl_2 хосил бўлади.

Чиқинди газлар таркибидаги ***HCl*** дан фойдаланишда максадга мувофик технологик тизим яратиш калий саноати учун мухим аҳамият касб этади.

Ана шу чиқинди газлар таркибидаги 27,5% ***HCl*** сақлаган техник хлорат кислотаси олинади.

14-боб. Чиқиндилар утилизацияси бўйича Мустақил тайёрланиш ва кайтариш учун саволлар

1. Галит чиқиндисидан ош тузи олиш технологик схемаси.
2. Галит чиқиндисидан кальцинацияланган сода олиш технологик схемаси.
3. Калийли минерал ўғит ишлаб чиқаришдаги қаттиқ чиқиндиларни қайта ишлаш.
4. Калийли минерал ўғит ишлаб чиқаришдаги газсимон чиқиндиларни утилизация қилиш.

И Л О В А Л А Р

И1-1 жадвал

Калийли ўғитлар агрокимёвий хусусиятлари

Кўрсаткичлари	Калий хлорид	Калий тузи 40%-ли концентрати	Калий сульфат	Калий ва магний сульфат (калимагнезия)
Хлорнинг миқдори (1 кг K_2O)	0,9-1,0	1,35-1,92	0,02-0,3	0,08-0,1
Ернинг ўғитга таъсири	Калий ер томонидан ютилади. Бир қисми ўсимликлар томонидан осон ўзлаштирилади, бир қисми кейин ўзлаштирилади.	Калий ер томонидан берилган заҳоти ўзлаштирилади, чунки у кам ҳаракатчандир. Кам ютувчи ерларда (қумли) калийнинг ҳаракатчанлигини оширади.		
Ўғитнинг ерга таъсири	Ерни оксидлайди шунинг учун шу ерларда ишқорий ва сувоқ ўғитлар билан қўллаш керак. Қурук ерларда тузланиш хавотирини кўрсатиши мумкин.		Калий ер томонидан берилган заҳоти ўзлаштирилади, чунки у кам ҳаракатчандир. Кам ютувчи ерларда (қумли) калийнинг ҳаракатчанлигини оширади.	
Қайси ерлар, қайси шароит учун энг қулай	Ҳамма ерлар учун. Шўр ерларни олдиндан ишқорлари ёки ўғит берилишидан олдин ишқор кўтариш керак.		Ҳамма ерлар учун.	Ҳамма ерлар учун.
Қайси ўсимликлар учун асосий аҳамиятга эга	Ҳамма ўсимликлар учун шунингдек хлорга таъсирларини ҳам (калий сулфат бўлмаганда) – картошка, каноп, тамаки ва х.к.	Хлорга кам сезгирлигини ўсимликлар ва нитратга кам сезгирлашувчи (шакар ва ёвойи лавлаги)	Хлорга сезгирлик ўсимликлар учун (каноп, картошка, тамаки ва х.к)	Хлорга сезгирлик ёки нитратни яхши қабул қилувчи ўсимликлар. (лавлаги, ут, картошка)
Қайси усулда бериш энг яхши	Кузда ўғит берилганда яхши билан яхлаб берилади. Хлорни кам миқдорда бўлади, шунинг учун ҳар доим текширишга яроқли	Кузда яхши чуқур ишлов берилади. Ҳар доим текширишга шакар лавлаги ва бошқаларда нитратга мухтожлик сайёз бўлади.	Ҳар қайси усулдан кура доимий усул яхши ишлатилиши – ўсимликларни яхши ишлов беради	Ҳар қандай усулда яхши

И1-2 жадвал

Мураккаб ўғитлар агрокимёвий хусусиятлари

Кўрсаткич	Аммоний фосфат	Нитроаммофоска	Нитрофоска
Бирикиш шакли	Аммиак азотли: Сувда эрувчи	Сувда эрувчан	Сувда эрувчан (50-55%)
Ерни ўғитга бўлган таъсири	Азот ерга ютилгандан кейин нитрификацияланади. Фосфор ерга ютилади.	Азот нитрификацияланади , фосфор ерга ютилади.	
Ўғитнинг ерга таъсири	Азот нитрификацияланғандан кейин ерни кучсиз оксидлайди.		
Қайси ерлар учун , кайси шароитларда энг кулай	Ҳамма ерлар учун		
Қайси ўсимликлар учун энг фойдали	Ҳамма усимликлар учун		
Ерга берилишнинг энг яхши усули	Экишгача бериш сепиб ва жуяларга бериш	Асосий жойларга ва илдиз остига бериш	Экишгача бериш сепиб ва жуяларга бериш
Қайси ўғитлар билан яхши келишади	Калийли ўғитлар билан	Тузли ерлар учун ишқорий ўғитлар энг кулай	

Ўғитсимон тоза тузларнинг тўйинган эритмаларининг бут босими ва уларнинг гигроскопиклик нуктаси

И1-3 жадвал

Тузлар	Турли температуралаги (^{0}C) бут босими (кПа) .						
	10	15	20	25	30	40	50
$Ca(NO_3)_24H_2O$	-	0,82	1,30	1,60	2.04	2.63	-
NH_4NO_3	0,92	1,19	1,56	2.00	2.52	3.88	6.96
$NaNO_3$	0,98	1,31	1,80	2,36	3.08	5.17	8.29
NH_4Cl	0,97	1,35	1.85	2.42	3.28	5.44	8.79
$(NH_4)_2SO_4$	0,97	1,35	1,89	2,00	3.36	5.77	9,59
$CO(NH_2)_2$	1,00	1.36	1.87	2,41	3,08	5.02	7.70
KCl	1,08	1,47	2,00	2,65	3.57	6.00	9.86
KNO_3	1,18	1,63	2,16	2.92	3.84	6,49	10,47
$NH_4H_2PO_4$	1,19	1,66	2,25	3,03	3,68	6,86	11,41
$Ca(H_2PO_4)_2H_2O$	1,19	1,69	2,20	3,05	3.98	6.98	11,66
KH_2PO_4	1,19	1,68	2,25	3,03	3.94	6.86	11,41
K_2SO_4	1,21	1,70	2,31	3,14	4,09	7,07	11,8
H_2O	1,23	1.70	2,34	3,17	4,24	7,37	12,33
	Турли температуралаги (^{0}C) гигроскопиклик нуктаси, (%)						
	1	15	20	25	30	40	50
$Ca(NO_3)_24H_2O$	-	55,9	55,4	50,5	46,7	35,5	-
NH_4NO_3	75,3	69.8	66,9	62.7	59.4	52.5	58,4
$NaNO_3$	78,0	76.8	77,1	74.4	72.4	70.1	71,3
NH_4Cl	79,5	79,2	79,3	76.0	77,2	79,7	80,3
$(NH_4)_2SO_4$	79,8	79,3	81,0	81.8	79,2	78,2	87,8
$CO(NH_2)_2$	81,8	79.9	80,0	75.8	72,5	68,0	82,5
KCl	88,3	86,2	85,7	83.4	84,0	81.3	83,0
KNO_3	97,0	95,6	92,3	92.0	90,5	87,9	93,0
$NH_4H_2PO_4$	97,8	97.0	91,7	91.9	91.6	90,3	98,2
$Ca(H_2PO_4)_2H_2O$	97,9	98,8	94,1	96.0	93,7	94,5	94,6
KH_2PO_4	98,0	98,4	96,2	95,4	92,9	92,9	92,6
K_2SO_4	99,1	99,7	98,5	98,8	96,3	95,7	95,8
H_2O	100	100	100	100	100	100	100

И1-4 жадвал

Ўғитсимон тоза тузлар ва уларнинг бинар аралашмаларининг (%)
30°С даги гигроскопиклик нуктаси

$Ca(NO_3)_24H_2O$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	$CO(NH_2)_2$	NH_4Cl	$(NH_4)_2SO_4$	$(NH_4)_2HPO_4$	KCl	KNO_3	$NH_4H_2PO_4$	$Ca(H_2PO_4)_2H_2O$	K_2SO_4
46,7											
23,5	59.4										
37,7	46,3	72,4									
-	18.1	45,6	75.2								
-	51,4	51,9	57,9	77,2							
-	62.3	-	56.4	71,3	79.2						
-	59	-	62	-	72	82.8					
22	67.9	66.9	60.3	79,5	71.3	70	84,0				
31,4	59.9	64.5	65.2	67,9	69.2	-	78,6	90,5			
52,8	58.0	63.8	65.2	-	75.8	78	72,8	59,8	91.6		
46,2	52.8	68.1	65.1	73,9	87.7	78	-	87,8	68.8	93,7	
76,1	69,2	79,3	71,5	81,4	77	-	87,8	87,8	79,	-	96,3

ИЛОВА – 2

И2-1 жадвал

Азотли ўғитлар

Ўғитлар	Таркибида, %			ДСТ ёки ТШ
	Асосий моддалар, кам эмас	Азот, кам эмас	Намлик, кам эмас	
Аммиакли				
Синтетик суюк аммиак	99,6 NH_3	82.0	0.4	ДСТ 6221-75
Техник аммиакли сув, Б - марка (қишлоқ хўжалиги учун)	25,0 NH_3	20.5	-	ДСТ 9-77
Аммонийли				
Аммоний сульфат	NH_3			ДСТ 9097-74
Олий навли	25.7	21.0	0,2	
1 нав – кристалл	25.4	20,8	0,3	
2 нав – кристалл ёки аморфли	25.4	20,8	0,3	
Техник аммоний сульфат				ТШ 6-83-395-75
1 нав	-	20,8	0,2	
2 нав	-	20,8	0,2	
Донадор аммоний сульфат	25,4	20,8	0,6	ЧМ ТШ 6-41-69
Нитратли				
Техник натрийли селитра	$NaNO_3$			ДСТ 826-63
1 нав	99,5	16,4	1.0	
2 нав	99.0	16,3	1,8	
Техник натрийли селитра	94	15,5	2,0	МР ТШ 80-46-63
Техник кальцийли селитра	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	17,5	14	ТШ 6-03-36-77-74
Аммоний нитрат				
Донадор аммиакли селитра	NH_4NO_3			
сифат белгиси билан	99	34,65	0,2	ДСТ 5.2176-7
А маркали	98	34,2	0,3	ДСТ 2-75
Б маркали	97,7	34	0,3	
Амидли				
Карбамид (мочевина)	$CO(NH_2)_2$			
Сифат белгиси билан.	-	46,3	0,3	ДСТ 5.2206-7
Қишлоқ хўжалиги учун.	-	46	0,3	ДСТ 2081—75
Суюк азотли ўғитлар (аралаш формали)				
Суюк углеаммиакатлар	N	29	-	ТШ 6-03-374-74
	CO_2	8-11	-	
Азотли ўғитлар (плав)	N	30	-	ТШ 6-03-277-
Аммонийли ўғитлар	N	20,5	-	ТШ 6-03-320-

ГЛОССАРИЙ

А дан Я гача

атама	мазмуни
абразив	abrasif (франц.), abrasio (лот.) – кириш, mexanik ishlov berishda ishlatiladigan qattiq tog' jinslari va minerallari, masalan, olmos, korund, granit, kvarts va hokazo.
абсолют	absolutes (лот.) – сўзсиз, абадий, энг ката, доимий.
абсолют босим	резервуар, баллон, козон ва бошка идишлардаги босим ва ташки (атмосфера) босимининг йигиндиси
абсолют температура	абсолют нолдан хисобланадаиган температура (-273,16°С).
абсорбент	absorbens (absorbents) лот.- ютувчи модда.
абсорбер	absorbere (лот.) – суюк абсорбент ёрдамида газ ёки буғлар таркибидаги бирор компонентни ютиб ажратиш жараёнини амалга оширувчи курилма.
абсорбция	(лот. absorptio, absorbeo – ютаман) - 1) газлар аралашмасидаги моддаларнинг суюкликка ютилиши (сорбцияланиши).
авария	бузилиш, шикастланиш, халокат, авария
автомат	юнон. automatus – ўзи харакатланувчи, яъни энергия, материал ва ахборот олиш, ўзгартириш, узатиш ап тақсимлаш жараёнларидаги барча операцияларни берилган программа бўйича инсон иштирокисиз амалга оширадиган курилма ёки уларнинг мажмуаси
агрегат	agregat, qo'shma qurilma, yirik qism
адгезия	(лот. adhaesio-ёпишиш) юзалари тегиб турувчи турли жинсдаги каттик ёки суюк жисмлар (фаза)нинг ўзаро ёпишиб колиши.
аддитивность	мураккаб модда хоссаси бўлиб, унинг сон микдори компонентлар характеристикалари сон кийматларини нисбий микдори кўпайтмасининг йигиндисига тенг.
адиабата	(юнон. – adiabatos – ўтиб бўлмас) – исталган термодинамик диаграммада қайтар адиабат жараённи ифодаловчи чизик.
адиабатик жараён	адиабатик жараён – жараённи амалга оширадиган система билан атроф мухит орасида иссиклик алмашинуви бўлмайдиган термодинамик жараён.
адсорбентлар	(лот.ad – устида, ёнида ва sorbens – ютувчи) – юкори даражада ривожланган сиртида адсорбция ўтадиган синтетик ва табиий жисмлар.
адсорбер	адсорбция ўтадиган курилманинг асосий аппарати.
адсорбция	(лот.ad – устида, ёнида ва sorbeo – ютаман) – эритмадаги моддалар ёки газларнинг каттик жисм ёки суюклик сиртига ютилиши (сорбция). Адсорбцияланадиган модда адсорбат, адсорбция ўтадиган жисм – адсорбент дейилади.
айланиш частотаси	жисмнинг айланишлар сонининг айланишга кетган вактга нисбатига тенг катталик. А.ч. бирлиги – $с^{-1}$(СИ да).
айланма печь	материалларга физик–кимёвий ишлов бериш максадида уларни киздириш учун мўлжалланган, бўйлама атрофида айланиб турадиган цилиндрсимон саноат печи.
аксиал–поршенли насос	ротори айланма ва поршенлари (одатда 7–9 та)

	илгарилама–қайтма харакат қиладиган роторли насос: суюқликни ҳайдаш босими 30 МПа гача.
аккумулятор	лотин. accumulo-кейин фойдаланиш учун энергия йиғувчи қурилма
аммиак	NH_3 – нормал шароитда ўзига хос хидли, рангсиз газ.
Ампер	халқаро бирликлар системаси (СИ) да электр токи кучи бирлиги бўлиб, у шундай ўзгармас ток кучига тенгки, бундой ток бир-биридан 1 м ораликда вакуумда жойлашган жуда кичик диаметрли иккита чексиз узун параллел симлардан ўтаётганда шу симнинг 1 м узунликдаги қисмида $2 \cdot 10^{-7}$ Н га тенг ўзаро тортишиш кучини ҳосил қилади.
анизотроп	anisos-тенгмас + tropos-хосса,бурилиш (грекч.) turli yo'nalish bo'yicha xossalari bir xil bo'lmagan material
антифрикцион	анти + frictio – ишқаланиш (лот.), ishqalanishni kamaytiruvchi material
аппарат	apparatus (лотинча) - қурилма
арзамит	ғишт ва плиталарни қўйишда қўлланиладиган икки компонентли, кислота бардош коришма
арматура	(лот. armature – куролланиш, жиҳозлаш) – асосий жиҳозларга кирмайдиган, лекин уларнинг нормал ишлаши учун зарур бўлган ёрдамчи, одатда, стандарт курилма ва деталлар.
арматура	truba va quvur, qurilma va idishda o'rnatiladigan va ishchi muhit oqimlarini boshqarishni ta'minlaydigan moslama
баббит	АҚШ ихтирочиси И.Баббит топган қалай ва қўрғошин, сурьма, мис ва б. элементли антифрикцион материал
бабка	металл, ёғоч кирқиш ёки ишлов бериш дастгоҳининг қисми
байпас	ҳайдаш йўлидаги ортиқча босим ёки сарфни узатиш учун асосий қувурга уланган параллел қувури шаҳобчаси
бакелит	Бельгия кимёгари ва ихтирочиси Лео Бакеланд номи билан аталадиган полиоксибензилметиленгликольангидрид –бу ишқорий катализатор иштирокида фенолни формальдегид билан поликонденсация қилингандаги маҳсулот. Иссиқ ва совуқ пресслаб абразив маҳсулот ишлаб чиқаришда боғловчи модда сифатида ишлатилади.
балансировка	мувозанатлаш, баробарлаш
балансировка	balancer (франц.) – куч таъсир этиб muvozanatlash, barobarlash
балка	balk (goll.) – to'sin, asosan egilishga ishlaydigan konstruk-siyalarda qo'llaniladi
бандаж	bandage (франц.) - mashina, mexanizm va qurilmalarning aylanuvchan ғилдиракка кийгизиладиган silindrik халқасимон detal
бобышка	бўртма, кимё саноати курилмаларида қолдиқ ва тозалаш суюқликларини чиқариш тешиги
бар	(юнон.baros – оғирлик) – системага кирмаган босим бирлиги. 1 бар=10^5Па.
барботёр	havo, gaz yoki bug' pufakchalarini suyuqlik qatlami orqali

	o'tkazish uchun moslama
барометр	(юнон.baros – оғирлик ва metreo – ўлчайман) атм.босимини ўлчайдиган асбоб.
батарея	франц. battre - урмоқ, электр кучланишиёки миқдор олиш учун электрик ва конструктив бириктирилган, хил типдаги кимёвий ток манбалари гуруҳи
башмак	бошмоқ, тозалаш бошмоғи ва х.
бельтинг	belting (ingl.)– kamarli uzatma yoki belting mato – og'ir, juc zichligi katta va mustahkam texnik mato
биение	тепиш, машиналарнинг айланувчи цилиндрик деталлар сиртларининг ўзаро тўғри жойлашишдан оғиши
биметалл	*би...* ва металл – икки жинсли металл ёки қотишмалар мустаҳкам бириккан қатламларидан иборат материал
биурет	**мураккаб модда,** карбамид ва аммиакнинг бирикмаси
бельтинг	belting (инглл.)– камарли узатма ёки бельтинг мато – жуда зичлиги катта ва мустаҳкам техник мато
болт	(нем.bolt) – маҳкамлаш детали. Одатда, олти қиррали квадрат каллакли цилиндрик стержендан иборат бўл танасининг резьбали қисмига гайка бураладн.
босим	жисм сиртининг бирор қисмига перпендик йўналишда таъсир этувчи кучлар интенсивли ифодалайдиган катталик. Босим бирлиги (СИ Паскаль (Па).
бронза	(итал. bronzo) – мис асосидаги қотишма; қўшимчалари рух(к. латунь) ва никелдан (к.мис котишмалари) ташқари қалай, алюминий, бер кремний, қўрғошин, хром ёки бошқа элемент. иборат.
брусок	кўндаланг кесимининг геометрик ўлчамлари у нисбатан кичик бўлган абразив жисм, қайроқтош
бура	бўрак, натрий тетраборат кристалл $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
бункер	(инг.bunker) – сочилувчан ва бўлакли материа оқими билан бўшатилиши учун пастки қис деворли(тўнтарилган кесик пирамида ёки кон шаклли) қилиб ясалган, тўкиладиган мат миқдорини ростлаш учун эса тортқи ва таъмин билан жиҳозланган.
бурчак частотаси	айланма частота, циклли частота, даврий т жараённинг характеристикаси. Бурчак тебранишлар частотасининг 2 га кўпайтмаси $\omega=2\pi\cdot\nu=2\pi/T$, бунда ν ва T – тебранишлар частота даври.
буғ	суюқлик(ёки қаттиқ жисм)нинг газсимон модданинг газ ҳолатдаги фазаси шу модданинг (қаттиқ) ҳолатдаги фазаси билан мувозанатда бўлади
буғ босими	буғ-куч қурилмалари ва технологик агрегатларда босими бўлиб, уларни ҳисоблаш ва лойиҳалашд қилиб қабул қилинган.
буғлатиш (испарение)	модданинг суюқ агрегат ҳолатдан газсимон ҳолатга ўтиш жараёни.

буғлаткич	суюкликлар (сув, совитиш агенти ва б.) нинг буғланиш жараёнини амалга оширадиган иссиклик алмашиниш курилмаси.
буғ қозони	ёқилғи ёққанда ўчокда ажраладиган иссиклик ҳисобига босими атмосфера босимидан юқори буғ олинадиган курилма.
бурчак тезлик	қаттиқ жисм айланиш тезлигини характерлайдиган вектор катталик ω. Б.т. бирлиги – рад/с (СИ да.)
бустер	(инг.booster, boost – кўтармоқ, босимни оширмок) – юклама анча ортиб кетган вақтда асосий механизм ёки машинанинг таъсир кучи ва тезлигини оширадиган ёрдамчи курилма.
ванты	want (голл.) - machtalar yoki tepa konstruksiyalarni ushlab turuvchi po'lat troslarga vertikal, turg'un holatini ta'minlovchi machta va asos orasidagi kanat tortkich
вакуум	vacuum (лот.) - бўшлиқ, идишга тўлдирилган газнинг сийраклашган ҳолати.
ватерпас	шайтон, ватерпас
вентиль	ventil (нем.) – клапан, труба қувурида буғ, газ ёки суюқлик ҳаракатини ростлаш, ҳамда қувурни ёпиш ёки очиш учун қўлланиладиган ёпувчи мослама
веретено	урчуғ, ғалтак ва б. кийдириладиган айланувчи стержень
вибрация	vibro (лотинча) - тебраниш, титраш, дириллаш
вкладыш	вкладиш, сирпанма подшипникнинг алмашинувчи детали, ич қуйма, сукма варақ, хат-чўп, пона
водило	планетар механизмдаги сателлит ўқига маҳкамланган ҳаракатчан деталь ёки звено
войлок	намат ёки кигиз, юнгдан ясалган зичлиги юқори, тўқилмаган текстиль материал
воронка	суюкликларни кичик диаметрли идишларга қуйиш учун шиша, металл ёки пластмасс конуссимон мослама
вруб	қазишни осонлаштириш мақсадида қазилмалар ичида механик тарзда ковак ҳосил қилиш
втулка	машина ва курилмаларнинг ўқ йўналишидаги тешикли цилиндрик ёки конус шаклидаги деталь
вулканизатор	резиналарни елимлаш машинаси ёки агрегати
газгольдер	gasholder (инг.л. гас – газ ва ҳолдер-туткич) – газни сақлаш ва уни тақсимлаш учун хизмат қиладиган стационар курилма ёки иншоот
гальваническое покрытие	буюмлар юзасига электролитик чўктириш усулида қопланадиган микрометрнинг улушларидан миллиметрнинг ўнлаб улушларигача қалинликдаги металл юпқа қатлами
гайка	резьбали бирикма ёки винтли узатманинг резьбали тешиги бўлган деталь
генератор	лотин. generator – бирор маҳсулот ишлаб чиқарадиган, яъни электр энергияси ва х.
геотермал	ернинг ички иссиклик энергиясига оид бўлган, ер кобиқлари ва остидаги иссиқ сув ва буғ шаклидаги энергия манбаига
герметик	суюклик ва газ курилма ва машиналари, идишлари ва

	иншоотларининг девор ва бирикмаларидан суюклик ва газ сизиб ўтмаслигини таъминловчи ёки зичловчи модда
гидравлика	(юнон. hydor - сув aulos – найча) механиканинг суюкликлар харакати ва мувозанат қонунларини ҳамда бу қонунларни мухандислик амалиёти масалаларини ечишга тадбиқ этиш усулларини ўрганадиган бўлими.
гидравлик пресс	энергия элткичи 20-100 МПа босимли суюкликдан иборат бўлган статик ҳаракланадиган машина.
гидрогенлаш	**англ. Hydrogenation** - бу жараёнда бирор бир модда, одатда ёг ёки углеводород, водород (H_2) билан кимёвий реакцияга киритилади ва моддага водород қўшилади
гидромотор	гидравлический двигатель, приводимый во вращение подаваемой к нему под давлением калельной жидкостью.
гильза	hulse (нем.) –поршенли иссиклик юриткичларнинг блокларига ўрнатиладиган, алмаштириладиган цилиндрик қуйма
гистерезис	(юнон. hysteresis – кечикиш) – физик жисмнинг баъзи ташқи таъсирларга (у шу таъсирларга олдин учраган ёки учрамаганлигига қараб) турлича реакцияси.
гитара	металл кесиш дастгоҳининг суриш тезлигини ўзгартирадиган қисми.
гидрозатвор	(рус. *гидрозатвор*, англ. *water seal, liquid seal*) – техника ва қурилиш сохасида ишлатиладиган курилма бўлиб, трубопровод, идиш ёки аппаратурада газ, буғ ёки ҳаво ўтиб кетмаслиги учун сув қатлами ёрдамида тўсиқ хосил килади.
гофрированный	gaufrer (франц.) - гофрирланган лист, юпқа метал, асбофанер ёки фанер листларга мустаҳкамлигини ошириш учун тўлқинсимон шакл берилган.
гранула	granulum (лот.) – донача, сочилувчан ёки кукунсимон материалларга физик-механик ва физик-кимёвий таъсир этиб олинган шарсимон заррача
грохот	қаттик ёқилғи, маъдан, шағал, дон ва бошқа сочилувчан материалларни тешиклари турли шакл ва ўлчамли элаксимон ёки колосникли панжаралардан ўтказиб ўлчамлари бўйича фракцияларга ажратиш машинаси.
грундбукса	қобиқни едирилишдан сақлаш учун сальник қобиғининг ичига ўрнатиладиган втулка
грунтовка	бўяладиган юзага ётқизиладиган ёки пуркаладиган биринчи қатлам бўёғининг таркиби
гуммирование	gumming , от gum – елим, клей (инг.л.), почта маркасининг орқа томонига елим қатламини суркаш жараёни
гусеничный	ўрмаловчи занжирли, гусеницали
двигатель двойного действия	поршеннинг иккила томонида ишчи жараён бажариладиган поршенли юриткич.
деаэратор	(де... ва юнон.аег – ҳаво) – сувда эриган (жихозларни коррозияга олиб келадиган) кислород ва карбонат ангидридни чиқариб юборадиган курилма.
дезинтегратор	dez... ва integer – бутун (лотинча) – кам абразив, мўрт материалларни янчиш (дағал майдалаш) машинаси
демонтаж	курилма ва машинани қисм ва деталларга ажратиш

демпфер	dampfer (нем.) – сўндиргич, механик тебранишларни тинчлантирувчи мослама – (тебраниш сўндиргич).
депрессия	depressio (лат.) – пасайтириш, бостириш.
деталь	detail – айнан, муфассаллик (франц.) – йиғиш жараёнларсиз, бир жинсли материалдан тайёрланган буюм
десульфурлаш	нефть, газ, кўмир ва бошқа органик моддалардаги олтингугурт бирикмаларини кимёвий ёки физик усуллар билан ажратиб олиш жараёни бўлиб, у асосан экологик талабларга жавоб бериш ва қурилмаларнинг коррозияга учрашининг олдини олиш учун амалга оширилади
дефлегматор	ректификацион колоннанинг бир бўлими бўлиб, унда колоннага қайтариладиган бир қисм дистиллят (флегма) конденсация қилинади.
деформация	deformation – ўзгариш (лотинча) – жисм заррачаларининг нисбий холати силжишига олиб келувчи ташки кучлар – иситиш, совитиш, намлик ва б. омиллар таъсирида жисм шакли ёки ўлчамларининг ўзгариши
децибел	[дб] – деб белгиланадиган, техника ва акустикада товуш кучи ва қувватини ўлчаш учун ишлатиладиган ўлчов бирлиги.
деэмульсация	нефтни сувсизлантириш, яъни нефтни ер ости сувларидан ажратиш.
диабаз	diabase (франц.) – тўлиқ кристаллик, майда донали, вулқон тоғ жинсининг эски номи бўлиб, кимёвий ва минерал таркиби бўйича базальтнинг бир тури
диаграмма	(юнон.diagramma – расм, чизма) – таққосланаётган катталиклар орасидаги боғланишни яққол кўрсатувчи график тасвир.
диализ	dialysis (грекч.) – ажратиш, коллоид эритмаларни туз ва бошқа моддалардан тозалаш усули
диаметр	(юнон.diametros – кўндаланг) айлана диаметри – айлана марказидан ўтиб, унинг икки нуқтасини бирлаштирувчи тўғри чизиқ.
диафрагма (ўлчовчи)	diaphragma (грекч.) – тўсиқ, тешикли диск бўлиб, труба қувуридан ўтаётган суюқлик, газ ва буғ сарфини ўлчашда фойдаланилади, стандарт торайтирувчи қурилма сифатида ишлатилади.
дистилляция	distillatio (лот.) – томчи бўлиб оқиш, икки ва ундан ортиқ компонентлардан таркиб топган суюқ аралашмани хар хил қайнаш температурасига асосланган физик-кимёвий ажратиш жараёни
дистиллер	ҳайдаш жараёнини амалга оширадиган қурилма, масалан, кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш технологиясида аммонийлашаган намокобдан аммиакни ажратиш колоннаси.
дисбаланс	нотурғинлик даражаси, дисбаланс
диффузия	эриган бир фаза молекулаларининг иккинчи фазада бир текисда таркалишини таъминловчи жараён
диффузор	канал ёки қувурнинг газ (суюқлик) оқими тормозланадиган ва босими ошадиган қисми.
диэлектрик	инғл. dielectric, юнон. dia - оркали ва инғл. electric-

	электр, амалда электр токи ўтказмайдиган модда, материаллар
днище	днище, таг қисми, туб, яъни қурилма цилиндрик қисмининг икки чеккасини ёпувчи деталь
допуск	кўйим, жонзлик, рухсат этилган, бирор параметрнинг рухсат этиладиган энг катта ва энг кичик қийматлари орасидаги фарк.
дренаж	draim – қуритмоқ (инглз.) – сизот сувларни йиғиш ва оқизиш, ҳамда тупроқни аэрациялашда фойдаланиладиган ер ости сунъий сув оқизиш иншоотн
Дьюара сосуд	кумуш билан қопланган кўшалоқ деворли, ичидан ҳаво сўруб олинган шиша идиш.
Жоуль	МТС ўлчов бирликлар системасида иш ва энергия бирлиги бўлаб, 10^7 эрг. тенг.
жараён	processus (лотинча) - ҳаракат.
заглушка	uqin, konstruksiyalarning ichki bo'shlig'ini germetik berkitadigan detal
заготовка	keyinchalik ishlov berib tayyor buyum olinadigan yarim mahsulot (material, xom-ashyo va b.). zagotovka, tanovar
задвижка	задвижка, зулфин - буғ, сув магистралларини беркитадиган қурилма
заслонка	тўсиқ, гов
зенкер	senker (нем.) – металл, пластмасса ва бошқа деталларнинг цилиндрик тешикларини зенкерлайдиган кўп тиғли асбоб
затвор	кулф, занжир, тамба, ёпиш мосламаси, одатда ҳаракатчан шчит - метал конструкция кўринишида, бўлиб гидротехник иншоотлар тешикларини ёпиш ёки қисман ёпиш учун, суюклик сарфини ростлаш ва сув оқими ёки катламидан тушаётган юкламага бардош берадиган мослама.
золотник	bug' mashina va turbinalari, pnevmatik mexanizm, gidroavtomatika sistemasi va b.larda issiqlik yoki mexanik jarayonlarni boshqarish sistemasining qo'zg'aluvchan elementi
изобарик жараён	ўзгармас босимда ўтадиган термодинамик жараён
изотермик жараён	ўзгармас температурада ўтадиган термодинамик жараён.
изотермлар	(изо... ва юнон. therme - иссиклик) – ҳолат диаграммасида мувозанатдаги изотермик жараённи ифодаловчи чизиклар.
изохорик жараён	системанинг ўзгармас солиштирма ҳажмида ўтадиган термодинамик жараён.
изохора	термодинамик диаграммада моддаларнинг ҳолат чизиғи бўлиб, кўрилаётган модда ҳажмининг қийматлари ўзгармасдир.
икки роторли насос	корпусида икки шаклдор ротор бир–бирига ва камера деворига тегмай, қарама–қарши йўналишда синхрон айланадиган вакуум насос.
инконель	никелнинг хром (15-17%), темир (19% гача), алюминий (35 гача) ва титан (3% гача) элементлари бўлган қотишмаси
импеллер	impeller (инглз.) – реактив юриткич, марказдан қочма,

	компрессор, гидротрансформатор, вентилятор ва бошқа машиналарда қуракчали ишчи ғилдирак.
импульс	impulsusr (инг.л.) – туртки, интилиш, уйғотиш, яъни турли сигналлари узлуксиз эмас, балки вақти-вақти билан содир бўладиган ҳодиса, жисм механик ҳаракатининг мезони, физикавий вектор катталик
инвертор	лотин. inverto – ағдараман, ўзгартираман, ўзгармас токни ўзгарувчан токка айлантирадиган ва ўзгармас ток тармоғидан ўзгарувчан ток тармоғига энергия узатадиган қурилма
инверсия	лот. *inversio* —ўрнини алмаштириш, ўзгартириш
ингибитор	imhibere (лот.) – ушлаб туриш, секинлаштириш, тўхтатиш, яъни коррозия ёки реакцияни секинлаштирадиган модда
инжектор	imjecteur (франц.) – ичкарига отиш, улоқтириш, яъни суюқликни узатувчи оқимчали насос
ингибитор	коррозия ёки реакцияни секинлаштирадиган модда
индивидуал	шахсий, хусусий, якка
индикатор	қайд қилувчи кўрсаткич, аниқлагич, индикатор
инструктаж	ишни бажаришга оид кўрсатма бериш
ионизация	газ молекулалари ёки атомларидан электронларнинг ажралиб чиқиши оқибатида газда ион ва эркин электронлар ҳосил бўлиш ҳодисаси
иссиклик	иссиклик алмашинувида системанинг ташки параметрлари: ҳажми ва б.ўзгармаганда система оладиган ёки берадиган энергия миқдори.
иш	физик жараёнда содир бўладиган энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланишини ифодаловчи катталик.
кавитация	cavity (англ) – бўшлиқ, ковак - қаттиқ жисм юзасида суюқликнинг катта тезликда ҳаракатланиши туфайли ва суюқликдаги босимнинг буғ ҳосил бўлиш босимигача пасайиши оқибатида маҳаллий буғ ҳосил бўлиш ҳодисаси
калорифер	(лот.calor – иссиқлик ва fero – элтаман) ҳаво билан иситиш, шамоллатиш ва қуритиш системаларида ҳавони қиздириб берадиган қурилма.
канифоль	colophonia resina – колофон смоласи (лотинча) – оч сариқдан тўқ қизилгача рангли шишасимон мўрт модда, зичлиги 1007-1085 кг/м^3
капрон	поли–ε-капроамид, нейлон-6, полиамид 6 – синтетик полиамид тола бўлиб, капролактам полимеризацияси маҳсулоти поли–ε-капроамиддан олинади
каретка	carretta – aravacha (italyan.) yo'naltirgich bo'ylab harakat-lanadigan qism yoki aravacha
Карно цикли	икки изотермик жараён ва икки адиабатик жараёндан иборат қайтар айланма жараён.
картер	carter (ingl.) – кутига жойланган mashina va mexanizm (yuritkich, reduktor, nasos va b.) larning qo'zg'almas qismi
каталитик риформинг	катализаторлар иштирокида амалга ошадиган риформинг жараёни
кабель	голл. kabel - канат, трос- электр кабель-герметик қобиққа ўралган бир ёки бир неча изоляцияланган сим.

	Электр энергияси ёки сигналларни узоқ масофага узатиш учун мўлжалланган
каустик сода	бу натрий гидроксиди (NaOH ишқорий) моддасининг маиший номидир.
каучук	эластик, тўкимаси бўш ва кўпинча каучук дарахти ёки бошқа ўсимликлардан олинадиган табиий ёки сунъий равишда ишланган полимер модда.
коллектор	лотин. collector - йиғгич, механик частота ўзгартиргичи, бир-биридан изоляцияланган, ротор чулғамлари ғалтакларига уланадиган ток ўтказгич пластиналар тўплами
коммутатор	электр занжирларни улаш, узиш, ва алмашлаб улаш йўли билан талаб этиладиган чиқиш занжирини танлаш ва уни кириш занжири билан улашни таъминлайдиган курилма
конденсатор	
контактор	Паст кучланишли электр куч занжирларини маълум масофадан туриб коммутациялаш аппарати
контур	занжирнинг бир неча тармоқларидан иборат ёпиқ йўл
контроллер	инглиз. controller - айнан – бошқарувчи, электр жихозларнинг куч занжирларини коммутациялайдиган кўп контактли электр курилма
кварц	SiO_2 -минерал, кремний икки оксиди ёки кремнезем.
Кельвин	СИ системасидаги термодинамик температура бирлиги (К). 1К – сувнинг учлама нуқтаси термодинамик температурасининг 1/273,16 қисмига тенг.
кило...	(юнон. chilioi-минг) – ўнлик каррани билдирувчи олд қўшимча 10^3ни англатади.
килограмм	СИ системасидаги масса бирлиги (кг).
килограмм–куч	МКГСС бирликлар системасида куч бирлиги (кгк). 1кгк = 9,806 Н.
киловатт–соат	(кило... ва ватт) – иш ва энергиянинг СИ бирликлари билан бир қаторда қўлланишга рухсат этилган системага кирмаган бирлиги.
кинетик энергия	харакатдаги жисм энергияси, яъни харакатланувчи жисмнинг иш бажариш қобилияти.
клапан	klappe (нем.) – қопқоқ, тўсиқ, курилма ва трубаларда газ, буғ ёки суюқлик сарфини бошқарадиган деталь ёки мослама
классификация	classis - синф + facere- қилмоқ (инглиз.) – турли шакл ва зичликдаги қаттиқ заррачаларни сув ва ҳавода чўкиш тезликлари турли бўлишига асосланган, фойдали қазилмаларни ва барча сочилувчан материалларни саралаш жараёни.
классификаторы	классификация жараёнини амалга ошириш курилмалари.
коагуляция	coagulatio (лот.) – қотиш, ўраб олиш, яъни заррачаларни йириклашиши ва оғирлашиши туфайли дисперслик даражаси ва дисперс система сонини камайтириш.
кокс	кўмирни хавосиз камерада қиздириб олинган модда
кокс гази	тошкўмирни коклашда ажралиб чиқадиган ёнувчи (55–60% водород, 20–30% метан, 5–7%углерод оксиди).

количественный анализ	бирикма таркибий қисмларининг нисбий массавий миқдорларини аниқлаш.
колосник	металл, кўпрок чўяндан тайёрланган элементлар бўлиб, улардан хилма-хил шаклдаги тешикли панжара.
компенсация	compenso – ўрнини тўлдираман, мувозанатлайман (лотинча) – температура, босим, вазият, узунлик, ковушқоқлик ва б.ларни мувозанатлаш ёки ростлаш
компенсатор	compensatio – ўрнини тўлдираман, мувозанатлайман – иншоатлар, системалар, машиналар, асбобларнинг ҳолати ва ишлашига турли омиллар (температура, босим, вазият ва б.) таъсирини йўқотадиган ёки мувозанатлайдиган, ёхуд у ёки бу омилни ўлчаш ёки ростлаш мақсадида уларни аниқлайдиган қурилма ёки тўлдиргич.
компрессор	compressio (лот.) - сиқаман, ҳаво ёки газни 0,015 МПа дан кичик бўлмаган ортиқча босимгача сиқадиган машина.
конвекция	convectio (лот.) – олиб келиш, тарқалиш, макроскопик ҳажмдаги суюқликларнинг ҳаракати туфайли иссиқлик тарқалиш жараёни.
конверсия	conversio (лот.) – ўзгартириш, юқори температурада айрим газларни қайта ишлаш жараёни.
конденсат	condensatum (лот.) – зичланган, қуюқлаштирилган, bug'-gaz aralashmasini sovitish natijasida hosil bo'lgan suyuqlik.
конденсатор	(лот.condenso – зичлайман, қуюқлаштираман) – моддаларни газ (буғ) ҳолатдан суюқ ёки кристалл ҳолатга ўтказадиган иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
кондуктор	conductor – кузатувчи, conduco –йиғаман, олиб бораман (лотинча) – кесувчи асбобни ишлов бериладиган буюмга йўналтирадиган ва ишлов берадиган буюмга нисбатан унинг тўғри туришини таъминлайдиган мослама
концентрация	con+centrum (лот.) – марказ, тўпланиш, қаттиқ, суюқ ёки газ фазаларда моддалар нисбатининг миқдорий ифодаси.
консервация	машина ва қурилмани сақлаш ва узатишга тайёрлаш
концентрик	концентрик, якка ёки битта марказли
консоль	console (франц.) – бир учи қўзғалмас, иккинчи учи эркин маҳкамланган ферма ёки конструкциянинг таянчидан чиқиб турувчи қисми, юк кўтариш мосламаси
контргайка	асосий гайка ўз-узидан бураліб кетмаслиги учун болт ёки шпилькага бураладиган қўшимча гайка
конфигурация	ташқи кўриниш, шакл
коробка	кўп қирра ёки кўпинча параллелепипед шаклли идиш
коромысло	шайин, юк ва жисмларни кўтариш ёки ташиш учун ёйсимон обкаш ёки мослама
корпус	corpus – тана, яхлит нарса (лотинча) – машина ёки қурилманинг барча механизм ва деталларини кўтарадиган асос ёки негиз
коррозия	corrodo – кемираман (лотинча) – металларнинг ташқи муҳит б-н кимёвий ёки электр кимёвий таъсирида емирилиш
корунд	α-оксид алюминий оксиди (Al_2O_3), жуда қаттиқ, кристаллик минерал

косынка	учбурчак шаклли металл пластинка, дуррача
коуш	пўлат симларни букилиш жойларида бўлиниб кетишдан ва ейилишдан химояловчи турли шаклли металл кистирма ёки мосламалар
коэффициент избытка воздуха	ёнувчи аралашма таркибини характерловчи коэффициент.
кран	kran (нем.) –кран, жўмрак
крестовина	чорбармок, хоч, Х-шаклли жисм
кронциркуль	krone – тож (нем.) - деталларнинг диаметри ва б. ўлчамларини масштабли чизгич ёки калибр бўйича олинган ўлчамлар билан таккослайдиган ёйсимон оёкли циркуль кўринишидаги ўлчов асбоби
кран-укосина	энг содда кўтариш крани бўлиб, унинг учбурчакли кронштейн-укосинаси блоклари билан қурилма қобиғига маҳкамланади
крейтскопф	kreuzkopf (нем.) – ползун, кривошип-ползунли механизм детали
крекинг	cracking (инглл.) – нефть ва унинг фракцияларига юкори температурали ишлов бериш натижасида паст молекуляр массали ёки енгил фракцияли махсулотлар олиш жараёни
кривошип	кривошип механизмининг кўзғалмас ўк атрофида тўлик (360°) айланадиган детали
криоген	kryos-совук, муз+genos (грекч)-ҳосил бўлиш, туғилиш, яъни паст температураларга оид ёки тегишли
кристаллогидраты	ўз таркибида кристаллизацион сув ушлаган кристал моддалар.
критерий	criterion-грекч., мезон, ажратиб турувчи белги, хосса
критическая скорость	суюклик окимининг ламинар харакат режимидан турбулент режимга ва тескарси, яъни турбулентдан ламинар режимга ўтиш тезлигига тўғри келадиган окимнинг ўртача тезлиги.
критические точки	суюкликнинг буғ (газ) ва муз (каттик) агрегат ҳолатларига ёки тескариси, яъни муздан суюкликка ва субк агрегат ҳолатидан буғ ғолатга ўтиш температураларига тегишли нуқталар.
кронштейн	kragstein (нем.) – машина, курилма ва механизмларни вертикал деворга ёки колоннага махкамлаш учун хизмат киладиган консолли таянч деталь ёки конструкция
куракли насос	динамик насос; суюкликни айланувчи иш ғилдираги куракларн кучи ҳисобига ҳайдайди.
ламинар оким	(лот. lamina – лист, пластинка, йўл–йўл) – реал суюкликнинг тартибли оқими; суюклик қўшни қатламларнинг ўзаро аралашиб кетмаслиги билан характерланади.
латунь	latun (нем.), жез – мис билан рух (50% гача) дан иборат қотишма. Кўпинча, алюминий, темир, марганец, никель, қўргошин ва б. элементлар (умумий йигиндиси 10% гача) ҳам қўшилади.
легирланган пўлат	одатдаги аралашмалар (C, Si, Mn, S, P) дан ташкари легирловчи элементлар (Si, Mn) одатдагидан кўпрок миқдорда қўшиладиган пўлат

линза	Linse (нем.), Lens (лотин.)– иккита айланиш юзалари билан чегараланган бир жинсли оптик шаффоф деталь
локальный	маҳаллий
люк	luik – туйнук (голл.) – қурилма ичига кириб чиқадиган туйнук
люфт	luft (нем.) – ҳаво, деталлари ёки бирлаштирилган қисм юзалари орасидаги тирқиш, lyuft, liqillash
майдалаш	қаттиқ материал бўлакларини майдалаш жараёни.
майдалагич	қаттиқ жисмлар (асосан, минерал хом ашёси)ни майдалайдиган машина.
манометр	(юнон. manos – сийрак ва ...метр) – суюқлик ва газ босимини ўлчайдиган асбоб. Нолдан (тўла вакуумдан) ҳисобланадиган абсолют босимни ўлчайдиган М; ортиқча босимни, яъни абс.босим ва атм. Босимлари орасидаги фарқни ўлчайдиган М.; ҳар бири атм. Босимидан фарқланувчи икки бооим орасидаги фарқни ўлчайдиган дифманометрлар бўлади.
марказдан қочма насос	суюқлик айланувчи иш ғилдираги марказидан унинг четларига томон ҳаракатланадиган куракли насос.
масштаб	masstab (нем.) – чизма, план ёки картадаги чизиқ узунлигининг аслидаги тегишли чизиққа нисбати.
мачта	баланд устун, минора, мачта
маховик	яхлит, массив ғилдирак
машина	maeshine (нем.) – иншоот, машина, яъни энергия, материаллар ва ахборотни ўзгартиришда ҳаракат бажарувчи механик қурилма.
мёртвые точки	поршенли машиналар поршенининг иккита четки (карама-карши) ҳолатлари бўлиб, унда кривошип ва шатун битта тўғри чизиқда ётади.
мембрана	(лот. membrana – пўст, парда) – периметр бўйлаб маҳкамланган юпқа юмшоқ пластинка; турли босимли икки бўшлиқни бир–биридан ажратиш ёки берк (туташ) ковакни умумий ҳажмдан ажратиш ҳамда босим ўзгаришларини чизиқли силжишларга ва аксинча айлантиришга мўлжалланган.
мерсеризатор	ўювчи натрий иштирокида целлюлозани қайта ишлаш қурилмаси
металлизация	металлаш, буюмлар сиртига эриган металлни махсус қурилмалар ёрдамида юпқа қатлам қилиб қоплаш
метан	CH_4 – боткоқ гази, углеводород, рангсиз газ, суюқ метан қайнаш температураси – 161,4^{0}С.
метанлаш	бирор жараён ёки моддани метан гази билан тўлдириш, метанга ўтказиш ёки метандан фойдаланиш ҳолатига келтири
метанол	метил ёки ёғоч спирти (CH_3OH) – рангсиз суюқлик, қайнаш температураси 65^{0}С.
метр	(франц. metreo, юнон. metron – ўлчов) СИ системасидаги узунлик бирлиги. (м.)
микрометр	чизикли ўлчамларни контакт усулида ўлчайдиган аник микрометрик винтли универсал ўлчаш асбоби
миллимикрон	микроннинг мингдан бир улуши (*ммк*). 1 *ммк*=10^{-6}*мм*.

моделирование	лаборатория моделларида курилма, машина, иншоот ва бошқа мосламаларда бораётган физик ва бошқа жараёнларни ўрганиш.
модернизация	замонавийлаштириш, такомиллаштириш
модифицированный	материал ёки моддага бирор компонент қўшиб қайсидир бир хоссаси яхшилиш
монель	АҚШ саноатчиси А.Монель номи билан аталган ва мис (27-29%), темир (2-3%), марганец (1,2-1,8%) лар котишмаси.
монорельс	юк тележкалари ёки вагонлар якка осма рельс бўйлаб харакатланадиган транспорт иншоот
монтаж	montage – кўтариш, йиғиш, ўрнатиш (франц.) – иншоот, конструкция, технологик жихоз, агрегат, машина, асбоб ва уларнинг кисмларини тайёр деталлардан йиғиш ва ўрнатиш
монтежю	monte-jus (франц.) monter-кўтариш+jus –шарбат, сувсиқилган ҳаво ёрдамида суюкликларни узатиш учун хизмат қиладиган герметик идишлар.
муфта	muffe (нем.) – вал, тортки, труба, канат, кабель ва б.ларни бирлаштирадиган мослама
нагартовка	металл юзасини совуклайин пластик деформация килиб мустаҳкамлаш
надфиль	nodelfeile (нем.) – майда тишли кичик эгов, буюм сиртларини тозалашда, майда деталларга ишлов беришда ишлатилади
накатка	лист ва трубаларга қаттиқ дискни думалатиб ишлов бериш, яъни думаловчи асбоб ёрдамида буюм ташки юзасига пластик деформациялаш
напильник	эгов, металлдан юпка қатламлар олишда ишлатиладиган кўп тиғли металл қиркиш асбоби
наклеп	қайта кристалланиш температурасидан паст температурада пластик деформация жараёнида металл ва котишмаларнинг фазавий ва тузилиш таркибини ўзгартириб мустахкамлаш
насос-форсунка	ёқилғи насоси ва пуркагични ўзига мужассам қилган агрегат.
нивелир	niveler – баробарлагич (франц.), геометрик нивелирлаш, ҳамда горизонтал йўналиш бериш учун ишлатиладиган геодезик асбоб
ниппель	nipple (ингл.) – бирлаштирувчи резьбали калта металл труба
обечайка	обечайка, цилиндрик кобик
обойма	учлари пайвандланган ёки парчинмих ёки болтлар билан бирлаштирилган ва бирор жисмни ўраб турувчи букланган металл лента
обтюрация	мослама ва жиҳозларни зичлаш ва герметик ҳолатда ушлаш
Ом	немис физики Г.С.Ом (1787-1854) – СИ системасидаги қаршилик бирлиги. 1 Ом электр занжирининг бир кисмидаги 1А ток кучи 1В кучланиш ҳосил қиладиган

	электр қаршиликка тенг
Ом қонуни	Занжирнинг бир қисми учун электр токи кучи шу қисмдаги электр кучланишга тўғри пропорционал
операция	operatio (лот.) – ҳаракат - бу технологик жараённинг қисми бўлиб, бир иш жойнинг ўзида бир хил жиҳоз, машина ва асбоблар ишлатиб деталларга ишлов бериш ёки йиғишга айтилади
оправка	сиқиб маҳкамланадиган мослама
опрессовка	зичликка синаш
отбельная глина	оқ ёки енгил рангда бўлиб, ёруғ, шаффоф ва оқ маҳсулотлар тайёрлаш учун мўлжалланган лой тури
отбортовка	лист четини букиб қайириш
отбраковка	деталь, қисм ва қурилмалар яроқсизлигини белгилаш
отжиг	пўлат ва чўянларни юмшатиш усули, яъни буюмни аустенит ҳолатгача қиздириб, шу температурада тутиб туриш ва таҳминан 600-700°С гача совитиш, сўнгра аустенит ҳолати йўқолгунча қайта тутиб туриш ва атроф муҳит температурасига совитиш
осмос	osmos (грекч.) – туртки, босим - тоза эритувчини ярим ўтказувчан тўсиқ орқали эритмага ўтиб тарқалиш жараёни
паз	паз, арикча
пайка	кавшарлаш, пўлат, чўян, шиша, графит, сопол ва б.ларни эритилган кавшар билан ажралмайдиган қилиб бириктириш
паронит	асбест, каучук ва кукунсимон ингридиентлардан таркиб топган массаларни пресслаб тайёрланган листли қистирма материал
патрон	patron - патрон (франц.) – метал кесиш дастгоҳларида заготовка маҳкамланадиган мослама
патрубок	асосий труба, қурилма ёки резервуардан газ, буғ ёки суюқлик оладиган қиска труба
периферия	бирор жисм чети, атрофи
пиролиз	(грекч.) pyt-олов,ўт+lysis – туғилиш, ҳосил бўлиш, парчаланиш -ҳавосиз муҳитда (кўпинча катализатор иштирокида) мураккаб моддаларни соддароқ моддаларга юкори температура таъсирида пирогенетик парчалаш.
Пирофоб	"Пиро" – грекча *ўт*, "Фобия" – *қўрқув*. ёнувчи муҳитда ўз-ўзидан ёнмайдиган ёки ёниб кетиши қийин бўлган материал ёки моддалар тушунилади.
Пирофорен	грекча *"пир" – олов, "форос" – олиб келувчи, келтирувчи. бу ҳаво билан контактга кириши билан ўз-ўзидан ёнувчи моддалардир*
пластичность	plastikos – ҳайкалга яроқли, юмшоқ (юнонча) - пластиклик, механик юклама остида қаттиқ жисмларнинг қайтмас деформацияланиш хоссаси
плунжер	plunger – шўнғимоқ, ботмоқ (инг.л) – узунлиги диаметридан анча катта бўлган поршень
подшипник	валдан радиал, ўқ ва радиал-ўқ йўналишида тушадиган юкламаларни қабул қилиб, эркин айланишни таъминлайдиган қисм
подпятник	ўқ бўйлаб таъсир этувчи юкламани қабул қиладиган

	таянч подшипникнинг детали
ползучесть	creep – крип, силжувчанлик (инг.) – қолдиқ деформацияни вужудга келтирувчи кучдан кичик куч билан таъсир этганда материал пластик деформациясининг вақт бўйича аста-секин ортиб бориши
поли	poly-грекч., кўп турли ёки кўп хиллик
полиакрилонитрил	кимёвий формуласи $(C_3H_3N)_n$ - синтетик полимер бўлиб, асосан акрилонитрил мономеридан полимеризация йўли билан ҳосил қилинади
полиморфизм	polymorphos-грекч., кўп турли, кимёвий модданинг физик хоссалари фарқланадиган бир неча турдаги модификацияларда бўлиш қобилияти
полиэтилен	этиленнинг термопластик полимери
полипропилен	пропиленнинг термопластик полимери
потенциал энергия	система заррачаларининг ўзаро жойлашиши ва ташқи куч майдонидаги ўрнига боғлиқ бўлган механик энергиянинг бир қисми.
поплавок	калқович, пўкак – зичлиги жуда кичик материал
пробковый	тиқинли
прокладка	қистирма – босим остида ишлайдиган қурилма ва машина-нинг ажралувчан қисмларини зичлаб беркитиш у-н ишлатиладиган деталь
процесс	processus (лот.) -ўтиш, харакат, яъни бир бутун узлуксиз кўринишдаги ҳолатларнинг кетма-кет алмашиниши, кечиш, ривожланиш босқичларининг бирин-кетин келиш қонуниятларининг узвий боғлиқлиги.
пульпа	қуйқа, таркибида ер жинслари бор суспензия, ботқоқ кўринишидаги модда
пуццолан портланд-цемент	pozzolana (итал.) – вулқон кули, пемза, туф ва хоказолар аралашмаси, чангсимон маҳсулот
рашпиль	raspeln – айкаштирмоқ (нем.) – йирик тишли эгов
рационал	rationalis (лот.) – исботланган, мақсадга мувофиқ - maqbul
ригель	riegel – кўндаланг тўсин (нем.) – қурилиш ва металл конструкцияларда ишлатиладиган горизонтал тўсин
риформинг	бу углеводородларни қайта ишлаш жараёнида қўлланиладиган технологик усул бўлиб, унинг ёрдамида оғир углеводородлар таркиби ўзгартирилиб, юқори октан сонига эга ёнилғи (бензин) ва бошқа қимматли маҳсулотлар (ароматик углеводородлар) олинади.
рихтовка	richten – тўғрилаш, йўналтириш (нем) – эгри-бугри металл лист, чивик ёки симларни тўғрилаш
реактор	кимёвий жараёнлар кечадиган қурилма ёки агрегат
редуктор	reductor – орқага қайтарадиган (лотинча) – қобиқ ичига олинган тишли ёки гидравлик узатма; суюқлик ёки газни редутсирлаш қурилмаси
реактив	лотин. re - тескари, акс таъсир, яъни фаол эмас
реверсив	лотин. revertor - орқага айлантираман, қайтараман. Реверсив механизм, бу машина (электр юритқич) ёки уни нг айрим қисмларининг харакат йўналишини ўзгартирадиган механизм
резистор	лотнн. revesisrto – қаршилик кўрсатаман, яъни электр

	занжирининг таркибий элементи
реле	франц. relayer - алмаштирмоқ – таркибида реле элементи бўлган ва бирор электр занжири ҳолатини берилган кириш таъсирлари натижасида сакраб ўзгартирадиган автоматик қурилма
реостат	юнон. rheos - оқим ва ... – ўзгарувчан резистор, яъни электр занжиридаги ток кучи ёки кучланишни ростлайдиган электр қурилмаси
резьба	айланиш жисм сиртларига винт чизиқ бўйлаб кетма-кет жойлашган арикча ва бўртмалар
резервуар	reservoir (лот.) – сақлаш, омонатлаш-суюқлик ва газлар сақланадиган баллон,идиш.
резина	resina – қатрон, смола (лотинча), резина аралашмасини вулканизациялаб олинадиган маҳсулот
рейсмус	reiβmaβ, reiβen – чизмоқ ва maβ – ўлчов (нем.), рейсмас – масштабли чизғичдан ўлчаб олинган ўлчамларни белги қўйиладиган заготовкага ўтказиш мақсадида заготовкалардаги чизиқларга параллел қилиб режа чизиклари туширадиган асбоб
ректификация	rectificatio (лот.) – тўғрилаш- суюқлик аралашмаларини ташкил этувчи компонентларга бир неча марта қисман буғлатиш ва буғларни конденсациялаш натижасида ажратишга жараёни.
релаксация	relaxatio (лот.) – камайиш, бўшаш – системани мувозанатдан чиқарган куч таъсири тўхтаганда, унинг аста-секин мувозанат ҳолатига қайтиши.
рельс	ragula – тўғри таёқ, планка (лотинча) - шаклдор профилли пўлат балка
ремонт	remonter – тўғрилаш, тўлдириш, қайта йиғиш (франц.) – техника қурилмаларининг яроқлилигини тиклаш учун ўтказиладиган ташкилий ва техник тадбирлар мажмуаси
реперная точка -	repere (франц.) – таянч ёки текширув нуқтаси
ресивер	receiver (инглл.) – олувчи - оралиқ резервуар.
рольганг	rolle - галтак ва gang - юриш (нем.) – роликли конвейер – оғир донали ва идишли юкларни роликларда ташийдиган қурилма
ротор	roto – айланаман (лотинча) – машиналар статори ичига жойлашган айланувчи қисм
салазка	станок ёки машиналарнинг детали бўлиб, у тўғри чизикли илгарилама-қайтма харакат қилади. Кўл чанғиси ва унга асбоб, ишлов берадиган буюм ёки машина, узеллар ўрнатилади
сальник	машиналарнинг кўзғалувчан ва кўзғалмас деталлари орасидаги гиркишни зич ёпиб турадиган деталь
сарф ўлчагич	газ, суюқлик ва сочилувчан материалларнинг сарфини ўлчайдиган асбоб.
сепарация	separatio (лот.) – ажаратиш – суюқ ёки қаттиқ заррачаларни газлардан, қаттиқ заррачаларни эса суюкликлардан ажратиш; қаттиқ ёки суюқ аралашмаларни таркибий кисмларга ажратиш.
силикагель	silex, silicis (лот.) – қаттиқ тош+гель- сувсизланти рилган

	ва термик ишлов берилган кремний кислота гели ($SiO_2 \cdot nH_2O$).
сильфон	sulphon (инглиз.) – занглайдиган пўлат, жез, фосфорли ёки бериллийли бронзадан ясалган юпка деворли , сирти буклама (гофрирланган) труба
синтез	моддаларни бирлаштириб, янги кимёвий бирикма ҳосил килиш жараёни;
синхронный	баравар, бир йўла, бир вақтда, бир хил, синхрон
синхрон электр юриткич	юриткич режимида ишлайдиган синхрон машина. Асинхрон электр юриткичга нисбатан қувват коэффициенти ва ортиқча юкламада ишлай олишлиги юкори
сикиш даражаси	ички ёнув двигатели цилиндри тўла хажмининг сикиш камераси хажмига нисбати.
совитиш агенти	совук элткич – совитиш машинасининг иш моддаси.
солиштирма иссиқлик сиғими	модда масса бирлигининг температурасини 1^0C га кўтариш учун унга узатиладиган иссиклик миқдори.
солиштирма оғирлик	жисм оғирлигининг хажмига нисбати.
сопло	ичида газ ёки суюклик тезлиги ошадиган ўзгарувчан кесимли канал (киска труба).
сорбент	sorbens, sorbentis (лот.) – ютувчи – газ, буг ва эриган моддаларни ютадиган қаттиқ ёки суюқ моддалар.
сорбция	ютиш, яъни газни суюклик билан, суюклик ёки газни говаксимон қаттиқ жисм билан ажратиш жараёни
стандарт	standard–норма, намуна (инглиз.) – бошқа маҳсулотларни таққослаш учун дастлабки объект деб қабул қилинган ўзига ўхшаш намуна, эталон, модель
статор	инглиз. stator – тураман, ротор типидаги машинанинг кўзғалмас қисми
стержень	тортки, чўзилишга ишлайдиган горизонтал чизиқ.
струбцина	schraubzwinge, schraub-vint, zwinge-gira (нем.) – слесарлик, дурадгорлик ишларида металл ва ёғоч деталларни елимлаш, йигиш ва бошқаларда деталларни верстак, дасттоҳ ёки андазага маҳкамлаш мосламаси
такелаж	takelage (нем.) – юкни кўтариш ва ташишортиш иши
тармоқ	электр занжирининг маълум бир қисми бўлиб, кетма кет бирлаштирилган қаршиликлар, энергия манбалри ва бошқа элементлардан иборат
коллоид тегирмон	герметик ёпик, жуда тез айланувчан зарбали тегирмон.
тегирмон	турли материалларни 5мм дан кичик заррачаларга майдалайдиган машина.
температура	temperatura (лот.) – зарур силжиш, ўлчамдорлик, нормал холат) – системанинг иссиклик ҳолатини характерлайдиган асосий ҳолат параметрларидан бири.
термик риформинг	юкори температурада, катализаторсиз олиб бориладиган риформинг жараёни.
термодинамиканинг I - қонуни	термодинамиканинг асосий конунларидан бири; термодинамик система учун энергиянинг сақланиш конунини ифодалайди, яъни системага берилган иссиклик системасининг Q ички энергиясини ўзгартиришга ва системанинг ташқи кучни енгиб А иш бажаришга

	сарфланади: Q=ΔU+A.
термодинамининг 2 - қонуни	термодинамиканинг асосий қонунларидан бири; бунга биноан 2–тур абадий двигатель (иссиқликни бутунлича ишга айлантириб, даврий ишлайди деб фараз қилинадиган) яратиб бўлмайди.
термодинамик жараён	термодинамик системада содир бўладиган ва унинг ҳолат параметрларидан лоақал биттаси ўзгариши билан боғлиқ ҳар қандай ўзгариш.
термометр	therme-иссиқлик+metreo-ўлчайман (ingl.) - температура ўлчайдиган асбоб.
техника	(юнон. techne – санъат, маҳорат) – инсон фаолияти воситалари мажмуи.
технология	techne-санъат,касб+logos-тушунча, илм (грекч.) - бу хом-ашёдан аввалдан белгиланган хоссаларга эга маҳсулот олиш мақсадида ўтказиладиган бир қатор усуллардир.
тиндиргич	суюқликлардан, улардаги муаллақ аралашмаларни кичик оқим тезлигида ўз оғирлик кучлари таъсиридачўктириб ажаратиладиган резервуар ёки ҳовуз.
тиқин	конструкцияларнинг ички бўшлиғини герметик беркитадиган деталь.
тозалаш	(рафинациялаш) (франц.raffiner – тозаламоқ), металларда – металл ва қотишмалар сифатини ошириш ва улардаги зарур элементлари олиш мақсадида улардан зарарли аралашмаларни чиқариб юбориш.
тонна	(лот. tunna – бочка) – массанинг метрик бирлиги – СИ бирликларидаги килограмм (кг) билан баробар қўллашга рухсат этилган системага киритилмаган бирлик.
трансформатор	лот. transform – ўзгартираман, энергия ёки объектларнинг бирор муғим хоссасини ўзгартириш, бошқа турга айлантириш учун хизмат қилувчи қурилма
трос	tros (goll.) – табиий ва сунъий толали материаллар, шунингдек пўлат симлардан тайёрланадиган канат–арқон буюмларининг умумий номи.
трубалар	ичи кавак, асосан, ҳалқасимон кесимли ва нисбатан анча узун маҳсулотлар.
туннель	tunnel (ингл.) –ер (ёки сув) ости иншооти;
тугун	электр занжирининг учта ва ундан ортиқ тармоқларининг бирлашган жойи
узатма	электрик узатмалар катта қувват узатишга имкон беради ва оддий, ҳамда қулай автоматик ростлаш системасига эга мослама
узлуксизлик тенгламаси	трубанинг ҳар хил бўлган кўндаланг кесимларида массавий сарфлар тенглигини ифодаловчи тенглама.
упругость	ташқи куч таъсири тўхтатилганда жисмларнинг ўз шакли ва ҳажми (қаттиқ жисм) ни ёки фақат ҳажми (газ ёки суюқ жисмлар) ни қайта тиклаш қобилияти
урчуқ	патрон, шпул, ғалтак ва б. кийдириладиган айланувчи стержень; пилтани, калава ип ва ипларни пишитиш ҳамда маълум ўлчам ва шаклда ўрамлар ҳосил қилишга мўлжалланган пилта, йигириш–пишитиш, пишитиш ва ўраш машиналарининг асосий иш органи.

утилизатор-қозон	utilis (лот.) –фойдали, яъни сув иситиш ёки буг қозони бўлиб, иссиклик машина ва жихозлар (жумладан, ички ёниш двигатели) нинг ишлатиб бўлинган гази иссиклигини ишлатадиган курилма.
утилизация	ишлатиб бўлинган газ ва суюкликларни ёки чикиндиларни хавфсиз ва фойдаланишга ярокли холатга келтириш жараёни
утфель	сахароза ва кристаллараро суюклик (патоканики) аралашмаси
фаза	юнон. phasis – пайдо бўлиш, кўп фазали занжир таркибига кирувчи электр занжирлардан бири
факел	ёнувчи модда (одатда ёғоч, мато, газ, нефть махсулотлари ва х.к.) бўлиб, у ёкилганда, атрофни ёритади.
фаолит	суюк резол смолани асбест билан аралаштириб олинган пластмасса.
Фаренгейт шкаласи	музнинг эриш температураси 32°F ва атмосфера босимида сувнинг кайнаш температураси 212°F ни ташкил этадиган температура шкаласи.
фен	лот. vannus – елпиттич, иссиклик электр вентилятори
ферма	ferme (франц.) - мустахкам – мухандислик иншоотларининг юк кўтарувчи геометрик ўзгармас стерженли конструкцияси.
фибра	fibra (лот.) - тола – елимланган латтасимон қоғозни концетрланган рух хлорид эритмасига шимдириб, кейин пресслаб тайёрланадиган материал
фиксация	бирор нарсани мустахкамлаш, жойига махкамлаб қўйиш
фильтр	filtre (франц.), filtrum (лот.) – айнан – кигиз) – қаттиқ ва суюк фазали хар хил жинсли системани говак тўсиклар (фильтрлаш тўсикларидан)дан ўтказиб таркибий қисмларга ажратадиган, куюлтирадиган курилма .
фильтрат	говаксимон фильтр тўсик ёрдамида суспензияни босимла фарқи ёки оғирлик кучи таъсирида ажратиш натижасида олинган суюклик
фитинг	fitting – монтаж қилмоқ, йиғмоқ (ингл.) – труба қувурларнинг бурилишлар, ўтиш ва тармокланиш жойларига ўрнатиладиган, хамда қувурларнинг тўғри чизикли звенолари уланадиган бириктириш детали
фланец	flansch (нем.) – труба, арматура, резервуар, валлар ва б.нинг бирлаштирувчи қисми; одатда, болтлар ёки шпилькалар ўтказиш учун бир текисда жойлашган тешиклари бўлган ясси халқа ёки дискдан иборат.
флаттер	flutter (ингл.) - вибрация – учиш курилмасининг маълум тезлигида қисмларининг ўз–ўзидан тебраниши, уни бузилишга хам олиб келиши мумкин.
фольга	folga (поляк.)–лист, зар қоғоз–турли металл ва металл қотишма юпқа листлари ёки ленталари (2...100 мкм).
фойдали иш коэффициенти	бирор техник курилманинг унда энергия узатиш жараёнларини амалга оширишнинг ёки энергияни бир турдан бошқа турга айланишининг таккомиллашганлик даражасини характерлайдиган ўлчамсиз катталик (η).
форсунка	force (ингл.) – дам бермоқ –ёнилғини майда заррачаларга

	айлантирадиган бир ёки бир неча тешикли мослама.
фрезерлаш	кўп лезвияли асбоб ёрдамида ясси ва айланувчи жисмлар юзаларини кесиб турли шаклдаги деталлар олиш усули
фторопласт	политетрафторетиленнинг техник номи, говакли, оқ рангли, толасимон, нормал шароитда осон прессланадиган кукун
фугат	суспензияни марказдан қочма куч таъсирида ажратиш натижасида олинган суюқлик
футеровка	futter – астар (нем.) - иссиқлик агрегатлари, печь, ўчоқ, труба, идишларнинг ички ҳимоя қоплама
хлопун	металл юзасидаги пачоқ, ишиб қолиш ёки бошқа бир нуқсон
хомут	хомут, қисқич, бирлаштирувчи элемент, эластик ва қаттиқ труба қувурларини шланг ва патрубкалар билан маҳкамлаш ва зичлаш учун ишлатиладиган мослама
частота	тебраниш частотаси-даврий тебранишнинг миқдорий характеристикаси ва бирлиги Герц (Гц) да ифодаланади
цапфа	zapfen (нем.) – ўқ ёки валнинг подшипникка тиралиб турадиган қисми
Цельсий градус	[швед астрономи ва физиги А.Цельсий(1701-1744)] - СИ системасидаги температура бирлиги (^{0}C). Халқаро амалий температура шкаласи бўйича сувнинг учлама нуқта температураси 0,01^{0}C га, унинг нормал атмосфера босимидаги қайнаш температураси 100^{0}C га тенг.
центрифуга	centrum (лот.) – марказ ва fugo - югуриш) центрифугалаш курилмаси.
центрифугалаш	бир жинсли бўлмаган системаларни марказдан қочма куч ёрдамида ажратиш.
циклон	kyklon (юнон.) - айланадиган – ҳаво (газ) ни муаллақ қаттиқ заррачалардан тозалайдиган қурилма; пастки қисми цилиндрик резервуардан иборат.
цилиндр	kylindros, kylindro (юнон.) - юмалатиб, айлантириб-тўғри тўрт бурчакнинг бир томони атрофида айланишидан хосил бўлган геометрик жисм.
цистерна	cicterna (лот.) – суюқлик сақлагич – суюқлик ва бошқаларни сақлаш, ташишда ишлатиладиган идиш.
шайба	scheibe (нем.) – гайка ёки болт каллаги остига қўйиладиган текис халқасимон деталь
шарнир	scharnier (нем.), shamiere (франц.) – икки бўлакдан иборат ҳаракатчан бирикма – фақат умумий ўқ ёки нуқта атрофида айлана оладиган деталларнинг қўзғалувчан бирикмаси.
шатун	машина поршени ёки ползунининг илгарилама ҳаракатини тирсакли вал кривошипининг айланма ҳаракатига айлантирувчи кривошип-ползунли механизмининг детали
шибер	schieber (нем.) – ҳаво ёки газ йўлидаги қувурга ўрнатиладиган тўғри тўрт бурчак ёки шаклдор пластина кўринишидаги тўсиқ.
шкала	skala (лот.)– зинапоя, ўлчаш воситасининг шкаласи – санок курилмасининг қисми; белгилар мажмуи,

	баъзиларига катталикнинг катор кетма–кет кийматларига мос санок сонлар ёки бошка белгилар қўйилган бўлади.
шкив	schijf (голл.) – тасмали узатма ёки канатли узатма детали, яъни кенг гардишли гилдирак
шлам	schlamm (нем.) - лой, моддаларни бойитишда хосил бўладиган балчиқсимон чўкинди
шпилька	иккала учи резьба очилган махкамлаш детали, стержень.
шпонка	szponka (поляк.), spon (нем.) - пона – шпонкали бирикма детали; шкив, тишли гилдирак ва бошқаларнинг ғупчагидаги пазларга ва ўк танасига қўйилади.
штамповка	иссиқ ёки совук усулда механик пресслаб, киринди олмасдан метал буюмлар ва деталлар олиш усули
штырь	stier (нем.) - қўзгалмас – конуссимон учли силлиқ цилиндрик стержень, ажратиладиган қисмларини бир–бирига йўналтириш ва марказлаш учун ишлатилади.
штифт	stift (нем.) – машинанинг икки детали қўзгалмас килиб бириктириладиган ёки деталлар йиғишда махкамланадиган цилиндрик ёки конуссимон стержень
шток	stock (нем.) – цилиндрик стержень
штуцер	stutzen (нем.) – учларига резьба очилган ёки тешик килинган бириктириш патрубкаси
эжектор	ишлаш тамойилига кўра оким энергиясидан фойдаланиб, суюклик, газ ёки бугни харакатга келтирадиган ускуна хисобланади.
экономайзер	энергия ёки ресурслар (энергия, ёкилғи, сув ва х.) истеъмолини камайтириш ва тежашга мўлжалланган курилма ёки тизим
эксергия	ergon - иш, куч, ех (грекч.) - ичидан.
эксплуатация	exploitation (франц.) - ишлатиш, фойдаланиш
экстракция	extractum (лот.) – ажратиб оламан - қаттиқ ёки суюқ аралашмани ажратиш усули.
экструдер	extrudo (лот.)–штариб чикараман – полимер материалларни юмшатиш (эритиш, пластикациялаш) ва уларга керакли шаклларни беришга мўлжалланган машина.
эксцентрик	ех (лот.)– ташқарида ва centrum - марказ - айланиш ўки геометрик ўкка нисбатан маълум масофага силжиган цилиндр ёки дискка эксцентриситет дейилади.
эпоксид смоласи	макромолекуласида эпоксид гурухи бўлган синтетик смола
эрозия	эрозия, емирилиш - механик омиллар таъсирида металл сиртининг бузилиши
эстакада	estacade (франц.) – қозиқ, тўсин бўлуб, пўлат, ёғоч, тошлардан курилган ер усти кўприк иншооти
этажерка	бир нечта горизонтал токчаларни ўзаро жимжимадор устунлар билан бирлаштирган мебель
электр аккумулятори	иккиламчи токнинг кимёвий манбаи, одатда у кислотали (қўрғошинли) ва ишкорли (темир-никелли, кадмий-никелли, қўрғошин-кумушли, кадмий- кумушли)
электр асбоблари	электр юриткичдан харакатланадиган дастаки машиналар
электр юриткич	электр энергиясини механик энергияга айлантирувчи машина

электр занжир	электр токи ўтадиган қурилмалар мажмуи
электр конденсатор	диэлектрик билан ажратилган икки ёки ундан ортиқ электродлардан иборат қурилма
электр тармоғи	электр станцияни истеъмолчилар билан улайдиган электр подстанцияси ва электр узатиш линиялари мажмуи
электр таъминоти	электр энергетикаси сохаси, электр энергияни узатиш ва уни тақсимлаш
электр токи	электр зарядларининг тартибли ҳаракати
электр трансформатори	маълум кучланишли электр токини бошқа кучланишдаги ўзгарувчан токка айлантирувчи электромагнит қурилма
электр қаршилик	электр занжирининг ўзидан ўтаётган электр зарядларига кўрсатадиган қаршилик
э.ю.к.	ноэлектростатик электр майдонининг, яъни индуктивланган электр майдонининг ва четки кучлар майдонининг энергетитик характеристикаси
эмаллаш	email (лот.)– металл, керамика ва шиша буюмларни коррозия, тирналиш, юқори температура ва бошқалардан ҳимоя қилиш, шунингдек чирой бериш учун уларга эмаль (паст температурада эрувчан кўрғошинли шиша) қоплашнинг электр кимёвий жараёни.
эмульсия	emulsion (франц.), emulgeo (лот.)– соғиш – иккита бир–бирида эримайдиган суюқликдан иборат дисперс система.
энергия	energeia (юнон.)–ҳаракат–ҳаракат ва турли хил материянинг ўзаро таъсирини умумий миқдорий ўлчами.
энтальпия	enthalpo (юнон.) - иситаман – термодинамик системанинг ҳолат функцияси H; системанинг ички энергияси U билан система босими рнинг ҳажми V га кўпайтмаси йигиндисига тенг: $H=U\pm pV$.
энтропия	entropia (юнон.) – бурилиш, ўзгариш – термодинамик системанинг ҳолат функцияси S; система билан ташқи муҳит орасидаги иссиқлик алмашиниш жараёнининг бориши йўналишини, шунингдек ёпиқ системада ўз–ўзидан содир бўладиган жараёнларнинг бориш йўналишини характерлайди.
якорь	электр машинасининг ҳаракатланувчи қисми
ўзгармас ток	Вақт ўтиши билан кучи ва йўналиши ўзгармайдиган электр токи
ўзгарувчан ток	Ток кучи ва йўналиши бўйича даврий ўзгарадиган электр токи
ўткир буғ	бевосита буғ қозинидан олиниб, буғ юриткичи ёки технологик жараёнда қўллаш учун ишлатиладиган буғ.
ўта киздирилган сув	механик аралашма ва эриган газлардан тозаланган сув қайнаш ва ундан ортиқ температураларда ҳам буғга айланмайди.
қисқа туташув	Электр занжири ўтказгичларида зарарли электр контакти хосил бўлиши
қувват	Ишнинг шу иш бажарилган вақт оралигига нисбатига тенг бўлган энергетик характеристика
қуритқич	қаттиқ ва пастасимон материаллар намлигини буғлантириб, сувсизлантирадиган қурилма.

АДАБИЁТЛАР

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 2006. – 752 с.

2. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М.: Химия, 1987. – 496 с.

3. Гельперин Н.И. Основные процессы аппараты химической технологии. -М.:Химия, 1995. - т.1-2.-768 с.

4. Белов В.И., Соколов А.В. Добыча и переработка калийных солей. – Л.:Химия, 1971. – 320 с.

5. Юсупбеков Н.Р, Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г., Исматуллаев П.Р., Маннонов У.В. Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг асосий жараён ва курилмаларини хисоблаш ва лойихалаш. – Т.: Жахон, 2000. – 231 б.

6. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг жараён ва курилмалари фанидан хисоблар ва мисоллар. - Тошкент: Nisim, 1999. – 351 с.

7. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Под ред. В.Г.Айнштейна. – М.: Университетская книга; Логос; Физматкнига, 2006. – кн 1-2. - 1784 с.

8. Печковский В.В., Пинаев Г.Ф., Дзюба Е.Д. и др. Технология калийнах удобрений. - Минск, «Выпэйшая школа», 1978. – 303 с.

9. Ахметов Т.Г., Порфирьева Р.Т., Гайсин Л.Г. и др. Химическая технология неорганических веществ. - М: Высшая школа, 2002. – кн.1-2. - 688 с.

10. Бродянский В.М., Фратшер В.Ф., Михалек К. Эксергетический метод и его применение. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.

11. Шаргут Я., Петела Р. Эксергия. – М.: Энергия, 1968. – 279 с.

12. Соколов Р.С. Химическая технология. – М.: Владос. 2000. – т.1-2. – 814 с.

13. Генералов М.Б. Машины и аппараты нефтехимических производств – М.: Машиностроение, 2004. – т.4. – 816 с.

14. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. – 677 с.

15. Бродянский В. М. , Фраттер В.Ф., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.

16. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1995. – т. 1-2. – 768 с.

17. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М., Курочкина М. И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. – С-Пб.: Химия, 1993. – 496 с.

18. Абросимов А.А. Экологические аспекты производства и применения нефте-продуктов. – М.: Барс, 1999. – 732 с.

19. Машины и аппараты химических производств: Учеб. пособие для вузов / Доманский И.В., Исаков В.П., Островский Г.М. и др.; – С.-Пб.: Политехника. 1992. – 327 с.

20. Николаев В.В., Бусыгина Н.В., Бусыгин И.Г. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа. – М.: ОАО «Недра», 1998. – 184 с.

21. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос. 1999. – 551 с.

22. Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Круглов С.А. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки (краткий справочник). – М.: Нефть и газ, 1996. – 155 с.

23. Поникаров И.И., Перелыгин О.А., Доронин В.Н., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств: – М.: Машиностроение. 1989. – 368 с.

24. Гафуров К., Шамсиддинов И. Минерал ўғитлар ва тузлар технологияси. - Тошкент, Фан ва технологиялар. – 2007. – 352 б.

25. Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства веществ. – М.-Л.: Госэнергоиздат. 1956. – 368 с.

26. Гухман А.А. Введение в теории подобия. – М.: Высшая школа. 1973. - 295 с.

27. Васенев А.Д. Расчет и конструирование оборудований пищевых и химических производств. – Казань. Печ.двор. 2002. – 208 с.

28. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – Л.. Машиностроение. 1970. – 752 с.

29. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. – Л.: Машиностроение. 1976. – 214 с.

30. Бусвич Ю.А., Минаев Г.А. Струйное псевдоожижение. - М.: Химия. 1984. - 136 с.

31. Баскаков А.П., Фролов В.Ф., Сажин Б.С. и др. Расчеты аппаратов кипящего слоя. Справочник. – М.. Химия, 1986. – 352 с.

32. Атакузиев Т.А., Якубов Ш.А., Мирзаев Ф.М. Ноорганик моддалар кимёвий технологияси. - Тошкент, Ўқитувчи, 2007. - 302 б.

33. Исматов А.А., Атакузиев Т.А., Мирзаев Ф.М. Ноорганик моддалар кимёвий технологияси. – Т.. Ўзбекистон, 2002. - 336 б.

34. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука. 1978. – 736 с.

35. Жужиков В.А. Фильтрование. – М.: Химия. 1984. – 336 с.

36. Зубова А.Ф. Надежность машин и аппаратов химических производств. – Алма-аты. 1978. – 215 с.

37. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергоатоминздат, 1984. – 416 с.

38. Росв Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов.–М.:Недра, 1993.-281 с.

39. Фильтры для жидкостей. Каталог НПО «НИИхиммаш». Фильтры периоди-ческого действия. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш. 1992. – ч.2. – кн.1.- 44 с.

40. Электрогидраторы. Трехфазные сепараторы. Электроразделители. Каталог ВНИИнефтемаш. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш. 1992. – 7 с.

41. Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химической энерготехнологии. – М.: Химия, 1988. – 280 с.

42. Страус В. Промышленная очистка газов: Пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 616 с.

43. Центробежные горизонтальные и вертикальные химические насосы с проточной частью из металла: Каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1981. – 92 с.

44. Островский Г.М. Пневматический транспорт сыпучих материалов в химической промышленности. – Л.: Химия. 1984. – 116 с.

45. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками.–Л.: Химия, 1975.–384 с.

46. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.

47. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. – М.: Машиностроение. 1981. – 205 с.

48. Дзюбенко Б.В., Дрейцер Г.А., Аппмантас Л.-В.А. Нестационарный теплообмен в пучках витых труб. – М.: Машиностроение, - 1988. – 240 с.

49. Щукин В.К., Халатов А.А. Теплообмен, массообмен и гидродинамика закрученных потоков в осесимметричных каналах. – М.: Машиностроение. 1982.– 200 с.

50. Юдаев Б.Н. Теплопередача. – М.: Высшая школа, 1981. – 319 с.

51. Кошкин В.К., Калинин Э.К. Теплообменные аппараты и теплоносители. – М.: Машиностроение, 1971. – 200 с.

52. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика.– М.: Высшая школа, 2000. – 261 с.

53. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.М. Справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Машиностроение. 1989. – 366 с.

54. Таубман Е.И. Выпаривание. – М.: Химия, 1982. – 328 с.

55. Эксергетические расчеты технических систем: Справочное пособие // Бродянский В.М., Верхивкер Г.П. и другие: - Киев: Наукова Думка, 1991. – 360 с.

56. Чечеткин А.В. Высокотемпературные теплоносители. – М.: Энергия, 1971.–496 с.

57. Зокиров С.Г., Каримов К.Ф. Интенсификация теплообмена в каналах при течении вязких жидкостей // ЎзР ФА маърузалари, 1997. - №7. - С. 32-35

58. Зокиров С.Г.,Каримов К.Ф., Саттаров Т. Применение двухмерной шероховатости для увеличения теплоотдачи вязкой жидкости // Труды II Российской Национальной конференции по теплообмену. Интенсификация теплообмена. – М.: МЭИ. 1998. – т.8.- С.114-117.

59. Dreytser G.A., Gomon V.L., Krayev V.M., Zakirov S.G. Studies of fouling channels with turbulence promoters // Proceeding of the 3rd European Thermal Sciences Conf., Heidelberg, Germany, 10-13 September, 2000.

60. Каримов К.Ф., Умаров У.Э., Алиев Б.А. Выбор оптимального теплообменного аппарата по эксергетическому к.п.д. // Техникавий, ижтисодий ва фундаментал фанлар сохасининг мухим масалалари. - Ташкент, 2000. - №3 - С. 91-93

61. Чечеткин А.В., Занемовец Н.А. Теплотехника. – М.: Высшая школа, 1986. –344 с.

62. Владимиров А.И., Косьмин В.Д. Гидравлический расчет теплообменных ап-паратов. – М.: Изд. ГАНГ им. И.М. Губкина, 1997. – 58 с.

63. Головачев В.Л., Марголин Г.А., Пугач В.В. Справочник-каталог. Промышленная кожухотрубчатая теплообменная аппаратура. – М.: Изд. ИНТЭК ЛТД, 1992. – 265 с.

64. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты общего и специального назначения. Каталог ВНИИнефтемаш. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1991. – 106 с.

65. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник / А.Н. Бессонный, Г.А.Дрейцер. В.Б. Китыщ и др.: Под ред. В.Б. Китыща – СПб.: Недра, 1996. – 512 с.

66. Пластинчатые теплообменники. Каталог УкрНИИхиммаш.–М.:ЦИНТИхимнефтемаш, 1990. – 51 с.

67. Спиральные теплообменники. Каталог УкрНИИхиммаш.–М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1976.–22 с.

68. Теплообменники «труба в трубе». Каталог ВНИИнефтемаш. – М.:ЦИНТИхимнефтемаш, 1992. – 23 с.

69. Трубчатые печи. Каталог АООТ «ВНИИнефтемаш». – М.:ЦИНТИхимнефтемаш, 1998. – 27 с.

70. Зайчик Ц.Р. Сборник задач по расчетам оборудования винодельческого производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 200 с.

71. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи. /под ред. В.Н.Соколова. - Л.: Машиностроение. 1982. – 384 с.

72. Выпарные аппараты вертикальные, трубчатые общего назначения: Каталог УкрНИИхиммаш. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1979. – 38 с.

73. Плановский А.Н., Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности – М.: Химия, 1979. – 287 с.
74. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. – М.: Химия, 1999. – 470 с.
75. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. Система «твердое тело – жидкость». - Л.: Химия 1974. – 254 с.
76. Аксельруд Г.А., Молчанов А.Д. Растворение твердых веществ.– М.: Химия, 1977.- 272 с.
77. Пономаренко М.Г., Ткаченко К.П., Курлянд Ю.А. Кристаллизация в псевдоожиженном слое – Киев : Техника, 1972. – 132 с.
78. Гельперин Н.И., Носов Д.А. Основы техники фракционной кристаллизации. – М.:Химия, 1986.–304 с.
79. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет.– М.: Химия 1986. – 272 с.
80. Кафаров В.В. Основы массопередачи. – М.: Высшая школа. 1979 – 439 с.
81. Петлюк Ф.Б., Серафимов Л.А. Многокомпонентная ректификация. – М.: Химия 1983. – 304 с.
82. Шервуд Т., Пигфорд Р.Л., Уилки Ч. Массопередача.– М.: Химия 1982.–696 с.
83. Колонные аппараты. Каталог ВНИИнефтемаш. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1992. – 26 с.
84. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы техники сушки. – М.: Наука. 1997. – 448 с.
85. Сушильные аппараты и установки. Каталог НИИхиммаш. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1992. – 80 с.
86. Александров И.А. Массопередача при ректификации и абсорбции многокомпонентных смесей. – Л.: Химия, 1975. – 320 с.
87. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной технологии. – М.: Химия, 1984. – 591 с.
88. Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
89. Трейбал Р. Жидкостная экстракция. – М.: Химия, 1966. – 742 с.
90. Нурмухамедов Х.С., Нигмаджонов С.К., Абдулласв А.Ш., Аскарова А.Б., Рамбергенов А.К., Каримов К.г. Кимё ва нефт саноатлари машина ва қурилмаларини хисоблаш ва лойихалаш.- Тошкент: Фан ва технологиялар, 2008. – 351 б.
91. Ильинский Н.Ф., Рожанковский Ю.В., Горнов А.О. Энергосбережение в электроприводе. - М: Высшая школа,1988. - 560 с
92. Закладной А.Н., Праховник А.В., Соловей А.И. Энергосбережение средствами промышленного электропривода. - Киев: ДИЯ, 2001. – 356 с.
93. Ключев В.Н., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. - М: Энергия, 1989. - 360 с.
94. Яуре А.Г., Певзнер Е.М. Крановый электропривод. Справочник. - М: Энергоатомиздат, 1988. – 344 с.
95. Заявка на патент РУз IAP №20040393. Асинхронный электропривод. // А.А.Хашимов, А.У.Мирисаев, М.Ф.Шамиев. 2007.- 7 с.
96. Епифанов А.П. Основы электропривода. – М.: Лань, 2008. – 192 с.
97. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. – М.: МЭИ, 2003. – 224 с.
98. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. – М.: Академия. 2007. – 576 с.
99. Желнин А.А. Теоретические основы и практика флотации калийных солей. – Л.: Химия, 1973. – 184 с.
100. Рудобашта С.П. Массоперенос в системе с твердой фазой. – М.: Химия. 1980. – 248 с.
101. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. – М.: Химия. 1976. – 432 с.
102. Муштаев В.И. и др. Сушка в условиях пневмотранспорта. – М.: Химия, 1984. – 230 с.
103. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. – М.: Химия 1982. – 272 с.
104. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основные процессы технологии минеральных удобрений. – М.: Химия 1990. – 304 с.
105. Генералов М.Б., Классен П.В., Степанова А.Р., Шомин П.В. Расчет оборудования для гранулирования минеральных удобрений. – М.: Машиностроение 1984. – 192 с.
106. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П. Гранулирование. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
107. Казаков А.И., Классен П.В. // Химическая промышленность. 1986.- №6 - 357 с.
108. Гузь М.А. Разработка метода расчета высокоскоростного гранулятора окатывания для мелкодисперсных материалов. Дисс... канд.тех.наук. – М.: МИХМ 1982. – 206 с.
109. Казаков А.И., Классен П.В., Канн С.В. // Химическая промышленность. 1989. - №2. – 220-224 с.
110. А.с. № 1724349, МКИ[4] F26B 1/04. Устройство для грануляции, изготовления гранул из вязкого материала. // Нурмухамедов Х.С., Агзамов Х.К., Классен П.В. – 4 с. – ил. 3.
111. А.с. №1782514, МКИ[4] B02B 3/21. Способ приготовления корма из маслосодержащего хлопкового шрота // Нурмухамедов Х.С., Агзамов Х.К., Казаков А.И. – 5 с.
112. Патент РУз №1966. МКИ[5] B02B 3/01. Способ шелушения хлопковых семян //Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Нигмаджонов С.К., Зокиров С.Г., Туйчиев И.С., Зуфаров Р.Н. – 4 с.

113. Патент РУз №2062. МКИ[5] F26B 3/084. Способ сушки хлопковых семян в циркуляционном псевдоожиженном слое // Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Зокиров С.Г., Сагитов А.М., Хайридинов Х.А., Классен П.В. – 5 с.

114. Патент РУз №2466. МКИ[5] A01C 1/00. Классификатор хлопковой рушанки // Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Зокиров С.Г., Хайридинов Х.А. – 5 с. - ил 2.

115. Нормаматов Ф.Х., Эркаев А.У., Тоиров З.К., Шарипова Х.Т. Исследование процесса получения хлорида калия из сильвинита в присутствии аммиака // Узбекский химический журнал, 2009. - №2. - С.26-28.

116. Патент РУз №2539. МКИ[5] B07B 4/00. Способ классификации хлопковой рушанки // Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Т'йчиев И.С., Закирова Н.С. – 4 с.

117. Патент РУз №2593. МКИ[5] C11B 1/04. Способ подготовки хлопковой мятки к прессованию // Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Абдуллаева В.Т., Сагитов А.М., Хаккулова Н.К. – 3 с.

118. Патент РУз №2905. МКИ[5] A23N 15/00. Аппарат «взрывного» действия для очистки овощей и маслосодержащих материалов // Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Туйчиев И.С., Абдуллаев А.Ш. и др. - 4 с. – ил. 3.

119. Патент РУз №3472. МКИ[5] A23L 1/064. Способ получения овощного и фруктового пюре // Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Т'йчиев И.С., Абдуллаева В.Т., Абдуллаев А.Ш. – 3 с.

120. Каталымов А.В., Любартович В.А. Дозирование сыпучих и вязких материалов. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.

121. Объемные питатели и бункера. Каталог УкрНИИхиммаш. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1991. - 40 с.

122. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. – 368 с.

123. Орехов И.И., Обрезков В.Д. Холод в химической технологии. – М.: ЛГУ, 1980. – 256.

124. Григорьев В.А., Павлов Ю.М., Аметистов Е.В. Кипение криогенных жидкостей. - М.: Энергия, 1977. - 288 с.

125. Тонг Л. Теплопередача при кипении и двухфазное течение. – М.: Мир, 1969. – 344 с.

126. Фастовский В.Г., Петровский Ю.В., Ровинский А.Е. Криогенная техника. – М.: Энергия, 1974. – 495 с.

127. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии / Под ред. Г.С.Тарасовой. Ташкент, ТашПИ, 1986. – 38 с.

128. Дипломное и курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии // Под ред. Ю.И.Дытнерского. - М.: Химия, 1983. – 272 с.

129. Справочник химика. – М.-Л.: Химия, 1966. – т.3. – 544 с.

130. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по процессам и аппаратам химической технологии. – М.: Химия, 1981. – 576 с.

131. Пинчук Л.С., Струк В.А., Мышкин Н.К., Свириденок А.И. Материаловедение и конструкционные материалы. - Минск, Вышэйшая школа, 1989. – 461 с.

132. Чиркин В.С. Теплопроводность промышленных материалов. - М.: Машиностроение, 1987. - 515 с.

133. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Шамиев М.Ф. Асинхронный электропривод с оптимальным управлением // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари – Т.: 2003.- №3–4. - 44–46 бет.

134. Khashimov A.A., Mirisaev A.U., Shamiev M.F. Asynchronous motor with optimal controlling // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари, ТДТУ – Тошкент, 2004, №3-4. 54–56 бет.

135. Khashimov A.A., Mirisaev A.U., Shamiev M.F. Energy saving technologies on the base of automation ac electrical drives // Proceedings in the international conference "Energy saving technologies and environment" – Irkutsk, 2004, 29–31 March. 35–38 бет.

136. Khashimov A.A., Mirisaev A.U., Shamiev M.F. New energy saving drives systems // Speedam symposium – Capri (Italy), 2004, 16-18 June. 75–78 бет.

137. Khashimov A.A., Mirisaev A.U., Shamiev M.F. Energy saving by automation electrical drives // Materials of the international seminar – Pavlodar, 2004, 26–27 July. 33–40 бет.

138. Хашимов А.А., Петрушин А.Д., Мирисаев А.У. Энергосберегающие асинхронные и вентильно–индукторные электроприводы // IV международная конференция по автоматизированному электроприводу – Москва, 2004, 14–17 сентября. 41–43 бет.

139. Khashimov A.A., Mirisaev A.U. Energy saving by automation electrical drives // Proceedings of the international conference "Energy considerations in Central Asia and Europe" – Tashkent, 2004, 89–100 б.

140. Khashimov A.A., Mirisaev A.U., Shamiev M.F. Asynchronous motor with optimal controlling Проблемы энергоресурсосбережения – Тошкент. 2005, №3-4. 41–43 бет.

141. Короткова Е.Г., Янциева С.Х., Эркаев А.У., Намазов Ш.С. Политерма растворимости в системе $NaH_2P_2O_7$-$K_2H_2P_2O_7$-(10% P_2O_5 + 90%H_2O) // Журнал неорганической химии - 1992.- №10. -С.2334-2336.

142. Янциева С.Х., Эркаев А.У., Короткова Е.Г., Намазов Ш.С. Политерма растворимости в системе $NaH_2P_2O_7$ -$K_2H_2P_2O_7$ (20% P_2O_5 + 80%H_2O) // Журнал аналитической химии -1994.- №1.-С.172-174.

143. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. –Л.: Химия, 1983. – 336 с.

144. Грабовенко В.А. Производство бесхлорных калийных удобрений. – Л.: Химия, 1980. – 256 с.

145. Титков С.Н., Мамедов А.И., Соловьев Е.И. Обогащение калийных руд. – М.: Недра, 1982. – 216 с..
146. Эркаев А.У., Ибрагимов Г.И., Умаров С.А. Разработка технологии производства фосфорных удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Кимё ва кимёвий технология, 2003.- №1.- С. 17-21.
147. Султанов Б.Э., Эркаев А.У., Турсунов З.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Обогащение фосфоритов Центрального Кызылкума концентрированной азотной кислотой // Узб.хим. журнал. 2002.- №3. - С.3-7.
148. Жураев М.Т., Эркаев А.У., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Получение двойного суперфосфата на основе фосфоритов Центрального Кызылкумов поточным методам // Химическая промышленность, 2002. - №6. - С.42-44., Султанов Б.Э., Турсунова З.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Влияние ингибиторов на коррозионную стойко
149. Эркаев А.У сть нержавеющих сталей в среде ЭФК из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Химическая промышленность, Санкт-Петербург, 2003. - №10. - С.487-491.
150. Эркаев А.У., Султанов Б.Э., Турсунова З.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Получение экстракционной фосфорной кислоты из химически обогащенного концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Химическая промышленность сегодня, Москва, 2003. - №8. - С.36-38.
151. Реймов А.М., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. О процессе разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов неполной норме азотной кислоты // Узб.хим.журнал, 2001.- №3. - С.64-66.
152. Эркаев А.У., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Физико-химические свойства нитрокальциевых фосфатных пульп // Узб.хим.журнал, 2001. - №5. - С.6-7.
153. Эркаев А.У., Султанов Б.Э., Беглов Б.М. и др. Химическое обогащение фосфоритов Центрального Кызылкумов // Докл. АН РУз, 2002. - №4. – С.64-66.
154. Эркаев А.У., Жураев М.Т., Намазов Ш.С. Получение двойного суперфосфата на основе фосфоритов Центрального Кызылкумов поточным методам // Химическая промышленность. 2002. - №5. - С.42-44.
155. Шарафиев Р.Г., Зиганшин Г.К. Трубчатые печи, назначение, конструкции , расчеты и безопасность эксплуатации. – Уфа. изд-во УГНТУ, 2006. – 219 с.
156. Некрич М.И., Ковалев М.П., Черняева Ю.И. Общая химическая технология. – Харьков: изд-во Харьковский унив-тет, 1969. – 336 с.

Нурмухамедов Ҳабибулла Саъдуллаевич
Эркаев Атхам Улашевич
Мирисаев Абдулло Ўлмасович
Матчонов Шерзод Комилжонович
Курамбаев Шерзод Раимберганович
Самадий Мурод Салимзода

Ўзбек тилида

Кимё саноати машина ва қурилмалари

(Дарслик)

Бадиий муҳаррир: М.М.Юсипов
Техник муҳаррир: В.А.Линкевич
Мусаҳҳих: А.Ш.Абдуллаев
С.К.Нигмаджонов
Расмлар муҳаррирлари: Р.Ж.Шахабидинов
Ж.В.Султонов

Босишга рухсат этилди - 27.12.2024 йил.
Босма табоғи 80. Адади _____ нусха.
Буюртма № _____.
_____ нашриётида босилди.
Тошкент ш., _____, ___.