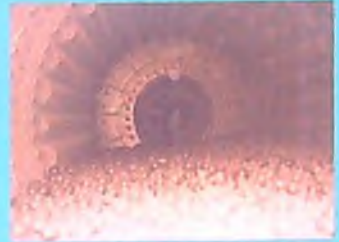


A.A.Muxamedbayev



C_3S



C_2S

**BOG'LOVCHI MODDALAR
(UMUMQURILISH SEMENTLARINI
ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI)**

C_3A



C_4AF



CaO
 SiO_2
 Al_2O_3
 Fe_2O_3



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA-MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH INSTITUTI**

A.A.Muxamedbayev

**BOG'LOVCHI MODDALAR
(UMUMQURILISH SEMENTLARINI
ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI)**

*(O'quv qo'llanma 5340500- "Qurilish materiallari, buyumlari va
konstruksiyalarini ishlab chiqarish" mutaxassisligi bo'yicha tahsil
olayotgan oliy o'quv yurti talabalari uchun mo'ljallangan)*

**«FAN VA TA'LIM»
TOSHKENT-2022**

KBK: 38.32ya73
UO'K: 666.94(075.8)
M 93

Muxamedbayev, Abdugafur Abduvaliyevich

Bog'lovchi moddalar (umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi) [Matn] : o'quv qo'llanma / A.A.Muxamedbayev. – Toshkent: «Fan va ta'lim nashryoti, 2022. – 223 b.

O'quv qo'llanmada sement sanoatini rivojlanish tarixi, jahon va yurtimiz sement sanoatining zamonaviy holati, sement ishlab chiqarishda ishlatiladigan tabiiy va texnogen xomashyo materiallari, xomashyo aralashmalarini xisoblash usullari, texnologik uskunalari, ishlab chiqarish usullari, portlandsement klinkerining mineralogik tarkibi, umumqurilish sementlarini turlari va ularning xususiyatlari, portlandsementni qotish nazariyalari va gidratatsiya maxsulotlari, mamlakatimizning sement bog'lovchisi bo'yicha olimlari, ishlab chiqarishdagi texnika xavfsizligi va boshqalar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Mazkur o'quv qo'llanma qurilish materiallari yo'nalishida tahsil olayotgan oliy o'quv yurti talabalari, sement korxonalarida faoliyat yuritayotgan muhandis-texnik hamda ilmiy tadqiqot va loyiha institutlari xodimlari uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanmadan 5340500–“Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish” ta'lim yo'nalishidagi “Bog'lovchi moddalar” va va 5320100 – “Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi” (qurilish) ta'lim yo'nalishidagi “Silikatlar texnologiyasi” fanlarini o'zlashtirish jarayonlarida foydalanish mumkin.

Taqrizchilar:

(PhD). k.i.h. Muxitdinov Dilshod Davronovich O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti “STROM” Ilmiy laboratoriyasi va sinov markazi.

t.f.n., dotsent Qodirova Dilorom Sharipovna Toshkent arxitektura-qurilish Instituti.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2022 yil “19” iyuldagi 233-sonli buyrug'iga asosan nashr etishga ruxsat berildi. Ro'yxatga olish raqami 233-0849

Mazkur o'quv qo'llanma bo'yicha kamchiliklar va takliflarni quyidagi elektron pochta manziliga yuborishingiz mumkin: mabduqofira@gmail.com

ISBN: 978-9943-8653-4-1

© «Fan va ta'lim» nashriyoti, 2022 y.
© A.A.Muxamedbayev, 2022 y.

Kirish

Bismillahir Rohmanir Rohim!

Hozirgi zamon texnologiyalari shiddat bilan rivojlanishda davom etayotgan bir vaqtda dunyo aholisining soni ham tobora ortib bormoqda. Bu o'z navbatida aholining zamonaviy uy-joyga bo'lgan ehtiyojini ortishiga sabab bo'lmoqda. Istalgan qaysi bir zamonaviy bino yoki inshoot qurilishini olmaylik, uni sement bog'lovchisiz qurishni tasavvur etib bo'lmaydi. Sement shu darajada hayotimizga kirib kelganki, "qurilish noni" degan e'tirofqa mutlaqo loyiq ekanligini hozirgi kunga qadar isbotlab kelmoqda.

Qurilish materiallari sanoati mamlakatimiz bunyodkorlik kompleksining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu o'rinda sement va u asosida qurilish materiallari va buyumlari, jumladan, yig'ma temir-beton, xrizotitsement buyumlari, ko'pik- va gazobeton, bruschatka, quruq qurilish qorishmalari va boshqalarni ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasida portlandsement va uni turlarini ishlab chiqarish bo'yicha katta quvvatlar tashkil etilgan bo'lib, hozirda ushbu ko'rsatkichlarni oshirish maqsadida texnologik jihatdan eskirgan korxonalarni modernizatsiya qilish va yangi zamonaviylarini bunyod etish borasida qator ijobiy ishlar olib borilmoqda. O'z navbatida mazkur ishlar yurtimizdagi sement sanoatidagi raqobatni kuchayishiga, sifat ko'rsatkichlariga bo'lgan talablarni oshishiga hamda yuqori darajada bilim va ko'nikmalarga ega yosh mutaxassislariga bo'lgan talabni kuchayishiga olib kelmoqda.

2019 yil 23 mayda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" PQ-4335 sonli qarori e'lon qilindi [1]. Mazkur qarorda 2019-2025 yillar oralig'ida sement ishlab chiqarishni 2 barobarga oshirilishi lozimligi belgilangan. Bu esa o'z navbatida sement ishlab chiqaruvchi yangi korxonalarni barpo etilishini anglatgan holda umumqurilish sementlari bo'yicha malakali yosh mutaxassis kadrlarga bo'lgan ehtiyojni yuzaga kelishiga olib keladi. Ushbu qo'llanma mana shunday ilimga chanqoq yoshlarni sement bo'yicha mutaxassis bo'lib yetishishiga yordam beradi.

Shuningdek, o'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2018 yil 10 oktyabrdagi 816-sonli "Oliy ta'lim muassasalarini o'quv adabiyotlari bilan ta'minlash to'g'risida" gi qarorida belgilangan vazifalarni bajarilishini ta'minlaydi [2].

Ushbu o'quv qo'llanma yozilishida muallif qurilish materialshunosligi bo'yicha tahsil olayotgan yosh mutaxassislarda sement ishlab chiqarish texnologiyasi borasida boshlang'ich bilimlarni va tasavvurni paydo qilishni hamda ushbu sohaga bo'lgan qiziqishni hosil qilishni maqsad qilgan.

Muallif mazkur o'quv qo'llanma bo'yicha taqrizchilar tomonidan bildirilgan fikr va mulohazalar uchun o'z minnatdorchiligini bildiradi.

Qurilish sementini ishlab chiqarilish tarixi

Neolit davrida insoniyat tuproqning xususiyatlari bilan yaqindan tanishgan bo'lib, undan qurilishda keng miqyosda foydalana boshlangan va u ko'pchilik tomonidan birinchi bog'lovchi material bo'lgan deb e'tirof etiladi. 5 ming yil oldin Misrda gips bog'lovchisidan suvoq va terish ishlarida foydalanilgan. Ohak ilk marotaba keng miqyosda Gretsiyada qo'llanila boshlangan. Rimliklar jadal sur'atlarda gidrotexnik inshootlarni barpo etishganligi sababli ularga suvga bardoshli qorishmalar talab etilar edi. Shu sababli ilk marotaba tabiiy va sun'iy tarzda hosil bo'lgan gidravlik qo'shimchalardan foydalana boshlangan. Puteol (hozirdagi Possuoli) shahri yaqinidan olinadigan qo'shimcha eng yaxshi qo'shimchalardan hisoblangan. Natijada, keyinchalik ohakni suvga bardoshliligini oshiruvchi qo'shimchalar pussolanlar deb atalishi qabul qilingan. Asosan gidravlik qo'shimchalar sifatida tuyilgan g'isht va cherepitsa hamda vulqon kullaridan foydalanilgan. Tuyilgan g'ishtni ba'zi adabiyotlarda "semyanka" deb atashgan [3].

XVIII asr oxiriga kelibgina qurilish ishlarini ortishi tufayli mazkur yo'nalishda revolyutsion burilishlar sodir bo'la boshlagan. 1757 yilda inglizlik Djon Smiton Plimut porti yaqinidagi Ediston tog'ida yog'ochdan qilingan va yonib ketgan mayoq o'miga toshdan qurilgan yangi mayoqni barpo etadi. Ushbu mayoq qurilishida u gidravlik ohakdan foydalangan.

Gidravlik bog'lovchilarni olishdagi keyingi qadam Djeyms Parkerning tadqiqotlari muhim o'rin egallaydi. U tuproqli mergellarni kuydirish natijasida olinadigan romansementga 1796 yilda patent oladi.

Djozef Aspdin Lids shahrida tug'ilgan bo'lib (1 – rasm), oddiy toshga ishlov beruvchi sangtarosh bo'lgan. U tomonidan 21 oktyabr 1824 yilda "sun'iy tosh" (Sun'iy toshdan sement tayyorlash usulim) nomli ixtiro uchun patent olingan. Olingan sun'iy toshning ko'rinishi Portlend nomli joydagi tabiiy toshlarning rangiga o'xshab ketganligi uchun uni "Portland sement" deb nomlaydi. Mazkur sement boshlanishiga faqat suvoq ishlarida qo'llanilgan.



1 – rasm.
Djozef Aspdin

Keyinchalik 1825-1843 yillarda Temza daryosi tubidan o'tgan tunnel qurilishida foydalanilgan. Djozef Aspdin Uakildda o'zini ishlab chiqqan

Muxamedbayev A.G.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

sementini chiqaruvchi kichik sement korxonasini ochadi. Aspdinga uning o'g'li Uilyam (1816-1864) yordam bergan. Uilyam sementni yaxshilashga erishib, uni Germaniyada joriy etgan.

Aspdin bilan deyarli bir vaqtda, 1825 yilda xuddi shu kabi sement tarkibini rus muhandisi Egor Gerasimovich Cheliyev (1771-1839) kashf etgan (2 – rasm). U tomonidan ishlab chiqilgan sement 1812 yildagi yong'in tufayli talofat ko'rgan Moskva shahrini va Kremlni qayta tiklash ishlarida 1813-1824 yillar oralig'ida ishlatilgan. E.G. Cheliyev tomonidan olingan sement ohak va tuproq asosida hamda 1100-1200 °C haroratda kuydirib olingan. Shuningdek, u tayyor sementga uning sifatini yaxshilash maqsadida gips qo'shishni tavsiya etgan. Djozef Aspdin tomonidan olingan sement bog'lovchisi esa nisbatan pastroq haroratda olingan.



2 – rasm.
Egor Gerasimovich Cheliyev

Qisqa vaqt ichida sement butun dunyo bo'ylab tarqalib ketgan bo'lishiga qaramay, yangi material to'liq tan olinishi Aspdinning vatandoshi D. Djonson (1811-1911) ning tadqiqotlari natijasida sodir bo'lgan. D. Djonson o'zining uzoq muddatli tadqiqotlari natijalari asosida sement ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy usullarni ishlab chiqqan.

Lui Jozef Vika – fransuz muhandisi (1786-1861) va ixtirochisi (3 – rasm) [4]. 1817 yilda Vika sement klinkerini ixtiro qiladi va 1840 yilga kelib hozirda keng tarqalgan sement turi – portlandsementni ishlab chiqara boshlagan.



3 – rasm.
Lui Jozef Vika

Muxmedbavev Ag.A. Bog'loychi moddalar (Umumqurllsh sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

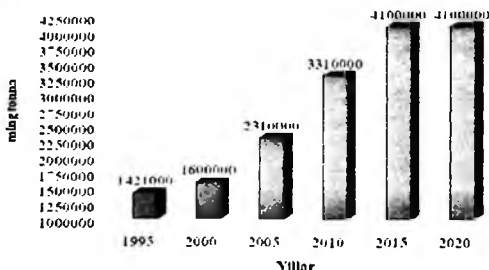
Sementni eksport qiluvchi mamlakatlar ro'yhatida Osiyo qit'asi vakillari yetakchilik qilmoqda va Xitoy peshqadamlikni qo'ldan bermay kelayotgan bo'lsa, import qiluvchi davlatlar ro'yhatida birinchilik AQSH ga tegishli bo'lib, Yevropa mamlakatlari yetakchilik qilmoqdalar [10]. So'nggi yillardagi ma'lumotlar tahlilidan shuni xulosa qilish mumkinki, rivojlanayotgan mamlakatlar ishlab chiqaruvchi, rivojlangan davlatlar esa iste'molchi sifatida namoyon bo'lmoqdalar.

3 – jadval

Sement ishlab chiqarish ko'rsatkichlari 2019-2020 yillar [11]

Yetakchi davlatlar nomi	Sement, ming tonna		Klinker, ming tonna	
	2019 yil	2020 yil*	2019 yil	2020 yil*
AQSH (jumladan Puerto Riko bilan)	89 000	90 000	103 000	103 000
Braziliya	54 000	57 000	60 000	60 000
Xitoy	2 300 000	2 200 000	1 970 000	1 970 000
Misir	47 000	50 000	48 000	48 000
Hindiston	340 000	340 000	280 000	280 000
Indoneziya	70 000	73 000	78 000	78 000
Eron	60 000	60 000	81 000	81 000
Yaponiya	53 000	53 000	53 000	53 000
Koreya Respublikasi	50 000	50 000	50 000	50 000
Rossiya	56 000	56 000	80 000	80 000
Turkiya	57 000	66 000	92 000	92 000
Vetnam	97 000	96 000	90 000	90 000
Boshqa davlatlar	880 000	890 000	720 000	720 000
Dunyo bo'yicha umumiy	4 100 000	4 100 000	3 700 000	3 700 000

*- tahmin etilgan



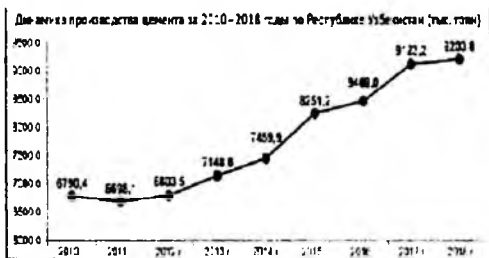
4 – rasm. Butun dunyo miqyosidagi sement ishlab chiqarish dinamikasi (yillar kesimida) [12]

Qurilish sementini ishlab chiqarilishining yurtimizdagi holati

2016 yilda O'zbekistonda 8462 ming tonna sement ishlab chiqarildi [13]. O'sha vaqtda O'zbekiston Respublikasida umumiy quvvati yiliga 9,0 mln. tonnadan ortiq 12 ta sement ishlab chiqarish korxonasi faoliyat olib bormoqda edi. Sement korxonalarining ishlab chiqarish quvvatlari 100% ga yaqin qamrab olingan.

Sement bo'yicha yirik korxonalarda sifat menejmenti bo'yicha ISO 9001:2000 va ISO 9001:2015. 2012-2016 yillar ichida sement ishlab chiqarish hajmi 6803,5 dan 8462 ming tonnagacha yoki 24% ga o'sganligi kuzatildi. 2016 yilda yurtimiz jon boshiga to'g'ri keladigan sement miqdori 268 kg ni tashkil etdi.

2018 yilda korxonalarining umumiy quvvati 12 mln. tonna bo'lgan holatda 9203.8 ming tonna sement ishlab chiqarilgan [14]. Mavjud eski korxonalardagi modernizatsiya ishlari va yangilarini bunyod etilishi tufayli 2018 yilda Respublikadagi sement korxonalari soni 18 taga etgan [15]. Quyidagi 5 – rasmda 2010-2018 yillar oralig'idagi O'zbekiston Respublikasidagi sement ishlab chiqarishning o'sish dinamikasi keltirilgan. 2018 yilga kelib sement ishlab chiqarish 2010 yilga qaraganda 35,5 % ga o'sganligini kuzatish mumkin [16].



5 – rasm. 2010-2018 yillarda O'zbekiston Respublikasida sement ishlab chiqarish dinamikasi

O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlariga asosan 2021 yilning yanvar – iyun oylarida yurtimizdagi sement ishlab chiqaruvchi korxonalar tomonidan jami 5807,2 ming tonna portlandsement ishlab chiqarilgan [17].

Ayni paytda mamlakatimizda sement ishlab chiqarishga ixtisoslashtirilgan 31 ta korxon mavjud bo'lib, 2021 yil yakunigacha sement ishlab chiqarish bo'yicha quvvatlar 21,3 mln. tonnaga yetkazildi [18]. Tahlillarga e'tibor qarataidigan bo'lsak, o'tgan yilda Respublika bo'yicha jami 14,195 mln. tonna sement ishlab chiqarilgan. E'tiborlisi, eng ko'p sement mamlakatimizdagi yirik sanoat korxonalaridan biri "Qizilqumsement" AJ tomonidan tayyorlangan. Bu

Muamrdbavev Ag.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

yerdan o'tgan yili jami 3 mln. 666 ming tonna mahsulot xaridorlarga yetkazilgan. 2021 yilda yangi quvvatlar bilan faoliyatini boshlagan Toshkent viloyatida joylashgan "Ohangaronsment" AJ da esa 2,015 mln. tonna sement ishlab chiqarilgan. "Omaliq Tog'-kon Metallurgiya Kombinati" AJ ga qarashli "Sherobod sement zavodi" 1,4 mln. tonna, "Jizzax sement zavodi" da esa 850 ming tonna mahsulot qurilish maydonlariga yetkazilgan. Yillik ishlab chiqarish quvvati 1,6 mln. tonna bo'lgan "Bekobodsement" AJ da yil davomida 968,2 ming tonna mahsulot ishlab chiqarilgan. Sermaksullik bo'yicha Jizzax viloyatida o'z faoliyatini boshlagan "Huaxin Cement Jizzakh" MChJ ham qolishmaydi. Korxonada hisobot davrida 1,666 mln. tonna sement tayyorlangan. Shuningdek, "Farg'ona Yasin qurilish mollari" QK MChJ 565,9 ming tonna, "Quvasoysement" AJ 592,5 ming tonna, "Namangan Sement" MChJ 225 ming tonna, "Qoraqalpog'sement" QK MChJ 271,7 ming tonna, "Sing Lida" MChJ 300,8 ming tonna ishlab chiqarilgan [19].

2021 yilning yanvar-sentyabr oylari oralig'ida O'zbekistonga chetdan 2,2 mln. tonna sement import qilingan. 2021 yilning 9 oyi davomida O'zbekistonga sement eksport qilgan davlatlar: Qozog'iston (964 ming tonna); Tojikiston (560 ming tonna); Qirg'iziston (547 ming tonna); E'ron (49 ming tonna) va Turkmaniston (33 ming tonna) [20].

4 – jadval

Yurtimizdagi yirik sement ishlab chiqarish korxonalari

№	Korxonada nomi	Tashkil etilgan yili	Korxonada joylashgan hudud (respublika, viloyat)
1	"Bekobodsement" AJ	1926	Toshkent viloyati
2	"Quvasoysement" AJ	1932	Farg'ona viloyati
3	"Ohangaronsment" AJ	1961	Toshkent viloyati
4	"Qizilqumsement" AJ	1977	Navoiy viloyati
5	Jizzax sement zavodi AJ "Omaliq KMK"	2014	Jizzax viloyati
6	"Qoraqalpog' sement" QK MChJ	2017	Qoraqalpog'iston Respublikasi
7	Sherobod sement zavodi AJ "Omaliq KMK"	2018	Surxondaryo viloyati

1 tonna sement ishlab chiqarish uchun o'rta hisobda quyidagicha sarflar amalga oshirilmoqda [21]:

- elektroenergiya. (kVt*soat): ho'l usul – 109; quruq usul – 150;
- tabiiy gaz. (kg.sh.y.): ho'l usul – 215; quruq usul – 127.

Sement klinkerini ishlab chiqarishdagi xomashyo materiallari

Sement klinkerini ishlab chiqarish uchun tabiiy xomashyo materiallari, shuningdek, sanoat korxonalari chiqindilari ishlatilishi mumkin. Boshlang'ich materiallar sifatida tarkibida kalsiy, kremniy, alyuminiy va temir oksidi mavjud bo'lgan xomashyolar ishlatiladi (5 – jadval). Ushbu oksidlar kerakli miqdorda va nisbatda bitta xomashyoda deyarli uchramaydi. Shu sababli talab etiladigan

Muxomednavev A.P.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

xomashyo aralashmasini olish uchun maxsus xisob-kitob orqali bir nechta komponentlardan foydalanishga to'g'ri keladi. Asosiy ikkita komponent sifatida karbonat (ohaktosh, mel) va kremniy (tuproq, slanes) tarkibli xomashyolar ishlatiladi.

Zamonaviy sement korxonasi bir sutkada 5-20 ming tonna xomashyoni qayta ishlaydi. Tabiiy xomashyo komponentlarini qazib olish jarayoni tog'-kon ishlarini o'z ichiga oladi. Xomashyo materiallari ko'pincha ochiq usulda qazib olinadi (6 – rasm). Tog'-kon ishlari quyidagilarni o'z ichiga oladi: burg'ulash, portlatish ishlari, ekskavatsiyalash, tashish va maydalash.



6 – rasm. Jizzax viloyatidagi ohaktosh kar'eridagi portlatish jarayoni

5 – jadval

Portlandsement klinkerini ishlab chiqarishdagi xomashyo materiallari va tayyor holdagi xomashyo aralashmasining kimyoviy tarkibi [22]

Komponentlar	Ohaktosh, mergel, mel	Tuproq	Qum	Uchuvchan kul	Tarkibida temir bo'lgan	Xomashyo aralashmasi
1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	0.5-50	33-78	80-99	40-60	0.5-30	12-16
Al ₂ O ₃	0.1-20	7-30	0.5-7	20-30	0.2-4	2-5
Fe ₂ O ₃	0.2-5.9	4-15	0-1	5-15	50-93	1.5-2.5
Mn ₂ O ₃	0.02-0.15	0.09	0.051	0.127	0.1-4	0-0.5
Fe ₂ O ₃ va Mn ₂ O ₃	0.1-10	2-15	0.5-2	-	19-95	≤2
CaO	20-55	0.2-25	0.1-3	2-10	0.1-34	40-45
MgO	0.2-6	0.3-5	0.3-0.5	1-3	0.5-7	0.3-5
K ₂ O	0-3.5	0.4-5	0.2-3	1-5	0.1-1	0.1-1.5
Na ₂ O	0-1.5	0.1-1.5	0-1	0.2-1.5	0.1-1	0.1-0.5
SO ₃	0-0.7	0-4	0-0.5	0-1	0-3	0-1.5
Cl	0-0.6	0-1	1zlar	-	0-0.5	0-0.3
TiO ₂	0-0.7	0.2-1.8	0-0.5	0.5-1.5	0-3	0-0.5
P ₂ O ₅	0-0.8	0-1	0-0.1	0.5-1.5	0-1	0-0.8
ZrO ₂	-	0.02	-	-	-	-
CaCO ₃	96	-	-	-	-	-
Kuydirish jarayonidagi yo'qotishlar (950 °C)	2-44	1-20	≤5	6.74	0.1-30	32-36

Muxamedbavev Ag.A. Bog'lovchi moddalar (Umumiy qurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Birlamchi maydalash jarayonidan so'ng xomashyo sement korxonasiga yuboriladi. Boshqa ikkilamchi xomashyo materiallari (metallurgiya shlaklari, yoqilg'i kullari va b.) boshqa viloyatlar va korxonalaridan olib kelinadi. Asosiy bo'lgan oksidlardan (CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2) tashqari xomashyo materiallari tarkibida qo'shimmalar bo'ladi va ularning miqdori 0,05-1,0% atrofida bo'ladi.

6 – jadval

Sement klinkerini ishlab chiqarishdagi asosiy tabiiy xomashyo komponentlari [23]

Xomashyo aralashmasidagi foiz ulushi, %		
Karbonatlar	Tuproqlar	Tarkibida temir bor komponentlar
Ohaktoshlar (70-80)	Tuproq (15-25)	Temir rudasi (3-5)
Mel (70-80)	Slaneslar (15-20)	Gematit (3-5)
Mergellar (90-95)	Suglinkalar (16-25)	
Marmar (70-80)	Lvoss	
	Boksitlar	
	Kaolinlar	
	Qumlar	
	HF shpati	
	Kvarsitlar	

7 – jadvalda Yevropa Ittifoqiga kiruvchi mamlakatlarda sement korxonalari tomonidan o'rtacha iste'mol qilinadigan xomashyo materiallari miqdori keltirilgan [24].

7 – jadval

Xomashyo materiallarini sarfi

Sement ishlab chiqarishdagi xomashyo materiallari sarfi (quruq holatda)	Klinkerni har 1 tonnasi uchun	Sementni har 1 tonnasi uchun	Yiliga 1 mln. tonna uchun
Ohaktosh, tuproq, slanes, mergel va boshqalar	1,57 t	1,27 t	1568000 t
Gips, aneidrit	-	0,05 t	61000 t
Mineral qo'shimchalar	-	0,14 t	172000 t

Sement xom ashyosini konlarida qazib olish ishlari bitta yoki bir nechta pog'onalar ko'rinishida amalga oshiriladi. Qattiq jinslar uchun bitta pog'onaning balandligi 10-15 m. yumshoq jinslar uchun 8-10 m ni tashkil etadi. Tog' jinslarini qazib olishda birinchi galda portlatish ishlari bajariladi. Keyingi bosqichda ekskavatorlar yordamida tog' jinslari vagonlarga yoki avtoulavlarga yuklanadi.

Karbonatli jinslar

Sement klinkerini olish xomashyo aralashmasidagi karbonatli komponentning miqdori odatda 76-80 % ni tashkil etadi. Ushbu komponentning fizik va kimyoviy xossalari sement ishlab chiqarish texnologiyasi va uskunalar taloviga ta'sir ko'rsatadi.

Ohaktosh – kaltsiy karbonat CaCO_3 tabiatda keng tarqalgan bo'lib (7 – rasm), nisbatan toza holdagi ohaktosh shakllaridan ohakli shpat (kalsit) va aragonit xisoblanadi. Ohakli shpat geksagonal, aragonit esa rombik strukturaga ega. Ohakli shpat zichligi – 2700, aragonitniki esa 2950 kg/m^3 ga teng. Ohakli shpatning yirik donador turi marmar xisoblanadi. Biroq, marmarni sement ishlab chiqarishda xomashyo sifatida ishlatish iqtisodiy jihatdan noto'g'ri xisoblanadi. Sement ishlab chiqarishda asosan ohaktosh va mel ishlatiladi. Moos shkalasi bo'yicha ohaktoshning qattiqligi 1,8-3,0, zichligi esa 2600-2800 kg/m^3 ni tashkil etadi. Nisbatan toza holatdagi ohaktosh oq rangda bo'ladi. Ammo, ko'p holda ohaktosh tarkibida tuproq va temir birikmalari mavjud bo'ladi va ular uni u yoki bu rangda bo'lishini belgilab beradi.



7 – rasm. Ohaktosh



8 – rasm. Kalsit (CaCO_3)
(Germaniyaning Veymar shahridagi universitet laboratoriyasining elektron mikroskopida olingan sur'at)
[25]

Mel – ohaktoshga nisbatan g'ovak strukturaga ega va ho'l usulda klinker olish uchun qulay xisoblanadi (9 – rasm). Melni qazib olish va maydalash bilan bog'liq xarajatlar kamligi sement tannarxini pasaytirish imkonini beradi. Odatda mel 98-99 % CaCO_3 dan iborat bo'ladi.



9 – rasm. Mel

Mergel – bu ohaktosh bilan tuproq aralashmasi bo'lib (10 – rasm), tarkibida tuproq, kremniy va temir oksidi mavjud qo'shilmalar mavjud bo'ladi. Mergellar tuproq qatlamiga o'tishdagi oraliq pog'ona xisoblanadi. Mergelning qattiqligi ohaktoshga nisbatan past bo'lib, tuproq miqdori ortib borgani sari ushbu ko'rsatkich pasayib boradi. Mergelning rangi sariqdan kulrang-qoraga qadar o'zgaradi.



10 – rasm. Mergel

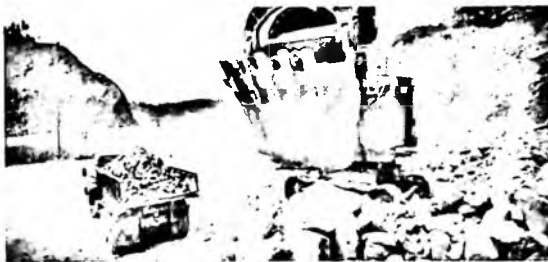
8 – jadval

Karbonat-tuproqli turlarning sinflanishi [26]

Jins	CaCO ₃ miqdori, %
Ohaktosh	96-100
Mergelli ohaktosh	90-96
Ohakli mergel	75-96
Mergel	40-75
Tuproqli mergel	10-40
Mergelli tuproq	4-10
Tuproq	0-4



11 – rasm. Mergel konidagi portlatish jarayoni



12 – rasm. Ohaktosh konidagi qazib olish jarayoni

Karbonat tog' jinslarining fizik-kimyoviy xossalari chegara qo'yilmagan, ammo, mustahkamligi past (10-20 MPa) bo'lgani ma'qul sanaladi [23].

Tuproq jinslari

Sement klinkerini ishlab chiqarishdagi yana bir muhim xom ashyo tuproq xisoblanadi. Tuproq asosan dala shpati va slyudadan iborat bo'ladi. Tuproqning asosiy komponentlari gidroalyumosilikatlar xisoblanadi. Asosiy tuproq minerallari – kaolin, galluazit, illit, beydelit va montmorillonitdir. Tuproqlarning erish harorati odatda 1150-1785 °C oralig'ida bo'ladi. Tuproqlarning kimyoviy tarkibi turli xil bo'lib, tarkibida temir gidroksidi, pirit, kvars, kaltsiy karbonat kabi qo'shilmalari mavjud.



13 – rasm. Lyoss tuprog'i

Qo'shilmalari yo'q tuproq oq rangga ega. Sementda ishqorlarni paydo bo'lish manbai tuproq xisoblanadi. Alyumosilikatli jins (tuproq) lar uchun ularning donadorlik tarkibi muhim ro'l o'ynaydi. Unga ko'ra yirik donalar miqdori quyidagicha bo'lganda tuproq jinslari talabga javob beradi deb sanaladi [23]:

- o'lchami 0,2 mm dan yuqori bo'lgan zarrachalar – 10 % dan ko'p emas;
- o'lchami 0,08 mm dan yuqori bo'lgan zarrachalar – 20 % dan ko'p emas.

Yirik zarrachalar miqdori ushbu ko'rsatkichlardan yuqori bo'lganda maxsus tashkilotlar tavsiyasi asosida ishlab chiqarishda ishlatilishi masalasi hal etiladi.



14 – rasm. Tuproq konidagi qazib olish jarayoni

Alyumosilikatli komponent (tuproq) ning sifati 3 ko'rsatkich bo'yicha baholanadi:

- $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ nisbati;
- kvartsning yirik kristallarining mavjudligi (80 mkm dan yuqori fraksiya);
- qo'shilmalarning mavjudligi.

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ning maqbul nisbati 3.5-3.8 ga teng. Agar ushbu nisbat $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 > 4$ bo'lsa, xomashyo aralashmasini maqbul tarkibini tayorlash uchun tarkibida alyuminiy bor komponent qo'shiladi. Agarda ushbu nisbat $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 < 3$ bo'lsa, xomashyo aralashmasiga tarkibida kremniy bo'lgan komponent kiritiladi.

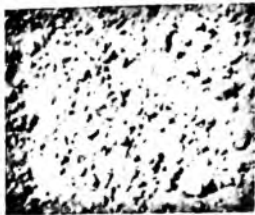
Tuproq tarkibida kvartsning yirik kristallarining ko'p miqdorda mavjud bo'lishi klinkerni kuydirish haroratini va yoqilg'i sarfining oshishiga olib keladi. Bu o'z navbatida atmosfera havosiga chiquvchi CO_2 gazlarini ko'payishiga sabab bo'ladi.

9 – jadval

Tuproq jinslarining plastikligi [27]

Plastiklik ko'rsatkichi	"Plastiklik soni"
Yuqori plastik	17 dan yuqori
O'rtta plastik	17 dan 7 gacha
Past plastik	7 dan 1 gacha
Plastik bo'lmagan	1 dan kichik

Suglinka – chang va qumdek o'lchamlarga ega tuproqsimon zarrachalardan tashkil topgan cho'kindi tog' jinsi (15 – rasm). Odatda suglinkalarda taxminan 10-30% atrofida o'lchamlari < 0.005 mm dam kichik bo'lgan tuproq zarrachalari mavjud bo'ladi.



15 – rasm. Suglinka

Kvarsit – metamorfik tog' jinsi bo'lib, asosan kvars (SiO_2) dan tashkil topgan (16 – rasm). Siqilishga mustahkamligi 100–450 MPa. o'rtacha hajmiy og'irligi $2,6 \text{ g/sm}^3$, o'rtacha haqiqiy zichligi $2,68 \text{ g/sm}^3$. Rangi – oq. och kulrang, qizil, havorang va sariq. Olovbardoshliligi $1770 \text{ }^\circ\text{C}$. Qattiqligi – 7 (Moos shkalasiga asosan). Faol radionuklidlar bo'yicha I-sinfga (194 Bk/kg dan kichik) mansub. Strukturasi zich holatda bo'lib, bir butun zichlangan (presslangan) massani hosil qiluvchi mikroskopik zarrachalardan iborat.



16 – rasm. Kvarsit

Slanes tuprog'i – qattiq holatdagi tuproq, ya'ni metamorfik tog' jinsi bo'lib, qatlam-qatlam ko'rinishdagi strukturaga ega (17 – rasm). Asosan tuproq, mayda kvars zarrachalari va slyudadan iborat. G'ovakliligi – 1-3%. Rangi – sariq, qizil, jigarrang, kulrang, qora, yashil kabi tuslarda bo'ladi. O'rtacha zichligi – $2,71 \text{ g/sm}^3$. Qattiqligi – 3-6 (Moos shkalasiga asosan).



17 – rasm. Slanes

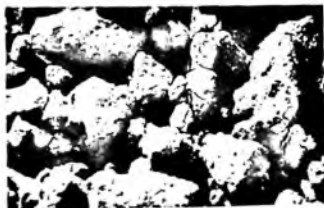
Muxamdebayev Ag.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurllish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Diabaz – magmatik tog' jinsi bo'lib (18 – rasm), kristall mayda donador strukturaga ega. Rangi – kulrang, qora yoki yashil sifati tusga ega. Qattiqligi – 6-7 (Moos shkalasiga asosan). Mikroqattiqligi – 7-10 GPa. Siqilishga mustahkamligi – 400-500 MPa. Solishtirma radiofaolliligi – 74 Bk/kg gacha. Zichligi – 2,79-3,3 g/sm³.



18 – rasm. Diabaz

Boksit – tog' jinsi bo'lib (19 – rasm), fransuz geologi P'er Bert'e tomonidan 1821 yilda topilgan. U asosan alyuminiy, kremniy, temir oksidlari va hokazolardan iborat. Kimyoviy formulasi – $Al_2O_3 \cdot nSiO_2$. Qattiqligi – 2-7 (Moos shkalasiga asosan). Amorf mineral. Zichligi – 2,5-3,5 g/sm³. Rangi – oq, qora, qo'ng'ir, yashil, kulrang tusda bo'ladi. Kimyoviy tarkibi, (%): Al_2O_3 – 48-62; SiO_2 – 1-7; Fe_2O_3 – 2-26; TiO_2 – 2-4; H_2O – 10-31.



19 – rasm. Boksit

Kaolin – kaolinit mineralidan tashkil topgan tog' jinsi (tuproq) (20-rasm).



20 – rasm. Kaolin

Max. A. A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Kimyoviy formulasi – $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. O'zbekistonda Angren va Paxtachida qazib olinadi. Kimyoviy tarkibi, (%): SiO_2 – 54-81; Al_2O_3 – 20-31; Fe_2O_3 – 0,2-1,5; CaO – 0,1-3,5 va hokazolar.

Sozlovchi qo'shimchalar

Klinker olish uchun tayyorlanadigan xomashyo aralashmasining kimyoviy tarkibi talabga javob bermaydigan hollarda aralashmaga qo'shimcha sozlovchi komponentlar kiritiladi. Masalan, kremnezem miqdorini oshirish uchun qum, trepel, diatomit va opoka ishlatiladi. Temir oksidi yetishmagan holda kolchedan ogarkalari, temir rudasi va boshqalar xomashyo aralashmasiga qo'shiladi. Alyuminiy oksidi yetishmaganda esa kam temirli tuproqlar, boksit, kamdan kam holda kaolin xomashyo aralashmasini tarkibiga kiritiladi.

Gematit - temir Fe_2O_3 asosidagi keng tarqalgan mineral (21 – rasm). Grekchadan tarjima qilinganda "gematit" so'zi "qonsimon – qizil" ma'nosini anglatadi. Qattiqligi – 5,5-6,5 (Moos shkalasiga asosan). Mo'r. Zichligi – 4,9-5,3 g/sm³.



21 – rasm. Gematit

Kolchedanli (temir, pirit) ogarkalar ishlab chiqarish chiqindisi xisoblanadi. So'nggi yillarda tarkibida Fe_2O_3 miqdori kam bo'lgan tabiiy (bazaltlar) va texnogen (glinozerni ishlab chiqarish shlaklari) holdagi materiallarni ishlatish mumkinligi tasdiqlandi.

Temir moddasi bor komponentlar sifatida rangli metallurgiya shlaklari ham ishlatilishi mumkin. Mis, titan va nikel eritishda hosil bo'ladigan chiqindilar tarkibi SiO_2 (30-50 % va undan yuqori), FeO (14-47 %) va CaO (5-23 %) dan iborat. Ushbu shlaklar asosan fayalit, magnetit, sulfidlar va piroksen guruhi minerallaridan tashkil topgan bo'ladi. Shlaklar granulanganda deyarli shisha ko'rinishida to'liq so'viydi. Sekin sovutilgan shlaklarda esa shisha faza 20-40 % atrofida bo'ladi. Mis eritish shlaklarini o'ziga xos tomonlaridan biri shuki, ularning tarkibida rux, mis, qo'rg'oshin, oltingugurt va magniyning mavjudligidir. Bu esa klinker xosil bo'lish jarayonlarini jadallashishiga va sement sifatini yuqori bo'lishiga olib keladi. Rangli metallurgiya shlaklari

Muxamedbayev A.G.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

yuqori bo'lmagan haroratlarda suyuqlanma hosil qilgan holda eriydi va bu o'z navbatida kuydirish vaqtidagi jarayonlarga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Mineralizatorlar

Mineralizatorlar – kuydirish jarayonida klinkerni minerallarini hosil bo'lishida faol ishtirok etuvchi va o'zlari qisman ularni tarkibiga kiruvchi moddalar hisoblanadi. Sement sanoatida mineralizatorlar sifatida HF li shpat, flyuorit CaF_2 , fosfogips, natriy kremniyflorid Na_2SiF_6 , apatit $Ca_3(PO_4)_2F$, gips va boshqalar qo'llaniladi. Sement ishlab chiqarishda fosfogips kuydirish jarayonini jaddalashtiruvchisi (intensifikator) va sementni tuyish jarayonida esa gips toshini o'rniqa ishlatilishi mumkin.

Xom ashyo materiallarini birlamchi maydalash

Qattqlik – mineralni mexanik ta'sirga qarshilik ko'rsata olish darajasi hisoblanadi [28]. Minerallarni nisbiy qattqligini aniqlash uchun Moos shkalasidan foydalaniladi (10 – jadval).

10 – jadval

Moos qattqlik shkalasi

Sinf	Mineral	Kimyoviy formulasi	Sinf	Mineral	Kimyoviy formulasi
1	Talk	$Me_3(Si_4O_{10})(OH)_2$	6	Ortoklaz	$(K,Na)(AlSi_3O_8)$
2	Gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	7	Kvars	SiO_2
3	Kalsit	$CaCO_3$	8	Topaz	$Al_2SiO_4(OH,F)_2$
4	Flyuorit	CaF_2	9	Korund	Al_2O_3
5	Apatit	$Ca_3(PO_4)_2(F,Cl,OH)$	10	Olmos	C

Xomashyo materiallarini maydalash uchun turli xil tuzilishga ega uskunalar ishlatiladi. Sement korxonalarida xomashyoni maydalash uchun quyidagi maydalagichlar qo'llaniladi:

- bosim yordamida bo'laklovchi (jag'li, konusli va jo'vali) maydalagichlar;
- zarb yordamida bo'laklovchi (bolg'ali, zarb-qaytargichli, zarb-jo'vali).

11 – jadval

Maydalash va tuyish sinflari [29]

Maydalash		Tuyish	
Yirik	100-300 mm	Dag'al	5-0,1 mm
O'rta	40-100 mm	Mayin	0,1-0,05 mm
Mavda	5-40 mm	O'la mayin	0,05 mm dan kichik

Jag'li va konusli maydalagichlar asosan qattiq holdagi tog' jinsi - ohaktoshni maydalash uchun qo'llaniladi. Valikli maydalagichlar esa yumshoq tuproq jinslari ushuni mo'ljallangan bo'ladi. Har bir maydalash uskunasi o'ziga has afzalliklari va kamchiliklari mavjud.

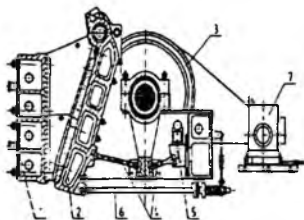
Materiallarning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda maydalash sxemasi tanlanadi (12 – jadval) [28].

Maydalash sxemalarining tanlovi

Material	R _{siq} , MPa	Maydalash bosqichlari		
		1-bosqich	2-bosqich	3-bosqich
Marmar	100-250	Jag'li. konusli	Bolg'ali	Bolg'ali
Ohaktosh	50-200	Jag'li. konusli	Bolg'ali	-
Trepel, opoka, gips, tuf	30-50	Bolg'ali	-	-
Tuproq, mel	2-15	Jo'vali, shnekli	-	-

Jag'li maydalagichlar

Jag'li maydalagichlar tuzilishining soddaligi hamda ko'p miqdorda ishlab chiqarilishi mumkinligi sababli sement ishlab chiqarish sanoatida keng tarqalgan bo'lib (22 – rasm), odatda maydalash jarayonining birinchi bosqichida qo'llaniladi. Jag'li maydalagichlar qattiq va abrazivligi yuqori bo'lgan tog' jinslari - granit, diabaz, ohaktosh va hokazolarni yirik va o'rtacha kattalikda bo'laklash uchun ishlatiladi.



22 – rasm. Jag'li maydalagich:

1 – harakatga keltirilmaydigan jag';

2 – harakatga keltiriluvchi jag'.

3 – asosiy val. 4 – tirkov plitalari;

5 – sozlovchi (nazorat qiluvchi)

qurilma; 6 – yopuvchi qurilma;

7 – yuritma

Jag'li maydalagichlardagi maksimal maydalanish darajasi 8 ga teng. Odatda ushbu maydalagichlar sement ishlab chiqarish korxonalarida maydalanish darajasi 3-6 ga teng bo'lgan sharoitlarda ishlaydi.

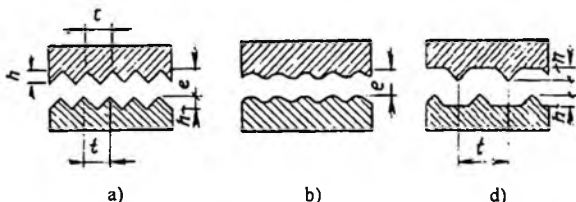
Konda portlatib olingan ohaktosh maydalash va saralash jarayoniga beriladi. Birlamchi maydalash jarayonida diametri 1 m gacha bo'lgan ohaktosh harsangtoshlari 100-250 mm gacha maydalanadi. Ohaktosh birlamchi maydalanish jarayonidan so'ng tebranma harakatlanuvchi elaklarga beriladi va bunda elakdan o'tmay qolgan ohaktosh bo'laklari maydalagichga qaytariladi. Elakdan o'tgan bo'laklar esa maydalash jarayonining ikkinchi bosqichiga yuboriladi.

Bo'laklash jarayoni ikkita to'g'ri to'rtburchakli plita (jag'lar) orasida sodir bo'ladi. Jag'lardan biri tebranma harakatlanadi. Ishchi organining harakatlanish xarakteriga ko'ra oddiy va murakkab turlarga bo'linadi.

Ikkilamchi maydalash jarayonida ohaktosh 5-80 mm gacha kattalikda bo'laklanadi. Ushbu jarayon uchun jag'li yoki bolg'ali maydalagichlardan foydalaniladi. Maydalangan ohaktosh yana bir bor elakli saralash jarayoniga

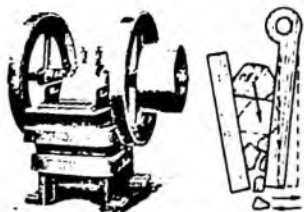
uzatiladi. Yirik bo'laklar qayta maydalash jarayoniga qaytarilsa, elakdan o'tgan ohaktosh bo'laklari xomashyo omborlariga yuboriladi.

Ushbu holatda yuklanuvchi materialning maydalanishi 2 ta jag' orasida sodir bo'ladi: bitta jag' qo'zg'almas holatda qotirilgan, ikkinchisi tirsaklar yordamida harakatlanuvchan holatda ishlangan bo'ladi. Jag'lar po'latdan tayyorlangan to'liqsimon shakldagi himoya qoplamalari bilan qoplangan bo'ladi [26]. Uskuna asosi po'latdan quyma tarzda tayyorlangan. Yirik uskunalarining asosi 4-6 ta po'lat plitalardan yig'iladi. Himoya qoplamalarining yuzasi boylama qovurg'ali qilib ishlangan. 23 – rasmda himoya qoplamalarining turli xil tuzilishdagi qovurg'alari tasvirlangan.



23 – rasm. Jag'li maydalagichlar himoya qoplamalarining turli xil tuzilishlari:
a) qattiq, yarim qattiq va mo'rt materiallar uchun (qirralar orasidagi burchak 90-100°);
b) yirik va judda qattiq materiallar uchun (qirralar orasidagi burchak 100-110°);
d) yirik va o'ta qattiq material bo'laklari uchun

Maydalanayotgan materialning qattiqligidan kelib chiqqan holda himoya qoplamalarining hizmat qilish muddatlari 800-1000 ish soatini tashkil etadi.



24 – rasm. 1858 yilda E.Blek tomonidan ixtiro qilingan jag'li maydalagich (Pat. № 233192, 12 okt. 1858 y. AQSH) [30]

Maydalanish jarayonida ishonchligi va arzonligiga ko'ra jag'li maydalagichlarning 2 ta turi mavjud:

- jag'i sodda tarzda harakatlanuvchi jag'li maydalagich;
- jag'i murakkab tarzda harakatlanuvchi jag'li maydalagich.

Ushbu turdagi maydalagichlarning afzalliklari:

- yediriluvchi qismlarining kam ekanligi tufayli ta'mirlash ishlarisiz va qismlarni yangilamasdan uzoq foydalanish imkonini berishi;

Muxamedbneyev Ag.A. Boq'lovchi moddalar (Umumaurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

- tuzilishining soddaligi va ishonchligining yuqoriligi;
- chiqish og'zini (tirqishini) o'lchamlarini o'zgartirish mumkinligi;
- yedirilgan qismlar va po'lat zirxlarni tez va oson almashtirish mumkinligi.

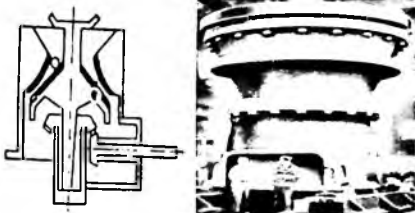
Jag'li maydalagichlar quyidagi kamchiliklarga ega:

- maydaroq o'lchamdagi donalarni olib bo'lmasligi;
- qovushqoq va nam materiallarni maydalash uchun to'g'ri kelmasligi (masalan, tuproq).

Jag'li maydalagichlarning unumdorligiga materialning solishtirma og'irligi, zichligi va ezilishga qarshilik qilish ko'rsatkichlari ta'sir etadi.

Konusli maydalagichlar

Konusli maydalagichlarda materialni maydalash jarayoni harakatlanmaydigan konussimon halqa va ostki qismi eksentrik qotirilgan vertikal val atrofida aylanuvchi konus orasida amalga oshiriladi [26]. Maydalanish jarayoni asosan bosim va qisman egilish xisobiga sodir bo'ladi. Konusli maydalagichlar asosan maydalash jarayonining birinchi bosqichida qo'llaniladi (25, 26 va 27 – rasm).

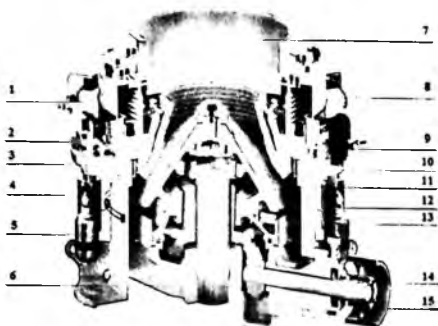


25 – rasm. 1872 yilda Geyts tomonidan ixtiro qilingan konusli maydalagich (Pat. № 122932.1872 y. AQSH) [30]

Konusli maydalagichlar qattiq va yuqori qattqlikdagi tog' jinslarini bo'laklashning turli bosqichlarida qo'llaniladi. Maydalash jarayoni ikkita kesik konuslar orasida amalga oshiriladi. Bunda ichki kesik konus aylanma harakat qiladi. Maydalash kamerasida bir vaqtning o'zida bo'laklash va bo'laklangan jinsni ostki qismga tushirib yuborish bajariladi.

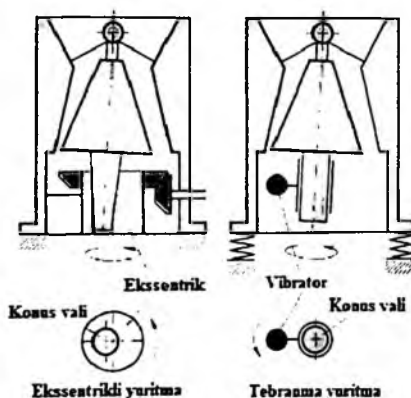
Texnologik maqsadga ko'ra konusli maydalagichlar quyidagicha bo'linadi:

- *yirik maydalovchi* (chiqish tirqishining eni 50 dan 200 mm gacha bo'lganda uskunaga berilayotgan bo'laklarning o'lchamlari 300 dan 1500 mm gacha bo'ladi). Maydalash darajasi 3-4;
- *o'rtta maydalovchi* (chiqish tirqishining eni 15 dan 50 mm gacha bo'lganda uskunaga berilayotgan bo'laklarning o'lchamlari 75 dan 350 mm gacha bo'ladi). Maydalash darajasi 4-5;
- *mayda maydalovchi* (chiqish tirqishining eni 3 dan 15 mm gacha bo'lganda uskunaga berilayotgan bo'laklarning o'lchamlari 30 dan 75 mm gacha bo'ladi). Maydalash darajasi 4-6.



26 – rasm. Konusli maydalagichlar:

- 1 – likop; 2 – maydalovchi konusning zirx (himoya) qoplamasi; 3 – likop qoplamasi;
 4 – yig'ish moslamasi; 5 – bo'shliqlarni tozalash uchun silindr; 6 – qobiq; 7 – ta'minlovchi;
 8, 10, 13 – tishli halqa; 9 – siqish halqasi; 11 – tayanch asos; 12 – eksentrik;
 14 – asosiy val; 15 – shkiv



27 – rasm. Konusli maydalagich

Konusli maydalagichlarning afzalliklari:

- ishlab chiqarish unumdorligi jag'li maydalagichga nisbatan 2-3 barobar yuqori;
- jag'li maydalagichga nisbatan kam elektr-energiya talab etadi;
- dinamik zo'riqishlarning yo'qligi va nisbatan sokin ishlashi;

Ushbu turdagi maydalagichlarning kamchliklari:

- o'Ichamlarining katta ekanligi;
- himoya qoplamalari katta yedirilishga uchrab, jag'li maydalagichlarga nisbatan tez-tez yangisiga almashtirishni talab etadi;
- tuzilishining nisbatan murakkabligi va qimmatligi;
- qovushqoq materiallarni maydalay olmasligi.

Bolg'ali maydalagichlar

Bolg'ali maydalagichlar sement sanoatida keng tarqalgan (28 – rasm). Ular asosan ohaktosh va ba'zan mergellni maydalashda qo'llaniladi. Maydalanuvchi materialdan kelib chiqqan holda bolg'ali maydalagichlardagi maydalanish darajasi 40-60 ni tashkil etadi. Bolg'ali maydalagichlar bir yoki ikki rotorli bo'lishi mumkin. Bolg'alarning aylanma tezligi 25-50 m/sek. Rotorlarning aylanma chastoasi 250-400 ayl/daq. Bir rotorli bolg'ali maydalagichlarda maydalashda materialning namligi 10% va tarkibidagi tuproq miqdori esa 20% dan yuqori bo'lmasligi maqbul xisoblanadi.



28 – rasm. 1882 yilda Uilyams tomonidan ishlab chiqilgan bolg'ali maydalagich (Pat. № 268029. 28 noy. 1882 y. AQSH) [30]

Bolg'ali maydalagichlarning afzalliklari:

- tuzilishining soddaligi va ishonchligi;
- narxining nisbatan qimmat emasligi;
- konusli va jag'li maydalagichlarga nisbatan o'Ichamlarining katta emasligi;
- qismlarni oson almashtirish mumkin ekanligi;
- yuqori unumdorlikga ega ekanligi;
- energiya sarfining kichik ekanligi;

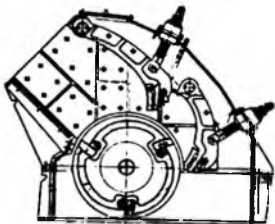
Ushbu maydalagichlarning kamchiliklari:

- yuqori qovushqoq va juda qattiq materiallarni maydalash uchun qo'llab bo'lmasligi;
- ishlash jarayonida shovqin darajasining yuqori ekanligi;
- chang hosil bo'lishining yuqoriligi;
- nam materiallarni maydalab bo'lmasligi;
- bolg'alarni tez yedirilishi.

Amaliyotda maydalash darajasi 12 gacha bo'lgan bir rotorli va maydalash darajasi 15-30 bo'lgan ikki rotorli bolg'ali maydalagichlar keng tarqalgan.

Zarb-qaytargichli maydalagichlar

Zarb-qaytargichli maydalanish dinamik jarayon xisoblanadi. Ushbu turdagi maydalagichlar zarb beruvchi cho'michlari bor bir yoki ikkita barabandan iborat bo'ladi (29 va 30 – rasm). Aylanma tezligi 24-45 m/s bo'lib, unga ko'ra maydalash uchun energiya sarfi o'zgaradi. Kichik aylanish tezligida juda yirik va aksincha, katta tezliklarda mayda bo'laklar olinadi. Solishtirma energiya sarfi 0,45-1,0 kW/t. Po'lat qismlarning umumiy yedirilishi 0,3-3,0 g/t.



29 – rasm. 1881 yilda V.L. Davson tomonidan ishlab chiqilgan rotorli maydalagich (Pat. № 247749, 4 okt. 1881 y., AQSH) [30]

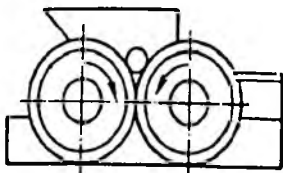


30 – rasm. Bir rotorli zarb-qaytargichli maydalagich (Metso firmasi)

Zarb-qaytargichli bir rotorli maydalagichda qaytaruvchi plitalar ma'lum bir masofada rotor atrofida o'rnatilgan bo'ladi. Zarb-qaytargichli maydalagichlarni qattiq va qovushqoq materiallarni maydalashda ishlatish tavsiya etilmaydi. Buning sababi ekspluatatsiya sarf harajatlarininig yuqori ekanligi va iqtisodiy jihatdan samarador emasligi.

Jo'valli maydalagichlar

Ushbu turdagi maydalagichlarda material aylanma harakatlanuvchi jo'valar orasiga tushib, jo'valarning bosimi ostida maydalanadi (31 – rasm). Bo'laklarning o'lchami jo'valarning orasidagi masofaga bog'liq holda o'zgartirilishi mumkin. Material turiga bog'liq holda jo'valarning yuzasi silliq, to'liqsimon yoki tishli shaklda bo'ladi. Sement ishlab chiqarishda jo'valli maydalagichlardan tuproq va ko'mir yoqilg'isini maydalashda foydalaniladi.



31 – rasm. 1806 yilda Buyuk Britaniyada ixtiro qilingan jo'vali maydalagich (Pat. № 063179, 1806 y.)
[30]

Ishchi qismlarining soniga ko'ra bir jo'vali, qo'sh jo'vali va uch hamda undan ko'p jo'vali turlarga ega. Jo'valar yuzasi silliq, rel'efli va tishli bo'lishi mumkin.

Afzalliklari:

- sodda mexanik qurilma ekanligi;
- foydalanish jarayonidagi muammolarning minimal ekanligi;
- iqtisodiy jihatdan samaradorligining yuqoriligi;
- yumshoq materiallarni maydalay olishi;

Kamchiliklari:

- material nam bo'lganida jo'valar yuzasiga yopishishi;
- unumdorligining kichikligi;
- maydalash darajasining unchalik katta emasligi;
- ishchi qismlarining yedirilish darajasining yuqoriligi;
- qattiqligi yuqori bo'lgan materiallarni maydalay olmasligi.

Maydalovchi uskunalarning tashish mexanizmlari

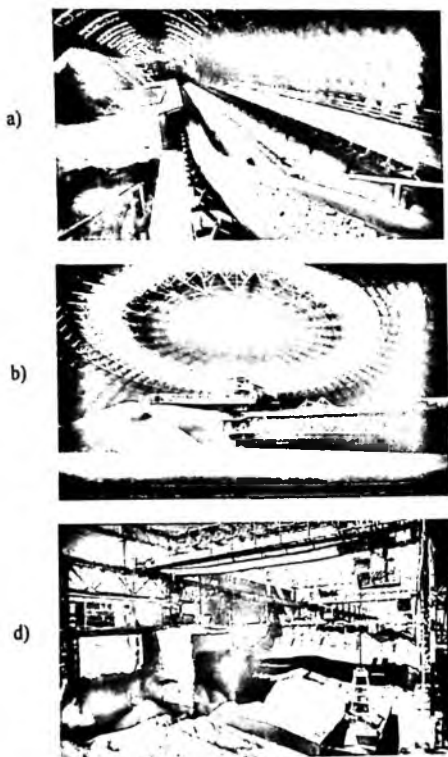
Maydalovchi uskunalarining tashuvchi mexanizmlariga konveyerlar va elevatorlar kiradi [31]. Konveyerlar materialni gorizontaal yoki qiya (20-22° gacha) holatda bir joydan ikkinchi joyga ko'chirishda qo'llaniladi. Maydalangan materiallar uchun tasmali va plastinali konveyerlardan foydalaniladi. Tasmali konveyerlar rezina yoki po'lat tasmali bo'ladi. Rezina tasmalar tepa qismi kesimining shakliga ko'ra tekis va ariqchasimon bo'ladi (32 – rasm).

Eni 0,4 m bo'lgan tasma kattaligi 100 mm gacha va eni 2 m bo'lgan tasma esa kattaligi 900 mm gacha bo'lgan material bo'laklarini tashishi mumkin.

Plastinali konveyerlar – bu qayiqsimon shakldagi po'lat plastinalari o'ziga o'rnatilgan 2 ta uzluksiz zanjirdan iborat mexanizm xisoblanadi. Konveyer qayiqchalari tekis va ariqchasimon ko'rinishda hamda eni 400 dan 1200 mm gacha bo'lishi mumkin.

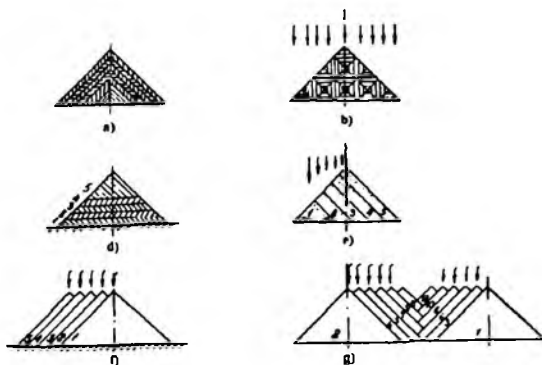
Elevatorlardan sochiluvchan va mayda bo'lak materiallarni vertikal yo'nalishda ko'chirishda foydalaniladi (33 – rasm). Elevatorlarda cho'michlar o'rnatilgan bo'ladi. Unumdorligi 400 t/soatgacha borishi mumkin.

Ishlab chiqarishning quruq usulida yopiq turdagi hamda qatlamlovchi va qatlamlarni ishlay oladigan moslamalari bor omborlarda saqlanadi. Xomashyo omborlari ochiq va yopiq holda, hamda to'g'ri to'rtburchak va aylana shaklda bo'ladi (35 – rasm).



35 – rasm. Xomashyo omborlari:

- a) to'g'ri to'rtburchak shaklidagi yopiq turdagi, b) aylana shaklidagi yopiq turdagi,
d) ochiq turdagi.



36 – rasm. Xomashyo omborida bo'lakli materiallarning qatlamlarini hosil qilish [32]:

a – shevron usuli; b – qavatli joylash usuli; d – gorizontaal yo'nalishda qatlamli to'shish; c – qatlamlarni o'q bo'yicha shakllash; f – uzluksiz to'kish; g – qatlamlarni navbati bilan shakllash

Xomashyo materiallarini tuyish

Xomashyo materiallarini tuyish uchun turli xil tuzilishga ega tuyish uskunalari ishlatiladi. Tuyish, ya'ni mayin holdagi xomashyo aralashmasini tayyorlash sharli quvurli va vertikal jo'vali tegirmonlarda amalga oshiriladi. Bu o'rinda aytish kerakki, tuyish uskunalarining ham bir-biridan farqli, afzallik va kamchilik tomonlari mavjud.

Sharli quvurli tegirmonlar

Sharli va quvurli tegirmonlar uskuna qobig'i uzunligining diametriga nisbatiga ko'ra farqlanadi [26]. Quvurli tegirmonlarda ushbu nisbat $L/D = 3:1$ dan $6:1$ gacha. sharli tegirmonlarda $2:1$ va undan kichik. Ushbu tegirmonlarda materialni tuyilish jarayoni barabanning aylanishi vaqtida sharlarning harakatga kelishi tufayli sodir bo'ladi.

Tegirmonlarning unumdorligiga quyidagi omillar ta'sir etadi:

- aylanishlar soni;
- tegirmon diametri;
- maydalovchi jismlar miqdori, turi (shar yoki silindr) va ularning o'lchamlari;
- tegirmon hajmi;
- materialning maydalanishga moyilligi;
- tegirmon uzunligini uning diametriga (L/D) nisbati;
- tegirmon konstruksiyasi;
- tegirmon ichki devorining po'lat zirx qoplamasi turi va shakli.

Quruq usulda birlik massadagi materialni tuyishdagi elektr energiya sarfi ho'l usuldagi tuyishga nisbatan 30% ga ko'proq. Ho'l usulda po'lat sharlar va tegirmon himoya qoplamalari suv ta'sirida yemirilishi va metallning ma'lum miqdorda suvda erishi sodir bo'ladi. Ho'l usulda suyuq shlamni tuyish jarayonida sharlar diametrining kichrayishi 1-4 mkm/soat ni tashkil qiladi.

Afzalliklari:

- tuzilishining soddaligi va yuqori ishonchligi;
- unumdorligini yuqoriligi.

Kamchiliklari:

- metall sarfining yuqori ekanligi;
- po'lat sharlarning yedirilishi;
- ishlash vaqtida sho'vqin darajasining yuqoriligi;
- energiya sarfining yuqoriligi.

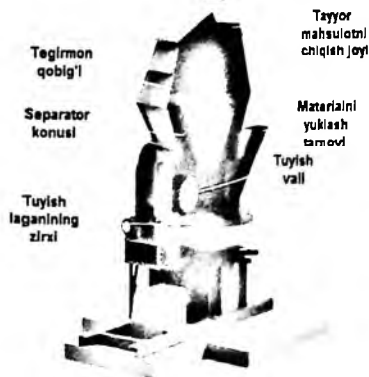
Vertikal jo'vali tegirmonlar

So'nggi yillarda dunyo miqyosida xom ashyoni tuyish uchun Loesche, Gebr.Pfeiffer, Polysius (Germaniya), FLSmidth (Daniya) [23] kompaniyalari vertikal jo'vali tegirmonlarni taklif etib kelishmoqda. Tegirmonlar konstruksiyasi vertikal tikka holatda bo'lib (37 va 38 – rasm), ichki qismida katta tuyish likopchasi, tuyuvchi jo'valar va hokazolardan iborat. Qurituvchi agent tuyish stolining ostiga beriladi va tegirmon qobig'i hamda tuyish stoli oralig'idagi tirqish orqali yetkazib turiladi.



37 – rasm. Vertikal jo'vali tegirmon

1927 yilda Berlindan uzoq bo'lmagan Tel'tov shahrida Ernst Kurt Lyoshe dunyodagi birinchi prujinali jo'valari bor havo oqimili tegirmon ixtirosi uchun patent olgan [25]. Bu jo'vali tegirmonlarning dunyo bo'ylab ommalashishiga ilk turki bo'lgan. Ushbu tegirmon dinamik separatorga ega bo'lgan.



38 – rasm. Vertikal jo'vali tegirmon (MPS 5000, MPS 5300)[33]

Vertikal jo'vali tegirmonlardagi tuyish jarayoni sharli tegirmonlardagidan farq qiladi. Sharli tegirmonda maydalash jarayoni zarb va ishqalanish xisobiga sodir bo'ladi. Vertikal jo'vali tegirmonlarda esa maydalashda material yetarli darajada kuchli ezish bilan bog'liq bosimga duch keladi. Bunda materialning alohida holdagi zarrachalarining buzilishi sodir bo'ladi.

Vertikal jo'vali tegirmonlarga sarflanadigan energetik harajatlarning kamligi va materialning tegirmonda bo'lish vaqtining kamroq ekanligi sababli tuyilgan mahsulot sharli tegirmonlardagi kabi juda qattiq qizib ketmaydi.

Vertikal jo'vali tegirmonlarning elektr energiya iste'moli sharli tegirmonlarga nisbatan 25-40% ga kam. Uskunaning o'zida materialni quritish, tuyish va saralash mumkinligi sharli tegirmonga nisbatan ustunlik beradi.

Yuqori samarador separator vertikal jo'vali tegirmonning titrashini kamayishiga va ishlashining yaxshilanishiga olib keladi. U mayda donador materialni ichki resirkulyatsiyasini kamaytiradi va berilish tezligini oshiradi. Shunday qilib, tuyishga berilayotgan material nisbatan yirik va kam sochiluvchan holda bo'ladi.

Vertikal jo'vali tegirmon xomashyoning sifati va berilish intensivligini o'zgarishiga sezgirroq bo'ladi. Shu sababli, sharli tegirmonni nazorat etish va boshqarish nisbatan osonroq. Shuningdek, sharli tegirmonga texnik xizmat ko'rsatish ham oson.

Sharli tegirmonga nisbatan vertikal jo'vali tegirmon ko'p funksional xisoblanadi. U keng ko'lamdagi mahsulotlar uchun yaroqli va oson moslashtirilishi mumkin. Boshqa tarafdin sharli tegirmonning unumdorligi modernizatsiya qilish orqali oshirilishi mumkin. Biroq, buni vertikal jo'vali tegirmonda bajarishni iloji yo'q. O'ratilish va ishga tushirilish xarajatlari

hududdan kelib chiqqan holda har xil bo'lishiga qaramay, vertikal jo'vali tegirmonning umumiy narxi odatda bir muncha yuqori.



39 – rasm. Vertikal jo'vali tegirmon
(6 ta tuyuvchi jo'va va tuyish lagani)
[34]

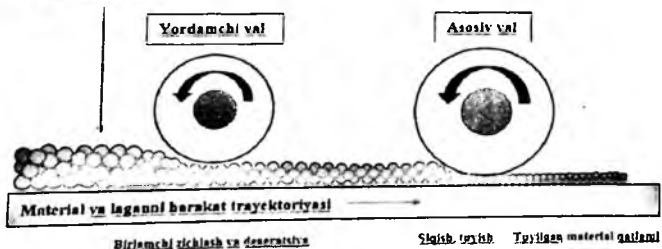
Afzalliklari:

- har xil maydalanish darajasiga va namlikka ega o'lchamlari 80-100 mm gacha bo'lgan materiallarni tuya olishi;
- ixchamligi (separator tegirmonning o'ziga o'rnatilgan);
- xomashyoni tuyish uchun kam elektr energiya sarflanishi (5-7 kW-soat/t);
- ekspluatatsiya harajatlarining kichikligi (sharlarni yuklash va tushirish jarayonining mavjud emasligi);
- shovqin darajasining past ekanligi;
- tuyish jarayoni tezligining yuqori ekanligi;
- chang ajralishining kamligi;
- yuqori unumdorlikka ega ekanligi (1000 t/soat gacha).

Kamchiliklari:

- konstruksiyasining murakkabligi va ta'mirlash jarayonlarining qiyinligi;
- tuyilgan materialni ko'tariluvchi havo oqimi yordamida tashish uchun sarflanadigan elektr energiya sarfining yuqori ekanligi;
- abraziv materiallar tuyilganda tuyuvchi yuzalarni tez-tez almashtirish yoki tiklash lozimligi.

Materialni yuklash



40 – rasm. Vertikal jo'vali tegirmonning ishlash prinsipi

Ushbu turdagi tegirmonlar "Olmaliq KMK" ga tegishli "Jizzax sement" AJ va "Sherobod sement" AJ hamda "Ohangaronsment" AJ korxonalarida o'rnatilgan.

Sement klinkeri va uning asosiy minerallari

Klinker – bu sement ishlab chiqarishdagi yarim tayyor mahsulot xisoblanadi. Ilk bor fransuz Lui Vika tomonidan 1817 yilda olingan.

Klinker sifati uning kimyoviy va mineralogik tarkibiga bog'liq [35]. Kimyoviy tarkib klinkerdagi turli xil oksidlar, mineralogik tarkib esa yuqori haroratda kuydirish jarayonida mana shu oksidlarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'lgan birikmalar nisbati ko'rinishida ifodalanadi.

Portlandsement klinkerining tarkibiga kiruvchi asosiy oksidlar: CaO, SiO₂, Al₂O₃ va Fe₂O₃. Ularning miqdori massa bo'yicha % da: CaO – 64-67; SiO₂ – 21-25; Al₂O₃ – 4-8 va Fe₂O₃ – 2-4. Bulardan tashqari Na₂O, K₂O, MgO, TiO₂, Mn₂O₃ kabilar oz miqdorda uchraydi (13 – jadval).

Mashhur fransuz fizigi va kimyogari A. Le Shatel'e optik usullar va X-nurlar orqali 1882 yilda portlandsement klinkeri 4 ta asosiy mineraldan iborat ekanligini aniqlagan. Keyinchalik 1897 yilda ushbu minerallar Tomebom tomonidan alit, belit, selit va felit deb nomlangan.

Portlandsement klinkeri 1400-1450 °C haroratda kuydirish yo'li bilan olinib, u sement bog'lovchisining xossalriga ta'sir qiluvchi asosiy 4 ta mineraldan iborat bo'ladi [5,26,28,31,35,36]:

- alit (uch kalsiylilikat) – 3CaO·SiO₂ yoki qisqacha C₃S;
- belit (ikki kalsiylilikat) – 2CaO·SiO₂ yoki qisqacha C₂S;
- alyuminat (uch kalsiylilikat) – 3CaO·Al₂O₃ yoki qisqacha C₃A;
- selit (to'rt kalsiylilikat) – 4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ yoki qisqacha C₄AF.

Klinker minerallari toza holdagi birikmalar xisoblanmaydi. Sementning mustahkamlik ko'rsatkichlariga ta'sir qiluvchi omillardan biri bu – klinkerining mineralogik tarkibi xisoblanadi.

13 – jadval

Portlandsement klinkerining kimyoviy tarkibi, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	SO ₃	K.J.Y.
24.10	4.79	5.01	0.03	0.29	56.36	5.40	2.63	0.34	0.80

Izoh: K.J.Y. – kuydirish jarayonidagi yo'qotishlar.

C₃S (40-60%) – asosiy silikat mineral bo'lib, portlandsementning yuqori mustahkamligini, qotish tezligini va boshqa xossalrini boshqaradi. Alitning kristallari geksagonal yoki prizma shakliga ega. o'lehamlari 3...20 mkm, haqiqiy zichligi – 3,15 g/sm³ bo'ladi. C₃S ning 6 ta modifikatsiyasidan faqatgina 2 ta yuqori haroratda hosil bo'ladiganlarigina klinkerda mavjud bo'ladi. Alit tarkibida katta bo'lmagan miqdorda Al₂O₃ va MgO qo'shilmalari bo'ladi.

C_2S (20-30%) – ikkinchi asosiy silikat mineral bo'lib, sekin qotib, uzoq muddat davomida qotganda yuqori mustahkamlikga erishadi [35]. Belit asosan β - formada bo'ladi. U 4 xil polimorf modifikatsiyada uchraydi: α , α' , β va γ . 1420 °C haroratgacha α' - C_2S , 1420 °C dan yuqori haroratda esa α - C_2S ko'rinishida bo'ladi [26]. α' - C_2S klinkerni sovutish jarayonida 670 °C da metastabil β - C_2S ga o'tadi. Keyingi bir tekis sekin sovutishda β - C_2S dan stabil γ - C_2S hosil bo'lishi mumkin. Ushbu jarayon klinker hajmining o'rtacha 10% ga kattalashishi bilan borib, ma'lum bir sharoitlarda klinkerning uvalanishini keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli klinkerni tez sovutilishi C_2S γ -formaga o'tib ketishini oldini oladi. Belit alitga nisbatan ancha sekin qotadi, ammo, yakunida xuddi C_3S kabi mustahkamlikka erishadi. Belitning kristallari zich, chetlari tishli, dumaloq shaklda, o'lchamlari 20-50 mkm, haqiqiy zichligi β - C_2S uchun 3,28 va γ - C_2S uchun 2,97 g/sm³ bo'ladi.

C_3A (3-15%) – suv bilan tez reaksiyaga kirishadi, silikatlar bilan birgalikda sementning boshlang'ich mustahkamligini oshiradi. C_3A oraliq mahsulot tarkibiga kristall hosilalari ko'rinishida kiradi. Klinker tarkibida kalsiy alyumoferritlarning kamayishi xisobiga C_3A ning miqdori ortsa sementning tez qotuvchanligi ortadi. Sulfatli korroziyaning sababchisi xisoblanadi. Kubsimon sistemada juda mayda olti va to'rtburchakli kristallar ko'rinishida kristallanadi. Haqiqiy zichligi – 3,04 g/sm³.

C_4AF (10-20%) – qotish tezligi bo'yicha C_3S bilan C_2S orasida turadi. Haqiqiy zichligi – 3,77 g/sm³.



41 – rasm.
Kalsiy alyumoferrit
(C_4AF)

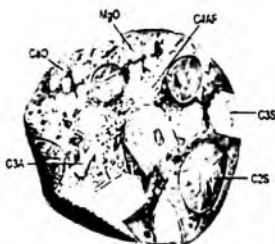
Klinkerning shisha faza (5-15%) - oraliq modda tarkibida bo'lib, CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 va MgO dan iborat bo'ladi. Uning miqdori klinker tarkibiga va sovutish tezligiga bog'liq.

$2CaO(Al_2O_3, Fe_2O_3)$, qisqacha $C_2(A, F)$ – kalsiy alyumoferrit (aralash kristall faza). Agar klinker tarkibida Fe_2O_3 ga nisbatan Al_2O_3 kam miqdorda bo'lsa, ushbu ikkita komponent ohak bilan reaksiyaga kirishib, kalsiy alyumoferritni hosil qiladi. Agar klinker tarkibida Al_2O_3 ko'proq bo'lsa, unda CaO ga boy C_3A ni hosil qiladi [26].

CaO_{erk} (0,5-1%) – erkin holdagi bog'lanmagan ohak yangi kuydirib olingan klinkerda rangsiz izotrop donachalar ko'rinishida uchraydi. Klinker tarkibida 1% dan oshmasligi belgilab qo'yilgan. Aks holda u betonda darzlar paydo bo'lishiga va sement toshining buzilishiga sabab bo'ladi.

MgO_{ert} (5% dan ko'p emas) - erkin holdagi bog'lanmagan magniy oksidi klinkerda periklaz. qattiq aralashmada alyumoferrit yoki uchkaltsiyli silikatda, klinker shishasida bo'ladi. MgO_{ert} CaO_{ert} ga nisbatan suv bilan sekin reaksiyaga kirishganligi sababli uning miqdori 5% dan oshganda qotgan beton yoki sement toshida zo'riqishlar hosil bo'lib, buzilishlarni keltirib chiqarishi mumkin.

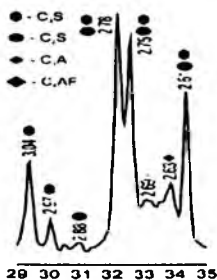
Na_2O va K_2O (0,6%) - ishqorlar klinkerning alyumoferrit fazasida bo'lib, sement tarkibida sulfatlar ko'rinishida mavjud bo'ladi. Ishqorlar barcha klinker minerallarining tarkibiga kiradi. biroq ko'proq alyuminatli fazada aralash kristallar ko'rinishida mavjud bo'ladi.



42 - rasm.
Sement klinkerining
strukturasi [37]

Klinker minerallarining faolligi (mustahkamligi) va gidratatsiya tezliklari turlicha bo'lganligi sababli ularning miqdorini o'zgartirish orqali sement bog'lovchisida kerakli xossalarni hosil qilish mumkin.

Kuydirilayotgan xomashyo aralashmasida talab etilgan suyuq fazani hosil qilish uchun C_3A+C_4AF miqdorini 18-22% atrofida ushlab turish lozim. Bunda C_3A ning miqdori 5-8% atrofida bo'lishi maqbul sanaladi.



43 - rasm. Rentgen difraksiyasi
usulida olingan klinkerni fazaviy
tarkibi [38].

Klinker tarkibida asosiy minerallardan tashqari boshqa xil birikmalar mavjud ekanligi tufayli $C_3S+C_2S+C_3A+C_4AF = 96-98\%$ bo'ladi.

Portlandsement klinkeri to'yinish koeffitsienti (TK), silikat (n) va glinozem (p) modullari bilan tavsiflanadi.

To'yinish koeffitsienti (TK):

$$TK = \frac{(CaO_{um} - CaO_{erk}) - (1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,70SO_3)}{2,8(SiO_2_{um} - SiO_2_{erk})}$$

Ishlab chiqarish amaliyotida TK = 0,83-0,95 atrofida bo'ladi.

Silikat moduli (n):

$$n = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

Oddiy portlandsementlar uchun n = 1,7-3,5. Silikat modulini yuqori bo'lishi, klinker tarkibida kalsiy silikatlari (C₃S va C₂S) ning miqdori yuqori ekanligini va alyuminatli birikmalarning kamligini ko'rsatadi.

Glinozem moduli (p):

$$p = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

Oddiy portlandsementlar uchun p = 1,0-3,0. Glinozem modulini ko'rsatkichi yuqori bo'lganda klinker tarkibida C₃A ning miqdori ko'p, C₄AF esa nisbatan kam bo'ladi. Glinozem modulining ko'rsatkichi kichik bo'lganda esa buning aksi bo'ladi.

14 – jadval

Klinkerning kristall fazalarining xossalari [39]

Fazalar	Kristallarning xossalari					
	Singoniyasi	Shakli	O'lchumi, mkm	Zichligi, g/sm ³	Nur sindirish koeffitsienti Ng	Rangi
C ₃ S	trigonal	geksagonal yoki prizmatik	3-20	3,15-3,20	1,718-1,772	rangsiz
C ₂ S	geksagonal yoki romb	aylanasimon yoki prizmatik	20-50	2,97-3,28	1,717-1,735	sarg'ish
C ₃ A	kub	prizmatik yoki geksagonal	10-15	3,04	1,710	rangsiz
C ₁₂ A ₇	kub	aylanasimon	10-15	2,85-2,90	1,643	rangsiz, shaffof
C ₂ AS	tetragonal	prizmatik	10-15	2,9-3,07	1,669	rangsiz
C ₄ AF	romb	prizmatik yoki aylanasimon	10-15	3,77	2,080	sarg'ish-jigarrangdan qoragacha

Portlandsement klinkeri xomashyosining tarkibini xisoblash

Portlandsementni ishlab chiqarishda klinkerni olish uchun 2 va undan ortiq komponentlardan iborat xomashyo aralashmasidan foydalaniladi. Mazkur holatda xomashyo aralashmasi komponentlarining o'zaro nisbatini topish uchun xisob-kitob amalga oshiriladi [40]. Xisob-kitobni amalga oshirish uchun komponentlarning kimyoviy tarkibi talab etiladi.

Portlandsement klinkerini olish uchun xomashyo komponentlarining sarfi [27]:

- karbonatli komponent 1100-1350 kg/t klinker;
- tuproqli komponent 200-350 kg/t klinker;
- sozlovchi qo'shimchalar 10-100 kg/t klinker.

Ikki komponentli xomashyo aralashmasining xisobi

Xomashyo komponentlarining kimyoviy tarkibi 15 – jadvalda keltirilgan.

15 – jadval

Boshlang'ich materiallarning kimyoviy tarkibi, %

№	Komponentlar	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K.J.Y.	Σ	n	p
1	Ohaktosh	7.84	1.66	1.05	49.09	0.92	-	40.03	100.59	2.89	1.58
2	Tuproq	64.37	16.46	8.15	1.89	0.89	0.79	7.17	99.72	2.62	2.02

KJY – kuydirish (900 °C) jurayonidagi yo'qotishlar.

Komponentlarni 100% ga keltiramiz. Buning uchun koeffitsientlar aniqlanadi: $K_{ohaktosh} = 100/100,59 = 0,9941$; $K_{tuproq} = 100/99,72 = 1,0028$.

16 – jadval

100% ga qayta xisoblangan materiallarning kimyoviy tarkibi, %

№	Komponentlar	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K.J.Y.	Σ
1	Ohaktosh	7.80	1.65	1.04	48.80	0.91	-	39.80	100.00
2	Tuproq	64,55	16,51	8,17	1,90	0,89	0,79	7,19	100,00

Tuproqning n va p modullari me'yorida bo'lganligi sababli ushbu komponentlardan xomashyo aralashmasini tayyorlash mumkin.

TK ni 0,88 deb olgan holda komponentlar nisbatini aniqlash lozim:

$$x = \frac{2,8S_2 \cdot TK + 1,65A_2 + 0,35F_2 - C_2}{C_1 - 2,8S_1 \cdot TK - 1,65A_1 - 0,35F_1}$$

$$x = \frac{2,8 \cdot 64,55 \cdot 0,88 + 1,65 \cdot 16,51 + 0,35 \cdot 8,17 - 1,90}{48,80 - 2,8 \cdot 7,80 \cdot 0,88 - 1,65 \cdot 1,65 - 0,35 \cdot 1,04} = \frac{187,25}{28,50} = \frac{7,066}{1}$$

Shunday qilib, 1 qism tuproqqa 7,066 qism ohaktosh to'g'ri keladi. Tuproq va ohaktosh aralashmasining umumiy miqdori $1 + 7,066 = 8,066$. Xomashyo aralashmasi 87,60 % ohaktosh va 12,40 % tuproqdan iborat bo'ladi. Xomashyo aralashmasi va klinkerning kimyoviy tarkibini xisoblaymiz (17 – jadval).

Xom ashyo aralashmasi va klinkerining kimyoviy tarkibi, %

M	Komponentlar	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	K.J.Y.	Σ
1	Ohaktosh - 87.60	6.83	1.45	0.91	42.75	0.80	-	34.86	87.60
2	Tuproq - 12.40	8.00	2.05	1.01	0.24	0.11	0.10	0.89	12.40
3	Xomashyo aralashmasi	14.83	3.50	1.92	42.99	0.91	0.10	35.75	100.00
4	Klinker tarkibi	23.08	5.45	2.99	66.91	1.42	0.15	-	100.00

Klinker tarkibi (17 – jadval) xomashyo aralashmasini kuydirilgan moddaga nisbatan qayta xisoblab chiqiladi. Qulay bo'lishi uchun qayta xisoblash koeffitsienti aniqlanadi:

$$k = 100 / (100 - K.J.Y.) = 100 / (100 - 35.75) = 1.55642$$

Mana shu koeffitsientni xomashyo aralashmasi qatoriga ko'paytirib natijasi klinker tarkibi qatoriga kiritiladi. So'ngra portlandsement klinkerining TK, n va p modullarini aniqlaymiz:

$$TK = \frac{66.91 - 1.65 \cdot 5.45 - 0.35 \cdot 2.99}{2.8 \cdot 23.08} = 0.88$$

$$n = \frac{23.08}{5.45 + 2.99} = 2.73$$

$$p = \frac{5.45}{2.99} = 1.82$$

Boshlang'ich va xisob-kitob natijasida olingan TK lari bir xil chiqqanda xisoblash to'g'ri bajarilgan bo'ladi. n va p modullar belgilangan chegaralardan chiqmagan holatda chiqqan.

Uch komponentli xom ashyo aralashmasining xisobi

Uch komponentli xom ashyo tarkibini xisoblashda ikkita ko'rsatkichdan foydalaniladi [40]: TK va n yoki p modul.

n moduli ikkinchi ko'rsatkich sifatida qabul qilinganda uchinchi komponent ushbu modulni tushirish yoki ko'tarish talab etilishiga ko'ra tanlanadi. n modulni tushirish kerak bo'lganda Al₂O₃ yoki Fe₂O₃ ga boy komponent (ogarka. temir rudasi. tarkibida Al₂O₃ ko'p bo'lgan tuproqlar. boksit va hokazo) ishlatiladi. n modulni ko'tarish lozim bo'lganda esa SiO₂ ga boy materiallar (trepel, tarkibida SiO₂ ko'p bo'lgan tuproqlar, qum va hokazolar) dan foydalaniladi.

Agar p moduli ikkinchi ko'rsatkich sifatida qabul qilinsa, u holda uni ko'tarish zarur bo'lsa uchinchi komponent sifatida tarkibida Al₂O₃ ko'p bo'lgan tuproqlar, boksit va hokazolar, tushirish talab etilsa, ogarka, temir rudasi va hokazolar ishlatiladi.

Muxammasbayev Aq.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlatish chiqarish texnologiyasi)

Xomashyo aralashmasining tarkibini sozlashda p moduli foydalanilganda n modulining qiymatlarini pasayishiga olib keladi. Quyida uch komponentli xomashyo aralashmasining xisobini ko'rib o'tamiz.

Xomashyo komponentlarining kimyoviy tarkibi 100 % ga keltirilgan holati 18 – jadvalda keltirilgan.

18 – jadval

Boshlang'ich materiallarni kimyoviy tarkibi. %

Nr	Komponentlar	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K.J.Y.	Σ
1	Ohaktosh	0,69	1,15	0,52	54,15	0,49	0,12	42,88	100,00
2	Tuproq	73,79	14,98	3,65	2,71	1,75	0,29	2,83	100,00
3	Ogarka	13,94	1,44	78,40	2,10	0,22	3,10	0,80	100,00

$TK = 0,90$ va $n = 2,3$ deb qabul qilamiz.

Xomashyo komponentlarining o'zaro nisbati aniqlanadi:

$$a_1 = C_1 - 2,8 \cdot S_1 \cdot TK - 1,65 \cdot A_1 - 0,35 \cdot F_1$$

$$a_1 = 54,15 - 2,8 \cdot 0,69 \cdot 0,90 - 1,65 \cdot 1,15 - 0,35 \cdot 0,52 = 50,33$$

$$b_1 = C_2 - 2,8 \cdot S_2 \cdot TK - 1,65 \cdot A_2 - 0,35 \cdot F_2$$

$$b_1 = 2,71 - 2,8 \cdot 73,79 \cdot 0,90 - 1,65 \cdot 14,98 - 0,35 \cdot 3,65 = -209,24$$

$$c_1 = 2,8 \cdot S_3 \cdot TK + 1,65 \cdot A_3 + 0,35 \cdot F_3 - C_3$$

$$c_1 = 2,8 \cdot 13,94 \cdot 0,90 + 1,65 \cdot 1,44 + 0,35 \cdot 78,40 - 2,10 = 62,85$$

$$a_2 = S_1 - n \cdot A_1 - n \cdot F_1$$

$$a_2 = 0,69 - 2,3 \cdot 1,15 - 2,3 \cdot 0,52 = -3,16$$

$$b_2 = S_2 - n \cdot A_2 - n \cdot F_2$$

$$b_2 = 73,79 - 2,3 \cdot 14,98 - 2,3 \cdot 3,65 = 30,94$$

$$c_2 = n \cdot A_3 + n \cdot F_3 - S_3$$

$$c_2 = 2,3 \cdot 1,44 + 2,3 \cdot 78,40 - 13,94 = 169,69$$

$$x = \frac{c_1 b_2 - c_2 b_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}$$

$$x = \frac{62,85 \cdot 30,94 - 169,69 \cdot (-209,24)}{50,33 \cdot 30,94 - (-3,16) \cdot (-209,24)} = 41,80$$

$$y = \frac{a_1 c_2 - a_2 c_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}$$

$$y = \frac{50,33 \cdot 169,69 - (-3,16) \cdot 62,85}{50,33 \cdot 30,94 - (-3,16) \cdot (-209,24)} = 9,75$$

Muxamedbayev A.A. Bop'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Shunday qilib, I qism ogarkaga 41.80 qism ohaktosh va 9.75 qism tuproq to'g'ri keladi. Xomashyo aralashmasining umumiy miqdori $1+41.80+9.75 = 52.55$. Xomashyo aralashmasi 79.54 % ohaktosh, 18.55% tuproq va 1.91% ogarkadan iborat bo'ladi. Xomashyo aralashmasi va klinkerning kimyoviy tarkibini hisoblaymiz (19 – jadval).

19 – jadval

Xomashyo aralashmasini va klinkerning kimyoviy tarkibi. %

No	Komponentlar	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K.J.Y.	Σ
1	Ohaktosh-79.54	0.55	0.91	0.41	43.07	0.39	0.10	34.11	79.54
2	Tuproq-18.55	13.69	2.78	0.68	0.50	0.32	0.05	0.53	18.55
3	Ogarka-1.91	0.26	0.03	1.50	0.04	0.01	0.06	0.01	1.91
4	Xomashyo aralashmasi	14.50	3.72	2.59	43.61	0.72	0.21	34.65	100,00
5	Klinker tarkibi	22.21	5.69	3.96	66.74	1.09	0.31	-	100,00

Klinker tarkibi (19 – jadval) xomashyo aralashmasini quyidirilgan moddaga nisbatan qayta hisoblab chiqiladi. Qulay bo'lishi uchun qayta hisoblash koeffitsienti aniqlanadi:

$$k = 100 / (100 - K.J.Y.) = 100 / (100 - 34,65) = 1,530456$$

Mana shu koeffitsientni xomashyo aralashmasi qatoriga ko'paytirib natijasi klinker tarkibi qatoriga kiritiladi. So'ngra portlandsement klinkerining TK, n va p modullarini aniqlaymiz:

$$TK = \frac{C_0 - 1,65A_0 - 0,35F_0}{2,8S_0}$$

$$TK = \frac{66,74 - 1,65 \cdot 5,69 - 0,35 \cdot 3,96}{2,8 \cdot 22,21} = 0,90$$

$$n = \frac{S_0}{A_0 + F_0}$$

$$n = \frac{22,21}{5,69 + 3,96} = 2,30;$$

$$p = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

$$p = \frac{5,69}{3,96} = 1,44$$

Boshlang'ich va hisob-kitob natijasida olingan TK va n lari bir xil chiqqanda hisoblash to'g'ri bajarilgan bo'ladi.

To'rt komponentli xomashyo aralashmasining xisobi

To'rt komponentli xomashyo tarkibini xisoblashda uchta ko'rsatkichdan foydalaniladi [40]: TK, n va p modul.

Xisob jarayoni qulay bo'lishi uchun qisqartmalardan foydalaniladi:

$$a_1 = 2,8 S_1 \cdot TK + 1,65 \cdot A_1 + 0,35 F_1 - C_1$$

$$b_1 = 2,8 S_2 \cdot TK + 1,65 \cdot A_2 + 0,35 F_2 - C_2$$

$$c_1 = 2,8 S_3 \cdot TK + 1,65 \cdot A_3 + 0,35 F_3 - C_3$$

$$d_1 = C_4 - 2,8 S_4 \cdot TK - 1,65 \cdot A_4 - 0,35 F_4$$

$$a_2 = n \cdot A_1 + n \cdot F_1 - S_1$$

$$b_2 = n \cdot A_2 + n \cdot F_2 - S_2$$

$$c_2 = n \cdot A_3 + n \cdot F_3 - S_3$$

$$d_2 = S_4 - n \cdot A_4 - n \cdot F_4$$

$$a_3 = p \cdot F_1 - A_1$$

$$b_3 = p \cdot F_2 - A_2$$

$$c_3 = p \cdot F_3 - A_3$$

$$d_3 = A_4 - p \cdot A_4$$

Ushbu qisqartmalarni chiziqli tenglamalarga qo'ygan holda quyidagi tenglamalarga ega bo'lamiz:

$$a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1 \cdot z = d_1$$

$$a_2 \cdot x + b_2 \cdot y + c_2 \cdot z = d_2$$

$$a_3 \cdot x + b_3 \cdot y + c_3 \cdot z = d_3$$

Ularni yechgan holda, belgilangan qisqartirishlardan so'ng x, y va z uchun quyidagi qiymatlarga ega bo'lamiz:

$$x = \frac{d_1(b_2c_3 - b_3c_2) + d_2(b_3c_1 - b_1c_2) + d_3(b_1c_2 - b_2c_1)}{a_1(b_2c_3 - b_3c_2) + a_2(b_3c_1 - b_1c_2) + a_3(b_1c_2 - b_2c_1)}$$

$$y = \frac{a_1(d_2c_3 - d_3c_2) + a_2(d_3c_1 - d_1c_2) + a_3(d_1c_2 - d_2c_1)}{a_1(b_2c_3 - b_3c_2) + a_2(b_3c_1 - b_1c_2) + a_3(b_1c_2 - b_2c_1)}$$

$$z = \frac{a_1(b_2d_3 - b_3d_2) + a_2(b_3d_1 - b_1d_2) + a_3(b_1d_2 - b_2d_1)}{a_1(b_2c_3 - b_3c_2) + a_2(b_3c_1 - b_1c_2) + a_3(b_1c_2 - b_2c_1)}$$

Keltirilgan formulalardan foydalanilgan holda xuddi uch komponentli xomashyo aralashmasi kabi xisoblar amalga oshiriladi.

Klinkerning mineralogik tarkibni xisoblash formulalari

Portlandsement klinkerining mineralogik tarkibi 17 va 19 - jadvallardagi klinker tarkibi qatoridagi CaO , SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 larning qiymatlarini quyidagi formulalarga qo'yib xisoblanadi:

Alit (C_3S):

$$\text{C}_3\text{S} = 4,07\text{C} - 7,6\text{S} - 6,72\text{A} - 1,42\text{F} = 4,07 \cdot 66,847 - 7,6 \cdot 22,921 - 6,72 \cdot 6,291 - 1,42 \cdot 3,941 = 50,05 \%$$

Belit (C_2S):

$$\text{C}_2\text{S} = 8,6 \cdot \text{S} + 5,07 \cdot \text{A} + 1,07 \cdot \text{F} - 3,07 \cdot \text{C} = 8,6 \cdot 22,921 + 5,07 \cdot 6,291 + 1,07 \cdot 3,941 - 3,07 \cdot 66,847 = 28,01 \%$$

Uch kaltsiyli alyuminat (C_3A):

$$\text{C}_3\text{A} = 2,65 \cdot \text{A} - 1,70 \cdot \text{F} = 2,65 \cdot 6,291 - 1,70 \cdot 3,941 = 9,97 \%$$

To'rt kaltsiyli alyumoferrit (C_4AF):

$$\text{C}_4\text{AF} = 3,04 \cdot 3,941 = 11,98 \%$$

bu yerda: C, S, A, F – CaO , SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 oksidlari.

Sement ishlab chiqarish usulining tanloviga ta'sir etuvchi omillar

Ishlab chiqarish usulining tanloviga ta'sir etuvchi shart-sharoitlar quyidagilardan iborat [41]:

- xomashyo materiallarining tarkibi va xususiyatlari (bir xilligi, namligi, granulanuvchanligi, qattiqligi, suvda yumshashi va hokazolar);
- yoqilg'i va energiya sarfi (ko'p jihatdan xomashyo xususiyatlari va kam jihatdan texnologik jarayondan kelib chiqadi);
- kapital va ekspluatatsion harajatlilar (texnologik jarayondan kelib chiqadi);
- uskunarlar ishlashining ishonchligi (avtomatlashtirish mumkinligi);
- changsimon gazlarning xossalari (changsizlantiruvchi uskuna va qurilmalar ishlashining samaradorligi).

Issiqlik sarfiga ta'sir etuvchi omillar – bular xomashyoning namligi, ho'l usulda shuningdek, tuproqning dispersligi ham kiradi.

Xomashyo aralashmasini tayyorlashga talab etiladigan energiya sarfiga ko'ra ho'l usul ba'zan quruq usulga nisbatan afzalroq bo'ladi.

Bir xil unumdorlikdagi quruq usuldagi pechga nisbatan ho'l usuldagi pechkaga kattaroq sarf-harajat qilinadi. Quruq usuldagi pechkadan chiqayotgan gazlar miqdori ho'l usuldagi pechkadan chiqayotgan gazlar miqdoriga nisbatan 35-40% kamroq bo'ladi. Xomashyoni tayyorlash va kuydirish bo'limlaridagi changsizlantirish uskunarining narxi ho'l usuldagiga nisbatan yuqori bo'lmaydi.

Muxammatov Ag.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Quritish uchun sarflanadigan issiqlik sarfi xomashyoning namligiga bog'liq bo'lib, 1 kg klinkerga xisoblanganda 110-230 kkal ni, 1 kg bug'lalilgan (parlatilgan) namlikga xisoblanganda esa 1100-1300 kkal ni tashkil etadi.

Yoqilg'i va energetik resurslar muammoliroq bo'lgan hududlarda quruq usulda sement ishlab chiqarish iqtisodiy jihatdan samarali xisoblanadi. Shuningdek, xomashyo komponentlarining yillik o'rtacha namligi yuqori bo'lmaganida va hududda suv resurslari kam bo'lganida ham quruq usul tanlovi to'g'ri sanaladi.

O'zbekistonda yaqin yillarga qadar sement ishlab chiqarish asosan ho'l usulda amalga oshiriladi. Oxirgi 5-10 yillikda yurtimizda sement ishlab chiqaruvchi korxonalar soni sezilarli darajada ortishi kuzatildi va ularning barchasi quruq usulda klinker ishlab chiqarmoqda.

Sement ishlab chiqarish usullari va texnologik sxemalari

Sement ishlab chiqarishning asosiy usullari: ho'l, quruq, yarim quruq va chatishtirilgan. Ular bir-biridan xomashyo aralashmasini tayyorlash va klinkerni kuydirish jarayonlariga ko'ra farq qiladi. Ishlab chiqarish usulining tanlovi xomashyo materiallarining namligiga bog'liq. Dunyodagi sement ishlab chiqarish asosan ho'l usulga asoslangan. Ammo, oxirgi bir necha on yillikda quruq usulda ishlab chiqarish tobora kengayib bormoqda.

Sement ishlab chiqarishning ho'l usuli. Ushbu usulda suyuq holdagi shlam aralashmasining xomashyo komponentlarining zarrachalari o'lchami 80 mkm va undan kichik bo'lgunga (maydalik darajasi) qadar suvli muhitda tuyiladi hamda ushbu o'lchamdagi zarrachalarning miqdori 85-90% ni tashkil etadi. Suvli muhitda tuyilgan shlamning namligi o'rtacha 38-45% atrofida bo'ladi. Tayyor shlam termik ishlov uchun aylanma pechga beriladi. Ushbu usulda ishlab chiqarish sxemasi 44 – rasmda keltirilgan.

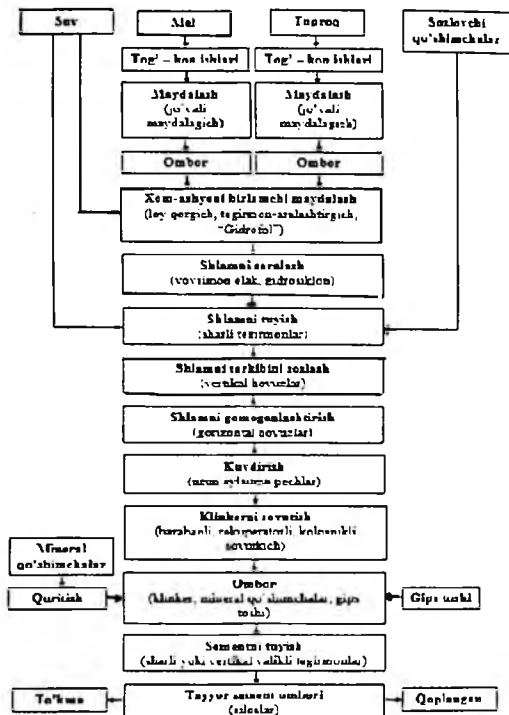
Hozirgi paytga kelib, sement ishlab chiqarishning ho'l usuli quruq usul tomonidan siqib chiqarilmoqda. Yurtimizda ho'l usulda AJ "Bekobodsement", "Ohangaronsement" va "Quvasoysement" korxonalarida portlandsement klinkeri ishlab chiqarilmoqda. Yaqin-yaqingacha xomashyo komponentlarining tabiiy namligi 15% dan yuqori bo'lgandagina ho'l usulda ishlab tavsiya qilingan bo'lsa, hozirda ushbu ko'rsatkich 25-32% bo'lganda ham ushbu usulda ishlab chiqarish korxonalari qurilmayapti.

20 - jadval

Ho'l usuldagi aylanma pechlarining asosiy loyihaviy ko'rsatkichlari (23)

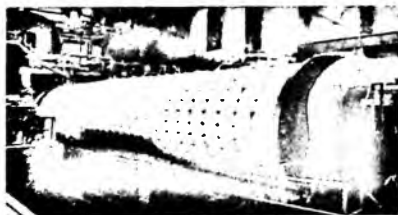
Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Ishlab chiqarish unumdorligi, t/sutka				
		500	600	850	1200	1800
Pech diametri	m	4,3,5	3,6	4,0	4,5	5,0
Pech uzunligi	m	125	150	150	170	185
Soyutkich turi		Rekuperatorli		Kolosnikli, rekuperatorli		
Yoqilg'ining solishtirma sarfi	kg (shartli yoqilg'i) / t (klinker)	190-230				

Muxamedbayev A. A. Bop'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

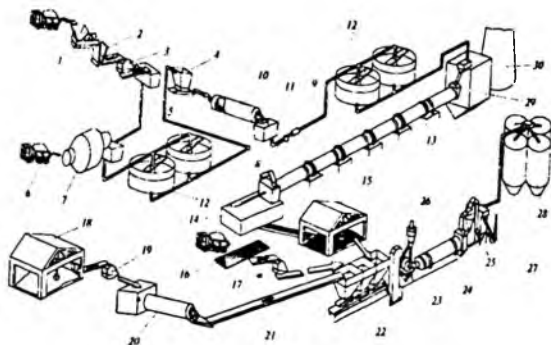


44 – rasm. Ho'l usulda sement ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

46 – rasmda ho'l usulda sement ishlab chiqarish bo'yicha yana bir texnologik tizimlardan biri ko'rsatib o'tilgan.



45 – rasm.
Ho'l usulda ishlab chiqarishdagi xomashyo aralashmasi (shliker) ni tayyorlash tegirmoni



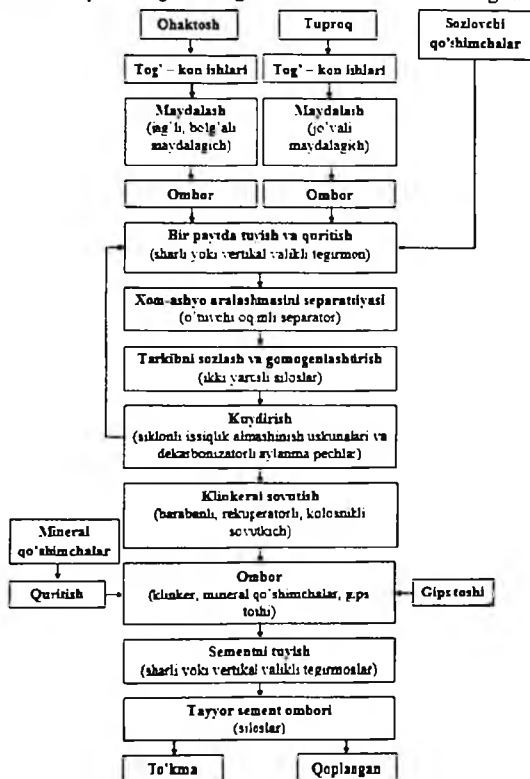
46 - rasm. Ho'l usulda sement ishlab chiqarishning texnologik tizimi:

- 1 - avtotransport, 2 - jag'li maydalagich; 3, 17, 19 - bog'ali maydalagichlar, 4 - bunker, 5 - dozator, 6 - transport, 7 - "Gidrofol" tegirmoni; 8 - nasos, 9 - dozator, 10 - xomashyoni tuyish tegirmoni; 11 - bunker, 12 - shlam saqlanadigan hovuzlar; 13 - aylanma pech; 14 - kolosnikli sovutkich; 15 - klinker ombori; 16 - gipstoshi ombori, 18 - qo'shimchalar ombori; 20 - quritish barabani; 21 - tasmasli konveyer, 22 - bunker-dozator, 23 - maydalagich, 24 - sementni tuyish tegirmoni; 25, 26 - havoni tozalash tizimi; 27 - ventilyator, 28 - silosli ombor, 29 - elektrofiltr, 30 - mo'rkov quvuri

Sement ishlab chiqarishning yarim quruq usuli. Ishlab chiqarishning ushbu usulida tabiiy namligi 15-18% bo'lgan xomashyo materiallari quritish barabanlarida 5% dan yuqori bo'lmagan namlikgacha quritilib, so'ng sharli tegirmonlarda ham quritilib ham tuyiladi. Hosil bo'lgan xom ashyo kukuni granulalash uskunasi yuborilib, u yerda o'rtacha 8% namlikdagi granular olishni xisobga olgan holda purkagich orqali suv purkab granulalash jarayoni amalga oshiriladi. Tayyor bo'lgan granular konveyerli kalsinatorga beriladi. U yerda quritish, qizdirish va dekarbonizatsiya jarayonlari amalga oshirilib, keyingi bosqichda aylanma pechga kuydirish jarayoniga beriladi. Mazkur usulning asosiy kamchiliklaridan biri bu - granularning mustahkamligiga bo'lgan talabning yuqoriligi (granularning buzilishi atmosfera havosiga chiqib ketayotgan havoda chang miqdorini oshishiga va kalsinatorni tez ishdan chiqishiga sabab bo'ladi).

Sement ishlab chiqarishning chatishtirilgan usuli. Ushbu ishlab chiqarish usulida xomashyo aralashmasi (shlam) ni tayyorlash usuli ho'l usuldagi kabi bo'lib, tayyor talab darajasidagi shlam filtpress uskunasi mexanik yo'l bilan 40-45% dan 18-22% namlikgacha suvsizlantiriladi. So'ng aglomeratsiya jarayoni granulyatorlar yoki quritkich-maydalagich tipidagi uskunalarda bajariladi. Ma'lum bir o'lcham va shakldagi donador xomashyo aralashmasi issiqlik almashinish uskunalar (siklon, dekarbonizator) ga, keyin esa aylanma pechga beriladi.

Sement ishlab chiqarishning quruq usuli. Bunda klinkerni olishga sarflanadigan yoqilg'i sarfi boshqa usullarga, ayniqsa, ho'l usuliga qaraganda sezilarli darajada kam ekanligi. Masalan, ho'l usulda klinkerni olishda yoqilg'ini yonishidan hosil bo'ladigan issiqlikning 40-50% shlamdagi namlikni chiqarib, ya'ni bug'latib yuborishga sarflanadi. Quruq usulda xomashyo materiallarining tabiiy namligi 6-25% bo'lganda ushbu issiqlik sarfi 10-25% ni tashkil etadi. Quruq usulda xomashyo aralashmasi kukun holatda birlamchi issiqlik almashinish uskunalari (siklonlar, dekarbonizator) ga beriladi, so'ng 900-1000 °C haroratdagi xomashyo aralashmasi aylanma pechga beriladi. Ushbu usulda sement ishlab chiqarishning texnologik semasi 47 – rasmda keltirilgan.



47 – rasm. Quruq usulda sement ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

1960 – yillarga qadar sement ishlab chiqarishda xomashyoni ho'l usulda tayyorlash juda keng tarqalgan bo'lgan [42]. Tabiiy holdagi namligidan va sifatidan qat'i nazar ohaktosh yoki mergel suyuq holdagi aralashmaga, ya'ni shlamga aylantirilgan. Buning asosiy sabablaridan biri quruq holdagi xomashyo aralashmasini bir xillashtirish (gomogenlashtirish) bo'yicha ishonchli texnologiyaning mavjud bo'lmaganligi bilan izohlanadi.

1970 – yillarga kelib vaziyat butunlay o'zgarishni boshladi [42]. Bunga turki bo'lgan omillardan birinchisi - bu quruq xomashyo aralashmasini tayyorlash va gomogenlashtirish bo'yicha zamonaviy texnologiyalar joriy etila boshlandi. Ikkinchisi yoqilg'i narxini yildan-yilga oshishi kuzatilgani bo'ldi. 1970-2000 yillar oralig'ida bu dunyoda sement ishlab chiqarishda ho'l usuldan quruq usulga o'tish borasida katta ko'lamdagi o'tish jarayonlari sodir bo'ldi.

Hozirgi kunda O'zbekistonda AJ "Qizilqumsement", AJ "Jizzax sement", AJ "Sherobod sement", MCHJ "TuronEcoCement", MCHJ "Kezar", MCHJ "Shorsuv sement" kabi korxonalarda quruq usulda sement ishlab chiqarilmoqda.

Barcha ishlab chiqarish usullari uchun umumiy bo'lgan quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi:

- xomashyo materiallarini saqlash va tayyorlash;
- yoqilg'ini saqlash va tayyorlash (yoqilg'i sifatida qattiq yoki suyuq yoqilg'i ishlatilganda);
- chiqindilardan xomashyo materiallari yoki yoqilg'i sifatida foydalanish;
- pech tizimi, yoqilg'ini yonish tizimi va zararli chiqindi gazlarni kamaytiruvchi uskunalari;
- tayyor mahsulotni saqlash va tayyorlash;
- qoplash va yuklash.

Ishlab chiqarish usullarining afzalliklari va kamchiliklari. Albatta, har bir ishlab chiqarish usulining afzallik va kamchilik taraflari bo'ladi. Masalan, ho'l usulda xomashyoni tuyish jarayonida suvning ishlatilishi ushbu jarayonni yengillashtiradi va hajm bo'yicha shlamning bir xilligiga osonroq erishiladi. Ammo, ushbu holatda aylanma pechda kuydirish jarayonida quruq usulga qaraganda 30-40% ga ko'proq issiqlik sarfi talab etiladi. Shuningdek, katta miqdordagi suvni bug'latilishi talab etilgani uchun aylanma pechning uzunligi uzunroq bo'lishiga sabab bo'ladi. U yoki bu usul tanlovi bir qancha texnologik va texnik-iqtisodiy omillarga bog'liq:

- xomashyo komponentlarining xossalari (qattiqligi, bir xilligi, namligi va b.) ga;
- yoqilg'i turi, sifati va uning hududda yetarli darajada ekanligi.

Xomashyoning tabiiy namligi 18-20% dan yuqori va kimyoviy tarkibi noturg'un bo'lganda ishlab chiqarishning ho'l usuli ma'qulroq xisoblanadi. Bundan tashqari ikkita yumshoq xomashyo komponenti (tuproq va mel) ishlatilganda ham ushbu usuldan foydalanilgan afzalroq. Shunga qaramay hozirgi zamon texnika va texnologiyalari uchun ushbu omillar quruq usulda ishlab chiqarishga jiddiy tarzda to'sqinliklarga ega emas.

Xomashyoning tabiiy namligi 18-20% dan oshmaganda va kimyoviy tarkibi turg'un bo'lganda ishlab chiqarishning quruq usuli ma'qulroq

Muxamedbarov A.A. Bog'lovchi moddalar (Umumiy qurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

xisoblanadi. Ishlab chiqarishning yarim quruq usulidan xomashyo materiallarining plastikligi yetarli darajada hamda mustahkam va termik bardoshli granularlar olish mumkin bo'lganda foydalanilgan ma'qul sanaladi. Agar xomashyo shamlari yaxshi filtrlanish xususiyatiga ega bo'lsa, u holda chatishtirilgan usulni qo'llash tavsiya etiladi.

Ishlab chiqarishning quruq usulida ohaktosh va tuproq maydalash uskunasi chiqqach taxminan 1% namlikgacha quritiladi, dozatorlarda kerakli miqdorda tortiladi va tegirmonda xomashyo kukuniga aylantiriladi. Keyingi bosqichda xomashyo kukunining tarkibi maxsus aralashiruvchi siloslarda sozlanadi. Tayyor kukun holidayi xomashyo aralashmasi siklonli issiqlik almashinish uskunalariga beriladi.

Quruq usulning asosiy afzalliklari:

- ho'l usulga nisbatan aylanma pechning har 1 m² yuzasidan ko'proq klinker olish;
- iqtisodiy tejankorligi (yoqilg'i va elektroenergiya sarfini kamligi, 1 t sement tan-narxining pastligi).

Ho'l usul texnologiyasida xomashyo aralashmasini tuyish jarayonidagi elektroenergiya sarfi boshqa usullardagiga nisbatan kam. Xomashyo aralashmasi, ya'ni shlamni tayyorlash uchun qo'shimcha tarzda 30-50% miqdorda suv kiritiladi. Natijada, yoqilg'i sarfi quruq usulda 1 tonna klinker ishlab chiqarish uchun 100-125 kg sh.yo.. ho'l usulda 185-230 kg sh.yo. ni tashkil etadi.

Ho'l usulda shlam gidrotransport – ariqchali tarmovlar yoki markazdan qochma nasoslar yordamida quvurlar orqali bir joydan ikkinchi joyga ko'chiriladi. Quruq usulda esa buning uchun pnevmotransport, konveyer va elevatorlardan foydalaniladi. Bu esa o'z navbatida korxonada bo'limlari va hududidagi havoni chang bilan ifloslanishini ortishiga olib keladi. Shu sababli ushbu turdagi korxonalarda aspiratsiya havosini changsizlantirish uchun qo'shimcha tarzda havoni tozalash uskunalarini o'rnatilishi talab etiladi.

Aylanma pechlarning bir xil ishlab chiqarish unumdorligida quruq usulda ho'l usulga nisbatan yoqilg'ini yoqishdan hosil bo'lgan gazlar hajmi 35-40% ga kamroq va ushbu gazlarni changsizlantirish bilan bog'liq harajatlar ham ancha kam bo'ladi. Shuningdek, ushbu gazlardan xomashyo materiallarini quritishda foydalanilish imkoniyatlari keng bo'lib, ammo, ushbu holatda kiritiladigan o'zgartirishlar tufayli ishlab chiqarish texnologiyasining murakkablashishi kuzatiladi.

Xomashyo aralashmasi tarkibini sozlash usullari

Ma'lum bir mineralogik tarkibga ega klinker olish uchun xomashyo aralashmasi ma'lum bir kimyoviy tarkibga ega bo'lishi lozim. Bunga tarkibni sozlash orqali erishiladi. Xomashyo aralashmasini tarkibi titr ko'rsatkichiga, berilgan to'yinish koeffitsienti (TK) ga yoki bir vaqtning o'zida ham to'yinish koeffitsienti (TK) ga ham modullar (n, p) dan biriga ko'ra sozlanadi [31].

Titrga ko'ra sozlash. CaCO_3 ni hajmiy miqdoriga ko'ra bajariladi. Sozlovchi shlam miqdori (sozlanuvchi shlamga qo'shilishi lozim bo'lgan) quyidagi formula orqali topiladi:

$$V_2 = V_1 \cdot (T - T_1) / (T_2 - T_1)$$

bu yerda: V_1 – sozlanuvchi shlam hajmi, m^3 ; V_2 – sozlovchi shlam hajmi, m^3 ; T , T_1 , T_2 – tayyor holdagi, sozlanuvchi va sozlovchi shlam titrlari.

Ushbu formula sozlanuvchi va sozlovchi shlamning namlik darajasi bir xil bo'lganda o'rinli xisoblanadi. Temirli komponentni tarkibida sakrash (o'zgarish) lar mavjud bo'lsa, shlam tarkibini sozlash titrga va Fe_2O_3 ni miqdoriga ko'ra bajariladi.

To'yinish ko'rsatkichiga ko'ra sozlash. Ushbu usulda tarkib sozlanganda asosiy xomashyo shlami xisobiy TK ga nisbatan kichikroq TK da tayyorlanadi. Bunday shlam titri odatdagi shlam titriga nisbatan 0.5-1.0 % ga past bo'ladi. Sozlovchi shlamni yuqori TK bilan tayyorlanadi va shlam saqlanadigan hovuzlarda saqlanadi. Sozlanuvchi va sozlovchi shlamlarni massaviy nisbatlari ikki komponentli xomashyo aralashmasini xisoblash formulasi orqali aniqlanadi.

To'yinish ko'rsatkichi va modullardan biriga ko'ra sozlash. Bunday murakkab sozlash odatda ma'lum bir sozlovchi qo'shimchani tarkibiga kiritishni talab etadi.

Qismli sozlash usuli. Xomashyo aralashmasi (shlamni) tarkibini sozlashning qismli usulida sharli tegimonda tuyilgan shlam markazdan qochma nasos bilan 1-vertikal hovuzga beriladi. So'ngra CaCO_3 miqdori yuqori yoki kichik bo'lgan xomashyo aralashmasini shlamni tayyorlanadi va u bilan 2-vertikal hovuz to'ldiriladi. Belgilangan kimyoviy tarkibdagi shlam 2 ta hovuzdagi shlamlarni malum bir nisbatlarda aralashtirish orqali hosil qilib olinadi. Aralashtirish 2 xil usulda bajariladi:

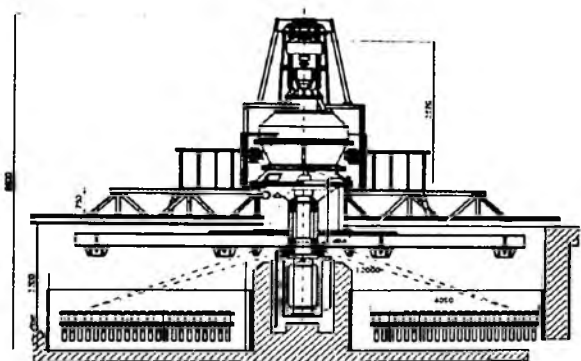
- 1- va 2-hovuzlardan kerakli hajmlarda nasos vositasida 3-vertikal hovuzga haydash orqali;
- 1- va 2-hovuzlardan kerakli hajmlardagi shlamlarni katta gorizantal hovuzga oqizish va u yerda mexanik yo'l bilan aralashtirish.

Birinchi holatda shlamni vertikal hovuzda aralashtirish uchun siqilgan havo beriladi. Shundan so'ng, shlamni kimyoviy tarkibi tekshiriladi va u agar xisobiy qiymatga mos kelsa, tayyor holdagi shlam gorizantal hovuzga beriladi. Mazkur usul shlamni tarkibini aniqroq nazorat qilish imkonini beradi. Biroq u ikkinchi usulga nisbatan ko'p elektr energiya sarfini talab etadi. Ishlab chiqarish korxonalarida odatda birinchi usuldan foydalanishadi.

Portlandsement klinkerini ho'l usulda ishlab chiqarishdagi xomashyo aralashmasi (shlam) ni tayyorlash uskunalari

Agar klinker ishlab chiqarish uchun namligi yuqori bo'lgan xom ashyo qazib olinsa, mahsulotni ishlab chiqarishning quruq usulini qo'llash maqsadga muvofiq emas. Ho'l usulning texnologik sxemasi klinker komponentlarini alohida birlamchi qayta ishlashni nazarda tutadi.

Ho'l usulda ishlab chiqarish jarayonining o'zi juda oddiy. Batafsilroq aytadigan bo'linsa, ohaktoshni bir necha bosqichda maydalash mumkin. Fraksiya taxminan 8-10 mm bo'lishi kerak. Qazib olingan tuproq ham maydalanishga uchraydi. bo'laklarning kattaligi 100 millimetrdan oshmasligi kerak, shundan so'ng u loy qorgichga (48 – rasm) beriladi.



48 – rasm. Loy qorgich [43]

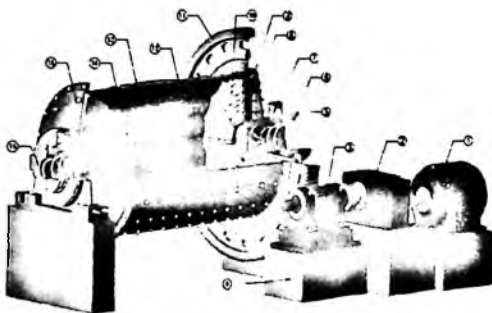
Portlandsement klinkerini ho'l usulda ishlab chiqarishdagi xomashyo tegirmoni 49 – rasmda ko'rsatilgan.

Namlik 70% bo'lgan loydan atala (shlam) olgandan so'ng, biz xomashyoni ohaktosh bilan aralastirishimiz kerak. Jarayon oxirida namlik miqdori 40% gacha kamayadi. Bu yerda ishlab chiqarishning eng muhim bosqichlaridan biri keladi. Shlam tarkibini sozlash uchun vertikal turdagi hovuzga beriladi. Keyingi bosqichda shlam gorizontall turdagi hovuz (50 – rasm) ga beriladi. Shunday qilib, Ø35m gorizontall hovuzlar, hajmi 8000m³ temir yo'l yoki pnevmatik yugurishli ishlab chiqarilishi mumkin.

Tayyor shlam quvurlar orqali aylanma pechlarning ta'minlovchi sig'imga yuboriladi. Shu bilan shlam aylanma pechda termik jarayonlarga duch keladi va yakunda portlandsement klinkeri hosil bo'ladi. Aylanma pechdan qip-qizil rangli cho'g' ko'rinishidagi klinker (51-rasm) sovutish uskunasi ga beriladi.

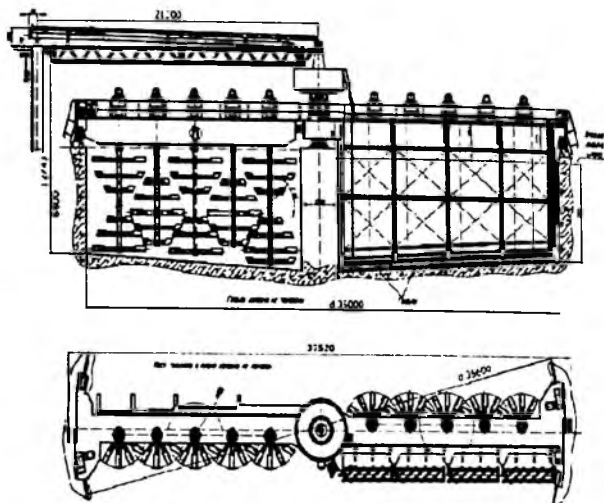
Loy qorgichlarni texnik ko'rsatkichlari [43]

Ko'rsatkichlar nomlanishi	Loy qorgich Ø12 m	Loy qorgich Ø7,8 m
Hovuz diametri, m	12	7,8
Aralashiruvchi mexanizmning aylanish chastotasi, ayl/daqqa	9,7	13
Hovuz tubidan shlamning chegaraviy ruxsat etilgan balandligi, m	0,7	0,7
Yuklanayotgan bo'laklarning yirikligi, mm	200 gacha	150 gacha
Unumdorligi, t/saat		
-bo'kuvchanligi o'rtacha tuproq uchun	65	17
-(tuproq+mel) aralashmasi uchun	110	40-45
-yumshashi qiyin bo'lgan tuproqlar uchun	30	11
Yurilma elektrodvigateli:		
-quvvati, kVt	160	45
-kuchlanish, V	380/660	380
-aylanishlar soni, ayl/daqqa	750	750
Elektrodvigatesiz holatda loy qorgichning og'irligi, t	51,6	



49 – rasm. Ho'l usulda ishlaydigan tegirmon konstruksiyasi [44]:

- 1 – elektrodvigatel; 2 – asosiy reduktor; 3 – shesterniyali val; 4 – poydevor; 5 – yon tomon zirx qoplamasi; 6 – tushirib olish joyi; 7 – podshipnik; 8 – pona; 9 – yon tomon qopqog'i; 10 – panjara; 11 – yotaklanuvchi shesternya; 12 – baraban; 13 – ko'rish darchasi; 14 – baraban zirx qoplamasi; 15 – yon tomon qopqog'i; 16 – yuklash joyi



50 – rasm. Tayyor shlamni saqlash uchun mo'ljallangan gorizontal hovuz [43]

22 – jadval

Gorizontal hovuzlarning texnik ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar nomlanishi	Ø35 m	Ø35 m pnevmatik yugurishli	Ø45 m	Ø25 m
Hovuz diametri, m	35	35	45	25
Hovuz hajmi, m ³	8000	8000	20000	2500
Ko'priknı aylanish chastotasi, ayl/daqıqa	0,25	0,25	0,26	0,3
Aylanma yuritmalarining elektrodvigatellarini o'ratilgan umumiy quvvati, kVt	22	7,5	18,1	13
Siqilgan havo sarfi, m ³ /soat	1200	1200	2000	650
Hovuz balandligi, mm	14448	15160	19353	11288
Hovuzning to'liq yig'ilgan holatdagi og'irligi, t	54,5	41,9	77,1	30,6



51 – rasm. Aylanma pechdan chiqadigan portlandsement klinkeri

Sement ishlab chiqarishning ho'l usulida suyuq holatdagi xomashyo aralashmasi (shlam) ni saqlash hovuzlari

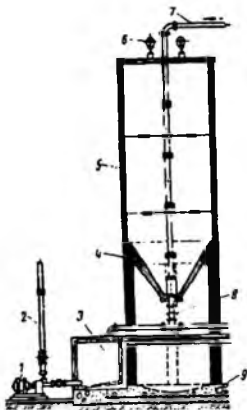
Ishlab chiqarishning ho'l usulida xomashyo tegirmonlaridan shlam temirbeton yoki metalldan bunyod etilgan silindrik shakldagi vertikal hovuzlarga nasoslar yordamida beriladi. Hovuzlar shlam bilan ta'minlovchi qurilmalar va uni aralashtirib turuvchi uskunalar bilan ta'minlangan bo'ladi. Shlamni saqlash vaqtida uni qatlamlashuvini olidini olish va butun hovuz hajmi bo'ylab bir xilligini ta'minlash uchun muntazam ravishda aralashtirib turiladi. Aralashtirish mexanik tarzda va siqilgan havo yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Konstruksiyasiga ko'ra shlamlarni saqlash hovuzlari vertikal va gorizontal turda bo'ladi. Gorizontal turdagi hovuzlar to'g'ri to'rtburchak va doira shaklida bo'ladi. Vertikal hovuzlar shlamni tarkibini soz (korrektirovka) lash va aralashtirish uchun, gorizontal hovuzlar esa shlamni zaxirasini hosil qilish uchun ishlatiladi.

Vertikal shlam hovuzlari. Vertikal hovuzlar temirbetondan va kamdan kam holatda metallardan silindrik shaklli ostki qismi konussimon tubli ko'rinishda barpo etilgan bo'ladi (52 – rasm). Ularning diametri 8-12 m va balandligi 21-25 m bo'lganda hajmi 800-1200 m³ gacha yetadi. Vertikal shlam hovuzlari guruhlarga birlashtirilgan bo'ladi. Shlam ushbu hovuzlarda pnevmatik (siqilgan havo yordamida) usulda 1,5-2,0 atm. bosimida aralashiriladi. Siqilgan havo kompressordan resiver orqali hovuz quvuriga beriladi.

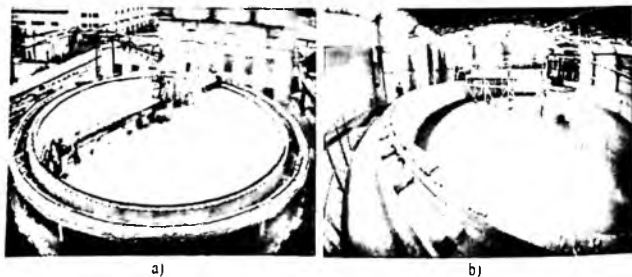
Siqilgan havo berilganda hovuzda puffaklar quvurdan chiqa boshlab yuqoriga tomon harakatlana boshlaydi va jadal turdagi shlamni aralashishi sodir bo'ladi. Havo davriy ravishda har bir hovuzga beriladi. Belgilangan kimyoviy tarkibdagi va butun hajmi bo'ylab bir xil aralashgan shlam hovuzning konus qismidagi tirqish orqali quvur vositasida chiqib ketadi va nasoslar yordamida zaxira gorizontal hovuzlariga yuboriladi. Ushbu hovuzlarning hajmi 3 kunlik shlam zaxirasini ta'minlaydigan darajada bo'lishi lozim. Vertikal

hovuzlarni ostki qismida shlam cho'kkan holda yig'ilib qolishi mumkin. Hovuzlarni tozalash uchun daracha (lyuk) lar mavjud.



52 – rasm. Vertikal shlam hovuz:
1 – nasos; 2 – quvur, 3 – temir beton stakan; 4 – hovuzning konus qismi;
5 – hovuzning silindrik qismi;
6 – shlam quvuri; 7 – havo berish quvuri; 8 – chiqarib yuborish tirqishi;
9 – poydevor

Horizontal shlam hovuzlari. Ushbu turdagi hovuzlar katta hajmlarda bo'ladi. Horizontal hovuzlarning har birini hajmi 5-6 ming m^3 gacha boradi. Ular temir betondan to'g'ri to'rtburchak yoki doira shaklida barpo etilgan bo'ladi. Doira shaklidagi horizontal hovuzlarning diametri 25 va 35 metrni tashkil etadi (53 – rasm). Hovuz markazida temirbetondan iborat markaziy tayanch ustun o'rnatilgan. Unga pnevmomekanik tarzda aralashtiruvchi aralashtirgichlar o'rnatilgan. Hovuzda aralashtirgichlar soatiga 15 ayl. tezligida aylanma harakat qiladi.



53 – rasm. Suyuq holdagi xomashyo aralashmasi (shlam) ni saqlash hovuzlari: a) ochiq holdagi, b) yopiq holdagi

Muxamedbavev Aq.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Doira shaklidagi gorizontal shlam hovuzlarini ishlashi to'g'ri to'rtburchak shaklidagilarga nisbatan oddiy va ishonchli xisoblanadi. Ularda egiluvchan havo shlanglari bo'lmaydi va butun hovuz hajmi bo'ylab bir xil aralashtirilishi ta'minlanmaydi. To'g'ri to'rtburchak shakldagi hovuzlarning burchaklarida shlamni cho'kmalari yig'ilishi sodir bo'ladi. Hovuzlarni to'lishini va shlamni sarfini nazorat etish uchun avtomatik tarzda ishlovchi qurilmalar o'rnatilgan bo'ladi.



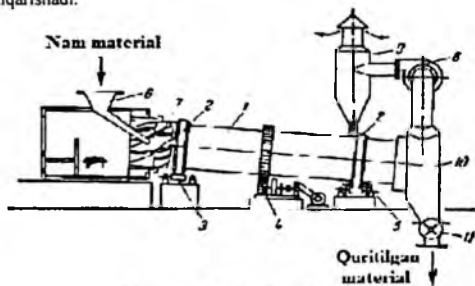
54 – rasm. Shtam hovuzlarini ish vaqtida olingan suratlari

Sement ishlab chiqarishning quruq usulida xomashyo materiallarini quritish

Quruq usulda ishlab chiqarishda xomashyo komponentlarini namligini yuqori bo'lishi ularni tuyish jarayoniga berishdan oldin quritishni talab etadi. Masalan, ohaktoshning namligi 8%, mergelning 5%, tuproqning 20% va ho'l usulda granulalangan domna shlaklarining 35% gacha bo'ladi. Yoqilg'i sifatida ko'mir ishlatilganda uni tuyishdan oldin quritish zarur bo'ladi [26].

Bu holatda quritish jarayonini amalga oshirish uchun barabanli quritgichlardan foydalaniladi (55 – rasm). Barabanli quritgich bu – qalinligi 10-20 mm li po'lat listlarni payvandlashdan hosil qilingan turli xil o'lchamdagi silindr. Barabanli quritgichning uzunligi 50 m gacha, diametri esa 5 m gacha bo'ladi. Baraban uzunligining uning diametriga nisbati (L/D) ning eng maqbul ko'rsatkichi 8-10 oralig'ida xisoblanadi.

Odatda barabanli quritgich gorizontaal tekislikka nisbatan 3-6° qiyalikda o'rnatiladi. Barabanning diametri katta bo'lsa uni kichik qiyalikda o'rnatishadi. Barabanning aylanishlar soni 2-5 ayl/daq. Material barabanli quritgichdan 20-40 daqiqada o'tadi. Barabanli quritgichlar turli xil konstruksiyali ko'rinishlarda ishlab chiqarishadi.



55 – rasm. Barabanli quritgich:

1 – baraban; 2 – bandaj (belbog') lar; 3 – tayanch roliklar; 4 – uzatma; 5 – markazlashtiruvchi-tayanch roliklar; 6 – ta'minlagich; 7 – cho'michlar; 8 – ventilyator; 9 – siklon; 10 – tushirib olish kamerasi; 11 – tushirib olish qurilmasi.

Qurituvchi agent bilan materialning bir-biriga nisbatan harakatlanish yo'nalishiga ko'ra 2 xil bo'ladi:

- material va gaz oqimlari bir-biriga qarama-qarshi harakatlanuvchi (qarama-qarshi oqimli);
- material va gaz oqimlari bir tomonga harakatlanuvchi (to'g'ri oqimli).

Barabanli quritgich tanlovida birinchi galdan quritiluvchi materialning fizik xususiyatlarini inobatga olish zarur: donadorlik tarkibi, quritish jarayonida

material strukturasi o'zgarishga moyilligi, materialning issiq gazlar oqimida o'zini tutishi, talab etiladigan quritish vaqti va hokazo.

Plastik materiallar, masalan, tuproqlar asosan to'g'ri oqimli quritgichlarda quritiladi. Bunda yuqori haroratga ega gaz oqimi nam material bilan ta'sirlashib barabanning kirish tomonidagi ichki devorlarga materialning suvalib qolishini va yopishishining oldi olinadi.

Plastik materiallar qarama-qarshi oqimli quritgichlarga berilganda materialning berilish tezligi sezilarli darajada kamayadi va bu o'z navbatida uskunaning unumdorligini pasayishiga olib keladi.

Ko'mir yoqilg'isini quritish jarayoni to'g'ri oqimli barabanli quritgichlarda olib borilganda uning alanganish xavfi kamayadi. Shu bilan birga qarama-qarshi oqimli quritgichlarda ko'mir yuqori haroratdagi gazlar bilan to'qnashishi sababli yoqilg'ining alanganish ehtimoli yuqori bo'ladi. Biroq, to'g'ri oqimli quritgichlarda qarama-qarshi oqimli quritgichlardagiga nisbatan ko'proq chang ajralib chiqadi.

Barabanli quritgichlarda qurituvchi gazlar sifatida pech orti gazlari ishlatiladi.

Sement xomashyolari tarkibida quyidagicha namlik ko'rinishlari mavjud:

- material zarrachalarini yuzasidagi erkin bog'lanmagan holdagi suv;
- material strukturasi bo'shliqlarni to'ldiruvchi kapilyar namlik;
- material yuzasida adsorbsiyalangan (yutilgan) namlik.

Kimyoviy bog'langan suv materiallar namligini aniqlashda xisobga olinmaydi.

Quritish barabanidagi issiqlik almashinuviga quyidagi omillar ta'sir etadi:

- barabanning aylanishlar soni;
- berilayotgan gazlarning harorati;
- barabandagi gazning harakatlanish tezligi;
- ichki issiqlik almashinish qurilmalarining turi, o'lchamlari va yuzasi.

Barabanning aylanishlar soni qancha katta bo'lsa, shunchalik gazdan materialga issiqlik berilishi ko'proq bo'ladi. Quritish uchun berilayotgan gazlarning harorati iloji boricha yuqori bo'lishi lozim. Gaz bilan material o'rtasidagi harorat farqi qanchalik katta bo'lsa, shunchalik issiqlik almashinuvi yaxshi bo'ladi.

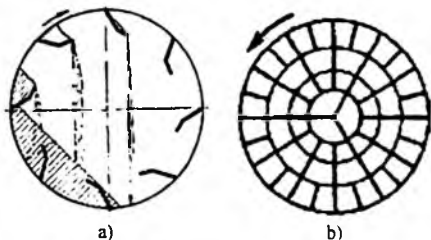
Ichki issiqlik almashinish qurilmalari cho'michli va yacheykali bo'ladi (56 – rasm). Cho'michli issiqlik almashinish qurilmalaridan plastik materiallarni quritishda foydalaniladi.

Odatda material bilan to'ldirilish darajasi cho'michli qurilmalar o'rnatilgan quritish barabanlarida 12-15% va yacheykali qurilmalar o'rnatilganlarida esa 25-30% ni tashkil etadi.

Ba'zan sement ishlab chiqarish korxonalarida tuyish va quritish jarayonlari bir paytning o'zida amalga oshiriladi. Bunda bu ikkita jarayon tegirmonlarda amalga oshiriladi. Quritish uchun sarf etiladigan issiqlik miqdori taxminan quritish barabanlaridagi kabi qoladi. Materialni tegirmonda tuyilish vaqtida

Muxamedbayev Az A. Bog'lovchi moddalar (Umunquritilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

uning qurishi ham sodir bo'ladi. Dunyoning ko'pchilik mamlakatlarida materialni tuyilishi bilan quritilishi bir uskunada amalga oshirilganda issiqlik agenti sifatida aylanma pechlardan yoki klinker sovutkichlaridan chiquvchi gazlar ishlatiladi.



56 – rasm. Issiqlik almashinish qurilmalari:
a) cho'michli; b) yacheykali

Sement ishlab chiqarishdagi yoqilg'i turlari

Sement sanoatida qattiq, suyuq va gaz yoqilg'isi ishlatiladi. Aylanma pechlar uchun yoqilg'i tanlash issiqlik va iqtisodiy xisob-kitoblar asosida bajariladi. Barcha yoqilg'i turlari ichida gaz yoqilg'isi eng maqbuli sanaladi. Aylanma pechlar uchun odatda yuqori issiqlik bera oladigan yoqilg'i talab qilinadi. Yuqori issiqlik bera oladigan gazsimon yoqilg'ilarga tabiiy va koks gazi kiradi. Aylanma pechlarda yoqilg'i sifatida suyuq holdagi mazut yoqilg'isi ham ishlatilishi mumkin. Ushbu turdagi yoqilg'i hozirgi kunda eng qimmat yoqilg'i turlaridan biri xisoblanadi. Qattiq turdagi yoqilg'ilar aylanma pechda yoqilishi uchun ular chang holatiga keltirilishi talab etiladi. Shuningdek, ularga issiqlik bera olish va uchuvchan moddalarni miqdori bo'yicha qo'shimcha talablar mavjud. Gazsimon yoqilg'i qattiq (ko'mir) va suyuq (mazut) yoqilg'ilarga nisbatan aylanma pechlar uchun asosiy yoqilg'i xisoblanadi.

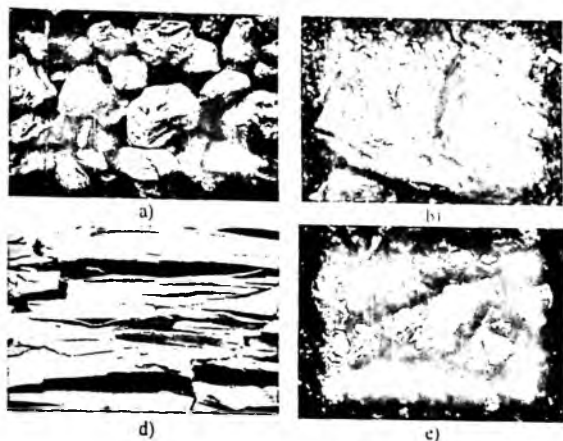
Qattiq yoqilg'i. Bunda yonish issiqligi 20 MDj/kg dan kam bo'lmagan, kul hosil bo'lishi 10-12% dan ko'p bo'lmagan va tarkibida uchuvchan moddalari 20-30% atrofida bo'lgan qattiq yoqilg'i ishlatilinishi ma'qul xisoblanadi. Qattiq yoqilg'i sifatida tosh va qo'ng'ir ko'mirlar, koks maydasi hamda yonuvchan slanetslar ishlatiladi (57 – rasm). Ko'pchilik kuydirish uskunalari uchun qattiq yoqilg'ini birlamchi tayyorlash jarayoni amalga oshiriladi. Shu maqsadda ko'mirni quritish va tuyish bo'yicha alohida bo'linmalar tashkil etiladi. 008 elakdagi qoldiq miqdori 8-16% ni tashkil etadi.

Chang holdagi ko'mir kukuni yoqilganda alohida xossalarga ega bo'ladi. Tarkibida uchuvchan moddalari ko'p bo'lgan ko'mirlar forsunkaga yaqin masofada alangalanib, uzun alanga hosil qiladi. Uchuvchan moddalari kam bo'lgan ko'mirlar esa kech alangalanadi, tez yonib tugaydi va qisqa (kalta)

Muxamedbayev A.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish semenlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

alangani hosil qiladi. Bu ikki turdagi ko'mirlardan kerakli nisbatlarda olgan holda alanga uzunligi va shaklini nazorat qilish mumkin.

Yurtimizda ko'mir Toshkent viloyatidagi Angren konidan tashqari Surxondayo viloyatidagi Boysun va Shorgun konidan qazib olinmoqda. Shorgun va Boysun konlarining umumiy zaxira miqdori 44 mln. tonna bo'lib, yopiq usulda qazib olinadi (23 – jadval) [45].



57 – rasm. Qattiq yoqilg'i turlari:

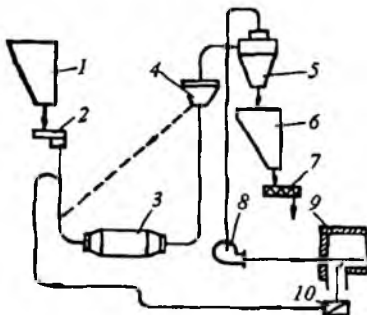
a – toshko'mir, b – qo'ng'ir ko'mir, d – yonuvchi slanes, e – antrasit

23 – jadval

Ko'mirlarning sifat ko'rsatkichlari [46]

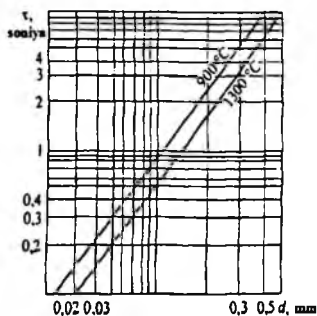
Ko'mir markalari	Namlilik W_r		Kul A^d		Oltinugurt S^d		Yonuvchan moddalarni chiqishi V^{dal}	Yonish issiqligi, kkal/ke		Qo'shilma-larning massaviy miqdori
	o'rtacha	eng yuqori	o'rtacha	eng yuqori	o'rtacha	eng yuqori		Yuqori Q^{dal}	Past Q^f	
2BOMSSh Angren	35,0	40,0	21,5	25,0	1,9	-	35,0	7000	3250	-
1SSSSh Shoreun	8,0	10,0	25,5	30,0	0,7	-	25,0	8100	5200	-
TR Boysun	7,4	10,0	21,0	24,0	0,7	-	16,0	8160	5410	2,0
ISS (briket) Shorgun	6,0	7,0	24,5	29,0	0,7	-	28,1	8100	5250	-

58 - rasmda ko'mir yoqilg'isi changini pechlarga berish sxemasi keltirib o'tilgan [47].



58 - rasm. Ko'mir changini pechlarga berish sxemasi:

- 1 - maydalanigan ko'mir bunkeri; 2 - ta'minlagich; 3 - sharli tegirmon; 4 - separator;
5 - siklon; 6 - chang bunkeri; 7 - shnekli ta'minlagich; 8 - ventilyator; 9 - pech;
10 - pech sovutkichi (havo issitkichi)



59 - rasm. 900-1300 °C haroratda ko'mir changi o'lchamlaridan kelib chiqqan holda yonish vaqti [47]

Ko'mir changini tayyorlash uchun yoqilg'i birlamchi 150-200 mm o'lchamdagi bo'laklarga bo'linadi. Yoqilg'ining namligi yuqori bo'lganda maxsus quritish uskunalarida quritiladi. Ko'mir turli xildagi tegirmonlarda tuyiladi. Tegirmon turi yoqilg'i turi, maydalanishga moyillik koeffitsienti, yoqilg'i tarkibidagi uchuvchan moddalar miqdori kabi omillardan kelib chiqib tanlanadi. Misol uchun toshko'mir va antrasitni tuyish sharli barabanli, qo'ng'ir ko'mirlar tez harakatlanadigan tegirmonlarda amalga oshiriladi. Ko'mirning tuyilganlik darajasi teshiklarini o'lchami 90 yoki 200 mkm li bo'lgan elaklardagi qoldiqqa ko'ra tavsiflanadi. Yoqilg'i tarkibida uchuvchan moddalar miqdori

Muxamedbaxrov An.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

qanchalik ko'p va kul hosil bo'lishi qanchalik kam bo'lsa shunchalik yirik (dag'al) maydalangan bo'lishi mumkin. Yoqilg'ining havo bilan aralashmasining portlash xavfi yuqori xisoblanadi [47].

Suyuq yoqilg'i. Suyuq yoqilg'i sifatida yuqori haroratlarda bug'lanadigan va parchalanuvchan uglevodorodlar aralashmasidan iborat suyuqlik – mazut ishlatiladi. Mazut aylanma pechlar uchun qimmat, tashish va saqlash uchun qulay yoqilg'i turi xisoblanadi. Mazut (arabchadan "mazxulal" - «chiqindi») degan ma'noni bildirib, to'q jigarrang yoki qop-qora rangli suyuqlik. Mazutning zichligi 0,89-1,02 g/sm³. Mazutning tarkibi 24 – jadvalda keltirilgan.

24 – jadval

Mazutning tarkibi

Kimyoviy element nomi	Miqdori, %
Uglerod, C	83-87
Vodorod, H	10-12
Oltinugurt, S	1-3.5
Azol va Kislorod, N+O	0.2-1.9
va boshqa qo'shilmalar (suv va mexanik qo'shilmalarni xisobga olganda)	qolgan

Kul hosil qilishi 0,15-0,20 % dan kichik bo'lmisligi, suv miqdori 1-2%, yonish issiqligi 40 MDj/kg atrofida bolishi lozim. Ishchi yoqilg'ini issiqlik bera olish qobiliyati 9240-9850 kkal/kg. Mazutning yonish tezligi va alangasining nurlanish intensivligi qattiq yoqilg'iga nisbatan kichik bo'lib, kuydirish uchun taxminan 10% ga ko'proq sarflanadi. Yoqilg'i sarfini qisqartirish uchun mazutni qizdirish orqali qovushqoqligini kamaytirish, purkash bosimini kattalashtirish va forsunka kanallari o'Ichamlarini kichraytirish talab qilinadi.



60 – rasm. Mazut

25 – jadval

Mazutlarni zichligi (20 °C da)

Nomi	Mazut							
	Flot		Kam oltinugurtli		Oltinugurtli		Yuqori oltinugurtli	
Qisqacha belgilanishi	F5	F12	M40	M100	M40	M100	M40	M100
Zichligi, g/sm ³ dan ko'p emas	-	-	0,91	1,015	0,931	1,015	0,944	1,015

Forsunkalardagi mazutning harorati va bosimi quyidagi 26 – jadvalda keltirilgan.

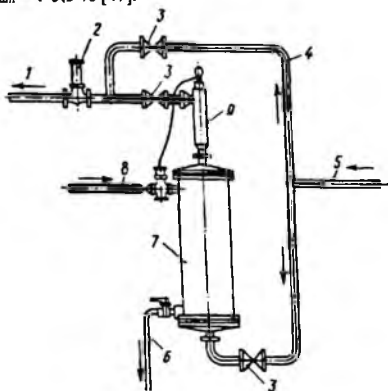
26 – jadval

Forsunkalardagi mazutning harorati va bosimi [27]

GOST 10585 bo'yicha mazut markalari	Harorat, K (°C)	Forsunkalardagi minimal bosim:	
		megapaskal (MPa)	kgs/sm ²
Yoqilg'i mazuti M-40	358 - 373 (85 - 100)	2.0	20
Yoqilg'i mazuti M-100	388 (115)	2,0	20

Pechlarda yoqishdan oldin mazut issitiladi va filtrlanadi. Issitish orqali mazutning qovushqoqligi kamaytiriladi. Bu esa uni quvurlar orqali tashishni osonlashtiradi va forsunkalarda yoqilish jarayonining yaxshilanishiga olib keladi. Mazutni qizdirish uchun 0,8-1,3 MPa (8-13 kgs/sm²) bosim va 180-200 °C haroratdagi bug'dan foydalanish tavsiya etiladi.

Mazut tarkibidagi oltingugurt miqdoriga qarab quyidagi turlarga bo'linadi: kam oltingugurtli $S_{um} \leq 0,5 \%$; oltingugurtli $S_{um} = 0,5-1 \%$ va yuqori oltingugurtli $S_{um} = 1-3,5 \%$ [47].



61 – rasm. Aylanma pechga mazutni berish sxemasi:

- 1 – aylanma pech forsunkasiga, 2 – sarf o'lchagich, 3 – ventily, 4 – mazut quvuri, 5 – mazutni hovuz (sig'im) dan berish quvuri, 6 – kondensatni to'kib yuborish quvuri, 7 – mazutni qizdirish sig'imi, 8 – bug' (par) berish quvuri, 9 – qizdirish nazoratgichi

Gaz yoqilg'isi. Gazsimon yoqilg'i sifatida tabiiy gazdan foydalaniladi (62 – rasm). Yonish issiqligi 32-39 MDj/kg bo'lgan tabiiy gaz keng tarqalgan. Gaz konlariga qarab ulardagi metan miqdori 80-99% ni tashkil etadi. Korxonalariga gaz yoqilg'isi 0,6 MPa bosimidagi magistral gaz quvurlaridan keladi.

Muxamedbavev A.G.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Korxonaning gaz taqsimlash bo'limida gazning bosimi 0,25-0,30 MPa gacha pasaytirilib, iste'mol uchun yuboriladi.

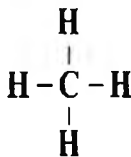


62 – rasm.
Metan gaz quvurlari

Alangasining yoritish ko'rsatkichi pastligiga qaramay gaz nisbatan arzon va qulay yoqilg'i turi xisoblanadi. Bu esa yoqilg'ining solishtirma sarfini oshirishni taqozo etadi. U saqlash uchun qo'shimcha uskuna va sig'implarni talab etmaydi. Yonish vaqtida chiqindi xosil qilmaydi. Atmosferani ifloslantirmaydi. Gazdan foydalanish yoqilg'ini yoqish jarayonlarini avtomatlashtirishni imkonini beradi va texnologik jarayonni yengillashtiradi. Gazlarning kimyoviy tarkibi va yonish issiqligining o'zgarmasligi kuydirish jarayoni va aylanma pechlar ishlashini muvozanatda ushlab turishni ta'minlaydi. Gazsimon yoqilg'i yondirilishdan oldin alohida maxsus tayyorlash jarayonlarini talab etmaydi. Bu esa ishlab chiqarishdagi kapital harajatlarni kamaytiradi va maxsulot tan-narxini pasayishiga olib keladi. Shu va boshqa sabablarga ko'ra gaz sement ishlab chiqarish sanoatidagi asosiy yoqilg'i turiga aylangan.

Biroq, hozirda gaz yoqilg'isi iste'molini kamaytirish va uning o'miga ko'mirdan ko'proq foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Sement sanoatida yoqilg'i bilan bog'liq sarf-harajatlar sement klinkeri tan-narxining 40% gacha bo'lgan miqdorini tashkil etadi. Shu sababli ham sement ishlab chiqarishda yoqilg'i sarfini kamaytirish muhim vazifalardan biri sanaladi.

Tabiiy gaz hidsiz va rangsiz, shuningdek, havodan 1.8-2,0 barobar yengil. Tabiiy gaz tarkibidagi yonuvchan komponentlar: metan (CH_4), uglerod oksidi (CO), vodorod (H_2) va yonmaydigan komponentlar: azot (N_2), uglerod ikki oksidi (CO_2), kislorod (O_2).



63 – rasm. Metan molekulasining strukturasi

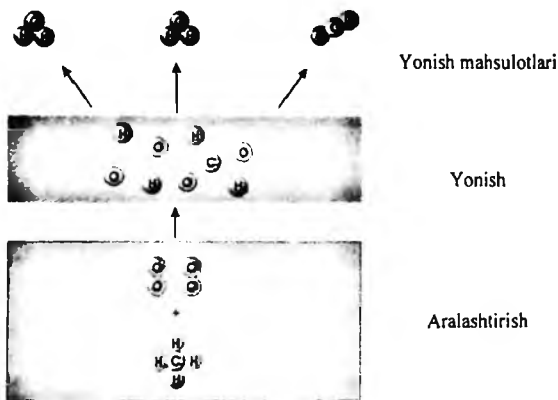
Gazsimon yoqilg'ilarning yonish jarayoni quyidagi fizik va kimyoviy jarayonlar yig'indisidan iborat:

- gazni havo bilan aralashishi;
- gaz aralashmasini qizdirish;
- yonuvchan komponentlarning termik parchalanishi;
- alanganish;
- havodagi kislorod bilan yonuvchan elementlarning kimyoviy birlashishi (mash'alaning hosil bo'lishi);
- jadal tarzda issiqlik ajralishi.

Portlandsement klinkerini kuydirish uchun sarflanadigan shartli yoqilg'i miqdori [27]:

- quruq usulda – 110-135 kg/t klinker;
- yarim quruq usulda – 150-180 kg/t klinker;
- ho'l usulda – 200-235 kg/t klinker.

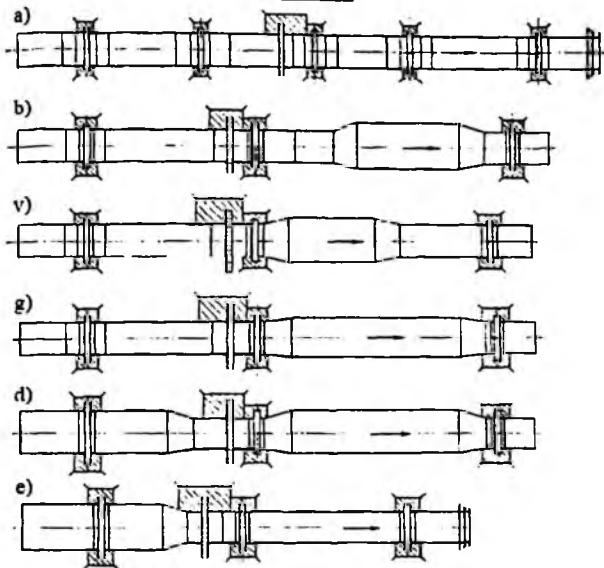
Shuningdek, pechlarni yoqish uchun 0.5-0,6 kg sh.yo. / t klinker talab etiladi.



64 – rasm. Metanning yonish sxemasi [48]

Sement ishlab chiqarishdagi aylanma pechlar va ularda kechadigan texnologik jarayonlar

Bizga ma'lumki, portlandsement klinkerini olish jarayonlari ho'l, quruq va aralash usuldagi aylanma pechlarda bajariladi. Ilk aylanma pechlar diametri 1,8-2,0 m, uzunligi 20 dan 25 m gacha, unumdorligi 30 dan 50 t/sutka gacha bo'lgan [26]. Aylanma pechlarning nisbatan keng tarqalgan turlari quyidagi 65 – rasmda keltirilgan.



65 – rasm. Aylanma pech qobiqlarining konstruksiyalari:

- a) uzunligi bo'yicha diametri bir xil; b) kuydirish qismi kengaytirilgan; v) kalsinatsiyalash qismi kengaytirilgan; g) kalsinatsiyalash va kuydirish qismi kengaytirilgan. d) quritish, kalsinatsiyalash va kuydirish qismi kengaytirilgan (ho'l usuldagi aylanma pechlar); e) qizdirish qismi kengaytirilgan (quruq yoki ho'l usuldagi uzun pechlar)

1895 yilda aylanma pech ixtiro qilingandan so'ng ushbu uskuna portlandsement klinkerini ishlab chiqarish bo'yicha asosiy qurilmaga aylandi. Hanuzgacha vertikal shaxtali pechlar ohak ishlab chiqarishda ishlatilib kelinmoqda. Ushbu pechlar dunyoning ba'zi bir mamlakatlarida va kichik korxonalarda klinker olishda qo'llanilib kelinmoqda. Birinchi aylanma pech ho'l usulda ishlaydigan uzun uskuna bo'lgan. Aylanma pech ichki devorlari olovbardosh materiallar bilan qoplangan po'lat quvurdan iborat bo'lib, uzunligini diametriga nisbati $L/D = 10:1$ dan $38:1$ gacha bo'ladi. Ushbu po'lat quvur 2-7 (yoki undan ortiq) tayanchlar yordamida gorizonta tekislikka nisbatan 2,5-4,5% qiyaqlikda o'rnatilgan bo'ladi.

Aylanma pech 0,5-5,0 ayl/daq tezlik bilan aylanma harakat qiladi. Pech ichidagi material harakati uskunaning qiya o'rnatilganligi va uning aylanishi tufayli amalga oshiriladi. Aylanma pechning kuydirish qismidagi harorat 1400-1500 °C oraliqda bo'lib, yonayotgan alanganing harorati esa 2000 °C atrofida bo'ladi.

Pech qismlarini kengaytirishdan maqsad – bir vaqtning o'zida gazlarning harakatlanish tezligini pasaytirgan holda materialni pechda uzoqroq qolishini ta'minlashdir. Bunda gaz bilan material o'rtasidagi issiqlik almashinuvi yaxshilanadi. Ammo, ushbu holatda materialning notekis harakatlanishi sodir bo'ladi va buning natijasida pechning ishlash sharoitlari yomonlashadi.

Pechning kengaytirilgan qismidan toraytirilgan qismiga o'tish joylarida materialning yig'ilib qolishi kuzatiladi, natijada materialning ishqalanishi ortadi va changlanish jarayoni kuchayadi. O'tish joylarida olovbardosh qoplamanı bir tekis yotqizish murakkab va ko'p mehnat talab qiladi.

Ho'l usulda ishlaydigan pechlar

Portlandsement klinkerini ho'l usulda kuydirib olish jarayoni uzun aylanma pechlarda amalga oshiriladi. Ushbu holatda pech uzunligining uning diametriga nisbati $L/D \approx 37$ ga teng bo'ladi. Keyingi yillarda o'lchamlari 5×185 m va "Volga 75" tipdagi kolosnikli sovutkichi bor aylanma pechlar keng tarqaldi. Mazkur pechlarning unumdorligi 1800 t/sutka ni tashkil etadi va yoqilg'i sarfi ≈ 201 kg/t klinkerga teng [23].

Ho'l usulda ishlaydigan pech ichki issiqlik almashinish qurilmalarini, shlam ta'minlagichi, yoqilg'ini yondirish gorelksi, havoni tortish quvuri, sovutkich va pech gazlaridan tozalash uskunarini o'z ichiga oladi. Aylanma pechning aylanish tezligi 1.0-1.5 ayl/daqiqqa va u gorizontal tekislikka nisbatan 3,5-4% qiyalikda o'rnatilgan bo'ladi. Pech ichi olovbardosh g'isht qoplamalari bilan qoplangan bo'ladi. Shlam pechning sovuq tomonidan beriladi va olov yonadigan tarafga harakatlanadi. Issiq gaz oqimi bilan shlam bir-biriga nisbatan qarama-qarshi harakatlanadi. Materialning pishirilish harorati ≈ 1450 °C ni tashkil etadi. Yuqori haroratdagi gaz oqimi ≈ 1800 °C dan ≈ 200 °C gacha soviydi va elektrofiltirdan o'tkazilib, 100-130 m li vertikal havo (mo'rkon) quvuri orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

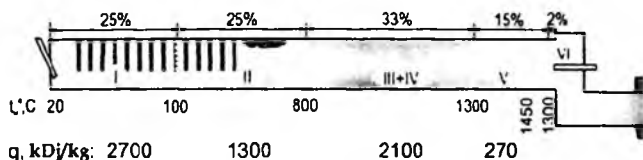


66 – rasm. Sement ishlab chiqarishdagi aylanma pechlar:
a) ho'l usuldagi uzun pechlar, b) quruq usuldagi kalta pechlar

Ho'l usulda ishlaydigan aylanma pech shartli ravishda 6 qismga bo'lingan bo'ladi:

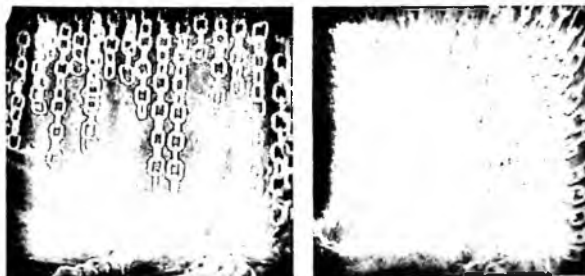
- quritish (material harorati 100-200 °C);
- issitish (material harorati 200-650 °C);
- dekarbonizatsiya (material harorati 650-1100 °C);
- ekzotermik reaksiya (material harorati 1100-1300 °C);
- kuydirish (material harorati 1300-1450-1300 °C);
- sovutish (material harorati 1300-1000 °C).

Aylanma pechning umumiy uzunligidan kelib chiqqan holda ushbu shartli ravishda ajratilgan qismlarning uzunligi odatda quyidagicha bo'ladi (% xisobida): quritish (30-35), issitish (35); dekarbonizatsiya (6-8); ekzotermik reaksiya (10-12); kuydirish (≤ 5) va sovutish (5-7).



67 – rasm. Ho'l usulda ishlaydigan aylanma pechning shartli ravishda qismlarga bo'linishi

Yoqilg'i sarfini kamaytirish va shlamni quritish jarayonini tezlashtirish uchun aylanma pechlarning quritish qismida issiqlik almashinish qurilmalari (zanjirli darpardalar va zanjir orti periferiyali qurilmalar) o'rnatiladi (68 – rasm).

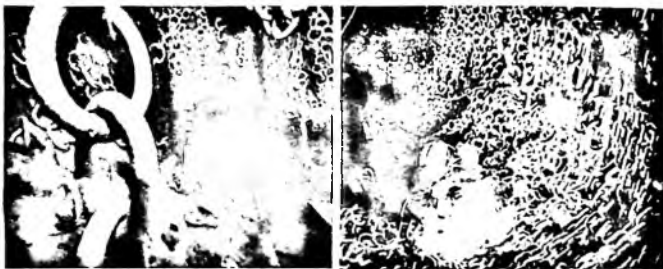


68 – rasm. Zanjirli darpardalar

Ular aylanma pechning 500 °C haroratgacha bo'lgan oralig'ida, undan yuqoriroq haroratli oralig'ida esa keramik issiqlik almashinish qurilmalari o'rnatiladi. Zanjirli darpardalar odatda aylanma pech umumiy uzunligining 25-

35% da joylashgan bo'ladi. Keramik issiqlik almashinish qurilmalari bilan xisobga olinganda aylanma pech uzunligining 50% gacha qismini egallaydi. Zanjirlarning aylanma pech ichiga ilishining har xil usullari bor: erkin va girlyand holda osilgan.

Aylanma pechning uzunligi 125 metr bo'lganda zanjirlar osilgan pech qismining uzunligi 20 metr va 185 metr uchun 42 metr bo'ladi. Zanjirli darpardalar aylanma pech unumdorligini 10% gacha oshirib, yoqilg'i sarfini 5-10% ga kamaytiradi. Zanjirlar dumaloq va oval shakidagi bo'g'imlardan tashkil topgan bo'lib, ular diametri 16-26 mm bo'lgan po'latlardan tayyorlanadi. Zanjirlarning umumiy uzunligi 2000 metrgacha va bo'g'inlarning umumiy sirt yuzasi 1500 m² gacha yetadi. Zanjirli darpardalar osilgan pech qismida harorat 700-800 °C dan oshmasligi lozim.



69 – rasm. Aylanma pechning zanjirli darpardalar osilgan qismidagi ta'mirlash jarayonlari

Shlamning fizik va reologik xossalaridan kelib chiqqan holda zanjirli darparda quyidagi qismlarga bo'linadi:

- oquvchan shlam qismi – bu joyda shlam zanjirlarga yopishib, issiq gaz oqimi bilan shlamning ta'sirlashuv yuzasi ortadi;
- o'tish qismi – bu joyda issiqlik almashinuvini jadallashuvi, shlamning zanjirlarga yopishishi kuzatiladi.

Ho'l usuldagi uzun pechlar "Bekobodsement" AJ, "Ohangaronsement" AJ va "Quvasoysement" AJ korxonalarida o'rnatilgan.

«Vasanta» MChJ sement korxonalarida uchun bir necha yangi ko'rinishdagi to'liq quyma holdagi «Disk» seriyasidagi zanjirlarni taklif etmoqda [49]. Ular quyidagilar: «Disk-0» qo'vurg'alanmagan. «Disk-1» bitta qo'vurg'alangan va «Disk-2» juft qo'vurg'alangan (70 – rasm).

Taklif etuvchilarning ta'kidlashlaricha ushbu zanjirlar boshqa turdagi shu kabi zanjirlardan quyidagi ustunliklarga ega:

- odatdagi dumaloq po'latdan tayorlangan zanjirlarga nisbatan yuqori issiqlik almashinish yuzasiga egaligi;

Muxamedbayev A.A. Bog'lovchi moddalar (Unumondirish texnologiyasini ishlab chikarish texnologiyasi)

- zanjir bog'larining massasi odatdagi dumaloq va D-shaklidagi zanjir bog'larinikidan yuqori emasligi hamda bog'lar qadamining o'zgarmas holda qolishi;
- zanjir bog'larini orasidagi ta'sirlashuv yuzasining ortishi xisobiga zanjir ichki yuzasi yemirilishining sekinlashtirilishi;
- qovurg'ali zanjir yuzasiga yopishgan shlam qatlamining osonroq ajralishi.



70 – rasm. Po'lat zanjirlar [49]:
a) «Disk-0» markali zanjir, b) «Disk-2» markali zanjir

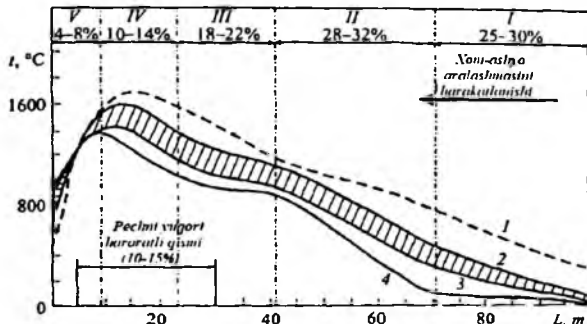
27 – jadval

Ho'l usulda ishlaydigan avlanma pechlarining texnik ko'rsatkichlari

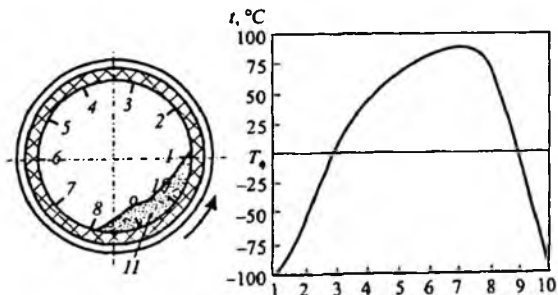
Ko'rsatkichlarni nomlanishi	Pech o'lchamlari, m				
	3,6x118	3,6x127	4x150	4,5x170	5x185
Ichki himoya qoplamasining sirt yuzasi, m ²	1186	1276	1700	2200	2700
Aylanishlar soni, daq ^l	0.55-1.12	0.75-1.5	0.55-1.1	0.6-1.24	0.6-1.24
Zanjirlarni osilish joyining uzunligi, m	21	18-22	30-33	31-42	45-52
Sovutkich turi	Rekuperatorli	Rekuperatorli voki Kolosnikli	Kolosnikli	Kolosnikli	Kolosnikli
Elektrodvigatel quvvati, kW	250	250	150x2	200x2	250x2
36% namlikdagi shlamni kuydirish uchun sarflanadigan solishtirma issiqlik sarfi, MDj/kg klinker	6,56-7,1	6,56-6,9	6,3	6,2-6,65	6,56
36% namlikdagi shlamdagi pechning unumdorligi, t/sutka	456-600	504-621	850	1200-1260	1800
Solishtirma unumdorlik, ke/m ² soat	16-21	18,5-20,3	21	22,7-23,8	27,5
Tayanchlar soni	4	5	6	7	7
Pechning qivaligi, %	3,5	3,5	4	3,5	3,5
Pech massasi, t	980	1050	1430	1950	2500

Klinkerni kuydirishni kompleks tarzda jadallashtirish borasida asosiy chora-tadbirlar quyidagilardan iborat [50]:

- issiqlik almashinish yuzasi katta bo'lgan zanjirli darpardalardan foydalanish;
- issitish qismi (zonasi) da yacheykali issiqlik almashinish qurilmalarini o'rnatish;
- aylanma pechlarning aylanish tezligini oshirish;
- pechlarning kuydirish qismi (zonasi) da kuydirish jarayonini uzun yoqilg'i alangasida olib borish;
- mo'rkonlardagi bosimni oshirgan holatda ularni modernizatsiya qilish.

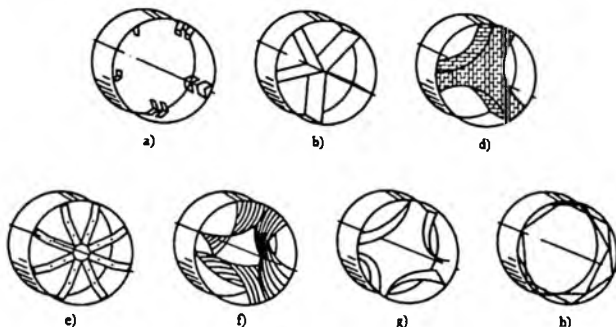


71 – rasm. Sement pechining uzunligi bo'yicha harorat o'zgarishi (ho'l usul) [47]: I-V – pech qism (zona) lari; 1 – gazli muhit; 2,3 – pech ichki himoya qoplamasi; 4 – xomashyo aralashmasi



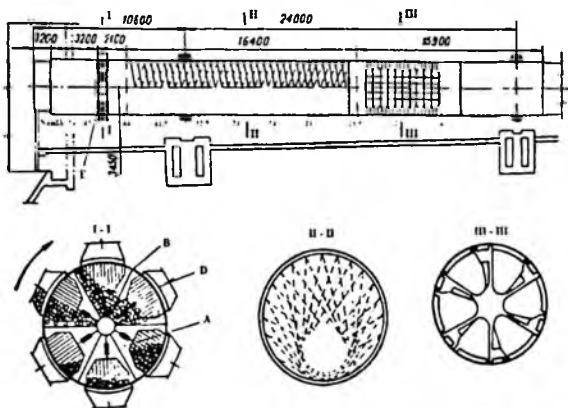
72 – rasm. Aylanma pechni bir marotaba aylanish jarayonida ichki himoya qoplamasini harorat o'zgarishi [47]: 1-10 – ichki himoya qoplamasidagi nuqtalar; 11 – donador material

Nisbatan yuqori haroratli pech qismlarida turli xil issiqlik almashimish qurilmalari o'rnatilishi mumkin (73 – rasm).



73 – rasm. Aylanma pech ichida o'rnatiladigan issiqlik almashinish qurilmalarining umumiy ko'rinishi:

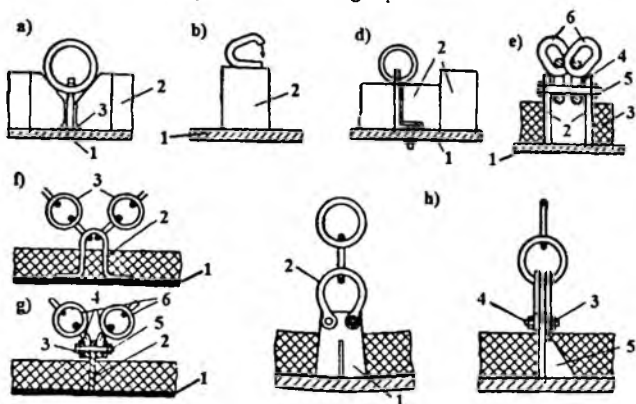
- a) ko'tarma-to'kma cho'michli (tokchali); b) metall yacheykali; d) keramik yacheykali; e) bo'g'inli; f) arkasimon, g) sikloidsimon; h) zanjir



74 – rasm. Ichki issiqlik almashinish qurilmalarining joylashish sxemasi [51]

- I-I – filtr-issitgich; II-II – zanjirli darparda (girlyandalar); III-III – yacheykali issiqlik almashinish qurilmasi. Ostki qismda materialni namligini o'zgarishi % ko'rinishida ifodalangan A – filtr-issitgich bo'linmalari; B – radial panjaralar, D – cho'ntaklar; E – kolosnikli panjaralar

Ularning ba'zilar ko'ndalang kesim bo'yicha pechni bir nechta kichik bo'linma (kanal) larga bo'ladi. Bu esa umumiy issiqlik almashinish yuzasining ortishiga olib keladi. Buning sababi material oqimini bir nechta kichik oqimlarga bo'linishi sanaladi. Bunday issiqlik almashinish qurilmalaridan foydalanish aylanma pech unumdorligini o'rtacha 5-7% ga oshishiga olib keladi. Mazkur issiqlik almashinish qurilmalari issiqlikga bardoshli po'lat yoki olovbardosh keramik materiallardan tayyorlanadi. Bu ularni yuqori haroratli (700-1100 °C) muhitda qo'llanishi bilan bog'liq sanaladi.



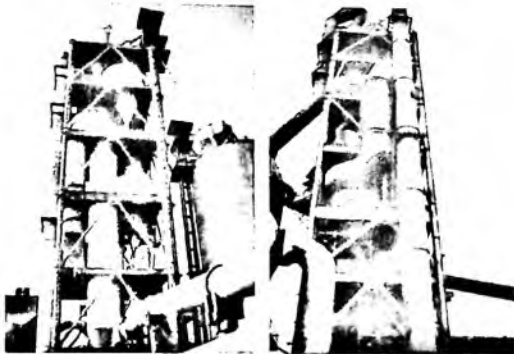
75 – rasm. Zanjirlarni o'rnatish usullari [51]:

a) pech qobig'iga payvandlangan qovurg'aga osilgan xalqa (1-pech qobig'i; 2-olovbardosh qoplama; 3-payvand joyi); b) C - shaklidagi zanjir uchun ilgich (pech qobig'iga yoki rasmda ko'rsatilgandek qoplama bo'lganda maxsus qovurg'aga payvandlanadigan) (1-pech qobig'i; 2-maxsus qovurg'a); d) pech qobig'iga qotirilgan qovurg'ani teshigiga osilgan xalqa (1-pech qobig'i; 2-olovbardosh qoplama); e) pech qobig'iga payvandlangan ustunlarga qotirilgan boltga osilgan zanjirlar (1-pech qobig'i; 2-ustunlar; 3-qoplama; 4-bolt; 5-gayka; 6-zanjirlar); f) pech qobig'iga payvandlangan skobaga ilingan zanjirlar (1-pech qobig'i; 2-skoba; 3-zanjirlar). g) pech qobig'iga payvandlangan plankaga qotirilgan boltga osilgan zanjirlar (1-pech qobig'i; 2-planka; 3-bolt; 4-shaybalar; 5-gayka; 6-zanjirlar); b) pech qobig'iga payvandlangan plankaga bolt orqali qotirilgan quloqqa osilgan zanjirlar (1-planka; 2-quloq; 3-bolt; 4-gayka; 5-qovurg'a)

Quruq usulda ishlaydigan pechlar

Quruq usulda portlandsement klinkerini olishda kalta pechlar qo'llaniladi. Xomashyo aralashmasi pech ortida joylashgan vertikal tikka ko'rinishda o'rnatilgan siklonli-issiqlik almashinish qurilmasi (issitish) va dekarbonizator (dekarbonizatsiya) dan o'tib ya'rim termik ishlov berilgan holatda kalta aylanma

pechga beriladi (76 – rasm). Ya'ni ushbu usulda 60% gacha issiqlik sarf etiladigan dekarbonizatsiya jarayonlari pech tashqarisida amalga oshiriladi [23]. Bu esa pech o'lchamlari, ya'ni uzunligini ho'l usuldagiga qaraganda 2-3 baravar qisqartirish imkonini beradi. Hozirgi davrga kelib dekarbonizatorlarning o'nlab turdagi tizimlari mavjud.



76 – rasm. Siklonli issiqlik – almashinish qurilmasi

Dekarbonizatorli tizimlarning afzalliklari:

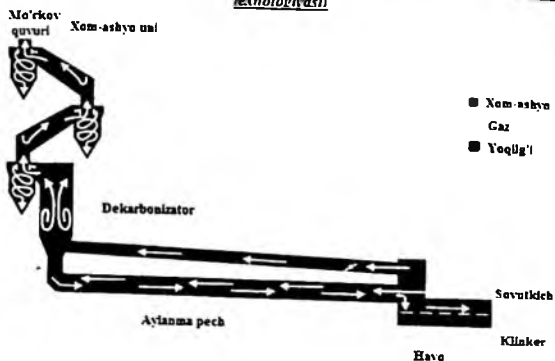
- yuqori unumdorlik (ya'ni 12 ming t / sutka gacha);
- pech o'lchamlarining kichikligi va tayanchlar sonining kam ekanligi;
- olovbardosh qoplamaning yuqori bardoshlilikligi;
- yoqilg'i sarfining kam ekanligi;
- atmosfera havosiga tashlanadigan gazlar miqdorining nisbatan kam ekanligi;
- yuqori darajada avtomatlashtirilganligi;
- ish unumdorligini yuqori ekanligi;

Kamchiliklari:

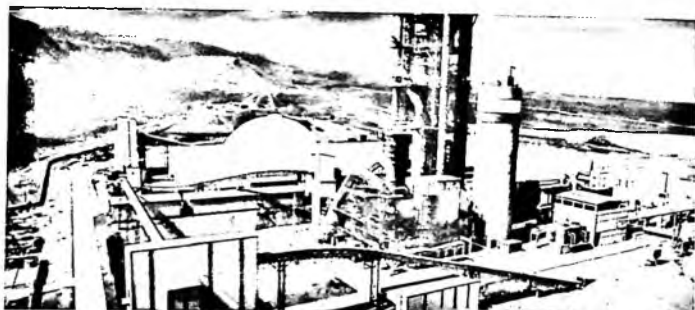
- uskunalarni murakkab ekanligi;
- talab etilgan meyordagi xomashyo tarkibini olish qiyinroq ekanligi;
- bir meyordagi mineralogik tarkibga ega yuqori sifatli klinker olish qiyin ekanligi.

Sement ishlab chiqarishda klinker olish nisbatan ko'proq mehnat talab qiladigan jarayon bo'lib, taxminan sement tan-narxining 70% ni tashkil etadi.

Quruq usuldagi kalta pechlarni "Qizilqumsement" AJ, "Bekobodsement" AJ, "Olmaliq KMK" AJ ga qarashli Jizzax va Sherobod sement zavodlarida hamda boshqa MChJ ko'rinishidagi kichik sement korxonalarida ko'rish mumkin.



77 – rasm. Klinkerni kuydirib olinish sxemasi [52]



78 – rasm. Quruq usulda ishlaydigan zamonaviy "Sherobod sement zavodi"

28 - jadval

Yevropa Ittifoqi hududidagi sement ishlab chiqarish korxonalaridagi solishtirma issiqlik sarflari [22]

Issiqlik energiyasiga ehtiyoj (MDj / t klinker uchun)	Jarayon
3000-4000	Quruq usuldagi ko'p pug'onali siklonli issiqlik almashinish uskunasi (3-6 pug'onali) va dekarbonizatorga pechlar
3100-4200	Quruq usuldagi siklonli issiqlik almashinish uskunali mavjud aylanma pechlar
3300-5400	Yarim quruq / yarim ho'l usul (1.epol pechi)
5000 gacha	Quruq usuldagi uzun aylanma pechlar
5000-6400	Ho'l usuldagi uzun aylanma pechlar
3100-6500 va undan yuqori	Shaxta pechlar va maxsus sement ishlab chiqarishdagi pechlar

Portlandsement klinkerini kuydirish uchun sarflanadigan solishtirma issiqlik sarfining miqdoriga quyidagi omillar ta'sir etadi [22]:

- klinkerni kuydirish tizimining sxemasi va tuzilishi;
- pech orqali o'tayotgan materialning umumiy miqdori;
- xomashyo materiallari va yoqilg'idagi namlik miqdori;
- xomashyo materiallarining xossalari, ularning kuydirilishga moyilligi (kuydirish indeks);
- yoqilg'ining kaloriyasi;
- olinayotgan klinker turi;
- pechga beriladigan yoqilg'i miqdorining aniqligi va bir xilligi;
- nazorat etiluvchi jarayonlarning maqbullashtirilganligi;
- gazning baypaslanish darajasi.

29 – jadval

Quruq usulda ishlaydigan avrim pechlarni unumdorligi [23]

№	Aylanma pech o'lchamlari, D x L, m	Issiqlik almashinish uskunalar	Yoqilg'i turi	Unumdorligi, t/soat
1	4,2 x 68	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	Gaz	180,0
2	4,4 x 52	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	-	125,0
3	4,5 x 80	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	Gaz	130,0
4	4,75 x 74	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	Gaz	208,0
5	4,8 x 72	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	Ko'mir	212,0
6	5,0 x 72	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	Ko'mir	208,3
7	5,0 x 75	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi	Gaz	81,9
8	5,0 x 78	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	Gaz	250,0
9	5,2 x 65	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	-	250,0
10	5,5 x 66	Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi + dekarbonizator	Gaz	258,3

Aylanma pechdagi yoqilg'ining alangasiga bo'lgan asosiy talablar

Klinker hosil bo'lish jarayoni yoqilg'ining yonish joyini ma'lum bir holatda bo'lishini talab qiladi. Bir o'lchamdagi har bir aylanma pech uchun yoqilg'ining yonish qismi ma'lum bir uzunlikda va hajmda bo'lishini talab etadi. Bu orqali xomashyo aralashmasini inobatga olgan holda kerakli minerallarni yuqori haroratlarda hosil bo'lishi uchun talab etiladigan vaqt oralig'i

ta'minlanadi. Alangaga ko'ra aylanma pech uzunligi bo'ylab turli haroratli qism (zona) lar taqsimlanishi o'zgaradi.

Alangani yuqori haroratlarda ushlab turish maqsadida aylanma pechlarda yoqilg'ining yonishi uchun beriladigan ortiqcha havo miqdori 5-10% atrofida bo'ladi ($\alpha=1,05-1,10$). Uni 1 dan kichik bo'lishi ($\alpha \leq 1$) tavsiya etilmaydi. Buning sabablaridan biri yoqilg'ining to'liq yonishi sodir bo'lmasligidadir. Yoqilg'i yongan vaqtda hosil bo'lgan issiqlik kuydirilayotgan materialni, olovbardosh qoplarni va uning sirtini surtma ko'rinishida qoplagan xomashyo aralashmasidan iborat qatlarni va hokazolarni qizdirishga sarflanadi. Bu holatda alanganing uzunligi ham muhim ahamiyatga ega (81 – rasm).



79 – rasm. Ishga tushirish vaqtidagi aylanma pechni ichki ko'rinishi (yoqilg'i tabiiy gaz).

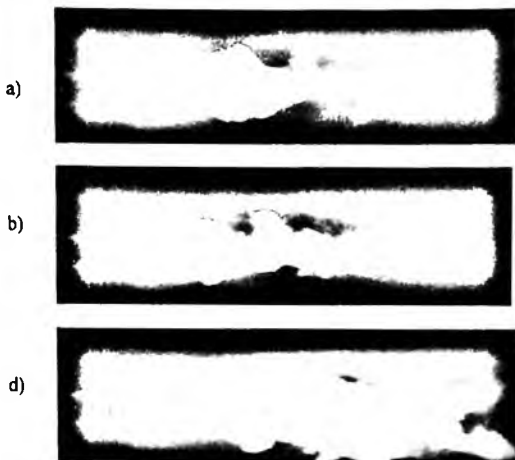


80 – rasm.
Aylanma pechning gorelkasi va yonish jarayoni [161,162]

Portlandsement klinkerini kuydirish jarayonida havoni ortiqcha miqdor koeffitsienti 1,05-1,15 ga teng. Gaz yoqilg'isidan foydalanilganda havoni ortiqcha miqdor koeffitsienti 1,05-1,08. Qattiq va suyuq yoqilg'isi uchun ushbu miqdor – 1,1-1,15.

Yoqilg'i alangasi shaklining to'g'ri tanlovi issiqlik o'tkazuvchanlik sharoitlari, aylanma pechda halqalarning va qaytaruvchi atmosferaning hosil bo'lmasligi. pechni xomashyo aralashmasini berish qismidagi haroratni inobatga olgan holda aniqlanadi. Aylanma pechni bir me'yordagi issiqlik-texnik ish holatida bo'lishi uchun alanga yetarli darajada yorqin, yonish joyida pechning butun hajmini egallamasligi, yonish qismi (zonasi) ning oxirida to'lqinsimon uchlari bilan kuydirilayotgan material va olovbardosh qoplamaga tegishi lozim [47].

Hozirgi vaqtda sement sanoatida kuydirish jarayoni aylanma pechlarda kalta va uzun alangali tarzda olib borilmoqda.



81 – rasm. Aylanma pech ichida yoqilg'i alangasini yonishi:
a) qisqa alanga; b) o'rta alanga; d) uzun alanga

Kalta alangada alanganlash nuqtasi gorelkani soplosiga yaqinlashirilgan holatda bo'ladi. Bunda pechdan chiqib ketuvchi gazlar haroratining 20-50 °C pasayishi va yoqilg'i sarfini kamayishi kuzatiladi. Yuqori haroratli pech qismi (zonasi) da materialning qisqa vaqt oralig'ida bo'lishi va C_3S ning ikkilamchi parchalanishi sodir bo'lmaganligi tufayli klinkerning faolligi (aktivligi) yuqori bo'lishi ta'minlanishi mumkin. Biroq, bunda pechni sifat va miqdor jihatdan xomashyo aralashmasi (shliker) bilan ta'minlanishi bir xilda tekis tarzda olib borilishi lozim. Bundan tashqari, olovbardosh qoplamalar sirtidagi xomashyo aralshmasi surtmasining hosil bo'lish sharoitlari yomonlashadi va yuqori haroratning qisqa joyda bo'lishi sababli olovbardosh qoplamaning ishdan chiqish xavfi ortadi.

Uzun alangada yoqilg'ining yonishi gorelka soplosidan uzoqroqda sodir bo'ladi. Bunda pechning ushbu qismidagi issiqlik tufayli sodir bo'ladigan zo'riqishlar kamayadi va alanganing olovbardosh qoplama hamda uning sirtidagi qoplagan surtmasiga ta'siri kamayadi. Aylanma pechning issiqlik quvvatini oshirish, sokin harakatlanishini va sifatsiz mahsulot chiqishini kamaytirish imkoni yuzaga keladi. Sovutish qismi (zonasi) ning ma'lum darajada uzayishi sababli pechdan chiqayotgan klinker harorati pasayadi.

Muxmedbayev A.R.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Ammo, bundan pechning sovuq tarafidan chiqib ketayotgan gazlarning harorati ortadi. Materialning yuqori haroratli pech qismida uzoqroq qolib ketishi natijasida klinker changi yuzaga kelishi va klinkerning faolligi (aktivligi) pasayishi mumkin. Nurlanish orqali solishtirma issiqlik yo'qotishlarining ortishi sababli alanganing harorati bir qadar pasayadi. Yoqilg'ining kimyoviy jihatdan to'liq yonmasligi kuzatiladi.

Amaliyotda kuydirish jarayonini o'rtacha uzunlikdagi alangali holatda olib borish maqbul sanaladi. Mazkur holatda uzun va kalta alangali yoqishning ijobiy tomonlaridan foydalaniladi. Alanganing maqbul uzunligi taxminan quyidagicha deb belgilangan [47]:

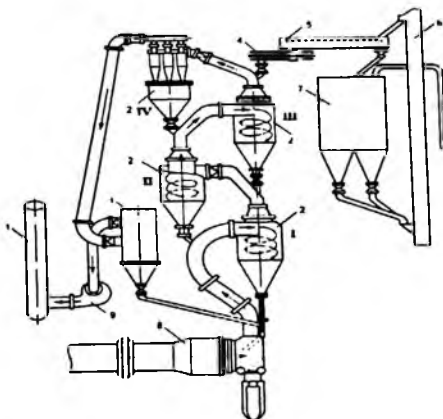
$$L_{alangali} = (6-7) \cdot D_{oq}$$

bu yerda: D_{oq} – olovbardosh qoplama bo'yicha aylana pech ichki diametri, m.

Amaliyotda ushbu ko'rsatkichlardan anchagina chetga chiqish kuzatiladi. Buning sabablari turlicha bo'lib, asosiylaridan biri – klinkerni ishlab chiqarish usuli, aylana pech o'lchamlari, yoqilg'i turi va hokazolar.

Quruq usulda klinker ishlab chiqarishdagi issiqlik almashinish qurilmalari

Siklonli issiqlik almashinish qurilmalari. Siklonli issiqlik almashinish qurilmalari quruq usulda sement ishlab chiqarishda ishlatiladi.



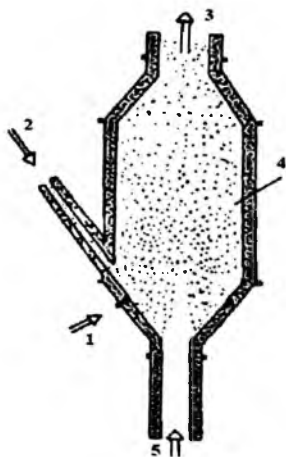
82 – rasm. Pech orti siklonli issiqlik almashinish qurilmalari:

- 1-mo'rkon quvvuri; 2-siklonlar (I, II, III va IV bo'g'in); 3-tutib qolingang chang bunkerlari; 4-shnekli ta'minlagich; 5-transportyor; 6-elevator; 7-xomashyo aralashmasi uni bunkerlari; 8-aylana pech, 9-tutun tortuvchi

Siklonli issiqlik almashinish qurilmalarida xomashyo uniga birlamchi issiqlik ishlovi beriladi. Odatda siklonli issiqlik almashinish qurilmalari bir yoki juft tizimli qilib barpo etiladi. 3-5 bosqich (bo'g'in) li bo'ladi. Xomashyo aralashmasining uni vertikal tarzda joylashgan siklonli issiqlik almashinish qurilmasining eng yuqorisidagi siklonga beriladi. Xomashyo aralashmasi pastga tomon harakatlanib, asta-sekin siklonlardan o'tib boradi. Mazkur xomashyo aralashmasi uniga qarama-qarshi tarzda pechdan chiqayotgan issiq gazlar harakatlanadi. Natijada xomashyo aralashmasi uni va issiq gazlar o'rtasida issiqlik almashinuvi sodir bo'ladi. Siklonli issiqlik almashinish qurilmalaridan xomashyo aralashmasi uni 900 °C da aylanma pechga beriladi. 82 – rasmda siklonli issiqlik almashinish qurilmalari bo'lgan aylanma pech sxemasi keltirilgan [35].

Dekarbonizatorlar. Yoqilg'i sarfi 50-60% bo'lgan barcha dekarbonizatorlarda uchlami havo uchun alohida gaz quvuri talab etiladi va pechlar kolosnikli sovutkich bilan ta'minlangan bo'lishi lozim [53].

Xomashyo aralashmasining dekarbonizatsiyasi, ya'ni karbonatlarning parchalanishi uchun juda katta energiya sarfi (xomashyoga nisbatan olganda 1,3 MDj/kg yoki klinkerga nisbatan olganda 2,0 MDj/kg) talab etiladi:



83 – rasm. Dekarbonizator [32]:
1 – yoqilg'i; 2 – xomashyo aralashmasi uni;
3 – yonish mahsulotlaridan iborat uchib chiqib ketuvchi gazlar va dekarbonizatsiyalangan material;
4 – dekarbonizator; 5 – sovutkichdan berilayotgan havo

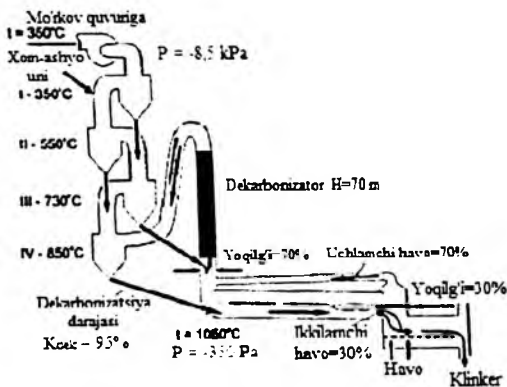
Qizdirish jarayonida xomashyo unining dekarbonizatsiyasi belgilangan haroratda bir lahzada sodir bo'lmaydi. Jarayon 900-1000 °C da yakunlanishi uchun 600-700 °C da boshlanadi. Shu sababli dekarbonizatsiya jarayonida hal

qiluvchi omil sifatida faqatgina harorat ko'rsatkichi ro'l o'ynabgina qolmay, balki xomashyo uning yetarlicha vaqt davomida muallaq holatda ushlab turilishi ham muhim ahamiyatga ega.

Issiqlik almashinish qurilmalarida gazdan muallaq holatdagi xomashyo aralashmasiga issiqlik berilishi soniyalarda yakuniga yetadi. 900 °C da muallaq holatda yuz beradigan to'liq dekarbonizatsiya 2 dan 12 soniyagacha davom etadi. Dekarbonizatorlarda dekarbonizatsiyalanish 90-95% ni tashkil etadi va xomashyo kukunining yopishib qolishi bilan bog'liq muammolar yuz bermasligi uchun bo'lish vaqti 5-8 soniya bo'lishi yetarli xisoblanadi. Normal ishlaydigan tizim 850-900 °C da xomashyo uning muallaq holatda bir necha soniyalar ichida ushlab turilishini va organik moddalarning to'liq yonib ketishini ta'minlashi lozim.

Dekarbonizatordagi yonish jarayoni pechdagiga qarnganda boshqacharoq sharoitlarda sodir bo'ladi [53]:

- yonish 850-900 °C haroratli muhitda sodir bo'ladi (pechda alangani harorati 1850 °C atrofida);
- birlamchi qizigan xomashyo uni dekarbonizatorda muallaq holatda 860-890 °C harorat oralig'ida issiqlikni yutishi lozim.



84 – rasm. Siklon-dekarbonizatorli issiqlik almashinish tizimi

Dekarbonizatorlarning to'xtovsiz va samarali ishlashini ta'minlanishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

- yoqilg'ining kislorod bilan jadal (intensiv) tarzda aralashishi;
- ushlab turish vaqti to'liq yonishni ta'minlash uchun yetarli bo'lishi (5-8 soniya);

Muxamedbayev A.R.A. Bog'loychi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

- uchlamchi havoning harorati kolosnikli sovutkichdan chiqayotganda bir tekis 850-900 °C oralig'ida ushlab turilishi;

- dekarbonizator ichida xomashyo uning bir tekis taqsimlanishida siklon va butun tizimdagi gaz tezligining taqsimlanish sxemasi muhim o'ringa ega. Xomashyo uning notekis taqsimlanishi yonish jarayonini buzadi va CO ning paydo bo'lish ehtimolini yuzaga keltiradi hamda unumdorlikning pasayishiga olib keladi;

- azot oksidlarini qayta azotga aylantirish uchun N_2O tashlamalari past darajada bo'lgan gorelka kerak bo'ladi. Mazkur masala dekarbonizatorning pastki qismida qaytaruvchi muhitni hosil qilish orqali qisman hal etilishi mumkin.

Yaxshi loyihalangan issiqlik almashinish qurilmasi klinkerni kuydirish uchun sarflanadigan issiqlik miqdorini imkon qadar kichik bo'lishini ta'minlashi shart. Bu esa o'z navbatida issiqlik almashinish qurilmasidan chiqib ketayotgan gaz harorati past bo'lishi lozim demakdir.

Siklonli issiqlik almashinish qurilmasi va dekarbanizator metall yoki temir beton konstruksiyalariga o'rnatilib qotiriladi.

Pechning qiyalik va material bilan to'ldirilish darajasi

Aylanma pech uchun eng maqbul qiyalik darajasini tanlash borasida umumiy qoida mavjud emas. Odatda qiyalik darajasi 2 dan 6% gacha va ko'p hollarda 2-4% atrofida bo'ladi. Boshida aylanma pechlar kichik aylanishlar soni (0,5-0,75 ayl/daq) da katta qiyalikka ega bo'lgan. Kichik qiyalik darajasi aylanishlar sonini ko'paytirishni talab etadi. Bu holatda pechdagi material yaxshi aralashadi va issiqlik almashinish jarayoni intensivlashadi. Kichik qiyalik darajasida pechni material bilan to'ldirilish darajasi ortadi va bu o'z navbatida uning unumdorligini oshishiga olib keladi.

Kuydirilayotgan xomashyo aralashmasi pechning ko'ndalang kesimi bo'ylab segment hosil qiladi. Mazkur segment yuzasining pechning umumiy ko'ndalang kesim yuzasiga nisbati pechni material bilan to'ldirilish darajasi deb ataladi va u % ko'rinishida ifodalanadi. Pechni material bilan to'ldirilish darajasi 5-17% oralig'ida bo'ladi [26].

30 – jadval

Pechning qiyalik ko'rsatkichi va material bilan to'ldirilishning eng maqbul darajasi

Qiyalik,%	To'ldirilish darajasi,%
4,5	9
4,0	10
3,5	11
3,0	12
2,5	13

Boshqa tomondan to'ldirilish darajasi aylanma pech uzunligining diametriga bo'lgan nisbati (L/D) ga bog'liq. L/D nisbat – aylanma pechni material bilan to'ldirilishdagi qo'shimcha omil. Aylanma pechlarni material bilan to'ldirilish darajasi 13% dan oshmasligi lozim. Aks holda issiqlik almashinish jarayonlari yomonlashadi.

Aylanma pechlarda klinkerni kuydirish vaqtida ro'y beradigan jarayonlar

Xomashyo aralashmasini kuydirish va klinkerni olish murakkab fizikaviy va fizik-kimyoviy jarayonlar hamohangligida borib, yakunda C_3S , $\beta-C_2S$, C_3A , C_4AF va shisha fazadan iborat kuydirilgan donachalar olinadi. Xomashyo aralashmasida kechadigan jarayonlar xarakteri kuydirish harorati bilan bog'liq tarzda kechadi [54].

Suyuq shlam pechga berilganda 300-600 °C dagi qaynoq gazlar ta'siriga uchraydi. Bunda suvning bug'lanishi sodir bo'lib, shlamning asta-sekin quyuqlashishi kuzatiladi. Suvning katta miqdori bug'langanida katta qumaloq (kesak) lar hosil bo'ladi. Keyinchalik tuproqning bog'lovchilik xossalari yomonlashishi va zanjirli darpardalarning ta'siri tufayli kichik donachalarga bo'linib ketadi.

So'ng pech bo'ylab harakatlanayotgan material undan ham yuqori haroratlarga duchor bo'lishni boshlaydi. 400-500 °C haroratda materialda organik qo'shilmalar yonib ketadi va kaolinit kabi tuproq minerallarining degidratatsiyasi boshlanishi kuzatiladi. Bunda masalan, kaolinit angidriti ($Al_2O_3 \cdot SiO_2$) hosil bo'ladi. Tuproqdan gidrat suvining yo'qotilishi uning plastikligi va bog'lovchilik xossasining yo'qolishiga hamda kesaklar parchalanib harakatchanligi yuqori kukun holiga kelishiga olib keladi. Ushbu barcha jarayonlar materialning harorati taxminan 600-700 °C bo'lguniga qadar davom etadi. Suv bug'lanishi va materialning qurishi sodir bo'ladigan pech qismi quritish qismi (zonasi) deb ataladi.

Tuproq degidratatsiyasi va materialning harorati 700-800 °C gacha ko'tariladigan pech qismi (zonasi) qizdirish deb nomlanadi. Mazkur 2 ta qism (zona) lar pech uzunligining 50-55% ni tashkil etadi.

750-800 °C va undan yuqori haroratda materialni tashkil etuvchilari o'rtasida qattiq holatda kechadigan reaksiyalar boshlanadi. Boshida ular unchalik sezilmasada, material harorati 1000 °C gacha ko'tarilib borishi davomida ularning jadal (intensiv) ligi birdaniga ko'tarilib ketadi. 800 °C da komponentlar o'rtasida o'zaro ta'sirlashuv jarayonlari sodir bo'lishi tufayli kukun zarrachalarining o'zaro birlashishi va har xil o'lchamlardagi donachalarning hosil bo'lishi boshlanadi. Kalsiy karbonat va tuproq minerallarining parchalanish mahsulotlarining o'zaro qattiq fazadagi reaksiyalari natijasida $\beta - 2CaO \cdot SiO_2$, $CaO \cdot Al_2O_3$ va $2CaO \cdot Fe_2O_3$ lar hosil bo'ladi. 900-1000 °C da kalsiy karbonatning parchalanishi birdaniga jaddalashib ketib, erkin holdagi bog'lanmagan kalsiy oksidi hosil bo'lishi va CO_2 gazining uchib chiqishi sodir bo'ladi. $CaCO_3$ ning 900-1100 °C oralig'ida parchalanishi sodir

bo'ladigan pech qismi (zonasi) **dekarbonizatsiya** yoki kalsiylanish deb nomlanadi. Pechning ushbu oralig'ida issiqlik sarfi eng katta bo'ladi (1 kg CaCO_3 uchun 1780 kDj). Bunga sabab CaCO_3 ning parchalanish jarayoni endotermik (issiqlik yutilishi) reaksiya ekanligida.

Kalsiy silikatlari, alyuminatlari va ferritlarining hosil bo'lish reaksiyalari ekzotermik jarayon xisoblanadi. Shu sababli ushbu birikmalarning hosil bo'lishi katta issiqlik ajralishi bilan boradi (1 kg uchun 420 kDj gacha). Natijada materialning harorati 150-200 °C ga ko'tarilishi sodir bo'ladi. Pechning ushbu qismi (zonasi) **ekzotermik** reaksiyalar nomini olgan. Bu yerda C_2S ning hosil bo'lish tezligi ortadi. CA ning C_3A ga va keyinchalik C_3A ga aylanishi sodir bo'ladi. Ekzotermik reaksiyalar qismi (zonasi) ning so'ngida material harorati 1300 °C gacha ko'tariladi. Shu vaqtda material asosan C_2S , C_3A , C_4AF yoki C_2F hamda ma'lum bir miqdordagi erkin bog'lanmagan holdagi CaO dan iborat bo'ladi. Shu bilan birga suyuq fazada C_2S va CaO dan portlandsementning asosiy minerali C_3S ni hosil qilish uchun qulay sharoitlar hosil qilinadi. Ushbu birikma suyuqlanmada yomon eriganligi sababli mayda kristall ko'rinishida ajralib chiqadi. Keyinchalik ushbu kristallar yiriklashishi mumkin. C_3S ning ajralib chiqishi natijasida suyuqlanmadagi C_2S va CaO ning konsentratsiyasi kamayib boradi. Bu esa materialning qolgan qismida qattiq holda qolgan moddalarning yangi suyuqlanmalarga aylanishiga sabab bo'ladi. Keyinchalik undan yana yangi C_3S minerallari hosil bo'la boshlaydi. Alit (C_3S) hosil bo'ladigan pech qismi (zonasi) **kuydirish** deb ataladi. Bunda material 1300 dan 1450 °C ga qadar qiziydi.

Kuydirish harorati asosan boshlang'ich xomashyo materiallarining xossalariga, ularning tarkibida qo'shilmalarning mavjudligiga, tuyilganlik darajasiga va aralashmaning hajmi bo'yicha bir xilda bo'lishligiga bog'liq. Maqbul deb topilgan kuydirish haroratida materialni ma'lum aniq bir vaqt ushlab turish ham muhim sanaladi. Chunki material kuydirish zonasida me'yoridan ortiq qolib ketsa erkin bog'lanmagan holdagi CaO ning to'liq holda birikma ko'rinishiga o'tishiga sabab bo'ladi. Buni agar ijobiy holat deb qaralsa, boshqa tomondan bu holat alit kristallarining haddan tashqari yiriklashib ketishiga olib keladi. Bu esa sement xossalariga salbiy ta'sir etishi mumkin. Uzoq yillik ilmiy-tadqiqot va ishlab chiqarish amaliyoti natijalari yuqori fizik-mexanik ko'rsatkichlar tarkibida 0,5-1 % erkin holdagi bog'lanmagan CaO mavjud klinkerlar asosida tayyorlangan sementlarda bo'lishligini ko'rsatmoqda.

Suyuq fazaning hosil bo'lish harorati va uning miqdori kuydirish vaqtida C_3A va C_4AF larning hosil bo'lishini ta'minlovchi xomashyo komponentlariga bog'liq. Klinker hosil bo'lish jarayonlarini tezlashtirish uchun maxsus mineralizator qo'shimchalardan foydalaniladi. Masalan, CaF_2 , Na_2SiF_6 yoki MgSiF_6 , ruda yoki kolchedan ogarkalari ko'rinishidagi temir oksidi, gips, fosfogips va hokazolar.

Kuydirish qismi (zonasi) dan so'ng kuydirilayotgan klinker **sovutish** qismi (zonasi) ga beriladi. Taxminan 1300 °C ga qadar suyuq faza mavjud bo'ladi va CaO ning C_2S bilan birikib C_3S ga aylanishi davom etadi. So'ng suyuq faza soviydi va kuydirish yakunlanadi. Ushbu joyda klinkerning harorati 1300 °C dan

Muxamedbayev A.R. A. Bog'lovchi miqdalar (Umumiy o'rnatilgan sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

1000-1100 °C gacha tushiriladi. Odatda klinker 1450 dan 1300 °C gacha va undan past haroratgacha sovutilganda suyuq faza qisman shisha ko'rinishida soviydi. Suyuqlanmaning kristallanish darajasi materialni kuydirish qismi (zonasi) dan chiqqanidan keyingi sovutish tezligiga bog'liq. Sovutilgan klinker asosan silikat minerallarning kristallari (alit va belit) va (shisha, C_4AF , C_2A , C_3A) hamda kristall ko'rinishidagi CaO va MgO larni o'z ichiga olgan oraliq moddalardan tashkil topgan bo'ladi.

Sanab o'tilganlardan tashqari klinker tarkibida boshqa kristall va amorf birikmalar ham mavjud bo'lib, ularning miqdori ko'p emas.

Sovutish tezligidan kelib chiqqan holda nafaqat shisha fazaning miqdori balki periklaz (MgO) kristallari o'lchamlari ham o'zgaradi. Sekin sovutilgan klinkerlarda MgO ning yirik kristallari (30-40 mkm gacha) mavjud bo'lib, ular o'z navbatida qotish vaqtida sement hajmining notekis o'zgarishini keltirib chiqarishi mumkin. Tez sovutilgan klinkerlarda MgO ning katta qismi shisha tarkibida qolib ketadi, qolgan qismi esa mayda kristall (8-10 mkm gacha) holatga o'tib ketib, qotish vaqti yakunida sement hajmining bir tekis o'zgarishiga deyarli salbiy ta'sir ko'rsatmaydi.

Klinker qanchalik tez sovutilsa, kristallarining o'lchamlari shunchalik kichik bo'lgan holda nisbatan ko'p miqdorda shisha hosil bo'ladi. Klinker tuzilishiga hattoki sovutish tezligidagi kichik farq ham ta'sir ko'rsatadi. Klinkerni sovutish tezligidan kelib chiqqan holda mineralogik tarkibi va kristall strukturasi keskin farq qilishi mumkin.

CaO va tuproq minerallari o'rtasidagi qattiq holatdagi reaksiyalarning tezligi quyidagilarga bog'liq [55]:

- boshlang'ich xomashyo materiallarining kimyoviy va mineralogik tarkibiga;
- tuyilganlik darajasiga;
- kristall strukturalarning termik barqarorligiga;
- tuproq va boshqa minerallarning parchalanish xarakteriga.

400 °C da submikrokristall montmorillonit va galluazit jadal tarzda CaO bilan ta'sirlanishni boshlaydi hamda 1200 °C da shu va boshqa tuproq minerallari CaO ni o'ziga ko'proq bog'lashni boshlaydi. Tuproq minerallari kristall panjarasining buzilishi imkon qadar past haroratlarda va jadal tarzda sodir bo'lsa, u shunchalik faol tarzda CaO ni birlitiradi boshlaydi. Mel va mayda kristalli ohaktoshlar yirik kristalliklarga nisbatan tez reaksiyaga kirishuvchan bo'ladi. Ohaktosh yoki mergel tarkibida tuproqlarning bo'lishi $CaCO_3$ dissosiasiyasini va hosil bo'lgan CaO ning tuproq minerallari bilan ta'sirlasuvini tezlashtiradi.

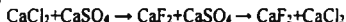
Portlandsement klinkeri strukturasi bir qator omillarga bog'liq. Ho'l usulda ishlab chiqarilgan klinkerdagi g'ovaklar quruq usuldagiga qaraganda odatda yirikroq bo'ladi. Gaz va mazut yoqilg'isida qattiq yoqilg'idagiga nisbatan bir tekis strukturaga ega klinker olinadi. Pechning yuqori haroratli qismida materialning bo'lish vaqti uzaytirilganda alit kristallarining strukturasi nisbatan birxillashadi. Pechning kuydirish qismi va alanga uzunligi kichik bo'lganida klinkerda alitning nisbatan mayda kristallari hosil bo'ladi. Klinker

donachalarining ichki qismidagi alit kristallari yuza qatlamlaridagiga nisbatan maydaroq bo'ladi.

Portlandsement klinkeri hosil bo'lish jarayoni borasidagi zamonaviy qarashlar

Hozirgi davrda klinkerni hosil qilish jarayonlarida asosiy muammolar – bu klinkerni hosil qilishda energiya tejamlorlik va klinker sifatini oshirish. Uzlaksiz holatda boradigan erish va minerallarning kristallanish jarayonlari tufayli portlandsement klinkerining fazaviy tarkibi va mikrostrukturasi shakllanadi. Klinkerning fazaviy tarkibi va mikrostrukturasi shakllanishi oksid-tuzli eritmada (oksid-tuzli suyuqlanmada) yakuniga yetadi. Oksid va tuz tashkil etuvchilarning o'zaro nisbatiga ko'ra, shuningdek, ularning xossalari (qovushqoqlor va sirt tarangligi) dan kelib chiqqan holda jarayon tezligi va alit (C₃S) ning kristallanish xarakteri o'zgaradi.

Kompozitsion tuzli eritma mavjud bo'lganda alitning hosil bo'lish jarayoni intensiv tarzda boradi va reaksiya tezligi quyidagi ketma-ketlikda orib boradi (tuzlar uchun) [56]:



Xomashyo aralashmasining reaksiyaga kirishuvchanligi ko'p jihatdan komponentlarning dispersligi, xomashyo aralashmasining gomogenligi (bir xilligi), shuningdek, kimyoviy-mineralogik tarkibidan kelib chiqqan holda belgilanadi.

Komponentlar dispersligining xomashyo aralashmasining reaksiyaga kirishuvchanligiga ijobiy ta'sirini quyidagi onillar bilan tushuntirish mumkin [56]:

- kimyoviy bog'lanishlarning uzilishi va kuchsiz bog'langan ionlar miqdorining ko'payishi natijasida zarrachalar yuza energiyasining kattalashishi;
- kristallardagi defektlar miqdorining ko'payishi;
- zarrachalar o'rtasidagi umumiy ta'sirlashuv yuzasining ortishi;
- nordon komponentlar zarrachalarida reaksiya mahsulotlari qalinligining kamayishi;
- eritmada zarrachalar erishining tezlashishi;
- xomashyo aralashmasi tarkibining bir xillik darajasining ortishi;
- zarrachalarning zich holatdagi joylashuvining oshirilishi.

Komponentlar dag'al tuyilganlik holatida, yirik zarrachalarning bir qismi kuydirish jarayonida reaksiyaga kirishib ulgumagan va klinkerda bog'lanmagan erkin holatda qolib ketadi.

Dag'al tuyilgan xomashyo aralashmasi klinker strukturasi yomonlashuvi va faolligi (aktivligi) ning pasayishiga hamda klinker tuyiluvchanligining qiyinlashuviga olib keladi.

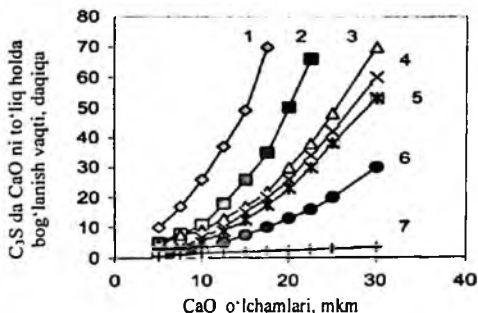
Xomashyo aralashmasining dispersligi klinker mikrostrukturasi katta ta'sir etadi. Yuqori disperslikda (008 elakdagi qoldiq miqdori <2%) klinker

Muxamedbayev A.G.A. Boq'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

yaqqol holatdagi kristallanishi, minerallarning bir tekis tarqalganligi, alit va belit kristallarining to'g'ri shakli bilan ajralib turadi. Nisbatan kichik disperslikda (02 elakdagi qoldiq miqdori = 10-16%) klinker minerallari notekis tarqalishi, ularning yaqqol holatda bo'lmagan holatda kristallanishi yuz beradi.

Kvars va ohaktoshning tuyilganlik darajasiga katta ahamiyat berish lozim. Buning sababi bu ikkala komponentning maydalanishdagi farqi bo'lib, ishlab chiqarishda birgalikda tuyilishi jarayonida kvartsning yetarli darajada maydalanmay qolishi ohaktoshning esa keragidan ortiq maydalanib ketishi kuzatiladi.

Kuydirish jarayonida kvarts qo'shilmalari deyarli barcha holatda qattiq holatda kechadigan fazaviy ta'sirlashuv jarayonlarini sokinlashtiradi. Sement faolligi (aktivligi) ning yuqori darajada bo'lishini ta'minlash uchun xomashyo aralashmasi tarkibidagi kvarts zarrachalarining o'lchami 30 mkm dan kichik bo'lishi lozim. Kremniy xomashyo aralashmasida amorf yoki shisha holatida bo'lishi maqbul xisoblanadi.



85 – rasm. CaO o'lchamlarining alit hosil bo'lish davomiyligiga ta'siri (qo'shimcha miqdori 3 mass.%): 1 – R₂O, 2 – modifikatorsiz, 3 – MgO; 4 – SO₃; 5 – R₂O+MgO+SO₃; 6 – F; 7 – CaF₂+CaSO₄

Klinkerni kuydirish jarayonida kalsiy oksidining o'zlashtirilish tezligi va to'liq holda bo'lishligiga nafaqat tarkib va yirik zarrachalar miqdori, balki boshqa komponentlar zarrachalari o'lchamlarining o'zaro nisbati, ya'ni xomashyo aralashmasining donadorlik tarkibi ham ta'sir etadi. Xomashyo aralashmasining tarkibidagi dag'al fraksiyalarda ko'pincha SiO₂ va CaO ning miqdori o'zgarib turadi. Ishlab chiqarish korxonalaridagi xomashyo aralashmalarining dispersligi karbonatli komponentning tabiatidan kelib chiqqan holda belgilanadi.

TK oshirib borilgani sari kuydirish harorati ko'tarilib boradi yoki klinker hosil bo'lish jarayonining tugashi uchun izotermik ushlab turish vaqti uzaytiriladi.

Sifatli klinkerlar olish uchun xomashyo aralashmasi TK ni 0,86-0,87 gacha tushirish va shu bilan birga bir vaqtning o'zida p modulini 1,9-2,1 gacha ko'tarish lozim. Xomashyo aralashmasi tarkibiga yonuvchan yoqilg'ili qismi bo'lgan qo'shimchalarni qo'shish ham samara beradi.

Aylanma pechlarda chang hosil bo'lishi va uni ishlatilish yo'llari

Aylanma pechlarda xomashyo aralashmasini kuydirish jarayonida changish kuzariladi. Mazkur jarayonda o'ta mayin chang zarrachalari tashqariga chiqib ketayotgan pech gazlari bilan uchib chiqib keta boshlaydi. Sement korxonalarida ushbu chang zarrachalari elektrofiltr yoki yangi filtrlar vositasida ushlab qolinadi. Chang tarkibi xomashyo komponentlaridan kelib chiqqan holda sulfatlar, xloridlar va karbonatlar ko'rinishidagi yengil uchuvchan ishqor saqlagan komponentlarga boy bo'ladi. Odatda xomashyo tarkibida mazkur ishqorlarning miqdori 1% atrofida bo'lsa, ushlab qolingang changdagi konsentratsiyasi 10 dan 70 % gacha o'zgarishi mumkin. Aylanma pechdan uchib chiqib ketayotgan pech orti changlari miqdori qancha kam bo'lsa, chang tarkibida ishqorlar konsentratsiyasi shuncha yuqori bo'ladi. Pech orti changlarining tarkibi 31 – jadvalda keltirilgan [57].

31 – jadval

Pech orti changlarining kimyoviy tarkibi, %

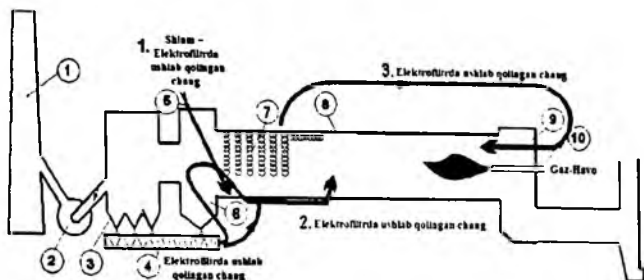
Nr	Korxonasi nomi	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	K.J.Y.
1	«Bekobodsement» AJ	16,46	0,20	3,07	2,89	3,02	0,03	42,06	3,15	0,06	0,26	28,76
2	«Qizilqumsement» AJ	11,50	0,52	3,91	3,06	9,68	0,03	35,89	1,10	<0,1	<0,1	35,00

Kimyoviy tahlil natijalaridan pech orti changlari asosan CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ va MgO oksidlaridan iborat ekanligini ko'rishimiz mumkin. «Qizilqumsement» AJ korxonasi pech orti changlarining tarkibida MgO (9,68%) miqdorining yuqori ekanligi, bu ushbu korxonada ishlab chiqarish jarayonida dolomitlashgan ohaktosh ishlatilayotganidan darak beradi. Kuydirish jarayonidagi yo'qotishlar (K.J.Y.) miqdori «Bekobodsement» AJ korxonasi pech orti changida nisbatan kichik bo'lishi chang tarkibining bir qismida kuydirish mahsulotlari borligidadir.

Shu sababli ishlab chiqarish sharoitida xomashyo changini ishlatish masalalari muhim ahamiyat kasb etadi.

Pech orti changlarini uch yo'l bilan ishlab chiqarishga qaytarish mumkin:

- aylanma pechning sovuq tarafidan beriladi;
- aylanma pech zanjirli darpardasi ortidan beriladi;
- aylanma pechning olov yonadigan tarafidan beriladi.



86 – rasm. Pech orti changlarining aylanma pechga qaytarish sxemasi:

1-mo'rkon; 2-ventilyator; 3-filtr; 4-shnek; 5-changlarni kiritish joyi; 6-shaxta;
7-zanjirli darpardalar; 8-pech qobig'i; 9-pechning sovuq qismi; 10-gaz gorelksi

Birinchi yo'l: chang miqdori kam bo'lganda (5% gacha) chang shlam bilan yoki shlam ostiga beriladi. Bunda quyidagi kamchiliklar mavjud:

- changning bir qismi ortiga qaytib uchib ketadi;
- zanjirlarda halqalarning hosil bo'lish ehtimoli ortadi;
- materialning qatlamlashuvi sodir bo'ladi.

Ikkinchi yo'l: keng tarqalgan bo'lib, chang zanjirli darpardaning o'ziga yoki uning ortiga pnevmovintli nasos vositasida purkalanadi. Kamchiligi: purkalanadigan changning taxminan 50% qayta uchib chiqib ketishi hisoblanadi.

Birinchi va ikkinchi yo'llarning afzalligi: changning berilishi yoqilg'ining yonish jarayoniga ta'sir qilmaydi.

Uchinchi yo'l: nazariy jihatdan nisbatan maqbul hisoblanib, yuqori faol (aktiv) likdagi klinker olish mumkin. Kamchiliklari:

-beriladigan chang miqdorining chegaralanganligi (taxminan 15-20%), bunga sabab chang ko'payishi yoqilg'ining yonish sharoitlari yomonlashishini keltirib chiqaradi:

- chang berish tizimining yuqori darajada tashkillashtirilishini talab etilishi;
- pechda yonish jarayonini ko'rish qiyinlashadi va bu o'z navbatida pechni boshqarishda qiyinchiliklarga olib keladi.

Mazkur holatda changning alangaga berilishini ta'minlash ta'lab qilinadi. Chang 2.5-3.0 atm. bosim ostida beriladi.

Yoqilg'ini yoqish qurilmalari

Yoqilg'ini yoqishdan hosil bo'lgan alanga xususiyatiga asosan aylanma pech kuydirish qismining uzunligi va uning joyi uzviy bog'liq [47]. Alanga uzunligining ortishi bilan kuydirish qismi ham uzayadi va pech ichkarisiga borgan sari kirib boraveradi. Kuydirish qismi (zonasi) uzunligining taxminan yarmi alanga uzunligiga teng deb hisoblanadi.

Yoqilg'ini yoqish qurilma (forsunka) larining ratsional turi, uni o'rnatilish joyi va ishlash sharoitlari, quyidagilarni xisobga olgan holda tanlanadi:

- kuydirilayotgan xomashyo aralashmasining o'ziga xos tomonlari;
- pech konstruksiyasi va o'lchamlari;
- yoqilg'ining turi, navi, tarkibi va strukturasi;
- yoqilg'ini yoqish uchun tayyorlash sharoitlari.

Aylanma pechlarda kerakli haroratni hosil qilish uchun quyidagilar bajarilishi lozim [47]:

- pechni yetarlicha darajada intensiv tarzda issiqlik bilan ta'minlash (yoqilg'i miqdori va sifatiga bevosita bog'liq);
- minimal miqdordagi ortiqcha havo bilan yoqilg'ining to'liq yonishini ta'minlash;
- yoqilg'ini yoqish uchun beriladigan havoni issitish (qizdirish);
- pechdan atrof-muhitga issiqlik yo'qotilishining minimal miqdordini ta'minlash.

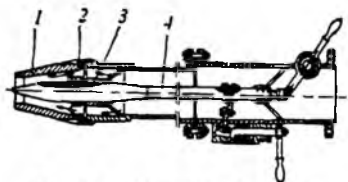
Yoqilg'ini yoqish qurilmalariga quyidagi asosiy talablar belgilangan [47]:

- ishlatilish ishonchiligi, hizmat ko'rsatish qulay va xavfsiz bo'lishiligi;
- yoqilg'ining yonish chegarasidagi hajmda to'liq yonishining ta'minlanishi;
- havo va gaz tarmoqlaridagi gidravlik qarshiliklarning yetarli darajada kichik bo'lishiligi;
- yoqilg'i yonishi va alanganing bir me'yorda bo'lishining ta'minlanishi;
- o'lchamlari va massasining katta bo'lmasligi;
- alanga issiqlik almashinish xususiyatlarining texnologik jarayon talablariga mos kelishi;
- o'zgaruvchan zo'riqishlarda yoki turli xil yoqilg'ilarida ishlanganda alanga issiqlik almashinish xususiyatlarini nazorat eta olinishi;
- zaxira (rezerv) yoqilg'iga o'tishning tez va qulay bajarilishi imkonining mavjudligi.

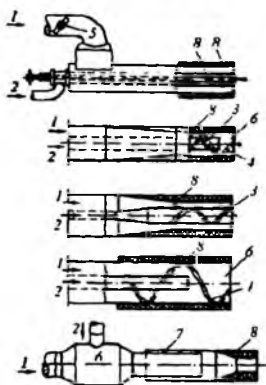
Mazkur talablarning barchasini bajarilishiga birdek erishishning ko'p hollarda imkoni yo'q. Buning sababi talablarning ayrim holatlarda bir-biriga qarama-qarshi kelib qolishi xisoblanadi.

Gaz gorelkalari. Sement ishlab chiqarishda asosan bir va ko'p kanalli gaz gorelkalari qo'llaniladi (87 va 88 – rasm). Gorelkalardagi bosimga ko'ra past (0,005 MPa gacha) va o'rta (0,005 dan 0,3 MPa gacha) bosimli bo'ladi.

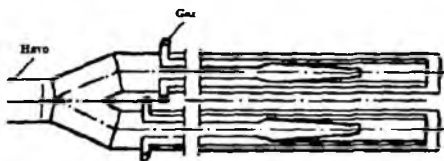
Nihoyat, ba'zi holatlarda uch kanalli gorelkalar ham ishlatiladi (89 – rasm). Bunda ichki halqali kanal orqali gaz, tashqi halqali va markaziy kanal orqali havo beriladi.



87 – rasm. Bir kanalli gaz gorelkasi:
1 – gaz soplosi; 2 – kuraklar; 3 – drossel; 4 – shtok

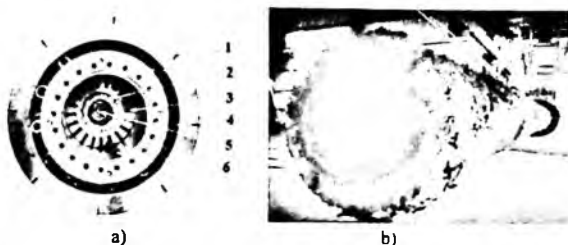


88 – rasm. Ikki kanalli gaz gorelkalari: 1 – havo; 2 – gaz; 3 – gaz o'ramasini hosil qiluvchi; 4 – havo o'ramasini hosil qiluvchi; 5 – drossel; 6 – gaz va havoni birlamchi aralashtirish kamerasi; 7 – harakatlantiriluvchi quvur; 8 – gorelkaning issiqlik himoya qoplamasi



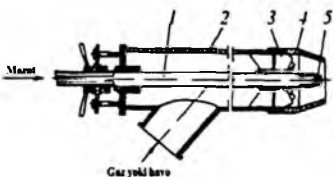
89 – rasm. Uch kanalli gorelka

Hozirgi paytda horijda tayyorlangan nazorat qilinishi oson bo'lgan ko'p kanalli gaz gorelkalari yuqori qiziqish uyg'otmoqda. Masalan, "Unitherm Cemcon" firmasi tomonidan ishlab chiqilgan gorelka (90 – rasm).



90 – rasm. Unitherm M.A.S./2/KO.EG.SO.X yoqilg'ini yoqish qurilmasi (Unitherm Cemcon, Avstriya) [58]: a) qurilmaning soplo qismi; b) qurilmaning soplo qismi 6 oy ishlash jarayonidan keyigi holati, 1 – gazning asosiy qismi, 2 – “markaziy” gaz, 3 – “markaziy” havo; 4 – sovutuvchi havo; 5 – o't chaqirish gorelkasi, 6 – termokarbulizator

Gaz-mazutli gorelkalar. Ko'pchilik sement korxonalarida ba'zi-ba'zida ikki xil yoqilg'i turida ishlaydi, masalan, gaz va mazutda. Ishlab chiqarish sabablariga asosan pechni bir yoqilg'i turidan boshqa turga o'tkazish zarurati yuzaga keladi. Ko'p hollarda bu pechning to'xtab turib qolishi (8 soatgacha), yoqilg'ining me'yorida ortiqcha sarfi va klinkerning yo'qotilishi (unumdorlikning pasayishi) ga sabab bo'ladi. Yoqilg'i turidan qat'iy nazar va bir yoqilg'i turidan boshqasiga o'tkazishga sarflanadigan vaqtni qisqartirish hamda aylanma pechlarni uzluksiz tarzda ishlashini ta'minlash maqsadida gaz-mazutli gorelkalar ham ishlab chiqilgan [47]. Ulardan biri quyidagi 91 – rasmda keltirilgan.

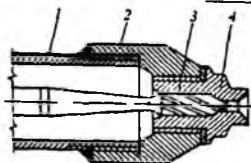


91 – rasm. Gaz-mazutli gorelka:

1 – yo'naltiruvchi, 2 – gaz (havo) quvuri; 3 – gaz (havo) o'ramasini hosil qiluvchi; 4 – gaz (havo) soplosi, 5 – soplo va tangensial o'rama hosil qiluvchi nasadka

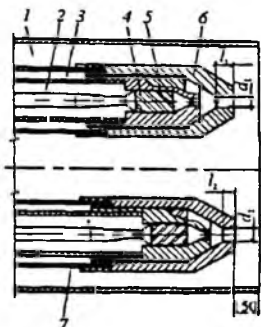
Gaz-mazutli gorelkalarda gaz va mazut birgalikda yoqilishi mumkin.

Mazut yoqilg'isini yoqish uchun forsunkalar. Aylanma pechlarda o'rama hosil qiluvchi mexanik va markazdan qochma forsunkalar nisbatan keng tarqalgan. Forsunkalar bir va ikki kanalli bo'lishi mumkin (92 va 93 – rasmlar) [47].



92 – rasm. Bir kanalli mazut uchun forsunka:

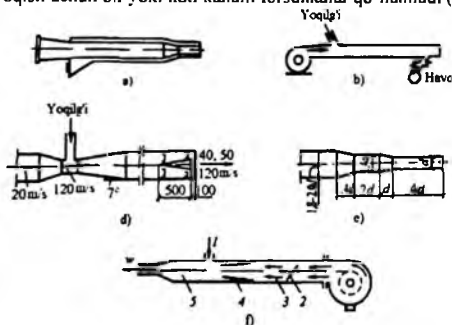
- 1 – mazutni haydovchi quvur;
- 2 – yo'naltiruvchi; 3 – igna;
- 4 – yechiluvchan qopqoq



93 – rasm. Ikki kanalli mazut uchun forsunka:

- 1 – pech bo'shlig'i (ichki qism);
- 2, 3 – mazut beriladigan ichki va tashqi kanal;
- 4 – igna; 5 – o'rama hosil qiluvchi;
- 6 – yo'naltiruvchi;
- 7 – tashqi qobiq

Qattiq yoqilg'ini yoqish uchun forsunkalar. Aylanma pechlarda ko'mir changini yoqish uchun bir yoki ikki kanalli forsunkalar qo'llaniladi (94 – rasm).



94 – rasm. Ko'mir changini yoqish uchun mo'ljallangan turli xil forsunkalar tuzilishi [47]:

- a – ikki kanalli gorelka; b – uchlamchi havo beriladigan gorelka;
- d – Ansel'ma gorelkasi; e – Polsha qurilish materiallari sanoati instituti gorelkasi;
- f – konussimon kallakli gorelka: 1 – ko'mir changini berish tiriqishi; 2 – shiber; 3 – havo;
- 4 – konussimon kallak; 5 – yoqilg'i aralashmasi

Bir kanalli forsunkalarda ko'mir changi bilan birlamchi havo aralashmasi 40-70 m/soniya tezlikda aylanma pechga purkaladi. Bunda birlamchi havo 15-30% atrofida bo'ladi [31]. Ikkilamchi havo aylanma pechga klinker sovutkichidan beriladi. Ikki kanalli forsunkalarda markaziy kanal orqali ko'mir changi bilan birlamchi havo aralashmasi purkaladi. Tashqi kanal orqali ikkilamchi havoning bir qismi beriladi. Forsunkalar yonib ketishining oldini olish maqsadida alangani ma'lum bir masofa (uzunlik) da yoqish talab etiladi.

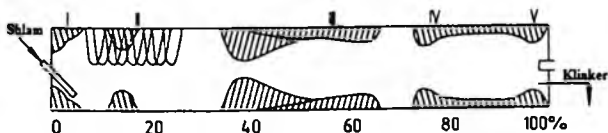
Aylanma pechlarda halqalar hosil bo'lishi va ularning oldini olish yo'llari

Ba'zi hollarda aylanma pechlarning kuydirish qismidan oldingi qismlarida klinker halqalari hosil bo'ladi. Ularning balandligi ba'zi yerlardagi 300-1100 mm ni tashkil etadi [59]. Natijada, yoqilg'ining yonish qismigacha bo'lgan pechning qismidagi kesimi 15-30% ga yopilib qoladi. Bu esa o'z navbatida pechdagi aerodinamik rejim va minerallarning hosil bo'lish jarayoni buzilishiga olib keladi.

Halqaning qalinligi bo'yicha fazaviy tarkibi har xil bo'lib, ostki qavatdagi qatlamda CaO_{erk} ko'p miqdorda bo'lganligi sababli C_2S , C_3A va C_4AF dan iborat bo'ladi [59]. Alangaga yaqin qatlamda esa C_3S sintez bo'lishi tufayli CaO_{erk} kam miqdorda bo'ladi. Barcha qatlamlarning o'ziga xos tomonlaridan biri – bu Fe_2O_3 ning va nisbatan past haroratda suyuqlanuvchan kalsiy alyumoferrit miqdorining yuqoriligidir. Halqada alyumoferritlar miqdorining yuqori bo'lishi halqaning yana ham ko'proq hosil bo'lishiga olib keladi. Halqalarning xosil bo'lish sabablaridan biri – aylanma pechning kuydirish qismigacha bo'lgan qismida materialga issiqlik ishloving yetarli darajada bo'lmaganligi xisoblanadi.

V.K. Klassen fikriga ko'ra [60] aylanma pechlarda fizik-kimyoviy tabiati jihatidan farq qiluvchi 5 turdagi halqalar hosil bo'lishi mumkin (95 – rasm):

- shlamli;
- shlam-tuzli;
- material-tuzli;
- material-klinkerli;
- klinkerli (kulli).



95 – rasm. Aylanma pechlardagi halqalarning joylashuvi:

I – shlamli; II – shlam-tuzli; III – material-tuzli; IV – material-klinkerli;

V – klinkerli (kulli)

I. Shlamli halqalar. Aylanma pechning sovuq tomonidagi shayba ustida xosil bo'lib, uzunligi – 1-3 m, qalinligi – 0,4 m gacha boradi. Halqaning kimyoviy tarkibi shlam tarkibiga mos keladi. Shu sababli ushbu halqaning xosil bo'lish mexanizmi degidratatsiya jarayonlari bilan bog'liq emas. Ularning xosil bo'lish sababi zanjirli darpardalarning zich holda osilmaganligi sababli aylanma pechning sovuq qismida shlamning tez harakatlanishi xisoblanadi. Bu o'z navbatida pech qobig'i haroratining oshishiga, shlamning qisman qurishiga va qatlam hosil bo'lishiga olib keladi. Ushbu holat filtr-isitgich zichligining oshirilishi yoki qoshimcha to'siq hosil qilish uchun 300 mm balandlikdagi shayba o'rnatiladi.

II. Shlam-tuzli halqalar. Uzunligi 1-6 m va qalinligi – 1 m gacha boradigan mazkur halqalar elektrofiltrlarda tutilgan changlarning aylanma pechning sovuq tarafidan berilishi tufayli hosil bo'ladi. Kimyoviy tahlil natijalari halqalarda K_2O , Na_2O va SO_3 miqdorining yuqori bo'lishini ko'rsatadi. Elektrofiltr changlarida arkanit - K_2SO_4 va glazerit - $K_2Na(SO_4)_2$ mavjud. Halqalardagi eruvchan tuzlar miqdori 20-30% ga teng. Shu sababli zanjir darpardali qismdagi halqalarning hosil bo'lishi changdagi kalsiyli birikmalarning gidratatsiyasi va kristallizatsiya jarayonlari bilan izohlanadi. Mazkur holda halqalarning hosil bo'lish jarayonining oldini olishga zanjirli darpardalar osilish sxemasini o'zgartirish va shlam tarkibidagi suvda eruvchan tuzlar miqdorini kamaytirish orqali erishish mumkin. Boshqa ya'na bir yo'li elektrofiltr changlarini pechga berishdan voz kechish xisoblanadi.

III. Material-tuzli halqalar. Ushbu xalqalarni shuningdek, spurritli, sulfatli va materialli halqalar deb ham atashadi. Halqalarning moddiy tarkibi o'z ichiga quyidagi birikmalarni oladi: $2C_2S \cdot CaCO_3$, K_2SO_4 , $3CA \cdot CaSO_4$, $2C_2S \cdot CaSO_4$, C_2AS , $2CaSO_4 \cdot K_2SO_4$, KAS_2 , $K_3Na(SO_4)_2$, $NaKCO_3$, $CaCO_3$, CaO , C_2S , KCl . Material-tuzli halqalarning paydo bo'lishi suyuq faza hosil bo'lishi bilan bog'liq. 750-900 °C haroratda 20% gacha past haroratli suyuq eritma hosil bo'lishi kuzatilishi mumkin. Keyinroq $CaCO_3$ dekarbonizatsiyasi sababli suyuq fazaning ulushi kamayadi va mana shu jarayonda massaning kristallizatsiyasi hamda qotishi tufayli do'ngliklar va halqalar hosil bo'lishi kuzatiladi.

IV. Material-klinkerli halqalar. Ushbu turdagi halqalar pechning kuydirish qismi boshlanishida hosil bo'ladi. Bunga sabab esa issiqlik jarayonlarining kimyoviy reaksiyalardan oldinga o'tib ketishi xisoblanadi. Boshqacha aytganda material yuqori tezlikda harakatlanganda xomashyo komponentlari 1200-1300 °C haroratgacha qiziydi va u yetarli miqdorda bog'lanmagan CaO va SiO_2 dan iborat bo'ladi. Mazkur jarayonda 50% gacha yumshagan (erigan) massa hosil bo'ladi. Keyinchalik u kalsiy oksidi bilan to'yinib, C_2S va C_3S kristallana boshlaydi, suyuq faza miqdori kamayadi hamda do'nglikni hosil qiladi.

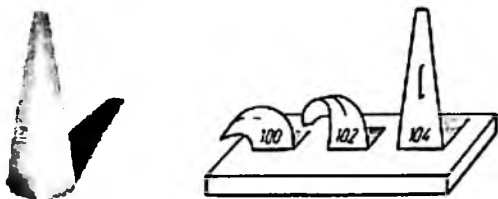
Xulosa qilib aytganda, material-klinkerli halqalarning hosil bo'lishi materialni kuydirish qismiga yetib kelguniga qadar yetarli darajada tayyorlanmaganligi sababli yuz beradi. Bu esa o'z navbatida kalta yonuvchi alanga tufayli yuzaga keladi.

V. Klinker (kull) halqalar. Bunday halqalar aylanma pechning kuydirish va sovutish qismlari chegarasida klinker yumhoq massasining tez kristallanishi tufayli hosil bo'ladi. Ularning hosil bolishini nafaqat oson suyuqlanuvchan yoqilg'i kuli, balki kalta yonuvchi alanga va ikkilamchi sovuq havoning birgalikdagi ta'siri bilan bog'lashadi.

Klinkerli halqalar hosil bo'lishining oldini olish uchun kuydirish jarayoni nisbatan uzun alangada olib borilishi va ikkilamchi havo haroratining yuqoriroq bo'lishini ta'minlash hamda pechning bosh qismidan havo so'rilib kirishining oldini olish talab etiladi.

Yuqori haroratlarni o'lchash

Olovbardoshlikni aniqlash usullaridan biri – bu pirooskop (Zeger konusi) yordamida aniqlash xisoblanadi (96– rasm). Keramik pirooskop (pirometrik konus) – bu keramik massadan tayyorlangan belgilangan o'lchamlardagi uchburchak shakldagi piramida. Piramida ma'lum bir haroratga yetganda yumshaydi va qiyshayib yiqilishni boshlaydi. Pirooskopning yiqilish jarayonida uning uchi gorizontal yuzaga tegadi. Pirooskopning yiqilish sodir bo'lgan harorati materialning erish harorati xisoblanadi.



96 – rasm. Pirometrik konus

A.L. Le Shatel'e 1886 yilda yuqori haroratlarni o'lchash uchun mo'ljallangan "Le Shatel'e termoelektrik pirometri – platina-platinarodiyli termoparani ishlab chiqdi [61,62].

Xomashyo aralashmasini aylanma pechlarda kuydirish vaqtidagi issiqlik ishlovi qat'iy belgilangan harorat grafigi bo'yicha bajarilishi lozim. Harorat rejimini buzilishi pech unumdorligining o'zgarishiga va klinker sifatining pasayishiga olib keladi. Shunday qilib, harorat – bu mazkur texnologik jarayondagi nisbatan eng muhim parametr xisoblanadi. Harorat nazorati pechning kuydirish qismida o'rnatilgan termoparalar vositasida amalga oshiriladi.

Termoparalar sanoat va laboratoriyalarda eng keng tarqalgan haroratni o'lchash vositalari xisoblanadi [63]. Bu eng avvalo ularning o'lchov

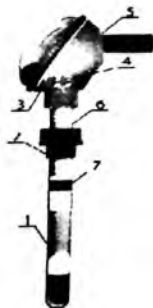
diapazonining kattaligi (- 270 dan + 2500 °C gacha), yetarli darajada aniqligi va ishonchligi va narxining pastligi bilan bog'liq.

32- jadval

Termopara turlari va ularning asosiy ko'rsatkichlari [64]

Turi	Belgilanishi	Musbat elektrodning materiali	Manfiy elektrodning materiali	O'lchash oralig'i, °C
J	TJK	Temir, Fe	Konstantan, Cu-Ni (55% Cu)	0...333 333...900
K	TXA	Xromel, Cr-Ni (90.5% Ni)	Alyumel, Ni-Al (94.5% Ni)	-250...-167 -167...+40
T	TMK	Mis, (Cu)	Konstantan, Cu-Ni (55% Cu)	-200...-66 -66...+40
E	TXKn	Xromel, Cr-Ni (90.5% Ni)	Konstantan, Cu-Ni (55% Cu)	-200...-167 -167...+40
N	TNN	Nixrosil, Ni-Cr-Si-Fe-C-Mg	Nisil, Ni-Cr-Si-Fe-C-Mg	-250...-167 -167...+40
R	TPP	Platina-rodiy (13% Rh)	Platina, Pt	0...600 600...1600
S	TPP	Platina-rodiy (10% Rh)	Platina, Pt	0...600 600...1600
B	TPR	Platina-rodiy (30% Rh)	Platina-rodiy (6% Rh)	600...800 800...1800
L	TXK	Xromel, Cr-Ni (90.5% Ni)	Kopel, Cu-Ni (56% Cu)	-200...-100 -100...+100
M	TMK	Mis, Cu	Kopel, Cu-Ni (56% Cu)	-200...0 0...100
A1, A2, A3	TVR	Volfram-reniy, W-Re (5% Re)	Volfram-reniy, W-Re (20% Re)	1000...2500

Termopara ikkita alohida har xil metallardan tayyorlangan simdan iborat bo'lib (97 – rasm), bir tarafdagi uchlari bilan birgalikda paylangan holatda bo'ladi (ishchi yoki qaynoq pay). Ikkinchi uchlari (erkin yoki sovuq pay) kuchlanishni o'lchovchi qurilmaga bir turdagi, masalan, mis sim bilan ulangan bo'ladi.



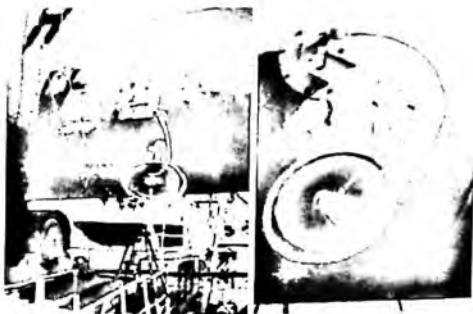
97 – rasm. Termoelektrik

termometrning tuzilishi (termopara):

- 1 – himoya qobig'i; 2 – qo'zg'almaydigan shtuser; 3 – bosh qismi, 4 – termoelektrodlar va ulanuvchi simlar uchun rozетка; 5 – zichlovchi halqacha bilan quvurcha; 6 – ulovchi quvur, 7 – termoelektrodlar

Termopara maxsus olovbardosh himoya qoplamasiga ega g'ilofga o'rnatiladi. Konussimon shaklga ega g'ilof pech qobig'iga o'rnatilgan bo'ladi. Pech aylanma harakat qilgan paytda pastki holatda u material bilan to'ladi, yuqori holatda esa bo'shaydi. Termopara mazkur holatda harakatlanayotgan gazlar bilan bevosita ta'sirlashmaydi. Shu sababli ham o'lchanayotgan harorat material haroratiga yaqin bo'ladi.

Termopara pech qobig'iga o'rnatilganligi sababli aylanma pech bilan birgalikda aylanma harakat qiladi (98 – rasm).



98 – rasm. Aylanma pechda o'rnatilgan termopara [65]

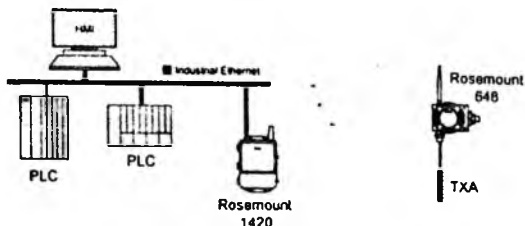
Termoparadan potensiyometrga impulsni jo'natish uchun tok o'tkazuvchi ikkita halqadan iborat qurilmalardan foydalaniladi. Mis simdan tayyorlangan tok o'tkazuvchi halqalar ushlagichlar bilan izolyatorlar vositasida pech qobig'iga qotiriladi. Halqalarni himoya qilish maqsadida ekranli to'siqlar o'rnatiladi. Tok o'tkazuvchining shtangasi mis-grafitli chyotkasiga ega. Halqaga chyotkalarining yopishib turishi prujina-ustunchali qurilma vositasida amalga oshiriladi. Termopara mis simlarga kompensatsiyalovchi simlar yordamida ulanadi.

Yuqoridagi haroratni o'lchash usuli bir qator kamchiliklarga ega [66]:

- vaqti-vaqti bilan tok o'tkazuvchilarni to'g'rilab (sozlab) turish lozimligi;
- tok o'tkazuvchilardagi chang va kir sababli ularni vaqt-vaqti bilan tozalab turish kerakligi;
- yuqori haroratli sharoitlarda podshipniklardagi surtma moyning quyug'lashishi sababli tok o'tkazuvchilarning "osilib qolishi" (pech qobig'i harorati 240-280 °C gacha etishi mumkin);
- mexanik yedirilish tufayli tok o'tkazuvchilar va halqalar chyotkasi vaqti-vaqti bilan almashtirib turilishini talab etilishi.

Aylanma pechlardagi harorat to'g'risidagi ma'lumotlarni olishdagi muammolarni hal etishda avtonom tarzda ta'minlanadigan simsiz ma'lumot uzatuvchi qurilmalardan foydalanish mumkin. Bunga misol tarzida Rosemount

648 va Rosemount 1420 lardan tashkil topgan tizimni misol qilib keltirish mumkin (99 – rasm) [65].



99 – rasm. Harorat haqida simsiz ma'lumotni uzatuvchi tizim

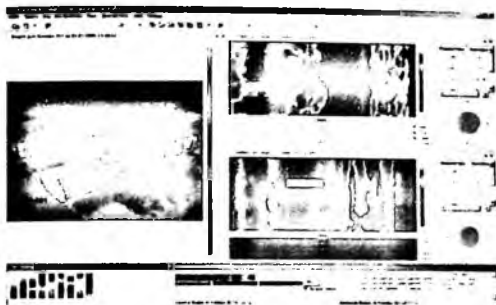
Pech sirt yuzasi haroratini teplovizor vositasida monitoring qilish

Teplovizor matrisaga birlashtirilgan infraqizil elementlarni o'z ichiga olgan bo'lib, bu monitor ekranida obyektning issiqlik tarqatishini ko'rish imkonini beradi. Infraqizil nurlanish 1800 yilda astronom Frederik Uil'yam Gershel tomonidan kashf etilgan. Infraqizil nur ko'z bilan ko'rinadigan va mikroto'lqinli elektromagnit to'lqinlar oralig'ida joylashgan. Infraqizil nurlanishning asosiy manbai – issiqlik nurlanishi hisoblanadi. 0 °C dan yuqori haroratga ega ixtiyoriy jism infraqizil diapazonda issiqlik tarqatadi. Teplovizorlar real vaqtda operatorga aylanma pech qoplamasi, alanga uzunligi va hokazolar to'g'risida tez va tasvir ko'rinishida ma'lumot olish imkonini beradi (100 – rasm) [67,68].



100 – rasm. Aylanma pechning sovuq tomonidagi issiqlik jarayonlari

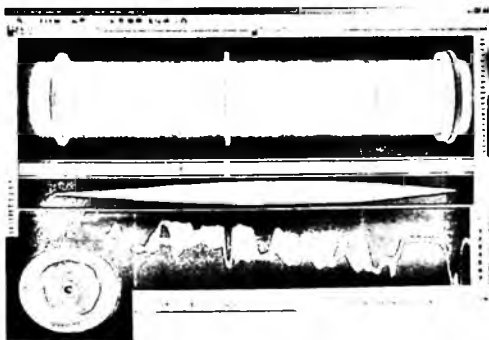
Teplovizorlarning o'lchash diapazoni – 40 °C dan boshlanadi. Bir vaqtning o'zida 1 ta teplovizor yordamida ikkita yoki uchta yonma-yon joylashgan aylanma pechlar holati haqida ma'lumotlarni olish mumkin (101 – rasm).



101 – rasm. Ikkita pechni nazorat qilish uchun teplovizordan foydalanish jarayoni

Sement ishlab chiqarishdagi issiqlik uskunalarini *haroratini bilvosita (kontaktsiz) o'lchash qurilmalari quyidagilarni o'z ichiga oladi [69]:*

- aylanma pech qobig'i haroratini uzluksiz tarzda qayd etib boruvchi infraqizil chiziqli skaner;
- pech boshidagi pirometrik kamera;
- kolosnikli sovitkichdagi klinker haroratini nazorat qilish bloki.



102 – rasm. Aylanma pechning ichki himoya qoplamasi va uning yuzasidagi sirtma qalinligini aniqlash uchun uch o'lchamli tasvir (HGH KilnScan qurilmasi)



103 – rasm. Aylanma pech qobig'idan tarqalayotgan issiqlik oqimini aniqlash jarayoni [70]

Uzoq vaqt davomida pechlarning bosh qismlari televizion kameralar va ikkita rangli pirometrlar bilan ta'minlanar edi. Keyinchalik ushbu 2 ta qurilma bittaga birlashtirildi (104 – rasm) [69].



104 – rasm. Pyroscan pirometrik kamerasi va ushbu kamera vositasida olingan tasvir

Teplovizor yordamida aylanma pech qobig'i skanerlanganida pech ichki olovbardosh himoya qoplamasining tushib ketgan joylarini aniqlash mumkin (105 – rasm) [71].



105 – rasm. Tashqi nazorat vaqtidagi aylanma pech termogrammasi

Klinkerni kuydirish aylanma pechining ichki himoya qoplamasi

Aylanma pechlar metall qobig'ining yuqori harorat ta'siridan, xomashyo aralashmasi va abraziv klinker tomonidan yedirilishining oldini olish maqsadida ichki tomondan olovbardosh materiallar bilan qoplanadi [72]. Shu bilan birga mazkur qoplama aylanma pechning termik izolyatsiyasini ta'minlab berib, tashqi muhitga pech qobig'i orqali issiqlik yo'qotishlarini kamaytiradi.

Olovbardosh materiallarning asosiy xossalari quyidagilardan iborat [55,73]:

- olovbardoshlilik (yuqori haroratlarda ta'siriga erimagan holda qarshilik ko'rsatish);
- yuqori haroratlarda material ta'sirida deformatsiyalanishi (bir vaqtning o'zida yuqori harorat va zo'riqish ostida olovbardosh materialning xizmat vazifasini bajara olish xossasi);
- yuqori haroratlarda olovbardosh material hajmining bir xilda bo'lishi;
- termik bardoshlilik (keskin tarzidagi harorat o'zgarishlarida olovbardosh materialning buzilib ketmaslik qobiliyati);
- kimyoviy yoki klinker bardoshlilik (olovbardosh qoplamaning yoqilg'i yonishi natijasida hosil bo'ladigan gazlar va kuydirilayotgan material bilan kimyoviy ta'sirlashuvi natijasida buzilib ketmaslik qobiliyati);
- yuqori haroratlarda zarb va ishqalanishga qarshilik qila olishi;
- issiqlik o'tkazuvchanligi;
- g'ovaklilik, zichlik hamda siqilishdagi, egilishdagi va cho'zilishdagi mustahkamligi;
- taranglilik xossalari;
- solishtirma va hajmiy og'irligi;
- gaz o'tkazuvchanligi;
- va hokazolar.

Aylanma pechning turli qismlarida harorat va kuydirilayotgan materialning fizik strukturasi bir xil emas. Shunga ko'ra pech uzunligi bo'yicha qoplama materialining xizmat muddatlari ham turlicha. Qoplamaning eng tez buzilishi, ya'ni ishdan chiqishi aylanma pechning kuydirish qismida sodir bo'ladi. Shuning uchun, aylanma pechlarning ichki himoya qoplamasi turli olovbardosh materiallardan qilingan bo'ladi.

Aylanma pechning kuydirish qismidagi olovbardosh qoplamaning buzilishiga quyidagilar ta'sir etadi:

- yuqori harorat (olovbardosh material tuzilishida zo'riqishlarni keltirib chiqaradi, uning yumshashishi va hajmining o'zgarishini yuzaga keltiradi);
- olovbardosh qoplama va klinker komponentlari o'rtasidagi kimyoviy ta'sirlashuv;
- pechni to'xtatish vaqtidagi yoki uning noto'g'ri ishlash holati tufayli surtma qatlamning ko'chib tushishi.

Olovbardosh materiallar yuqori haroratlarda yonadigan material bilan aloqa qilganda, ular ushbu materiallarga nisbatan kimyoviy jihatdan chidamli bo'lishi kerak.

Aylanma pech ichki himoya qoplamasining bardoshlilikiga ko'p omillar ta'sir etadi va ulardan asosiylari quyidagilar sanaladi:

- aylanma pechning turli joylaridagi qo'llanilayotgan olovbardosh materiallarning sifati;
- aylanma pechning har bir texnologik qismi uchun olovbardosh qoplama turini to'g'ri tanlash;
- ichki qoplamaning sifati;
- qoplamalarning ishlash sharoitlari;
- aylanma pechning holati;
- xomashyo va yoqilg'inung xossalari;
- aylanma pechning issiqlik va texnologik ish holatining barqarorligi;
- va hokazolar.

Sanoat miqyosida olovbardosh materiallarning 12-16 turi (plitalar, bloklar, g'ishtlar va h.) ishlab chiqariladi. Pechlarda ishlatiladigan olovbardosh g'ishtlar yuqori haroratlarda kuydirilayotgan material bilan besosila ta'sirlashuvi tufayli ular ushbu materiallarga nisbatan kimyoviy jihatdan bardoshli bo'lishi talab etiladi. Keng ko'lamda foydalaniladigan olovbardosh materiallar nomenklaturasiga g'ishtlarning 8 xili kirgan.

Olovbardosh materiallarning 4 ta asosiy sinfi mavjud:

- kremniy asosidagi olovbardosh materiallar;
- alyuminiy-kremniy asosidagi olovbardosh materiallar;
- uglerod asosidagi olovbardosh bloklar va g'ishtlar;
- qiyin suyuqlanuvchi metall oksidlari asosidagi olovbardosh materiallar.

Olovbardosh g'ishtlar nordon (nordon materiallarni kuydirish uchun), asosli (asosli materiallarni kuydirish uchun) va neytral turlarga bo'linadi:

- nordon olovbardosh g'ishtlar (SiO_2);

Muxamedbayev A va A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

- asosli olovbardosh g'ishtlar (periklaz (MgO));
- neytral olovbardosh g'ishtlar (alyumosilikatli, ya'ni mullitli).

Olovbardosh materiallar turkumida xrom, sirkoniy, tantal va molibden oksidi asosida tayyorlangan g'ishtlar samarali xisoblanadi.

GOST 21436-2004 ga asosan aylanma pechlar uchun mo'ljallangan olovbardosh buyumlar quyidagi markalarga bo'linadi [74]: mullitli, mullitkorundli, mullitkremniyli, yuqori zichlashtirilgan shamotli, o'rtacha zichkikdagi shamotli, yarim nordon, yengil shamotli, xromitperiklazli, periklazxromitli va periklazshpinelli.

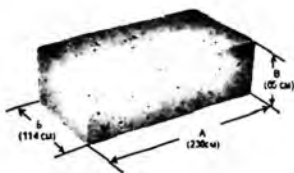
Sement ishlab chiqarishdagi aylanma pechlarning himoya qoplamalarini bajarishda uch guruh olovbardosh buyumlaridan foydalaniladi:

- alyumosilikatli (shamotli va yuqori glinozemli buyumlar);
- xromli (xrommagnezitli va magnezitxromitli buyumlar);
- magnezial (forsteritli va magnezitli buyumlar).

Aylanma pechlarning yuqori haroratli qismlariga asosli olovbardosh g'ishtlar ishlatiladi, qolgan qismlarini qoplash uchun neytral, ya'ni shamotli va yuqori glinozemli g'ishtlar ishlatiladi. Nordon turdagi olovbardosh qoplamalar sement ishlab chiqarishda ishlatilmaydi. Olovbardosh qoplamalar g'isht yoki qorishmalar ko'rinishida korxonaga yetkaziladi.

Olovbardosh materiallarning asosiy vazifasi quyidagilardan iborat:

- pech devorlarini qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik sarf-xarajatlarini kamaytirish;
- devorlarning issiqlik o'tkazuvchanligi va ular orqali sodir bo'ladigan gazlar filtratsiyasi sababli bo'ladigan issiqlik yo'qotilishlarini kamaytirish;
- devorlar ichki yuzasining talab etiladigan haroratgacha qizdirilishi uchun sarflanadigan vaqtni qisqartirish.



106 – rasm.
Shamotli olovbardosh g'isht

Shamotli g'isht kaolin va shamotli tuproq asosida tayyorlanadi. U 30-50% olovbardosh tuproq va 50-70% shamotdan tashkil topgan. Shamotli olovbardosh material tarkibida 30% dan kam bo'lmagan miqdorda Al_2O_3 bo'ladi. Shamotli olovbardosh g'ishtning o'lchami va massasi GOST 8691-73 da belgilangan [75]. Shamotli buyumlarning massasi 2.8 dan 4.5 kg gacha oraliqda bo'ladi.

Shamotli g'ishtning nisbatan keng tarqalgan turlari:

ШБ-5 (230x65x114 mm, massasi 3.4 kg);

ШБ-8 (250x65x124 mm, massasi 4.0 kg).

Shamotli g'ishtlarning afzalliklari:

- yuqori mustahkam;
- yuqori olovbardosh;
- issiqlik sig'imi yuqori;
- va hokazo.

Shamotli g'ishtlarning kamchiliklari:

- shamotli bloklar yuqori darajada mustahkam bo'lganligi sababli qirqish qiyin;

- narxining qimmat ekanligi;
- terish uchun maxsus qorishma talab etilishi;
- va hokazo.

Shamotli materiallar quyidagi shakllarda bo'ladi:

- to'g'ri to'rtburchak;
- arkasimon;
- trapetsiyasimon;
- ponasimon.

Olovbardosh qoplamalarning asosiy ahamiyatga ega bo'lgan xossalari quyidagilar hisoblanadi: mustahkamlik, harorat ta'siridagi deformatsiya, g'ovaklik, o'rtacha zichligi, termik va kimyoviy bardoshlilik. Olovbardosh qoplamalarni qo'llagan holda aylanma pechlarning po'lat qobiqlari qizib ketishidan himoya qilinadi.

Aylanma pechlarning kuydirish qismini qoplash uchun asosan xrommagnezitli olovbardosh materiallar keng qo'llaniladi. Ular 40-50% kuydirilgan magnezit kukunidan va 60-50% xromit rudasidan tayyorlanadi. Xrommagnezitli g'isht yuqori olovbardoshlilik (2000 °C dan yuqori), klinkerga bardoshlilik, yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi va yuqori kengayish koeffitsientiga ega ekanligi bilan farqlanadi. Magnezitli qorishmada terilgan xrommagnezitli olovbardosh materiallarning xizmat muddati metall qistirmalar vositasida terilganlariga qaraganda uzoqroq hisoblanadi.



107 – rasm.
Xrommagnezitli olovbardosh
g'isht

Magnezit-xromitli olovbardoshlar tarkibida xrommagnezitlilarga qaraganda magnezit miqdori ko'proq bo'ladi. Undagi xromit rudasining miqdori 30% dan

Muramedbayev A.A. Bos'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

oshmaydi. Ushbu olovbardoshlarning o'ziga xos tomoni – bu ularni yuqori termik bardoshliligi.

Periklaz-shpinelli olovbardoshlar xrommagnezitli olovbardoshlardan shunisi bilan farqlanadi, bunda kuydirilgan magnezit bilan birgalikda tuyib olinadigan xomashyo aralashmasi tarkibiga xromit mayda fraksiya ko'rinishida kiritiladi. Yirik fraksiya 0,2-2 mm li kuydirilgan magnezitdan iborat. Aralashma tarkibidagi xromit rudasining miqdori 30% gacha bo'ladi. Xrommagnezitli olovbardoshlarga qaraganda ko'proq xizmat qiladi.

Yuqori glinozyomli olovbardoshlar texnik glinozyom va yuqori glinozyomli tabiiy xomashyo (andaluzit, sillimanit, kianit, diaspor, kaolinit-gidrargillitli jinslar) lardan olinadi. Ushbu olovbardoshlar 62% dan ortiq Al_2O_3 iborat bo'lib, ularning olovbardoshliligi 1780 °C dan kam emas.

33 – jadval

Sement ishlab chiqarishda ishlatiladigan olovbardosh materiallar xarakteristikasi [72]

Olovbardosh material nomi	Asosiy oksidlarining miqdori, %	G'ovaklilik, %	Mustahkamligi, MPa	Olovbardoshlik, kamda, °C	Chiziqli termik kengayish ko'rsatkichi, $\alpha \cdot 10^{-4}$	Iyusqlik o'tkazuvchanlik, kDj / (m ² soat ^o C)	Termik issiqlikka bardoshlilik, issiqlik almashinuvlar soati
Magnezitli							
Magnezitli	92-94% MgO	25-27	60-110	2486	14,1	16-20	4-90
Shpinel magnezitli	80-82% MgO, 5-12% Al_2O_3	16-21	35-75	2090	12,13	16-25	100-200
Forsteritli	50-58% MgO, 28-33% SiO_2	16-26	25-65	1800	11	6,3	10-30
Dolomilli	36-40% MgO, 46% CaO	10-14	108-133	1780	-	-	-
Tal'kli	35-37% MgO, 30-33% SiO_2	1,5	15-24	1640	-	2,7-5,0	8-17
Xromitli							
Xrom-magnezitli	42-56% MgO, 15-30% Cr_2O_3	20-25	20-56	1900	9,5	8,4	13-17
Magnezit-xromitli	68-70% MgO, 8-15% Cr_2O_3	20-24	25-51	1900	10-11	13,0	8-100
Periklaz-shpinelli	68-73% MgO, 10-17% Cr_2O_3	14-20	30-61	1900	11-13	14,4	5-10
Aliyumosilikatli							
Yuqori glinozyomli	64-65% Al_2O_3 , 24-32% SiO_2	15-19	25-76	1800	6,3	4,87	30
Shamotli	31-39% Al_2O_3 , 30-45% SiO_2	24-27	17-25	1670	6,3	3,44-4,32	10-12

Muxamedbayev A.G., Bog'lovchi ajdodlar (Umumta'riflash sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Talkli g'isht asosan talk va magnezitdan tarkib topgan talkmagnezitli tog' jinsidan qirqib olinadi. Talkli olovbardosh material kuydirilgan va kuydirilmagan ko'rinishda qo'llanilishi mumkin. Biroq, aylanma pechda kuydirilgan talkli g'isht ishlatilgani maqbul sanaladi. Kuydirilmagan talkli g'ishtning olovbardoshliliği 1540-1560 °C, kuydirilganiniki esa 1600-1650 °C bo'ladi.



108 – rasm. Olovbardosh g'isht bilan aylanma pechning ichki yuzasini qoplash

Olovbardosh qoplamaning yemirilish mexanizmi

Odatda, aylanma pechning yuqori haroratli qismi yemirilishga eng moyil bo'ladi. Shu bilan birga, olovbardosh qoplama qatlamining kuydirilayotgan massa bilan yemirilishi faqat texnologiyaning qo'pol buzilishi bilan sodir bo'ladi. Odatiy sharoitlarda, faqat bir necha millimetr qalinlikdagi olovbardosh materialning sirt qatlami qayta tuzilishga uchraydi hamda keyinchalik uning yuzasiga kuydirilayotgan materialning qatlami yopishishi natijasida surtma qatlamli qoplama hosil bo'ladi. Surtma qatlamli qoplama olovbardosh g'ishtlarni kuydirilayotgan materialning ta'siridan himoya qiladi va issiqlik izolatsiyasini sezilarli darajada yaxshilaydi. Yetarli darajada chidamli surtma qatlamni hosil qilmasdan turib, aylanma pechning kuydirish qismidagi himoya qoplamasining uzoq muddat xizmatini ta'minlashning deyarli imkoni mavjud emas.

Olovbardosh materiallarning odatiy yemirilish mexanizmi – bu ularning sirt yuzasidan parchalar ko'rinishida yulini chiqishi xisoblanadi. Ushbu jarayon olovbardosh qoplamaning zaif qatlamlarida mexanik va termomexanik zo'riqishlar ta'sirida bo'ladi. Ayniqsa, kuchli termomexanik zo'riqishlar pechlar to'xtatilganida (sovutish jarayoni bilan birgalikda) va keyingi yoqish jarayonida sodir bo'ladi. Mazkur holatlarda surtma qatlam va olovbardosh qoplamaning ko'chib tushishi kuzatiladi.

Olovbardosh qoplamlar nisbatan kuchli mexanik ta'sirga aylanma pechning tayanchlari yaqinidagi joylarda uchraydi. Buning sababi esa aylanma

Muxamedbayev A.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish semenlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

pech qobig'ining deformatsiyasi xisoblanadi. Shu tufayli aylanma pechning tayanch osti qismlari nisbatan zaif xisoblanadi.

Kimyoviy yemirilish jarayoni pechdagi gazlarning olovbardosh qoplamaga diffuziyasi tufayli sodir bo'ladi. Bunda olovbardosh g'isht ichida ishqor tuzlari yig'ilib boradi. Magnezial olovbardosh g'isht yuqori kimyoviy ta'sirlarga, jumladan ishqorli tuzlarga chidamliligi tufayli deyarli kimyoviy yemirilishga uchramaydi. Ammo, toza holdagi magnezial olovbardosh g'ishtlar termik bardoshlilikining kichik bo'lganligi (ya'ni harorat o'zgarishlarida oson yorilib ketishi) tufayli ularni deyarli ishlatishning imkoni mavjud emas. Bu kamchilikni bartaraf etish uchun ularning tarkibiga shpinel qo'shiladi. Biroq mana shu shpinel tuzlar bilan ta'sirlashadi va buning oqibatida magnezial g'isht qoplamasining buzilishi sodir bo'ladi.

Olovbardosh g'isht qoplamalarini tanlashda aylanma pechning turli qismlarida kuydirilayotgan materialning abraziv xossalarini inobatga olish lozim. Ko'p hollarda pechdagi kuydirish jarayonlari to'g'ri olib borilganida alohida qismlardagi olovbardosh g'ishtlarning hizmat muddatlari 1 yilni tashkil etadi. Reja asosida belgilangan muddatlarda aylanma pech to'xtatilib, olovbardosh g'isht qoplamalari yangisiga almashtiriladi.

Xomashyo aralashmasi juda kichik abraziv xossalariga ega, olovbardosh qoplama yuzasi ko'p yillar davomida ishqalanishga uchramaydi. Ammo, klinker bilan umuman boshqacha vaziyat. Klinker juda ham abraziv material xisoblanadi. Shu sababli sovutish qismi, shaxtalar, sovutkichga tushish qismi yetarli darajada abraziv yemirilishga uchraydi. Ushbu joylarda karborund qo'shilgan alyumosilikatli olovbardosh materiallar hamda yuqori alyumosilikatli g'ishtlar ishlatiladi.

Sement pechlari kuydirish qismining uzunligi yoqilg'i turidan kelib chiqqan holda belgilanadi. Yoqilg'i sifatida ko'mir ishlatilganida aylanma pechning kuydirish qismi qisqa bo'ladi (uzunligi pech diametrining 4-5 baravari), gaz ishlatilganda esa pech diametriga 8-10 baravar bo'ladi. Birinchi holatda nur chiqishi va issiqlik o'tkazuvchanlik yuqori intensiv tarzda bo'ladi. Natijada ko'mir yoqilg'isi ishlatilganida kuydirish qismidagi olovbardosh materiallarning hizmat muddati kam bo'ladi.

Olovbardosh qoplamadan foydalanishning o'ziga xos tomonlari

Kuydirish jarayoni to'g'ri tashkil etilganida olovbardosh qoplama uzoq muddat hizmat qiladi va rejadagi ta'mirlashlar oralig'ida aylanma pechdan to'xtatilmagan holda foydalanish imkoniyatini beradi.

Birinchidan, pechni sovuq holda aylantirmaslik lozim. Olovbardosh qoplama qizdirilgan vaqtda kengayib pech qobig'ining ichki sirt yuzasiga o'tiradi. Sovutish vaqtida g'ishtlar o'lchamlarining qisqarishi natijasida qoplamada tirqishlar hosil bo'ladi. Pech aylanma harakat qilganida qoplamaning joyidan siljishi va buralib ketishi natijasida ko'chib tushishi sodir bo'ladi.

Ikkinchidan, pechni sovigan holda to'xtatishdan qochish kerak. Sababi, mazkur vaziyatda surtma qatlamli qoplamaning ko'chib tushishi sodir bo'ladi va olovbardosh qoplamaning ko'chirib chiqarilishi kuzatiladi.

Uchinchidan, agar pech qoplama uchun beton ishlatilsa, qoplama bug', ya'ni parning zarar yetkazmasligi uchun uni yoqishni asta-sekin va bir tekis olib borish lozim. Odatda, bu jarayon bir necha sutka davomida maxsus yoqish grafigi asosida bajariladi.

To'rtinchidan, pechdagi kuydirish jarayonini birdaniga va tez-tez o'zgartirish, qisqa alangani hosil qilmaslik va kuydirish qismida haddan tashqari katta zo'riqishlarni hosil etmaslik lozim. Imkon boricha alanganing yonish uzunligini maksimal darajada ushlab turish talab etiladi.



109 – rasm. Aylanma pechning infraqizil skanerlovchi qurilma yordamida olingan tasviri

Ko'pchilik korxonalarda aylanma pechlarning kuydirish qismida surtma qatlamli qoplamaning hosil bo'lishini yaxshilash va po'lat qobiqni himoya qilish maqsadida havo purkash uskunalari o'rnatilgan bo'ladi.

Shuningdek, korxonalarda infraqizil skanerlovchi qurilmalardan foydalanish orqali pech va uning ichki qoplamasidagi muammolarni aniqlash mumkin.



110 – rasm. Robotlashtirilgan Taxcometrning aylanma pechning geometrik parametrlarini aniqlashda qo'llanilishi

Aylanma pechni tekshirishda bajariladigan ishlarning umumiy ro'yxati:

- aylanma pech tayanchlarining markazga nisbatan to'g'ri joylashganligini aniqlash;
- aylanma pech rolikli tayanchlarining parallel joylashuvi darajasini aniqlash;
- aylanma harakatga keltiruvchi juft shesternyalarning bir-biriga nisbatan to'g'ri joylashganligini aniqlash;
- aylanma pech qobig'ining silindr shaklini yo'qotganlik darajasini aniqlash;
- shesternyani radial va o'q yo'nalishi bo'ylab yedirilishlarini aniqlash;
- tayanchlarning ovallik darajasini aniqlash;
- aylanma pechni harakatga keltiruvchi yuritmaning (motor, reduktor va oraliq val) to'g'ri joylashganligini aniqlash;
- aylanma pech qobig'i devorining yuqaligini aniqlash;
- ishlayotgan aylanma pechlarda energiya yo'qotilishi nisbatan ko'p bo'layotgan joylarni aniqlash, issiqlik kartogrammalarini tuzib chiqish;
- xisobot materiallarini tayyorlash va muammolarni bartaraf etish bo'yicha tavsiyalarni ishlab chiqish.

Kapital ta'mirdan so'ng aylanma pechlarni qaytadan ishga tushirish

Olovbardosh qoplamaning uzoq muddat xizmat qilishi uchun pechni 50 °C/soatiga tezlikda qizdirish talab etiladi. Bu qizdirish tezligi nisbatan yuqori bo'lgan holatda olovbardosh qoplamaning ichki qismida zo'riqishlar paydo bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, natijada qoplama bardoshligi 2 baravargacha kamayishi mumkin. Shu sababli pechni yoqishni ratsional tarzda tashkil etish uni keyinchalik yaxshi ishlashini ta'minlaydi. **Aylanma pechlarni qaytadan yoqib ishga tushirish 3 bosqichga bo'linadi:**

- aylanma pechni qaytadan ishga tushirishga tayyorlash;
- klinker olgunga qadar pechni yoqish jarayoni;
- aylanma pechni loyihaviy ishlab chiqarish unumdorligiga chiqarish.

Pechlarni qaytadan yoqib ishga tushirish kapital ta'mirdan va qisqa muddatli to'xtashdan so'ng amalga oshiriladi.

Kapital ta'mirdan so'ng va pechda material bo'lmagan holda qayta yoqish.

Mazkur holatga tayyorgarlik 3 ta omilga bog'liq:

- pechni toza holda bo'lishini ta'minlash (ahlat, olovbardosh material, elektrodlar, ayniqsa, shamot va hokazolar), xomashyo aralashmasi bo'lmashligini tekshirish;
- barcha uskunalarning soz holda ekanligini, aylanma pechga shlamni berish imkoniyati, odamlar yo'qligini tekshirish;
- mo'rkon shiberining yopilganlik darajasini tekshirish (yoqish vaqtida pechdagi havo oqimini nazorat qilish uchun).

Muxamedbayev Aq-A. Bog'lovchi moddalar (Umumiy qurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Pechni qizdirish shlamni bermagan holda 36-48 soat davomida amalga oshiriladi. Pechdan chiquvchi gazlar harorati $t_{ch\ g} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha ko'tariladi. 3-4 soat pech aylantirilmaydi. Boshlang'ich bosqich shunga qaratilganki, bunda pechni to'xtab turgan holatida qizdirish orqali termik kengayishlar orqali pech qobig'i va olovbardosh qoplama orasidagi tirqishlarni kompensatsiya qilish. Odatda, bu jarayon pechni aylantirmagan holda 3-4 soatdan keyin yakunlanadi. Aylanma pech qobig'ini ixtiyoriy kesimida harorat farqi $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan oshmagandagina yordamchi yuritma yordamida asta-sekin aylantirila boshlanadi. Yoqilg'i sarfi ushbu holatda 1-3% ni tashkil etadi.

Pechni yoqish san'ati shundan iboratki, **1-bosqichda** pech shlamni bermagan holda va 1,5 sutka ichida pechning kuydirish qismidagi haroratni $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha ko'tarish hamda bir paytning o'zida zanjirlarni ishdan (kuydirib yubormaslik) chiqarmaslik lozim bo'ladi. Bunda pechdan chiquvchi gazlar harorat $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha va zanjirli qismga kirishdagi harorat esa $400-500\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha ko'tariladi. Bunday jarayonni ta'minlash uchun uzluksiz tarzda alanga shaklini nazorat qilish kerak bo'ladi. Pech mashinisti har 10-15 daqiqada alanga shaklini kuzatib boradi. Agar alanga uchlari pechning sovuq tarafiga surilib ketishni boshlasa, mo'rkon shiberini ko'proq yopish lozim bo'ladi. 36 soat davomidagi jarayonda yoqilg'i sarfini 30 % gacha ko'paytirish mumkin. Ushbu muddat ichida yoqish jarayoni ratsional tarzda olib borilganda aylanma pechning kuydirish qismidagi olovbardosh himoya qoplamasi harorati $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha yetadi.

2-bosqichda zanjirli darpardalar shlam bilan qoplanadi. Bunda maksimal darajadagi tezlikda harakatlaniladi va loyihaviy unumdorlikdan kelib chiqqan holda taxminan 70% shlam beriladi. Zanjirlarni ishdan chiqarmasligi (kuyib ketmasligi) uchun yoqilg'i sarfi 30% atrofida qoldiriladi. Yoqishdan oldin aylanma pechning zanjirli darpardali qismidan so'ng joylashgan namuna olish darchasini ochiq qoldirish kerak. Zanjirli darparda shlam bilan 30-40 daqiqa ichida to'ldiriladi va u namuna olish darchasida materialning ko'rina boshlashiga bog'liq bo'ladi. Yoqilg'i sarfi ushbu holatda o'zgarishsiz qolganligi tufayli pechdan chiquvchi gazlar harorati $t_{ch\ g} = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha pasayadi.

3-bosqichda zanjirli darpardalar ortidan material ko'ringach aylanma pech yuqori tezlikdagi harakatlanishdan sokin harakatlantirishga o'tkaziladi. Asta-sekin yoqilg'i sarfi 30 dan 70% gacha ko'paytiriladi. 20-30 daqiqa ichida pechdan chiquvchi gazlar harorati me'yorgacha ($200\text{ }^{\circ}\text{C}$) ko'tariladi. Aylanishlar tezligi 2 baravarga pasaytirilganligi tufayli pechga shlam berish ham 2 baravarga (70 dan 35% gacha) qisqartiriladi. Material kuydirish qismiga yetgunga qadar pech 1 soat davomida mazkur tartibda ishlaydi. Keyingi jarayon shundan iboratki, unda olovbardosh qoplama yuzasida surtma hosil qilishga qaratilgan bo'ladi. Mazkur holatda materialni nisbatan yuqoriroq haroratgacha qizdirish ma'qul xisoblanib, material olovbardosh qoplamaga yopishib pishishi ta'minlanadi. Ushbu jarayonda pech asta-sekin tez harakatlanishga o'tkaziladi va shunga mos ravishda shlam hamda yoqilg'i berilishi oshiriladi.

4-bosqichda material aylanma pechning kuydirish qismiga yetib kelganida qora rangda bo'ladi. Yoqilg'i miqdori oshiriladi. Material sariq ranggacha qiziydi va olovbardosh qoplamaga yopishib pishib qoladi (surtma paydo bo'ladi). Agar yoqilg'i berish oldingi holatda qoldirilsa halqalarning hosil bo'lish xavfi paydo bo'ladi. Vizual baholashga ko'ra surtma qalinligi 200 mm bo'lganda yoqilg'ini berish miqdori kamaytiriladi hamda tayyor holga kelmagan material aylanma pechning issiq tamoni oxiriga yaqinlashib boradi. Bundan so'ng surtma hosil qilish uchun yana qaytadan yoqilg'ini berish miqdori oshiriladi. Shu yo'sinda 2-3 soat davomida yoqilg'ining miqdorini davriy ravishda o'zgartirish orqali aylanma pechning kuydirish qismida surtma hosil qilinadi. Klinker pechdan so'ng sovutish uskunasi beriladi.

Pech material bilan to'lgan vaqtdagi yoqish. Bu turdagi yoqish issiq turdagi ta'mirlash (pechni qaysidir qismidagi tushib ketgan g'isht qoplamasini ta'mirlash zarurati) bajarilganida yuzaga keladi. Bunda yoqish yuqoridagi kabi bajariladi.

Pechni to'xtatish.

Imkon qadar surtma va klinkerni yuqori tezlikda sovutish jarayonini bajarish lozim. Sekin sovutilganda β -C₂S γ -C₂S ga o'tadi va surtmaning ko'chib tushishi sodir bo'ladi.

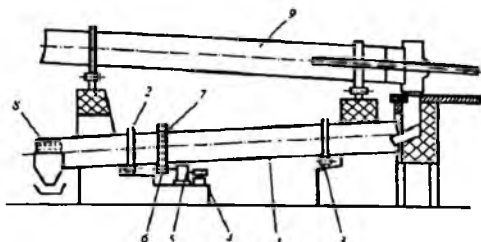
Sovutish uskunalari va ularda sodir bo'ladigan jarayonlar

Hozirda portlandsement klinkerini sovutish uchun rekuperatorli (planetar), barabanli va kolosnikli sovutish uskunalari qo'llaniladi.

Barabanli sovutkichlar. Eski turdagi uzunligi 70 m gacha bo'lgan kalta pechlar (unumdorligi 3,3-4,2 kg/s) odatda ochiq turdagi barabanli sovutkichlar bilan ta'minlangan bo'ladi. Barabanli sovutkich (111 – rasm) bir butun holda payvandlangan quvur (baraban) dan 1 iborat. Baraban ikkita belbog' (bandaj) lar 2 bilan tayanchlarga 3 tayanadi. Baraban uzunligi 15-30 m. diametri 2,5-5 m, qiyalik burchagi 5-6°. Baraban elektrodvigatel 4 yordamida reduktor 5, yetaklovchi 6 va yetaklanuvchi 7 shesternya orqali aylanma harakatga keltiriladi. Barabanning aylanish tezligi 0,05-0,14 ayl/s. Belbog'lar va yetaklanuvchi shesternyaning barabanga qotirilishi aylanma pechlardagi kabi bir xil. Material kirib keladigan tarafdin baraban (uzunligining taxminan 1/3 qismi) olovbardosh qoplama bilan qoplanadi. Qolgan uzunligida baraban ichki yuzasi bo'ylab klinkerni ko'tarib to'kuvchi tokhalar o'rnatilgan bo'ladi. Barabanning chiqish tarafida aylana bo'ylab elak 8 qotirilgan bo'ladi. Barabanning yuqori tomoniga aylanma pechdan 9 klinker tushib keladi. Barabanning pastki tarafdin sovutish uchun havo beriladi. Barabanning chiqish tarafdin klinkerning yirik donalari chiqadi. Mayda donachalar esa elakdan 8 o'tib ketadi. Barabanli sovutkichlarning tuzilishi sodda va ishlatilishi jihatidan qulay xisoblanadi.

Baraban ichida sovutuvchi havo va qaynoq klinker bir-biriga qarama-qarshi harakatlanadi. Issiqlik almashinuvi yaxshiroq ketishi uchun baraban ichki devorlariga klinkerni ko'tarib sochib beruvchi cho'michlar o'rnatiladi. Barabanli

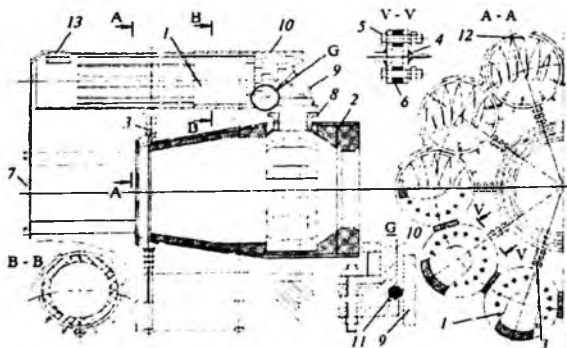
sovutish uskunalari xuddi rekuperatorlilardagi kabi kamchiliklarga ega va hozirgi vaqtga kelib sement korxonalarida kam ishlatiladi.



111 – rasm. Barabanli sovutkich:

- 1 — baraban; 2 — bandajlar (belbog'lar); 3 — tayanch; 4 — elektrodvigatel;
5 — reduktor; 6 — yetaklovchi shesternya; 7 — yetaklanuvchi shesternya;
8 — elak; 9 — aylanma pech.

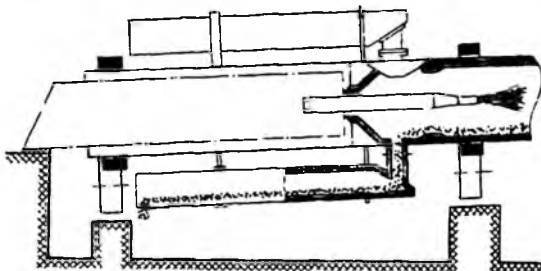
Rekuperatorli sovutkichlar unumdorligi 7 kg/soniya gacha bo'lgan pechlarda ishlatiladi. Buning sababi katta unumdorlikdagi pechlarda rekuperator barabanining uzunligi klinkerni yetarli darajada sovutish uchun yetarli bo'lmaydi va undan chiqayotgan klinkerning harorati yuqori bo'ladi. Pechga berilayotgan ikkilamchi havoning miqdori nazorat etilmaydi. Rekuperatorli sovutkichning konstruksiyasi quyidagi 112 – rasmda keltirilgan.



112 – rasm. Rekuperatorli sovutkich:

- 1 — sovutkich barabanlari; 2 — pechning chiqish tomoni; 3 — pech qobig'iga barabanlarni qotirish uchun diafragmalar; 4 — plastina; 5 — boltlar; 6 — qistirmalar; 7 — halqalar; 8, 9, 10 — o'tuvchi quvur (patrubkalar); 11 — po'lat arqon; 12 — zanjirilar; 13 — mayda klinker donachalarining o'tishi uchun panjara

Sovutkich 10 ta baraban (1) dan iborat bo'lib, ular pechning chiqish tomonida qobiq (2) ning aylanasi bo'ylab joylashgan. Barabanlar pech qobig'iga diafragmalar (3) vositasida qotiriladi. Ular esa o'z navbatida plastinalar (4), boltlar (5) va qistirmalar (6) vositasida bir – biri bilan bog'langan bo'ladi. Diafragmalar issiqlik tufayli sodir bo'ladigan kengayishlarni kompensatsiya qilish imkonini beradi. Yon tomonidan barabanlar halqa (7) bilan o'zaro bog'langan. Baranning kirish qismi pech qobig'i bilan o'tuvchi quvurlar (8,9,10) vositasida birlashtiriladi. O'tuvchi quvurlar orasidagi tirqishlar po'lat arqon (11) bilan zichlanadi. O'tuvchi quvurlar va barabanlarning issiq tarafining ichki devorlari olovbardosh g'isht bilan qoplanadi. Barabanlardan chiqish taraflarining yon qismida mayda klinker uchun panjara (13) o'rnatiladi. Klinkerning yirik donalari barabanlardan markaziy halqa (7) orqali tushadi.



113 – rasm. Rekuperatorli aylanma pechning bo'ylama kesimi (qirgimi)

Rekuperatorli sovutkichlar baraban shaklida bo'lib, aylanma pechning issiq tomonida pech aylanasi bo'ylab joylashtirilgan bo'ladi.

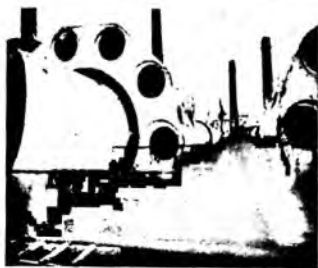
Rekuperatorli sovutkichlarning afzalliklari:

- tuzilishining soddaligi;
- harakatga keltiruvchi yuritmaning yo'qligi;
- ventilyatorlarning yo'qligi;
- klinkerni sovutish uchun sarflanadigan elektroenergiya sarfining kamligi.

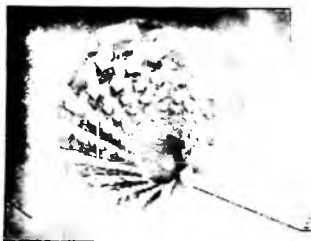
Kamchiliklari:

- sovutilgan klinker haroratining yuqori ekanligi;
- dekarbonizatori bor aylanma pechlarga qo'llab bo'lmisligi;
- issiqlik bo'yicha FIK ning yuqori ekanligi.

Shu sababli yangi yoki qayta bunyod etilayotgan korxonalarda bu turdagi sovutkichlar o'rnatilmayapti. Ushbu turdagi sovutish uskunalarini "Bekobodsement" AJ va "Quvasoysement" AJ larda mavjud.



114 – rasm.
Rekuperatorli aylanma pech
("Bekobodsement" AJ
misolida)



115 – rasm.
Rekuperatorli sovutkichning
ichki ko'rinishi [76];
1-qobiq; 2-tokchalar



116 – rasm. Rekuperatorli sovutkichda klinkerni sovutish jarayoni

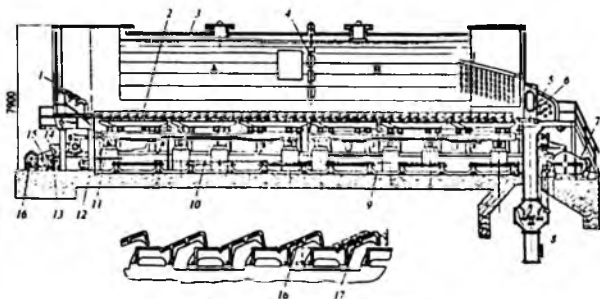
Rekuperatorli sovutkich ishlaganida rekuperator kesimi bo'ylab klinkerning bir tekis ko'tarilib-to'kilishini (taqsimlanishini) ta'minlash lozim bo'ladi (117 – rasm).



117 – rasm. Klinkerning rekuperatorda taqsimlanish sxemasi

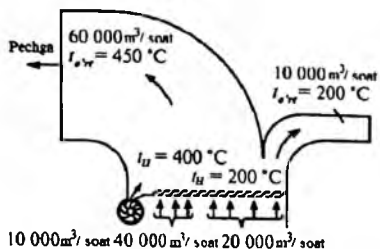
Hozirda sement sanoatida kolosnikli sovutkichlar keng tarqalgan bo'lib, ularning ishlash prinsipi issiq klinker qatlami orasidan havo o'tishiga asoslangan (118 – rasm). Ushbu jarayonda klinker donalari va havo o'rtasida yuqori intensivlikdagi issiqlik almashinishi sodir bo'ladi. Kolosnikli sovutkichlarning 2 turi keng tarqalgan: tushib ketuvchi va tushib ketmaydigan panjarali. Eski ishlab chiqarish korxonalarida "Volga" rusumli tushib ketuvchi panjarali kolosnikli sovutkichlar o'rnatilgan.

Kolosnikli sovutkichlar aylanma pechdan 1250 °C haroratda berilayotgan klinkerni omborga tashish imkonini beruvchi harorat 60-80 °C gacha sovutishga mo'ljallangan uskuna hisoblanadi [77]. Pechdan klinker sovutkichning shaxtasiga keskin tarzda havo pufladigan kolosniklarga beriladi. Sovutish kolosnikli panjara bo'ylab harakatlanayotgan klinker qatlami orasidan o'tuvchi sovuq havo vositasida sodir bo'ladi. Klinker qatlamidan o'tgan va 400-600 °C gacha qizigan havoning katta qismi yoqilg'ining yonish jarayonida ishtirok etish uchun aylanma pechga yo'naltiriladi (119 – rasm).



118 – rasm. Kolosnikli sovutkich:

- 1 – maydalovchi panjara; 2 – kolosnikli panjara; 3 – qobiq; 4 – to'siq panjara; 5 – to'kuvchi panjara; 6 – maydalagich; 7 – yon tomonlama o'rnatilgan avtonom yuritmalar; 8 – shluz; 9 – to'kilib tushgan klinker uchun yig'uvchi konveyer; 10 – kolosnikli panjara uchun aravacha; 11 – tayanch baraban; 12 – metall poydevor konstruksiyasi; 13 – harakatlantiruvchi val; 14 – krivoship-shatunli mexanizm; 15 – reduktor; 16 – harakatlanmaydigan kolosniklar; 17 – harakatlanuvchi podshipniklar. A – issiq hudud, B – sovuq hudud



119 – rasm. Kolosnikli sovutkichda havoning taqsimlanishi

Klinker harakatlanuvchi kolosniklarning ilgari lama-qaytarma harakati tufayli kirish qismidan chiqish qismiga tomon harakatlanib boradi [77]. 5 mm dan kichik bo'lgan donalar tirqishlar orqali kolosniklar ostidagi konveyerga tushib ketadi. Tirqishlar yuzasi 12% gacha bo'ladi. Kolosnikli panjara ustidagi klinker qatlamining qalinligi 250-600 mm. Harakatlanuvchi kolosniklarning qadami 150 mm ni tashkil etadi. Yuritma daqiqasiga kolosniklarning 7-20 ta ikkitalik harakatini ta'minlab beradi. Sovutilgan klinker kolosnikli panjaradan tushirib olish qurilmasi (panjara) ga beriladi va u yerda 2 ta fraksiyaga ajratiladi. O'lchami 40 mm gacha bo'lgan klinker mayda fraksiya bunkeriga tushadi. Yirik fraksiya esa maydalagichga yuboriladi.

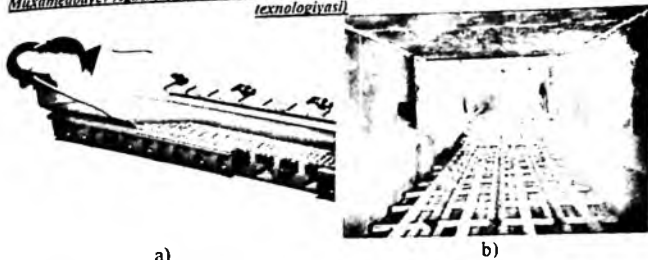
Shundan so'ng klinker omborga yuboriladi. Kolosnikli panjaraning oxiridagi qismidan o'tgan va 200-250 °C haroratga ega havo changsizlantiruvchi uskuna orqali o'tib mo'rkon quvuri orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi (119 – rasm). Kolosnikli panjaraning kolosniklari issiqlikga bardoshli po'latdan, kolosnik osti to'sinlari esa issiqlikga bardoshli cho'yandan yasaladi.

Kolosnikli sovutkichlarning asosiy ko'rsatkichlari:

- unumdorligi 25-200 t/soat;
- kolosnikli panjaralarning yuzasi 30-180 m²;
- havo sarfi 2,5-3,5 m³/kg;
- quvvati 230-1500 kW;
- massasi 130-800 tonna.

So'nggi paytlarda FLSmidth, Claudius Peters, Polysius va KHD Humbolt Wedag firmalarining tushib ketmaydigan panjara kolosnikli sovutkichlari keng tarqala boshladi (120 – rasm).

Kolosnikli sovutkichlarning panjarasi ilgari lama-qaytar harakatlanuvchi va harakatlanmaydigan yo'laklardan tashkil topgan bo'ladi. Panjaradagi barcha yo'laklarning ilgari lama harakati tufayli klinkerning chiqish tomoniga qarab surilishi (tashilishi) sodir bo'ladi.



120 – rasm. Kolosnikli sovutkich (a) va uning ichki ko'rinishi (b) [78]

Tushib ketmaydigan panjara kolosnikli sovutkichlarning afzalliklari [23]:

- issiqlik bo'yicha yuqori FIK ega;
- mayda o'lchamdagi klinker donachalarining panjaradan o'tib, ostki qismga tushib ketmasligi;
- purkaluvchi va ortiqcha havo hajmining kamligi;
- panjara ostida tashish qurilmasining yo'qligi;
- kolosniklarning yedirilish darajasining kamligi;
- klinker orasidan o'tuvchi havo oqimining alohida tarzda nazorat qilish mumkinligi.

Kamchiliklari:

- ventilyatorlarning ishlashi uchun katta miqdorda elektr energiyasi sarflanishi;
- tuzilishining nisbatan murakkabligi.

A.V.Novoselov tomonidan ta'kidlanishicha [79], klinker qatlami balandligi, sovutish vaqti va purkaluvchi sovutuvchi havo hajmining o'zgarishi orqali klinker haroratini pasaytirish, issiqlik yo'qotilishini kamaytirish va issiqlik bo'yicha sovutkichning FIK ni oshirish mumkin (34 – jadval). Shuningdek, bunda elektr energiyasi sarfi 3 kW-soat/t klinkerga kamayishiga erishiladi.



121 – rasm. Kolosnikli sovutkich va valikli (jo'vali) maydalagich

Kolosnikli sovutkichning ba'zi bir ko'rsatkichlari

34 – jadval

Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Rejim		
		1	2	3
Sovutq panjaradagi qatlam balandligi	mm	180	300	400
Klinkerni sovutish vaqti	daqiqqa	17	30	40
Sovutuvchi havo hajmi	nm ³ / kg kl	2,94	2,54	2,15
Ortiqcha havo hajmi	nm ³ / kg kl	1,21	0,74	0,33
Ortiqcha havo harorati	°C	165	190	110
Sovutilgan klinker harorati	°C	170	120	90
Sovutkich tomonidan issiqlik yo'qotilishi	kDJ/kg kl	400	280	118
Sovutkichning issiqlik bo'yicha FIK	%	68	78	91

35 – jadval

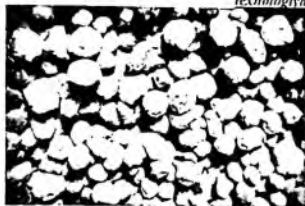
Sovutish sharoitlaridan kelib chiqqan holda klinker faol (aktiv) ligining o'zgarishi [80]

Ko'rsatkichlarning nomi	Ko'rsatkichlar			
Pechning issiq kesimidan qobiqning yuqori haroratdan uzoqlashish masofasi, m	22	12	9	6
Klinkerning pechda 1450 °C dan sovvish vaqti, daqiqqa	27	15	11	8
Pechning issiq kesimi (qismi) dagi klinker harorati, °C	1050	1150	1230	1290
28 kunlik qotish jarayonidagi klinkerning gidratasiya faolligi (aktivligi), MPa	43	53	50	45

Portlandsement klinkeri va qo'shimchalar

Sement olishda tayyor klinker, gips va mineral qo'shimchalar vaqtincha siloslarda yoki yopiq holdagi omborlarda saqlanadi. Katta miqdordagi zahiralari ochiq holdagi maydonlarda saqlanishi mumkin. Bunda chang hosil bolishining oldini olish bo'yicha choralar ko'rilishi lozim bo'ladi. Odatda *klinkerni saqlash omborlari quyidagicha bo'ladi:*

- to'g'ri to'rtburchak va aylana shaklidagi shtabelli omborlar;
- siloslar;
- gumbazsimon omborlar.



122 – rasm.
Portlandsement klinkeri

Sement tarkibidagi gips toshining vazifasi

Sement tarkibiga qo'shilishi lozim bo'lgan qo'shimchalardan biri – bu gips toshi xisoblanadi (123 – rasm).



123 – rasm. Gips toshi

Kimyoviy formulasi – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Kamdan-kam holatlarda angidrit (CaSO_4) ham ishlatiladi. Gips toshining vazifasi sementning tishlashish muddatini me'yorlashtirish, ya'ni sekinlashtirish xisoblanadi. Odatda gips toshining miqdori umumiy sement massasidan 3-5 % miqdorda qo'shiladi. Ushbu miqdor SO_3 ga qayta xisoblash asosida belgilanadi. Gips toshining maqbul miqdori sement tarkibidagi uch kalsiyli alyuminat (C_3A) ning miqdori va uning tuyilganlik darajasidan kelib chiqqan holda belgilanadi.

Shuningdek, tabiiy gips toshi o'miga kimyo sanoati chiqindisi – fosfogips ishlatilishi mumkin.

Bir guruh Rossiyalik olimlar tomonidan gips toshining sement xamiri va sement toshining mustahkamligiga ta'siri tadqiq etilgan [81]. Sement turi sifatida PS 400 D-20 tanlab olinib, gips toshi 1, 3, 4, 5, 7 va 9 % miqdorida tuyish jarayonida qo'shilgan (36 va 37 – jadval).

36 – jadval

Gips toshi miqdorining sement xamirining tishlashish muddatlariga ta'siri

Tishlashish muddatlari	Gips toshining miqdori, mas. %						
	0	1	3	4	5	7	9
Tishlashishni boshlanishi	27 daqiqqa	41 daqiqqa	1 soat 10 daqiqqa	2 soat 03 daqiqqa	2 soat 55 daqiqqa	1 soat 50 daqiqqa	50 daqiqqa
Tishlashishni oxiri	1 soat 03 daqiqqa	2 soat 30 daqiqqa	3 soat 20 daqiqqa	4 soat 40 daqiqqa	5 soat 24 daqiqqa	3 soat 48 daqiqqa	2 soat 05 daqiqqa

Muxamedbayev Ag.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

36 – jadvaldan ko'rinib turibdiki, tishlashish muddatlariga ko'ra gips toshining maqbul miqdori 3-5% ni tashkil etgan.

37 – jadval

Gips toshi mindoriniga sement toshining siqilishdagi mustahkamligiga ta'siri

Namunalarning qotish sharoitlari	Gips toshining miqdori, mas. %						
	0	1	3	4	5	7	9
Normal sharoit (28 kun)	50,3	53,7	55,9	56,4	65,2	54,4	51,2
Issiqlik-namlik ishlovi	46,1	48,4	50,0	49,1	55,7	50,1	49,1

37 – jadvaldagi natijalardan xulosa qilish mumkinki, gips toshi 5% gacha qo'shilganda sement toshining mustahkamligiga ijobiy ta'siri etar ekan.

Sement bog'lovchisi uchun mineral qo'shimchalar

Sement ishlab chiqarishda portlandsement klinkeri sarfini kamaytirish va ba'zi bir ekspluatatsion xossalarni yaxshilash maqsadida mineral qo'shimchalardan foydalaniladi. Mineral qo'shimchalarga tabiiy va sun'iy yo'l bilan olinadigan ikkilamchi xomashyo resurslari kiradi. Ulardan ba'zilarining nomlari quyidagi 38 – jadvalda keltirib o'tilgan.

Ushbu barcha qo'shimchalar suv bilan qorilganda o'zlari mustaqil ravishda qotmaydi (granulalangan domna shlaklaridan tashqari) [36]. Mineral qo'shimchalarning sifati va talabga javob berishi faollik (aktivlik) ko'rsatkichi bilan belgilanadi. Mineral qo'shimchalarning aktivligi ohak aralashmasidan yutilgan ohak miqdoriga ko'ra aniqlanadi (1 g mineral qo'shimcha tomonidan yutilgan (CaO, mg)).

38 – jadval

№	Mineral qo'shimcha	Hosil bo'lishi
1	Glij (tabiiy yongan tuproq)	Tabiiy yer osti jarayonlari natijasida
2	Uchuvchan kul	Ishlab chiqarish jarayonida
3	Granulalangan domna shlaklari	Ishlab chiqarish jarayonida
4	Granulalangan elektrotermofosfor shlaklari	Ishlab chiqarish jarayonida
5	Kul-shlak aralashmasi	Ishlab chiqarish jarayonida
6	Termik faollashtirilgan tuffit	Sun'iy termik usulda ishlov berish natijasida
7	Termik faollashtirilgan qum (diatomit, opoka, trepel)	Sun'iy termik usulda ishlov berish natijasida
8	Po'lat eritish shlaklari	Ishlab chiqarish jarayonida
9	Mis eritish shlaklari	Ishlab chiqarish jarayonida
10	Metakaolin	Sun'iy termik usulda ishlov berish natijasida
11	Vulqon kuli, tufllari, pemza, trasslar	Tabiiy yer osti jarayonlari natijasida

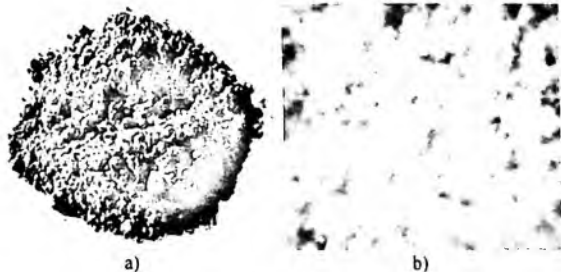
Muxamedbayev Ap.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Gliej – bu ko'mir konlarida joylashgan tabiiy yongan tuproqdir (124 – rasm). U yer ostining pasiki qavatlarida ko'mirning yonishi va yuqori bosim natijasida hosil bo'lgan. Glieljlar I.S.Kansepolskiy va uning shogirdlari tomonidan yetarli darajada o'rganilgan [82-84]. Ular tomonidan glieljlar tarkibida kristall fazalar – kvars (0,426; 0,335; 0,137; 0,1044 nm), kristobalit (0,404; 0,249 nm), tridimit (0,430; 0,407; 0,380; 0,296 nm) va mullit (0,220; 0,152 nm), shuningdek, ikkilamchi tuproq minerali – galluazit mavjudligi aniqlangan.



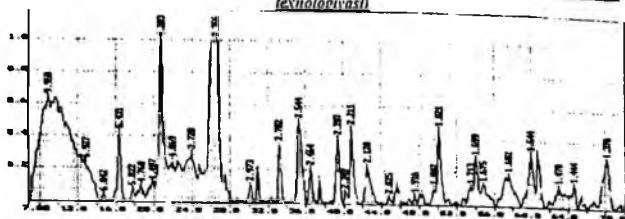
124 – rasm. Glielj

Uchuvchan kul. Qattiq yoqilg'ining yonishidan xosil bo'ladigan o'ta mayin holdagi yonmay qolgan yoqilg'i va mineral qo'shilmalardan iborat kukun. Uchuvchan kul elektroenergiya ishlab chiqarishda IES larida changdan tozalovchi uskuna (elektrofiltr) larda ushlab qolinadi. Uchuvchan kul tarkibi asosan SiO_2 , Al_2O_3 , CaO va yonmay qolgan C dan iborat bo'ladi. Mineralogik tarkibi asosan shisha, kvars (0.3356; 0,1821; 0,1544; 0,1376 nm), gematit (0,2702; 0,2211; 0,1699 nm), magnetit, mullit (0,1862 nm) va har xil kalsiy silikatlaridan iborat [85.86].



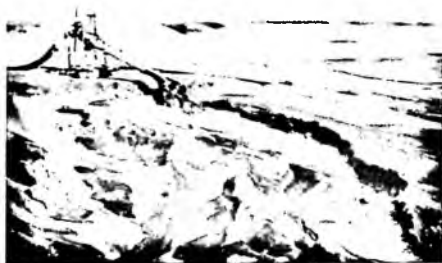
125 – rasm. Uchuvchan kul:

a – tabiiy ko'rinishi; b – 120 marta kattalashtirilganda



126 – rasm. Uchuvchan kul rentgenogrammasi

Yoqilg'i kul-shlaki. Yoqilg'i shlaklari issiqlik agregatlarining o'txonalarning ostki qismida to'planadigan material bo'lib, suyuq yoki quruq holatda chiqarib tashlanadi [87-89].



127 – rasm. Yoqilg'i kul-shlaki chiqindixonasi

IES da kul va shlakni gidrotransport vositasida birgalikda chiqarib tashlanganda kul-shlak aralashmasi hosil bo'ladi. Yoqilg'i kul-shlaklarining kimyoviy va mineralogik-fazaviy tarkibi, tuzilishi va xossalari yoqilg'ining mineral qismi tarkibiga, uning issiqlik berish qobiliyatiga, ularni ushlab qolish va jarayondan chiqarib tashlanish usuliga va namunaning olingan joyiga bog'liq holda har xil bo'ladi.



128 – rasm.
Yoqilg'i kul-shlaki



129 – rasm. Yoqilg'i kul-shlakining rentgenogrammasi

Termik faollashtirilgan tuffit [90,91] – tabiiy tuffit tuprog'ini 600-950 °C haroratda kuydirish natijasida olinadi (130 – rasm). Karmana koni tuffit jinslarining kimyoviy tarkibi, %: SiO₂ – 54,73; Al₂O₃ – 10,02; Fe₂O₃ – 3,40; CaO – 9,94; MgO – 2,95; SO₃ – 1,40; TiO₂ – 0,34; Na₂O – 1,96; K₂O – 1,39; MnO – 0,05; namlik – 19,36; K.J.Y. – 14,06.



130 – rasm.
Termik faollashtirilgan tuffit

Granulangan donna shlaklari cho'yan eritishda hosil bo'ladigan alyumosilikatli issiq massani keskin sovutish jarayoni orqali mayda donador ko'rinishga keltirilib olinadi (131 – rasm).

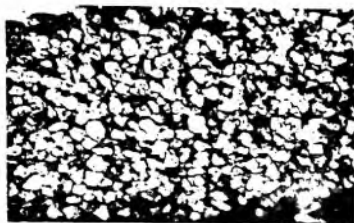
Donna shlaklarining gidravlik xossalari sifat koeffitsienti (*K*) yordamida ifodalanadi va quyidagi formulalar orqali topiladi:

MgO oksidining miqdori 10% gacha bo'lganda:

$$K = \frac{\%CaO + \%Al_2O_3 + \%MgO}{\%SiO_2 + \%TiO_2}$$

MgO oksidining miqdori 10% dan yuqori bo'lganda:

$$K = \frac{\%CaO + \%Al_2O_3 + 10}{\%SiO_2 + \%TiO_2 + \% (MgO - 10)}$$



131 – rasm.
Granulalangan domna shlaklari

Sifat ko'ffitsienti va kimyoviy tarkibiga ko'ra domna shlaklari 3 navga ajratiladi (39 – jadval).

39 – jadval

Domna shlaklariga belgilangan talablar

Ko'rsatkich nomi	Nav uchun belgilangan me'yor		
	1-nav	2-nav	3-nav
Sifat ko'ffitsienti, kamida	1,65	1,45	1,20
Al ₂ O ₃ ning miqdori, kamida (%)	8,0	7,5	Belgilanmagan
MgO ning miqdori, ko'pi bilan (%)	15,0	15,0	15,0
TiO ₂ ning miqdori, ko'pi bilan (%)	4,0	4,0	4,0
MnO ning miqdori, ko'pi bilan (%)	2,0	3,0	4,0
Cl ⁻ ionining miqdori, ko'pi bilan (%)	0,1	0,1	0,1

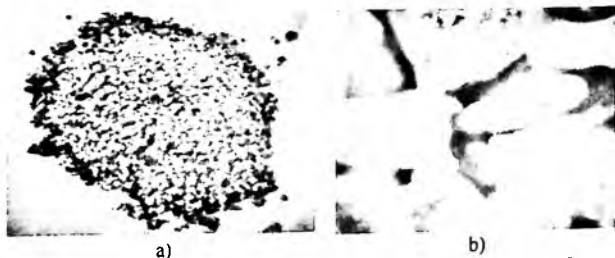
Granulalangan elektrotermofosfor (ETF) shlaklari fosfor ishlab chiqarishda elektropechlardan chiqayotgan issiq silikat massasini granulalash uskunasiga bergan holda keskin sovutish jarayoni orqali olinadi (132 – rasm). ETF shlaklari o'zining kimyoviy tarkibiga ko'ra quyidagi talablarga javob berishi talab etiladi [92]:

SiO₂ ning miqdori, kamida (%) – 38,0;

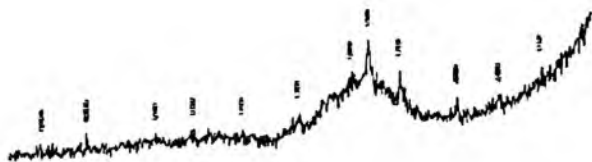
CaO va MgO ning umumiy miqdori, kamida (%) – 43,0;

P₂O₅ ning miqdori, ko'pi bilan (%) – 2,5;

Cl⁻ ionining miqdori, ko'pi bilan (%) – 0,1.



132 – rasm. Granulalangan elektrotermofosfor shlaklari [86,93]:
a – tabiiy ko'rinishi; b – 120 mara kattalashtirilganda



133 – rasm. Elektrotermofosfor shlakining rentgenogrammasi

40 – jadval

Mineral qo'shimchalarning kimyoviy tarkibi [82.93-95]

№	Nomi	Oksidlar miqdori, %									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	MnO	TiO ₂	FeO	K.J.Y.
1	Gitej	72,48-	11,35-	3,20-	0,51-	1,07-	0,58-	-	0,47-	-	2,22-
		76,56	12,31	4,14	1,13	1,22	2,22	-	0,57	-	2,27
2	Uchuvchan kul	47,14-	15,60-	4,70-	2,07-	1,20-	0,65-	0,02-	-	-	0,98-
		58,63	28,89	7,68	16,45	2,92	3,22	0,20	-	-	7,85
3	Kul-shlak	30,96-	5,50-	3,17-	3,71-	0,78-	0,11-	0,05-	-	-	1,55-
		55,01	32,19	7,71	16,98	3,26	0,80	0,14	-	-	36,07
4	Domna shlaki	35,60-	6,49-	0,12-	34,90-	2,94-	0,66-	0,36-	0,00-	-	0,00-
		39,52	15,85	2,80	48,24	11,25	2,60	1,63	0,17	-	2,51
5	ETF shlak	41,24	2,72	0,45	44,87	5,00	0,83	2,20	0,07	-	0,87

Eslatma: K.J.Y. – kuydirish jarayonidagi yo'qotishlar

Mis eritish shlaklari mis ishlab chiqarish korxonalarida chiqindi sifatida hosil bo'ladi (134 – rasm). Rangi – qora tusda. Mineralogik tarkibi fayalit (Fe₂SiO₄), ferrosilit (FeSiO₃) va klinoferrit (Fe(Ca)SiO₃) dan iborat [198].



134 – rasm. Mis eritishda hosil bo'ladigan ikkilamchi shlak:

a – tabiiy ko'rinishi; b – 120 marta kattalashtirilganda

Diatomit – yumshoq yengil mayda govakliklarga ega jins. Rangi oq yoki och sariq-kulrang, ba'zi hollarda kulrang va to'q kulrang bo'ladi. Tarkibida qo'shimchalarda glaukonit va tuproq minerallari uchraydi. Jins bo'lagidagi diatomitning hajmiy og'irligi 1 dan oshmaydi (0,5-0,7 t/m³), g'ovakligi esa 70-

Muxamedbayev Aq A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chikarish texnologiyasi)

75% gacha boradi. Odatda diatomitlarda kremnezyom (SiO_2) miqdori 80-90% gacha va glinozyom (Al_2O_3) esa 1,8-15% gacha bo'ladi.

Trepel – g'ovak yoki kuchsiz sementlashib qolgan mayda g'ovak jins. Ko'rinishi diatomitni eslatadi. Hajmiy og'irligi 0,5-1,25 t/m^3 . G'ovakliligi 60-70% ni tashkil etadi. Trepelda kremnezyom (SiO_2) miqdori kata oraliqda o'zgarib turadi va eng yaxshi namunalarda 85-86% gacha boradi.

Opoka – yengil zich holatdagi mikrog'ovak jins. Tarkibida turli miqdorda kvars va tuproq qo'shilmalari uchraydi. Hajmiy og'irligi – 1,1-1,8 t/m^3 . G'ovakliligi 55% gacha bo'ladi. Opokalar kimyoviy tarkibiga ko'ra diatomitlarga yaqin. Odatda kremnezyom (SiO_2) miqdori 75-85% va ba'zi hollardagina 90-95% gacha bo'ladi.

Trepel va opoka konlari zaxirasiga (mln. m^3) ko'ra quyidagicha bo'linadi [97]: juda yirik (50 dan ko'p); yirik (20-50); o'рта (3-20) va kichik (3 dan kam). Diatomit konlari esa (mln. m^3): juda yirik (20 dan ko'p); yirik (5-20); o'рта (1-5) va kichik (1 dan kam).

41 – jadval

Asosi kremniv bo'lgan jinslarning kimyoviy tarkibi [98]

№	Nomi	Oksidlar miqdori, %								
		SiO_2	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	K.J.Y.
1	Diatomit	62,80-96,8	0,90-22,90	0,50-9,00	0,19-2,75	0,39-2,07	0,00-1,70	0,00-4,40	0,00-3,73	0,00-24,67
2	Trepel	35,3-87,70	2,50-11,60	0,30-4,80	0,40-31,2	0,20-1,80	0,00-1,80	0,00-0,97	0,00-1,29	0,28-26,40
3	Opoka	52,10-93,70	2,50-15,40	1,00-8,20	izl.-24,20	0,03-2,90	0,00-3,08	0,00-1,48	0,00-3,10	1,51-16,80

Eslatma: K.J.Y. – kuydirish jarayonidagi yo'qotishlar, izl. – izlar.

Trepel, opoka va diatomit kabi kremnezyomli jinslarni sementga mineral qo'shimcha sifatida ishlatish uchun ularga 600-900 °C da termik ishlov berish lozim. Ushbu holatda ular nofaol ko'rinishdan faol mineral qo'shimcha ko'rinishiga o'tadi.

Mikrokremnezyom (mikrosilika) – hozirgi vaqtda sement va beton ishlab chiqarishdagi eng mashxur pussolan moddalardan biri. U yuqori disperslikdagi kulrang chang bo'lib, amorf xossalarga ega. Metallurgiya kremniysi va ferrosilisiyisini eritish jarayonida pechlardan chiqayotgan chiqindi gazlardan ajratib olinadi.

42 – jadval

Mikrokremnezyom (mikrosilika) ning kimyoviy tarkibi [99]

№	Nomi	Oksidlar miqdori, %								
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	MnO	SO_3	K.J.Y.
1	«Uz-Shindong Silicon» OK	92,71	1,26	1,18	1,49	0,68	1,54	0,12	-	-
2	«O'zmetkombinat» AJ	92,70	0,76	0,38	1,42	0,34	2,62	-	0,73	2,61

Mikrosilikaning yuqori darajadagi pussolan faolligi (aktivligi) erkin holdagi kimyoviy bog'lanishlarning mavjudligi, zarrachalarning sferik shaklda ekanligi va o'lchamlarining sement zarrachalariga nisbatan o'rtacha 500 marotaba kichikligi bilan bog'liq. Mikrosilika zarralarining o'lchami 1 dan 0,01 mkm va undan kichik bo'ladi.

Fosfozol – bu ikkita xomashyo komponenti fosfogips va qattiq yoqilg'i kul-shlakidan iborat kompozitsiya xisoblanadi. "Fosfozol" sanoat miqyosida "Elemental" MChJ bazasida Yangi Angren IES kul-shlaki va "Ammofos-Maksam" AJ korxonasi fosfogips chiqindisidan iborat aralashmani avtoklavda termik ishlov berish natijasida olinmoqda [100-103]. "Fosfozol" qo'shimchasining kimyoviy tarkibi, % : SiO₂ – 28,93-39,28; Al₂O₃ – 11,04-15,16; Fe₂O₃ – 1,98-2,46; CaO – 12,83-14,72; MgO – 0,78-0,98; SO₃ – 13,36-21,89; P₂O₅ – 0,83-1,28; boshqa – 3,79-5,87; K.J.Y. – 11,31-13,51. Mazkur qo'shimchanning farqli tomoni o'zida kul-shlakini va fosfogipsni birlashtira olganligida.

Mineral qo'shimchalarning faollik (aktivlik) ko'rsatkichlari

Mineral qo'shimchalarning gidravlik xomashyo sifatidagi asosiy sifat ko'rsatkichi, ya'ni mezon - bu ularning gidravlik faol (aktiv) ligi xisoblanadi. Bu ko'rsatkich kremniyli jinslarda erkin holdagi kremnezyomning miqdoriga bog'liq bo'ladi.

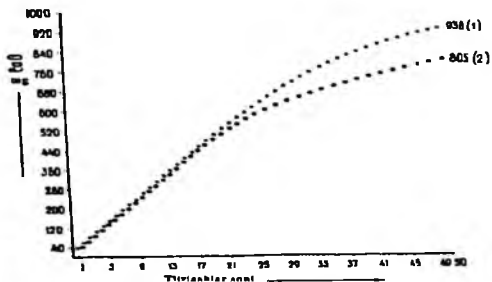
Mineral qo'shimchalarning faolligi 1 gramm qo'shimcha tomonidan 30 sutka davomida yutilgan Ca(OH)₂ miqdori bilan belgilanadi.

Mineral qo'shimchalarning, jumladan, kremniyli jinslarning gidravlik faolligini 1 gramm miqdordagi namuna tomonidan 15 marotaba titrlash davomida yutilgan ohak miqdoriga ko'ra belgilash qabul qilingan [98]. Sement sanoatining talablariga binoan 150 mg CaO dan yuqori yutuvchanlikga ega jinslarga ishlatishga yaroqli xisoblanadi. Kremniyli opal jinslarning faolligi 15 marotaba titrlashga ko'ra 150-600 mg CaO ni tashkil etadi. Umuman olganda diatomit va trepellar opokalarga nisbatan kichik faollikga ega. Xomashyoni gidravlik qo'shimcha sifatida baholash vaqtida tuproq qismining mineralogik tarkibini xisobga olish lozim. Bunga asosan tuproq qismi gidroslyudadan iborat kremniyli opal jinslar maqbulroq sanaladi. Tarkibida montmorillonit miqdori yuqori bo'lgan opaklar ohak suvli aralashmada bo'kib hajmiy kengayishi katta bo'lishi bilan xarakterlanadi. Bu esa ularning ishlatilishini chegaralaydi. 135 – rasmda 2 xil opokaning CaO ni yutish egri chiziqlari keltirilgan.

Diatomit va trepellar yuqori gidravlik faollik (eng yaxshilarida 300 mg CaO gacha) ga ega. Biroq, ular umuman olganda opokalarga nisbatan yuqori bo'kish va hajmiy kengayishga moyilroq bo'ladi.

Gliejlar tabiiy holdagi cho'kindi jinslar xisoblanib, ular uchun CaO ni 30 sutkadagi yutish ko'rsatkichi kamida 30 mg/g etib belgilangan. Gliejlar yer ostida nazorat etilmagan holdagi va inson aralashuviz sodir bo'lgan tabiiy yonish jarayoni natijasida hosil bo'lgan. Yongan tabiiy jinslar tabiatiga ko'ra

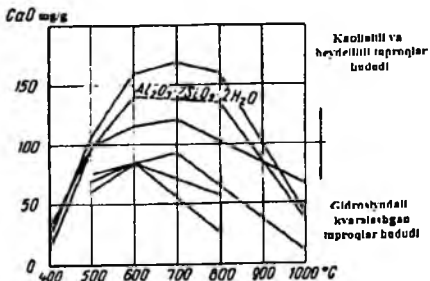
aralash turdagi qo'shimchalar xisoblanadi. Buning sababi ular glinitli, temir va kremnezomli gidravlik tashkil etuvchilardan tashkil topganligidir. Shu sababli ham CaO ni yutish ko'rsatkichlarining chegaralari keng bo'ladi. Yonqan tabiiy jinslar kremnezomli emas, balki glinitli gidravlik qo'shimchalar sanaladi va ularning ohak aralashmasidan CaO ni yutish ko'rsatkichlari nisbatan yuqori bo'lmaydi [104].



135 – rasm. Ohakni yutish egri chiziqdari:
1 – to‘q rangli opokalar, 2 – och rangli opokalar

Yonqan jinslarning gidravlik faolligi ulardagi SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 larning erkin faol holatda bo'lishiga, ohak, gips va boshqa moddalar bilan reaksiyaga oson kirishishiga bog'liq.

Barcha tuproq turlari uchun tuproq minerallarining parchalanish harorati degidratatsiya haroratining ($600-700\text{ }^\circ\text{C}$) oralig'ida joylashgan bo'ladi. Laboratoriya sharoitlarida kuydirilgan tuproqlar tomonidan ohakni yutilish jarayoni 136 – rasmda grafik ko'rinishda tasvirlangan [104]. Bunda ko'rinib turibdiki tuproqlarni $600-700\text{ }^\circ\text{C}$ oralig'ida kuydirilganda CaO ni yutish ko'rsatkichiga ko'ra eng yuqori gidravlik faollikga erishilar ekan.



136 – rasm. Kuydirilgan tuproqlarning gidravlik faolligi

Muxamedbayev A. A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Metakaolin ($Al_2O_3 \cdot SiO_2$) – kaolinit mineralining suvsizlantirish (degidrossillashirish) natijasida olinadigan mahsulot bo'lib, hozirgi vaqtdagi eng yuqori samaradorlikga ega pussolan qo'shimchalardan biri sanaladi. Metakaolin, trepel va kremnegel $Ca(OH)_2$ ni yutish miqdori bo'yicha tekshirilganda, shu narsa ma'lum bo'ldiki 30 sutka davomida kremnegel – 175 mg/g, trepel – 322 mg/g va metakaolin – 719 mg/g yutganligi aniqlandi [105].

Tabiiy va 600 °C haroratda kuydirilgan tuffit jinslarining faolligi CaO ning yutilish miqdori – 268.75 mg/g va 319.35 mg/g ni tashkil etishi aniqlangan [91].

Mineral qo'shimchalarning faollik ko'rsatkichlarini CaO ni yutishga ko'ra baholash har doim ham to'g'ri bo'lavermaydi. Chunki, ba'zi bir xomashyolar CaO ni yutish ko'rsatkichi bo'yicha javob bermasada, qo'shimchasiz sementga 15-20% qo'shgan holda mustahkamlikka tekshirilganda juda yaxshi ijobiy natijalarni beradi. Buning aksi ham bo'lib turadi, ya'ni CaO ni yutish ko'rsatkichi bo'yicha javob bergan qo'shimchalarni qo'shimchasiz sementga qo'shgan holda mustahkamlik ko'rsatkichlari sinovdan o'tkazilganda talabga javob bermasligi ma'lum bo'lib qoladi. Shu sababli ham hozirgi paytda sementga qo'shiladigan faol mineral qo'shimchalar GOST 25094 ga asosan sinovdan o'tkazilishi belgilangan [106]. Unga ko'ra mineral qo'shimchalarning yaroqliligi siqilishga mustahkamlik, tishlashish muddatining oxiri va suvga bardoshlilik ko'rsatkichlariga asosan hamda yakunda Student mezoniga ko'ra xulosa qilinadi.

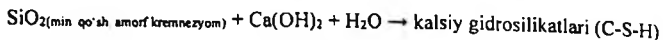
43 – jadval

Ohak aralashmasini turli xil mineral qo'shimchalar bilan titrlash natijalari
(mg $Ca(OH)_2$ / er) [107]

Sinov davomiyligi, sutka	Domna toshqoli	Tabiiy pussolan	Uchuvchan kul	Guruch shelusini kuli	Mikrokremne zjom-90
2	14.5	20.7	21.2	42.1	62.4
4	16.9	29.2	39.4	67.5	85.7
6	21.7	35.8	48.1	88.4	100.3
8	23.6	46.5	54.2	106.3	125.1
10	24.8	58.1	60.8	117.8	151.6
12	30.6	64.1	66.8	126.6	164.7
14	36.8	67.6	77.7	136.3	186.8
16	41.9	77.5	92.0	143.2	198.5
18	56.2	86.6	102.6	151.6	224.5
20	58.8	98.5	107.3	158.5	242.6
22	59.4	99.7	115.6	167.7	271.7
24	60.2	100	122.3	175.6	292.4
26	61	101	126.6	180.6	310.3
28	61	102	131.3	191.3	319
30	61	102	134	197	326

Faol mineral qo'shimchalar tarkibidagi amorf holatdagi kremnezjom to'yingan eritmada kalsiy gidroksid – $Ca(OH)_2$ bilan reaksiyaga kirishib,

bog'lovchilik xususiyatiga ega kichik asosli birikma C-S-H ni quyidagi reaksiya sxemasi bo'yicha hosil qiladi [107,108]:



Mineral qo'shimchalarni pussolanli faollik ko'rsatkichi quyidagi formuladan xisoblab chiqariladi:

$$\text{PF} = 2 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot \frac{74}{56} \cdot 1000$$

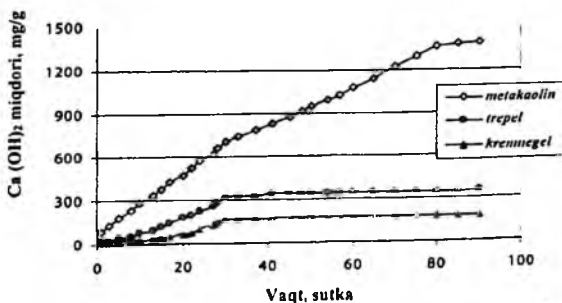
bu yerda: PF – mineral qo'shimchalarning pussolanli faolligi, mg $\text{Ca}(\text{OH})_2$ / gr, V_1 – 25 ml mineral qo'shimchasiz aralashmani titrlash uchun talab etiladigan 0,1 n HCl hajmi, ml, V_2 – 25 ml mineral qo'shimchali aralashmani titrlash uchun talab etiladigan 0,1 n HCl hajmi, ml.

D.I.Mendelev nomidagi Rossiya kimyo-texnologiya universiteti vakillari tomonidan mineral qo'shimchalarning pussolan faolligini aniqlash usullari muhokama etilgan [109]. Maqolada pussolan faollikni aniqlashning Frattini usuli, qo'shimchani ohak aralashmasidan ohakni yutishining 2 usuli, Chapel usuli, V.V. Strokova va boshqalarning hammualliflikda ishlab chiqqan ekspress-usuli ko'rib chiqilgan.

44 – jadval

Qo'shimchalarning gidravlik faollik koeffitsientlari
(V.V. Strokova usuliga ko'ra)

Qo'shimcha	Faollik koeffitsienti (K _i), %	Gidravlik faollik koeffitsienti (1-formulaga asosan)	Ohak aralashmasidan CaO yutishiga ko'ra faollik (α CaO), mg/g	Gidravlik faollik koeffitsienti (2-formulaga asosan)
Metakaolin	92.5	2.13	719	2.19
Trepel	37.5	1.90	322	1.92
Kremnegel	17.0	1.68	175	1.72



137 – rasm. Ca(OH)₂ ni yutishiga ko'ra mineral qo'shimchalarning faolligi [109]

Umumqurilish sementlarining sinflanishi

Portlandsement gidravlik bog'lovchi bo'lib, ham suvda ham havoda qotish xossasiga ega. Portlandsement kuydirib olingan portlandsement klinkeri va tarkibida sulfat bor bo'lgan gips yoki angidrit bilan birgalikda tuyilishi orqali olinadi. Shuningdek, sementning boshqa turlarida boshqa turdagi komponentlar (granulalangan domna va fosfor shlaklari, uchuvchan kul, tabiiy va sun'iy pussolanlar, ohaktosh va h.) bo'ladi.

GOST 31108 ga asosan umumqurilish sementlari quyidagi sinflarga bo'linadi [110]:

- CEM 0 – qo'shimchasiz portlandsement;
- CEM I – portlandsement;
- CEM II – mineral qo'shimchali portlandsement;
- CEM III – shlakoportlandsement;
- CEM IV – pussolanli sement;
- CEM V – kompozitsion sement.

Sementlarning fizik-mexanik xossalari quyidagi 45 – jadvalda keltirilgan.

45 – jadval

Umumqurilish sementlarining fizik-mexanik ko'rsatkichlari

Sementning mustahkamlikga ko'ra sinflanishi	Siyilishdagi mustahkamlik, MPa				Tishlabishoi boshlanishi, daq, dan oldin emas	Hajmning bir tekis o'zgarishi (kengayishi), mm, dan ko'p emas
	28 sutkalik		28 sutkalik			
	2 sutkalik, kamida	7 sutkalik, kamida	kamida	ko'pi bilan		
32.5M	-	12	32,5	52,5	75	10
32.5H	-	16				
32.5B	10	-				
42.5M	-	16	42,5	62,5	60	
42.5H	10	-				
42.5B	20	-				
52.5M	10	-	52,5		45	
52.5H	20	-				
52.5B	30	-				

Legenda: M – sekin qotuvchan; H – normal qotuvchan; B – tez qotuvchan.

46 – jadval

Bug'latishdagi sementlarning samaradorlik guruhlari

№	Samaradorlik guruhi	Sement turi'	Bug'latishdan keyin siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa (quvidagi sinflar uchun)		
			32,5	42,5	52,5
1	I	CEM 0	-	30,0 dan yuqori	-
		CEM I	25,5 dan yuqori	27,0 dan yuqori	40 dan kam emas
		CEM II/A	20,0 dan yuqori	25,0 dan yuqori	-
2	II	CEM II/B	18,0 dan yuqori	20,0 dan yuqori	-
		CEM III	18,0 dan yuqori	20,0 dan yuqori	-

Umumqurilish sementlarining turlari

Qo'shimchasiz portlandsement (CEM 0). Umumqurilish sementlarining ilk vakili qo'shimchasiz portlandsement xisoblanib, tarkibiga ko'ra u 100 % portlandsement klinkeridan tashkil topgan bo'ladi (47 – jadval). Qisqacha belgilanishi CEM 0 [110]. Mazkur sementni ishlab chiqarish texnologik sxemasi eng sodda va oddiy bo'lgani bilan birga, ishlab chiqarilgan mahsulotning tanarxi jihatidan eng qimmat hamda tabiiy xomashyoni talab etishi bo'yicha eng katta xarajatli xisoblanadi. Tishlashish muddatlarini nazorat etish uchun 3-5% atrofida gips toshi qo'shiladi.

47 – jadval

CEM 0 ning tarkibi

№	Qo'shimchasiz portlandsement	Komponentlar nisbati, %		
		Portlandsement klinkeri	Mineral qo'shimchalar	Qo'shimcha komponentlar
1	CEM 0	100	-	-

Portlandsement (CEM I). Umumqurilish sementlarining ikkinchi vakili portlandsement xisoblanib, tarkibiga ko'ra u 95-100 % portlandsement klinkeri va 0-5% qo'shimcha komponentlardan tashkil topgan bo'ladi [110]. Qisqacha belgilanishi CEM I.

48 – jadval

CEM I ning tarkibi

№	Portlandsement	Komponentlar nisbati, %		
		Portlandsement klinkeri	Mineral qo'shimchalar	Qo'shimcha komponentlar
1	CEM I	95-100	-	0-5

Qo'shimcha komponentlar sifatida bu yerda noorganik tabiiy va texnogen mineral moodalar (jumladan, portlandsement klinkerini ishlab chiqarishdagi chiqindi va qo'shimchalar) bo'lishi mumkin. Qo'shimcha komponentlarga maxsus alohida talablar mavjud emas. Qo'shimcha komponentlar boshlang'ich yoki qayta ishlangan holatda ishlatiladi. Ular gomogenlashtiriladi, quritiladi va maydalanadi.

Mineral qo'shimchali portlandsement (CEM II). Umumqurilish sementlarini orasida eng katta miqdorda va ular orasida nisbatan keng tarqalgan turi mineral qo'shimchali portlandsement xisoblanadi. Qisqacha belgilanishi CEM II [110]. Mazkur sementni ishlab chiqarishni amalga oshirishda juda ko'plab tabiiy xomashyo va texnogen chiqindilardan mineral qo'shimcha sifatida foydalanish mumkin (49 – jadval).

CEM II ning turlari

№	Mineral qo'shimchali portlandsement	Komponentlar nisbati,%			
		Portlandsement klinkeri	Mineral qo'shimcha		Qo'shimcha komponentlar
			Turi	Miqdori, %	
1	CEM II/A-III	80-94	shlak	6-20	0-5
	CEM II/B-III	65-79		21-35	0-5
2	CEM II/A-Mk	90-94	mikrokremnezyom	6-10	0-5
3	CEM II/A-Π	80-94	pussolan	6-20	0-5
	CEM II/B-Π	65-79		21-35	0-5
4	CEM II/A-Γ	80-94	gliej	6-20	0-5
	CEM II/B-Γ	65-79		21-35	0-5
5	CEM II/A-3	80-94	uchuvchan kul	6-20	0-5
	CEM II/B-3	65-79		21-35	0-5
6	CEM II/A-Cл	80-94	kuydirilgan slanes	6-20	0-5
	CEM II/B-Cл	65-79		21-35	0-5
7	CEM II/A-Бш	80-94	belitli shlam	6-20	0-5
	CEM II/B-Бш	65-79		21-35	0-5
8	CEM II/A-И	80-94	ohaktosh	6-20	0-5
	CEM II/B-И	65-79		21-35	0-5
9	CEM II/A-K	80-88	kompozitsion	12-20	0-5
	CEM II/B-K	65-79		21-35	0-5

Shlakoportlandsement (CEM III). Shlakoportlandsement faol mineral qo'shimchali sementlarning bir turi bo'lib, qo'shimcha sifatida granulalangan domna yoki elektrotermofosfor shlak (toshqol) lari ishlatiladi. Qisqacha belgilanishi CEM III. Kimyoviy tarkibiga ko'ra domna shlaklari portlandsementnikiga yaqin. Ammo, mayin kukun holatidagi shlak juda ham past gidravlik xossalarga ega va uni suv bilan qorilganda juda ham sekin qotish jarayoni sodir bo'ladi. Shu sababli portlandsement klinkeri kabi qotish jarayonini tezlashtiradigan moddalarning qo'shishni talab etadi.

Shlakoportlandsement klinker, gips toshi va granulalangan shlakni birgalikda tegirmonlarda tuyish orqali olinadi. GOST 31108 ga asosan shlakoportlandsement 3 turga bo'linadi [110]. Shlakli sementlarning yana bir vakili – bu tez qotuvchan shlakoportlandsement xisoblanadi. Shlakoportlandsement 32,5; 42,5 va 52,5 kabi mustahkamlik klasslariga ega. Shlakoportlandsement GOST 31108 da ko'rsatilgan texnik shartlarga asosan ishlab chiqariladi (50 – jadval).

Shlakoportlandsement oddiy portlandsementga nisbatan boshlang'ich qotish davrida mustahkamlikning sekin oshirib borishi bilan ajralib turadi. Yetarli namlik miqdorida haroratni oshirish portlandsementga nisbatan qotish jarayonini tezlashtiradi.

Sement ishlab chiqarish uchun granulalangan domna va elektrotermofosforli shlaklarga GOST 3476 bo'yicha talablar belgilangan [92].

№	Shlakoportlandsement turi	Komponentlar nisbati, %		
		Portlandsement klinkereri	Granulalangan domna va elektrotermofosforli shlaklar	Qo'shimcha komponentlar
1	CEM III/A	35-64	36-65	0-5
2	CEM III/B	20-34	66-80	0-5
3	CEM III/C	5-19	81-95	0-5

Shlakoportlandsement portlandsementga nisbatan sekinroq qotadi. Shlakoportlandsementning qotish paytida issiqlik ajralishi kamroq bo'ladi. Ushbu bog'lovchini muzlashga bardoshlilik ko'rsatkichi portlandsementga nisbatan kichik bo'ladi.

Shlakoportlandsement ishlab chiqarishning texnologik sxemasi portlandsement texnologiyasidan farq qilmaydi. Yuqori mayinlikda tuyilganlik darajasiga ega bo'lishi talab etiladi. Bu qotish jarayonini tezlashtiradi va sement mustahkamligini ko'taradi. Shlakoportlandsementning tuyilganlik darajasini oshirish portlandsementga nisbatan yuqori samaraga ega.

Shlakoportlandsementning qotish jarayoni portlandsementnikiga nisbatan murakkab bo'lib, 2 bosqichga bo'linishi mumkin [28]:

- birlamchi (klinkerni tashkil etuvchilari va shlak minerallarining gidratatsiyasi va qotishi);
- ikkilamchi (klinker gidratatsiya mahsulotlarining qisman gidratatsiyalangan shlak bilan kimyoviy ta'sirlashuvi).

Pussolanli sement (CEM IV). Pussolan – silikatli yoki alyumosilikatli tarkibga ega material yoki ularning kombinatsiyasidan iborat. Pussolanlar mustaqil ravishda suv bilan qorilganda qotmaydi. Ammo, normal haroratda va mayin tuyilgan holatda suv bilan qorilganda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ eritmasi bilan ta'sirlashib qotayotgan material mustahkamligini ta'minlovchi kalsiy gidrosilikatlari va gidroalyuminatlarini hosil qiladi.

Portlandsement klinkereri va gips toshining tabiiy yoki sun'iy yo'l bilan hosil bo'lgan pussolan qo'shimcha bilan tegirmonda tuyish natijasida olingan mahsulot pussolanli sement deb ataladi [111]. Qo'shimcha va portlandsement klinkerining maydalanishga, ya'ni tuyilishga moyillik ko'rsatkichlari orasida katta farq bo'lganda qo'shimcha alohida portlandsement klinkereri va gips toshi alohida tuyiladi hamda keyingi bosqichda kerakli nisbatlarda aralashtirgichda aralashtirib olinadi.

Pussolanli sementning qisqacha belgilanishi CEM IV [110]. Pussolan qo'shimcha sifatida mikrokrenezem, pussolan, glij va uchuvchan kul ishlatilishi belgilangan (51 – jadval).

Pussolanli sementning ba'zi bir fizik-mexanik xossalari:

- haqiqiy zichligi 2,7-2,9 g/sm³;
- to'kma zichligi (zichlanmagan) 800-1000 kg/m³, (zichlangan) 1200-1500 kg/m³;
- normal quyuqlikdagi sement xamirini olishdagi suv talabchanligi 30-40%.

CEM IV ning turlari

№	Pussolanli sement turi	Komponentlar nisbati, %		
		Portlandsement klinkeri	Pussolan qo'shimchalar (mikrokremnezem, pussolan, glij, uchuvchan kul)	Qo'shimcha komponentlar
1	CEM IV/A	65-89	11-35	0-5
2	CEM IV/B	45-64	36-55	0-5

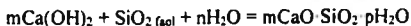
Pussolanli sement ishlab chiqarishdagi mineral qo'shimchalarning tuyilish xossalari klinkerga nisbatan yuqori bo'lganligi sababli mazkur sement ishlab chiqarilganda sharli tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi kamida 5-10% ga ko'proq bo'ladi. Unumdorlik ko'rsatkichi mineral qo'shimchani turlari va tarkibdagi miqdori, qattiqligi va tuyilishga moyilligi hamda bochqalarga bog'liq holda o'zgaradi.

Mineral qo'shimchalarni tegirmonga uzatishdan oldin talab etilganda quritilishi va o'lchamlari 10-15 mm dan katta bo'lmagan holatgacha maydalanishi amalga oshiriladi. Maydalash jarayonidan so'ng barcha komponentlar (klinker, gips, mineral qo'shimcha) tegishli sarf bunkerlariga yuboriladi. U yerdan qat'iy belgilangan nisbatlarda quvvurli sharli tegirmonlarga beriladi. Tegirmonlar ochiq yoki yopiq siklda ishlashi mumkin.

Pussolanli sement asosida xamir (qorishma) tayyorlanganda oddiy sementga nisbatan ko'p suv talab etadi. *Pussolanli sementning qotish jarayonida 2 holat kuzatiladi:*

- portlandsement klinkerining minerallarini gidratatsiyasi;
- portlandsementni qotish vaqtida ajralib chiqadigan Ca(OH)_2 ni mineral qo'shimcha tarkibidagi faol SiO_2 bilan ta'sirlashuvi.

Natijada bog'lanmagan Ca(OH)_2 kalsiy gidrosilikat ko'rinishidagi birikmani hosil qiladi. Ushbu birikmani qisqacha R. Bogga ko'ra CSH (B) yoki X. Teylorga ko'ra C-S-H(I) ko'rsatib o'tish hamda kimyoviy reaksiyani quyidagicha ifodalash mumkin:



Pussolanli sementni qotish jarayonidagi yakuniy qotish mahsulotlari mineral qo'shimchani turlari, uning tarkibi, pussolanli sement tarkibidagi miqdori va qotish sharoitlaridan kelib chiqib o'zgaradi. Pussolanli sement portlandsementga nisbatan sekinroq qotadi. Pussolanli sementning qotish paytida issiqlik ajralishi kamroq bo'ladi.

Kompozitsion sement (CEM V). Umumqurilish sementlarining oxirgi vakili – bu kompozitsion sement hisoblanadi. Uning qisqacha belgilanishi CEM V. Mazkur sementni tayyorlashda granulanagan shlaklar va pussolan qo'shimchalarning aralashmasi ishlatiladi [110].

№	Kompozitsion sement turi	Komponentlar nisbati, %			
		Portlandsement klinkeri	Granulalangan domna va elektrotermofosforli sblaklar	Pussolan qo'shimchalar (pussolan, glij, uchuvchan kul)	Qo'shimcha komponentlar
1	CEM V/A	40-64	18-30	18-30	0-5
2	CEM V/B	20-38	31-49	31-49	0-5

Sementni tuyish jarayoni va uskunlari

Portlandsementning ko'pchilik xususiyatlari, shu jumladan, faolligi, qotish tezligi va hokazolar nafaqat klinkerning kimyoviy va mineralogik tarkibiga; alit, belit va hokazo kristallarning shakli va o'lchamlariga; u yoki bu qo'shimchani mavjudligiga bog'liq holda sementning tuyilganlik darajasi, granulometrik tarkibi va zarrachalarning shakliga ham bog'liq tarzda o'zgaradi.

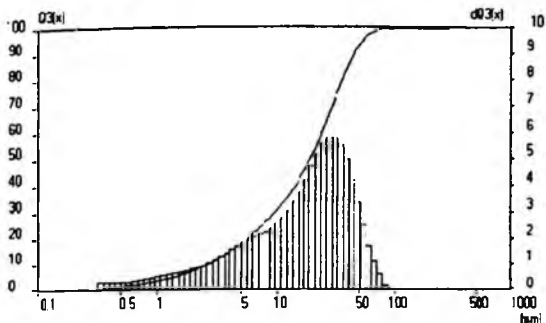
Sement klinkerini tuyilish jarayoni hal qiluvchi va shu bilan birga sement ishlab chiqarishdagi so'nggi texnologik bosqich xisoblanadi. Sementning sifati ushbu bosqichga bog'liq. Sementni tegirmonlarda tuyish jarayoni portlandsement klinkerini ishlab chiqaruvchi korxonaning o'zida hamda alohida boshqa hududda qurilgan tuyish stansiyalarida amalga oshirilishi mumkin. Misol tariqasida Yangiyo'l tumanida qurilgan sementni tuyish stansiyasini keltirib o'tish mumkin.

Sement kukuni asosan 5-10 dan 30-40 mkm gacha bo'lgan zarrachalardan tashkil topgan bo'ladi. Hozirgi vaqtda portlandsement 008 elakdagi qoldiq miqdori 5-8 % ga etgunga qadar tuyilmoqda. Mazkur holatda sementning solishtirma sirt yuzasi 2500-3000 sm²/g ni tashkil etadi [54].

Turli xildagi qattiq materiallar fizik xossalardan kelib chiqqan holda bir xil sharoit va energiya sarfida bajariladigan maydalash va tuyish jarayonlariga turli xil maydalik darajasidagi va donadorlik tarkibiga ega mahsulot beradi. Buning sababi ularning maydalanish xossalari turlicha ekanligidir. Hozirda materiallar maydalanishini baholash bo'yicha umumiy usul yo'qligi tufayli uni shartli ravishda u yoki bu usulda o'rganiladi.

Sement mustahkamligini ta'minlash uchun 3-30 mkm o'lchamdagi zarrachalar eng maqbul xisoblanadi [26]. O'lchami <3 mkm bo'lgan zarrachalar tez gidratatsiyaga uchrab, sementning boshlang'ich mustahkamligiga ta'sir etadi hamda I sutkadan keyin sement egilishga va siqilishga eng yuqori mustahkamlikga erishadi. O'lchami 60 mkm dan katta zarrachalar sekin gidratatsiyalanadi va ushbu fraksiya mustahkamlik ko'rsatkichiga kam ta'sir etadi.

Sementning donadorlik tarkibi ko'p hollarda koordinatalar sistemasida egri chiziq ko'rinishida keltiriladi. Bunda absissa o'qiga zarrachalarning diametrlari (mkm) ordinata o'qiga esa miqdori (%) ko'rinishida beriladi (138 – rasm).



138 – rasm. Sementning donadorlik (granulometrik) tarkibi [112]

Sement kukunining donadorlik tarkibi va zarrachalarining shakli ko'p jihatdan tegirmon turiga, tuyish jarayoni ochiq yoki yopiq siklda olib borilishiga, tuyuvchi jinslarning shakli va o'lchamlariga, tegirmon ichki qismiga qoplangan zirxlarga, tegirmonning L/D ko'rsatkichiga, tegirmon bo'linma (kamera) larining tuyuvchi jinslar bilan to'ldirilganlik darajasiga va boshqalarga bog'liq. Portlandsement klakeri va boshqa materiallar maydalanishini kvargga nisbatan baholash qabul qilingan. Shuning uchun kvargning maydalanish darajasi 1 ga teng deb qabul qilingan [113]. U yoki bu materialning maydalanish koeffitsienti quyidagi formuladan topiladi:

$$K = t_k / t_m$$

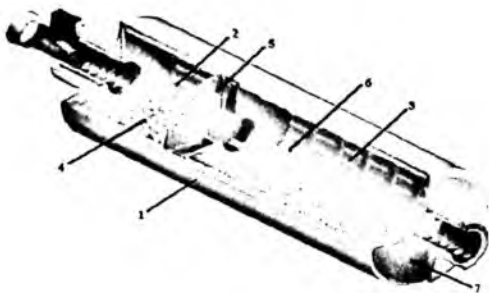
bu yerda: t_k – kvargni ma'lum bir maydalik darajasiga yetgunigacha talab etiladigan vaqt sarfi; t_m – tekshirilayotgan materialni xuddi o'sha maydalik darajasiga yetgunigacha talab etiladigan vaqt sarfi. Ushbu holda maydalanish sharoitlari va uskuna bir xil bo'lishi lozim.

Sement sharli tegirmonda 3000-3500 sm^2/g solishtirma sirt yuzasiga qadar yuzasining ortib borishi unga sarflanayotgan ishga proporsional holda o'sib boradi (Rittinger qonuniga ko'ra). Maydalik darajasining yuqori ko'rsatkichlarida zarrachalarning aglomeratsiyasi tufayli solishtirma sirt yuzasining ortib borishi ko'p energiya sarfi etilishi bilan boradi.

Sement ishlab chiqarish sanoatida turli xil materiallar maydalanish va tuyish jarayonlaridan o'tadi. Tuyish jarayonlari hozirda quvursimon sharli va vertikal jo'vali tegirmonlarda amalga oshirilmoqda. Dunyo sement sanoatida vertikal tegirmonlarning ulushi ortib borayotganiga qaramay, sharli tegirmonlar hanuzgacha yurtimiz va MDH mamlakatlarida asosiy tuyish uskunlari sifatida qolib kelmoqda.

Sharli tegirmonlar 2 xil tizimda ishlaydi:

- ochiq siklda ishlaydigan quvurli tegirmon;
- yopiq siklda ishlaydigan quvurli tegirmon (separatorli).



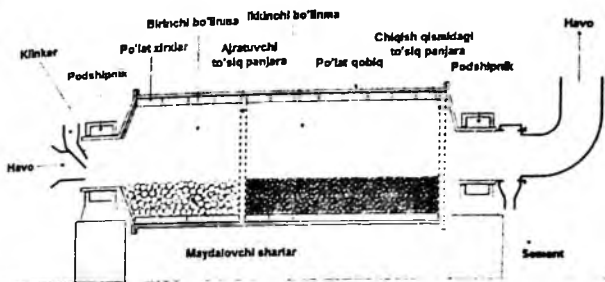
139 – rasm. Quvursimon ikki bo'linmali sharli tegirmon:

- 1 – tegirmon qobig'i; 2 – lift turidagi zirx qoplama plitalar; 3 – saralovchi turdagi zirx qoplama plitalar; 4 – yirik 60-100 mm li po'lat sharlar; 5 – bo'linmaga ajratuvchi to'siq panjara; 6 – mayda 15-50 mm li po'lat sharlar; 7 – chiqish qismidagi to'siq panjara.

Ochiq siklda ishlaydigan tegirmonlarning uzunligi ularning diametriga nisbatan 4-5 barobar katta bo'ladi. Masalan, 4x13,5; 3,2x15; 2,6x13 m va hokazo. Quvursimon tegirmonlar tirqishlari bor ajratuvchi to'siq panjaralar vositasida 2, 3 va undan ortiq bo'linma (kamera) larga ajratiladi. Quvurli sharli tegirmonlarning diametri 6 m gacha, uzunligi 20 m gacha bo'ladi. Shu sababli ushbu uskunalar quvurli deb ataladi.

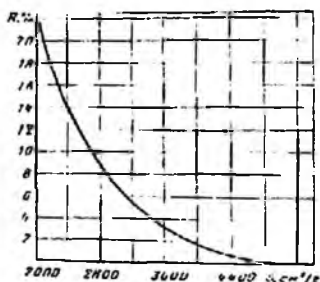
Qo'shimchali sementlar (CEM II-V) ni olishda portlandsement klinkeri, gips va mineral qo'shimchalar odatda birgalikda tegirmonda tuyiladi. Ularni alohida (ya'ni klinker-gips va qo'shimcha) tuyib, keyin kerakli nisbatda aralastirib yuborish ham mumkin. Qo'shimchali sementlarda qo'shimcha sifatida granulanagan domna va elektrotermofosfor toshqol (shlak) lari, yoqilg'i kullari, tabiiy va sun'iy pussolanlar, ohaktosh va hokazolar ishlatiladi. **Alohida tuyish jarayoni quyidagi omillarga asosan tanlanadi:**

- mahsulotdagi mineral qo'shimchanning foiz miqdori va qo'shimchali sement turining ishlab shiqarishdagi ulushi;
- ishchi holatdagi qo'shimcha tegirmonning mavjudligi;
- klinker bilan mineral qo'shimchanning maydalanishdagi farqning kattaligi;
- mineral qo'shimchanning namligi.

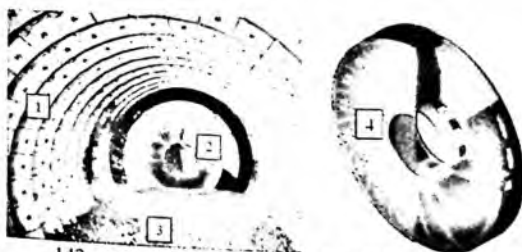


140 – rasm. Quvursimon tegirmon sxemasi

141 – rasmda portlandsementning tuyilish jarayoniga oid grafik ko'rsatilgan.

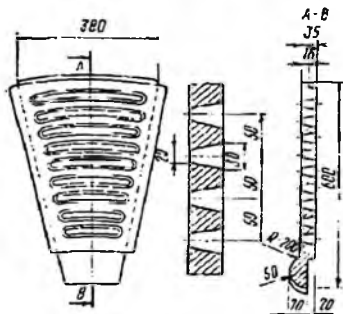


141 – rasm.
008 elakdagi qoldiq miqdori va solishtirma sirt yuzasi orasidagi bog'liqlik grafigi



142 – rasm. Sharli tegirmonning ichki ko'rinishi [114]:
1 – po'lat himoya qoplamari; 2 – kameralararo to'siq panjara (diafragma); 3 – sharli yuklama; 4 – diafragma

Panjaralar alohida qismlardan iborat bo'lib, ularni tegirmondagi qopqoqli darchalar orqali berish mumkin. Material o'tishini yaxshilash uchun tirqishlar halqasimon yoki radial yo'nalishda joylashtiriladi [26]. Panjaraning orqa tomon tirqishlari old tomondagisiga nisbatan 1,5-2,0 baravar kengroq bo'ladi. Ushbu shakldagi tirqishlar maydalanayotgan material bilan tasodifiy aralashib ketishining oldini oladi (143 – rasm).



143 – rasm.
Tegirmon panjarsi
(tirqishlarning joylashishi)

Mavjud kameralararo to'siq panjaralarda juda ham ingichka tirqishlar soni ko'p emas. Shu sababli bunday tirqishlar tez-tez yopilib qoladi va tegirmon ichida turbulent havo oqimini hosil qiladi. Tegirmon unumdorligini oshirish uchun esa aspirasiya havosi oqimi muntazam laminar holatda ushlab turilishi lozim. Bu o'rinda SATAREM kompaniyasi tomonidan kameralararo to'siq panjaraning yangicha ko'rinishi taklif qilingan [115]. Mazkur holatda 2,5 m/s tezlikdagi laminar havo oqimi hosil qilinadi.



144 – rasm.
SATAREM
kompaniyasining
kameralararo to'siq
panjarsi

Tegirmonlarning 1 aylanma harakatida maydalovchi sharlar ishchi siklini 1,79 dan 2,85 gacha bajaradi. Tegirmonlarning sharlar bilan to'ldirilish koeffitsienti 25-45% oralig'ida bo'lib, > 25% bo'lganda sharlar tegirmon devori bo'ylab sirpaishi sodir bo'ladi.

Muxamedbayev Aq.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

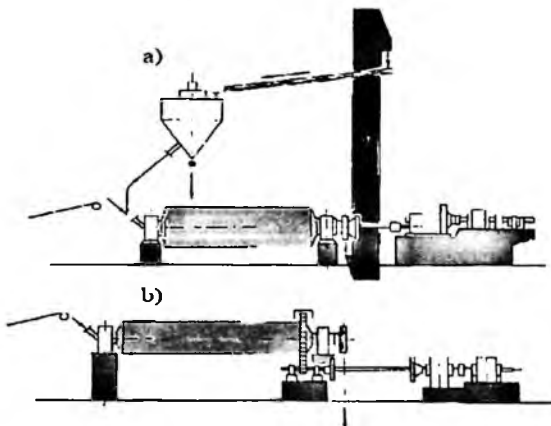
Amalda tegirmonlarni maydalovchi jismlar bilan to'ldirilish koeffitsienti quyidagicha olinadi: po'lat sharlar bilan 28-45%; sil'pebs bilan 25-33% [26]. Uch bo'linmali tegirmonlarning ishchi to'ldirilish koeffitsientlari quyidagicha bo'lishi mumkin: 1- bo'linma – 30%. 2- bo'linma – 27%. 3- bo'linma – 24%.

Mincral qo'shimchali va qo'shimchasiz sementlarni tuyish uchun 50-100 t/s va undan yuqori unumdorlikga ega tegirmonlar ishlatiladi.



145 – rasm.
Sementni tuyish
tegirmonining ichki
ko'rinishi

Tegirmonlarni yopiq siklda tuyish jarayoniga o'tkazish uchun separator uskunasi o'rnatiladi (146 – rasm). Ushbu holatda belgilangan talablarga javob beradigan sement umumiy tuyilgan materialdan ajratib olinadi va yirik o'lchamli zarrachalari qaytadan tuyish uchun sharli tegirmonga qaytariladi.



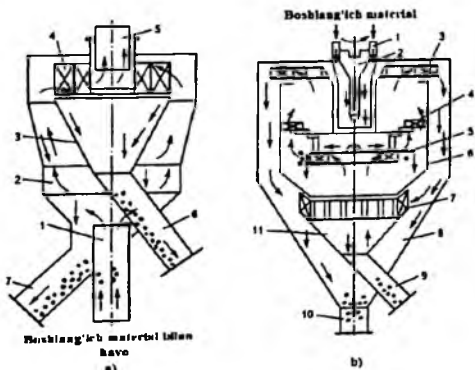
146 – rasm. Sharli tegirmonlardagi tuyish sikllari:
a) yopiq sikl. b) ochiq sikl

Havoli saralash (separatsiya) jarayoni zarrachalarining yirikligi 1 mm dan kichik bo'lgan quruq kukunsimon materiallar uchun ishlatiladi [28]. Buning uchun ishlatiladigan uskunalarini separatorlar deb atashadi. Material separatorga 2 xil yo'l bilan beriladi: pnevmatik (tegirmon ichidan o'tuvchi havo oqimi) va mexanik (elevatlar) vositasida. Turli xil separatorlar mavjud: o'tuvchi oqimli va sirkulyatsiyali (147 – rasm).

53 – jadval

Yopiq siklda ishlaydigan tegirmonlarning texnik xarakteristikalari [116]

Parametr	Yopiq siklda ishlaydigan sement tegirmonlari	
O'lchamlari, m	3,95/6,4	3.65/10,3
Ishchi hajmi, m ³	100,0	104,0
L/D nisbati	1,62	2,82
Shar bilan to'ldirilganligi, t	123,0	141,0
Sharlar bilan to'ldirilganlik koeffitsienti	0,27	0,30
Unumdorligi, t/soat	43,0	45,0
Quvvati, kW	1490,0	1862,0
Solishtirma elektroenergiya sarfi, kW*soat/tonna	34,7	41,4



147 – rasm. O'tuvchi oqimli (a) va sirkulyatsiyali (b) separatorning prinsipial sxemasi: a) 1 – kirish quvuri; 2 – tashqi qobiq; 3 – ichki qobiq; 4 – yo'naltiruvchi kurakchalar; 5 – chiqish quvuri; 6, 7 – mayda va yirik fraktsiyalarni tushirib olish quvurlari; b) 1 – kirish quvuri; 2 – val; 3 – ventilyator; 4 – qanotcha; 5 – disk; 6 – ichki qobiq; 7 – jalyuzi; 8 – tashqi qobiq; 9, 10 – mayda va yirik fraktsiyalarni tushirib olish quvurlari; 11 – voronka

Ko'p qavatli cho'michsimon panjarali havo separatorlari oldingi boshqaruv tuzilishidagi uskunalariga qaraganda bir qancha ustunliklarga ega [22]:

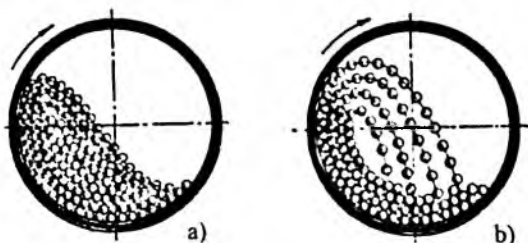
- kam energiya talab etishi;
- yuqori samaradorlik;
- mahsulotni sovutish imkoniyatining mavjudligi;
- mahsulot maydaligining o'zgarishiga yuqori darajada moslashuvchanlik;
- mahsulotning donadorlik tarkibini kuchliroq nazorat etish imkoniyati.



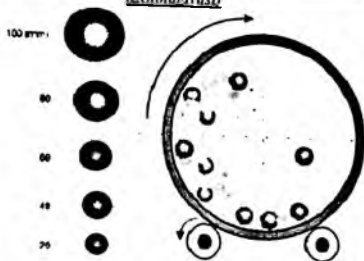
148 – rasm.

Dinamik separator (LOESCHE LDC) [117]: 1 – yirik donalarni yig'uvchi konus; 2 – yo'naltiruvchi apparat; 3 – rotor separator plankalari bilan; 4 – uyurma oqimni to'g'rilagich; 5 – rotor val; 6 – qobiq; 7 – materialni yuklash uchun tarmov; 8 – mahsulotni chiqib ketish quvuri

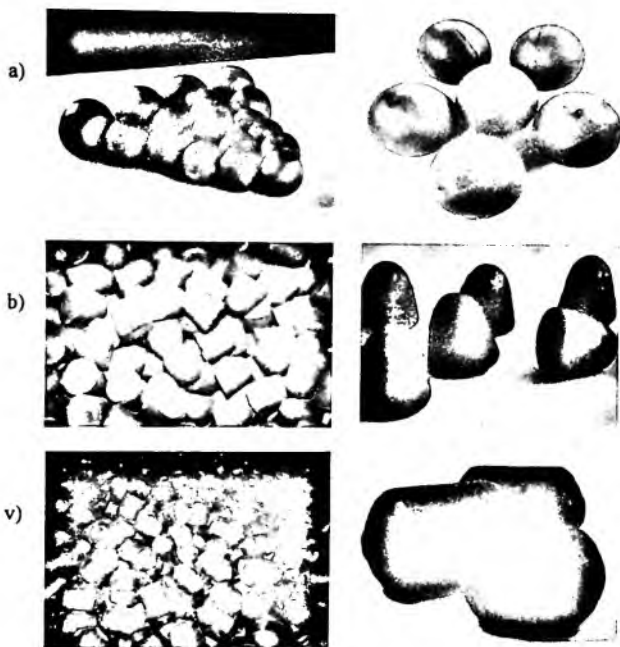
Yuqorida quvurli sharli tegirmonlar teshikli to'suvchi panjaralar yordamida 2 va undan ortiq kameralarga bo'linishi aytib o'tilgan edi. Bunda birinchi kamerada sharsharali, ikkinchi kamerada esa pog'onali rejim hosil qilinadi (149 – rasm).



149 – rasm. Sharli tegirmon kameralaridagi rejimlar:
a) pog'onali; b) sharsharali



150 – rasm. Tegirmonning aylanma harakati vaqtida sharlar bilan materialning birgalikda harakatlanishi



151 – rasm. Po'lat sharlar (a), kesik konus (b) va silpebs (v)

Bir yoki ko'p kamerali tegirmonlarga bir necha o'lchamdagi sharlar va bir yoki ikki xil o'lchamdagi silpebslar solinadi. Birinchi kamerada yirik donalar maydalangani sababli odatda diametri 60-120 mm bo'lgan po'lat sharlar bilan

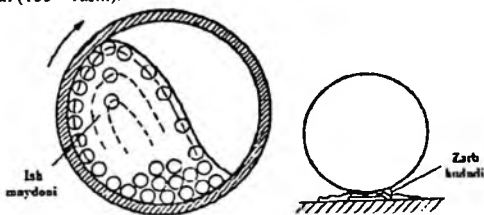
to'ldiriladi. Ikkinchi kamera 40-60 mm li sharlar, uchinchi kamera esa 20-30 mm li sharlar yoki 20-25 mm li silpebslar bilan to'ldiriladi. Tegirmonlarning unumdorligiga kameralarning maydalovchi materiallar bilan to'ldirilganlik darajasi katta ta'sir ko'rsatadi. Odatda ushbu ko'rsatkich tegirmon ichki umumiy hajmining 25-30% ni tashkil etadi.

Maqbul o'lchamdagi sharlardan uzoqlashish tegirmonlar unumdorligining pasayishiga olib keladi. Juda mayda sharlardan foydalanilganda tuyilgan materialda yirik zarrachalarning bo'lishiga sabab bo'lsa, judayam yirik sharlar ishlatilganda esa talab etilgan darajadagi solishtirma sirt yuzasiga erishilmaydi.

Po'lat sharlarning kimyoviy tarkibi C, P, S, Si, Cr, Cu, Mn, Mo va Ni kabilardan iborat bo'ladi. Klankerni tuyish jarayonida po'lat sharlar diametrining kichrayishi 0,1-0,4 mkm/soat ni tashkil etadi.

"Ish maydoni" deganda tegirmon umumiy hajmida aylanma harakatlanayotgan tuyilayotgan material va tuyuvchi jinslar tomonidan egallangan hajm tushuniladi [118]. Ish maydoni va zarb hududi 152 - rasmda ko'rsatilgan. Ish maydonining "bo'sh hajmi" deganda esa ishchi maydondagi tuyuvchi jinslar hajmidan tashqari bo'lgan bo'shliq, ya'ni ish maydoni tushuniladi.

Tegirmonlardagi po'lat sharlar ta'sirlashuv yuzasini oshirish maqsadida SATAREM kompaniyasi matematik modelni ishlab chiqqan [115]. Ma'lum bo'lishicha oddiy sferik sharlar bilan sirti kesik sharlar aralashmasi ta'sirlashuv yuzasini sezilarli darajada oshirib, tuyish jarayonining intensivlashishiga olib kelar ekan (153 - rasm).



152 - rasm. Tegirmonning ish maydoni va sharning zarb hududi



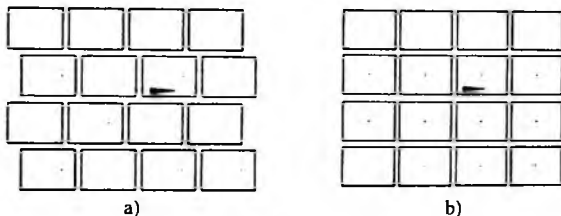
153 - rasm. Sirti kesik yuzali SATAREM po'lat sharlari

Sharli tegirmonlarning ichki devorlari silliq yoki ma'lum bir shakl (profil) ga ega po'lat zirklar (broneplitalar) bilan qoplanadi. Turli xil shakldagi zirklar plitalardan ratsional tarzda foydalanish sharli tegirmonlarning unumdorligini 15-20% ga oshirish imkonini beradi.



154 – rasm. Po'lat zirklar (broneplitalar)

Po'lat zirklar tegirmon ichki yuzasi bo'ylab bir necha xil ko'rinishda o'rnatilishi mumkin (155 – rasm) [119].

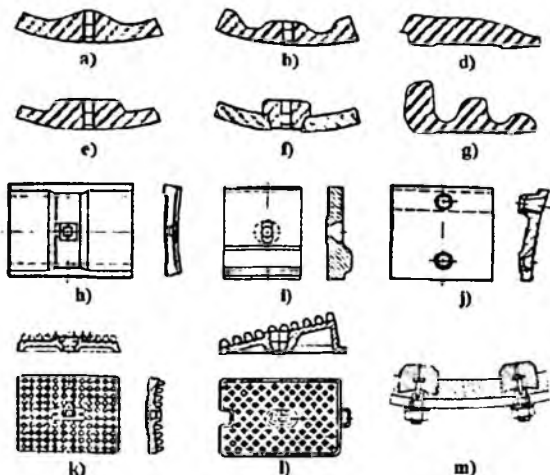


155 – rasm. Tegirmon devori bo'yicha po'lat zirklarining o'rnatilish sxemalari: a) ko'ndalang pog'onali chokli; b) ko'ndalang to'g'ri chokli

156 – rasmda zirklar qoplamalarning sinflanishi keltirilgan [120,121]. **Sharli tegirmonlarning po'lat zirklarli qoplamasi quyidagilar uchun mo'ljallangan:**

- tuyilayotgan material bilan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlashadigan tegirmonning asosiy konstruktiv qismlarini yedirilishdan saqlashga;
 - ishchi jism (tuyiluvchi muhit) ga energiyani berish uchun;
 - tuyish jism (shar) lariga harakatlanish traktoriyasini berish uchun.
- Tegirmon zirklarini tayyorlashda yedirilishga bardoshli po'latdan foydalaniladi.

Maydalik darajasini oshirish va tuyish vaqtini kamaytirish uchun turli xil sirt-faol moddalar ishlatiladi. Sirt faol moddalar sifatida uchetanolamin, ko'mir va boshqalar ishlatilishi mumkin. Ko'p hollarda sirt-faol moddalar 0,1-1% miqdorda ishlatiladi.



156 – rasm. Sharli tegirmon zirx plitalarining profil turlari:

a) bir to'liqli; b) ikki to'liqli; d) kaskadli; e) blokli; f) ko'taruvchi plankali; g) unifikatsiyalangan; h) silliq tekis; i) tokcha turidagi silindrik; j) pog'onali; k) oddiy poshnali;

l) poshnali yuzaga ega konussimon pog'onali; m) rezinali

Sementning tuyilish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar:

- klinker tarkibida C_2S katta miqdorda bo'lishi uning tuyilishini yomonlashtiradi (sharlar sirtiga materialning yopishib qolishi va agregatsiyasi tufayli);

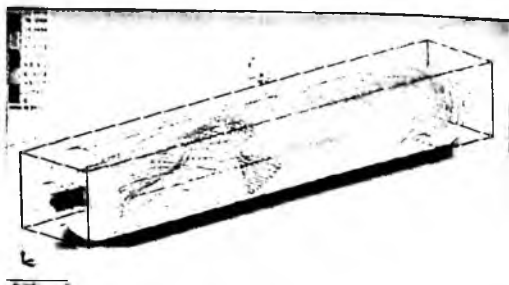
- klinker olinishida suyuq fazaning ko'p bo'lishi. uni keyingi bosqichda tuyilishini qiyinlashtiradi;

- klinkerning silikat moduli oshib borgani sari uning tuyilishi kamayib boradi;

- ishlab chiqarilayotgan sement turi (CEM 0-V);

- tuyilish tizimining ochiq yoki yopiq siklda ekanligi va hokazolar.

Sement tegirmonidagi aspiratsiya havosida har doim ma'lum miqdordagi chang va suv bug'i bo'ladi. Sement tegirmonining havo muhitini asosiy xarakteristikalaridan biri aspiratsiya oqimi tezligining taqsimlanishi hisoblanadi. Tegirmon ichida aspiratsiya havosining haraktlanish chiziqlari 157 – rasmda keltirilgan [122]. Bundan aspiratsiya oqimining tezlik maydoni juda murakkab xarakterga ega ekanligini ko'rishimiz mumkin.



157 – rasm. Tegirmon ichida aspiratsiya havosining harakatlanish chiziqlari

Tuyish jarayonlarida sirt-faol moddalardan foydalanish

Tuyish jarayonidagi energiya iste'molining yuqoriligi ko'p omillar tufayli yuz beradi. Masalan, sharli tegirmonlar FIK ning kichikligi, boshqa materiallarga nisbatan klinkerning qattqlik ko'rsatkichining yuqoriligi va hokazo. Shuningdek, qanchalik mayin kukun olish talab etilsa, uni bajarish shunchalik qiyin bo'ladi. Buni mayda zarrachalarni aglomeratsiyaga moyilligi bilan izohlash bo'ladi. Ya'ni bu holatda kichik zarrachalar bir-biri bilan yopishib katta bo'laklarni hosil qiladi.

Aglomeratsiya asosan kichik o'lchamdagi zarrachalar sirtida elektrostatik zaryad yig'ilishi tufayli sodir bo'ladi. Shu hodisa bilan kurashish maqsadida tuyish jarayonida sirt-faol modda (SFM) lardan foydalaniladi.

SFM lar material zarrachalarini monomolekulyar qatlam bilan qoplab oladi va ulardagi elektr zaryadlarni bartaraf etadi. Shu tufayli material zarralarining o'zaro, tegirmon ichki yuzasi va sharlarga yopishishining oldi olinadi.

Mamalakatimiz sement korxonalarida sement klinkerini tuyish jarayoni sharli tegirmonlarda amalga oshiriladi. Tuyish uchun sarflanadigan energiya harajatlari 40-50 kW·soat/ t gacha etadi. Shu sababli sharli tegirmonlarning unumdorligini oshirish va solishtirma elektroenergiya sarfini kamaytirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Mana shu masalaning echimidan biri bu tuyish jarayonida sirt-faol modda (SFM) lardan foydalanish hisoblanadi [123-132]. *Tuyish jarayonida SFM dan foydalanish natijasida quyidagi ijobiy natijalarga erishiladi:*

- tegirmonning unumdorligi ortadi;
- tuyish jarayoniga sarflanadigan energiya miqdori kamayadi;
- sementning solishtirma sirt yuzasi ortadi va donadorlik tarkibi yaxshilanadi;
- maydalovchi sharlar va silpebs sarfi kamayadi;
- yopiq siklda ishlaydigan tegirmonlarda separatorning ish samaradorligi ortadi;

Muxamedbayev A.G. BQR'lovchi maddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

- tegirmondagi harorat pasayadi;
- klinkerning ishqalanishiga qarshiligini kamaytiradi. zarrachalarning agregatsiyasining hamda materialni maydalovchi jismlar va tegirmon devorlariga yopishib qolinishining oldi olinadi;
- sementning oquvchanligi ortadi;
- sementning qotish jarayoni, ya'ni gidratatsiyasi tezlashadi va hokazo.

Tuyish jarayonini tezlashtiruvchi SFM lar sementning xossalariiga salbiy ta'sir etmasligi lozim. SFM lar qattiq yoki suyuq holda tuyiluvchi materialga yoki tegirmonga solinadi. Tuyish jarayonini tezlashtiruvchi SFM lar odatda klinker massasidan 0,1-1,0 % miqdorida qo'shiladi. Ko'pchilik SFM lar tuyish jarayonida material donalarining sirt-yuzasiga adsorbsiyalanadi. SFM lar tuyilayotgan materialni po'lat sharlar va tegirmon devorlariga yopishishining oldini oladi hamda buning natijasida tegirmonlarning ish unumdorligi ortadi va energiya sarfi kamayadi. Shuningdek, yopiq siklli tuyish jarayonlarida SFM lardan foydalanilganda separatorlarning unumdorligi ham ortadi.

54 – jadval

Tuyish jarayonida qo'llaniladigan intensifikatorlarning sinflanishi [133]

Guruh	Belgilanishi	Mahsulotning nomi	Struktura formulasining o'ziga xos jihatlari
Aminli	UEA	Uchetanolamin	kalta tarqalgan zanjirlar
	UIPA	Uchizopropanolamin	
Glikolli	DEG	Diethylenglikol	kalta tarqalmagan zanjirlar
	PEG	Polietilenglikol	uzun tarqalmagan zanjirlar
	PPG	Polipropileneglikol	uzun tarqalmagan zanjirlar
SFM	LS	Lignosulfonatlar	faol radikallari bor murakkab uzun zanjirlar
	PNS	Polinaftalinsulfonatlar	faol radikallari va tarqalgan yon zanjirlari bor murakkab uzun zanjirlar
	PCE	Polikarboksilatlar	
	PA	Poliakrilatlar	

Sement bog'lovchisining maydalik darajasini baholash usullari

Sementning maydalik darajasini aniqlash borasida bir qator usullar ma'lum [134]. Ammo, ularning ba'zilari eskirishiga qaramay hozirda ham ishlab chiqarish sharoitlarida qo'llanilib kelinmoqda. Shu bilan birga shu kungacha ishlab chiqilgan barcha usullar ham keng miqyosda tarqamaganini ta'kidlash lozim.

O'zbekiston Respublikasida hamda MDH davlatlarida sement bog'lovchisining maydalik darajasi GOST 30744-2001 da ko'rsatilgan usullarga asosan aniqlanadi [135]. Mazkur standartda 2 xil usul ko'rsatilgan:

- sementning maydalik darajasini elakdagi qoldiqga ko'ra aniqlash;
- sementning maydalik darajasini solishtirma sirt yuzasiga ko'ra aniqlash.

Elakli tahlilning asosiy kamchiligi – bu maydalash jarayonidan keyin qolgan yirik zarrachalar miqdorinigina aniqlash imkonini berib, sementning fraksion tarkibi haqida ma'lumot bermasligi. Solishtirma sirt yuzasi PSX

turidagi laboratoriya jihozida havo o'tkazuvchanlik asosida aniqlanadi (158 – rasm).



158 – rasm.
Solishtirma sirt yuzasini aniqlashda qo'llaniladigan PSX-10 qurilmasi

AQSH da sementning maydalik darajasini aniqlash usuli ASTM (American Society for Testing and Materials) uyushmasi faoliyat olib boradigan C01 qo'mitasi tomonidan ishlab chiqilgan [136]:

- C115/C115M-10e1. Turbidimetr (nefelometr) yordamida portlandsementning maydalik darajasini aniqlashning standart usuli;
- C204-16. Havo o'tkazuvchanlikga ko'ra gidravlik sementning maydalik darajasini aniqlashning standart usuli;
- C430-08(2015). 45 mkm (№ 325) elak yordamida gidravlik sementning maydalik darajasini aniqlashning standart usuli;
- C786/C786M-10(2016). Ho'l usulda 300 mkm (№ 50), 150 mkm (№ 100) va 75 mkm (№ 200) elaklar yordamida gidravlik sementning maydalik darajasini aniqlashning standart usuli.

Yevropa davlatlari standartlari standartlashtirish bo'yicha maxsus qo'mitasi tomonidan olib borilib, EN deb belgilanadi. Ushbu qo'mita tomonidan sementning maydalik darajasini aniqlash borasida EN 196-6-2010 ishlab chiqilgan va unda 2 xil usulning tavsifi keltirilgan:

- elakli tahlil usuli;
- havo o'tkazuvchanlik usuli (Bleyn usuli).

55 – jadval

Standartlardagi maydalik darajasini aniqlash usullarini solishtirish [136]

Solishtirilayotgan ko'rsatkich	Standart		
	GOST 30744-2001	ASTM	EN 196-6-2010
Elakli usul	55 mkm li elak	45 mkm li elak	90 mkm li elak
Ho'l usuldagi elakli tahlil	–	300, 150, 75 mkm li elaklar	–
Havo o'tkazuvchanlik usuli	PSX laboratoriya jihozi	Bleyn laboratoriya jihozi	Bleyn laboratoriya jihozi
Boshqa usullar	–	Turbidimetr (nefelometr) jihozi	–
Nashr etilgan yil	2001	2015-2016	2010
Amal qilish hududi	Rossiya, MDH mamlakatlari	AQSH	Yevropa mamlakatlari

Shuningdek, maydalik darajasini aniqlash va baholash bo'yicha bir qancha boshqa usullar ishlab chiqilgan [137-141]. Ammo, ularning ko'pchiligi yuqorida keltirib o'tilgan usullar singari ommalashib ketmadi.

Sement tarkibidagi mineral qo'shimcha miqdorini aniqlash usullari

Umumqurilish sementlaridan CEM II-V lami ishlab chiqarish jarayonida tegirmondan chiqayotgan mahsulot tarkibidagi mineral qo'shimcha miqdori nazorat qilinib turiladi. Buning asosiy sababi, ushbu sementlardagi portlandsement klinkeri va qo'shilayotgan mineral qo'shimchanning tuyilishga moyillik ko'rsatkichlarining ko'p hollarda bir-biridan ancha farq qilishidir.

Masalan, sharli tegirmonga solinishdan oldin portlandsement klinkeri – 77 %, mineral qo'shimcha – 20 % va gips toshi – 3% nisbatda tortib olindi. Tegirmondan tayyor chiqayotgan mahsulotda esa mineral qo'shimchanning miqdori 20 emas 25% bo'lib qoladi. Ya'ni mineral qo'shimchanning qattiqligi, mustahkamligi, tuzilishi, granulometrik tarkibi va hokazolari portlandsement klinkeridan anchagina farq qilganligi tufayli tegirmonda tezroq tuyilib, undan tezroq chiqib ketadi. Shu sababli ham tayyor sementda qo'shimchanning miqdori 20% bo'lishi yoki undan oshib ketmasligi talab etilsa, tuyishga berilayotgan mineral qo'shimchanning miqdorini 13-15% atrofida olish lozim bo'ladi.

Sement tarkibidagi mineral qo'shimchalar miqdorini aniqlash usullari [40,142-146]:

- erimay qolgan qoldiq miqdoriga ko'ra aniqlash usuli;
- kislotalada eruvchanlikga ko'ra aniqlash usuli;
- tiklanish ko'rsatkichiga ko'ra aniqlash usuli;
- indikator elementlarga ko'ra aniqlash usuli;
- rentgendifraktometrik aniqlash usuli va hokazo.

Sement tarkibidagi mineral qo'shimchalar miqdorini aniqlashning boshqacha nostandart usullari ham ishlab chiqilgan:

- sement-suv aralashmasi elektr qarshiligini aniqlashga va solishtirma elektr o'tkazuvchanligini xisoblab chiqarishga hamda yakunda "mineral qo'shimcha – solishtirma elektr o'tkazuvchanlik" bog'liqligini tuzishga asoslangan usul [147];
- sementlar oqlik darajasini aniqlash va unga ko'ra mineral qo'shimchalar miqdorini aniqlashga asoslangan usul [148];
- sement-suv aralashmasi tindirilganda tindirilgan ochargan qismini pH yoki oksidlanish-tiklanish potentsiali (OTP) ni aniqlashga hamda ularga ko'ra mineral qo'shimchalar miqdorini aniqlashga asoslangan usul [149,150] va hokazo.

Biroq, bu usullar keng tarqalgan emas.

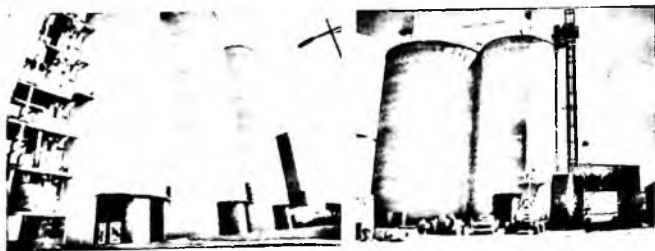
Tayyor sementlarni siloslarda saqlash va qoplash

Sementni tuyish tegirmonlaridan chiqayotgan tayyor mahsulot pnevmovintli yoki kamerali nasoslar yordamida quvurlar orqali vaqtincha saqlash omborlari (siloslar) ga yuboriladi. Ushbu holatda sement ma'lum bir bosim (3-6 atm.) gacha siqilgan havo yordamida bir joydan ikkinchi joyga ko'chiriladi. Sement siloslarga joylanishi uchun 30-40 metr balandlikgacha pnevmotransport yordamida ko'tariladi. Shuningdek, sement siloslarga mexamik turdagi transport yordamida ham joylanishi mumkin. Ko'proq pnevmatik konveyer yoki vintli tashuvchi (shnek) uskuna bilan cho'michli elevatorning birgalikda bajarilgan tizimlari keng tarqalgan.

Har xil turdagi sementlar alohida siloslarda saqlanadi. Odatda har bir silos ma'lum bir klassdagi sementni saqlash uchun mo'ljallangan bo'ladi. Ammo, yangi loyihalar asosida qurilayotgan siloslarda bitta silosda birdan ortiq sement turini saqlash imkoni bor. **Sementni saqlash uchun mo'ljallangan siloslar shakli quyidagicha bo'lishi mumkin [22]:**

- tushirish hopperi bor bir bo'linmali silos;
- markazida konusi bor bir bo'linmali silos;
- ko'p bo'linmali silos;
- markazida konusi bor gumbazsimon silos.

Sement odatda diametri 8-18 m va balandligi 25-40 m bo'lgan temir-beton siloslarda saqlanadi (159 – rasm). Siloslarning hajmi 2500-10000 t va undan ko'p miqdordagi sementni saqlashga mo'ljallangan bo'ladi. Siloslar juftlangan holda quriladi. Siloslarning umumiy hajmi 10 sutkalik ishlab chiqariladigan sement miqdoriga mos holda olinadi va korxonani loyihalash davrida shunga asosan soni belgilanadi.



159 – rasm. Tayyor sementlarni vaqtincha saqlash uchun mo'ljallangan temir-beton siloslar

1975 yilda asos solingan IBAU HAMBURG firmasi tomonidan ishlab chiqilgan ko'p bo'linmali siloslarning bo'linmalari soni 2 tadan 22 tagacha, diametri esa 14 dan 27 metrgacha bo'lishi mumkin [151,152].



160 – rasm.
Ko'p bo'linmali silos
(qurilish jarayoni)
[151.152]

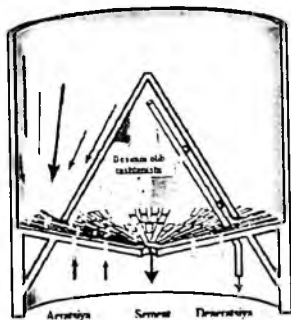
Siloslardagi sement miqdorini bilishda, shuningdek, yuklangan va har bir smena tomonidan ishlab chiqarilgan tayyor mahsulot miqdorini xisob-kitob qilishda hajmiy og'irlik ko'rsatkichidan foydalaniladi.

Siloslarning ostki va yon tomonlarida temir yo'l va avtomobil yo'llari joylashgan bo'ladi. Sement vagonlar yoki avtomashinalarga yuklangan holda mijozlarga yuboriladi. Siloslarda sement balandligini avtomatik tarzda o'lchaydigan qurilmalar o'rnatilgan bo'ladi. Siloslarning tub qismining markazida temir-betondan ishlangan konus joylashtirilgan (161 – rasm). Shuningdek, siloslardagi sementni g'ovaklashtirish, yuklash va ba'zan aralashtirish (gomogenlash) uchun pnevmatik qurilmalardan foydalaniladi. Buning uchun siloslarning tubida havo taqsimlash qutilari o'rnatilgan bo'ladi va ular tub qismining 20-25 % ni egallaydi.



161 – rasm.
Sement silosining tubidagi
konus ko'rinishi [153]

Sement saqlanadigan temir-beton siloslaridan sementni tushirib olinish jarayoni sxematik ravishda 162 – rasmda tasvirlangan [154].



162 – rasm.
Temir-beton silosdan
sementni tushirib olinish
sxemasi

Sement saqlanadigan silos devorlari vaqti-vaqti bilan alpenistlar tomonidan tozalanib turiladi (163 – rasm).

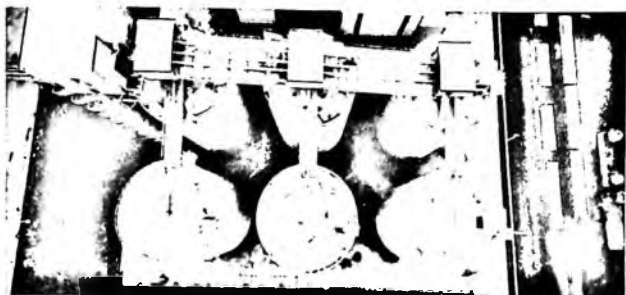


163 – rasm.
Silosni ichki devoriga o'tirib
qolgan sement qatlamlaridan
tozlash jarayoni

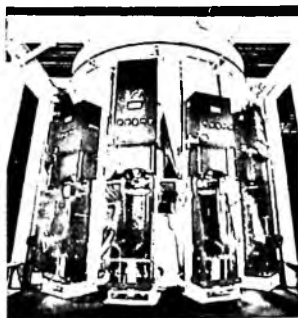
56 – jadval

Sementni saqlash siloslarining o'rtacha hajmi [32]

Silos diametri, m	Silos hajmi, t
6	600
10	2400
12	4500
15	6000
18	9000



164 – rasm. Sement siloslarining yuqoridan va yon tomonidan ko'rinishlari (Sherobod sement zavodi misolida)



165 – rasm.
Karusel ko'rinishidagi sementni
qoplash uskunasini [155]

Sement ishlab chiqarishni nazorat qilish

Ishlab chiqarish nazorati – istalgan texnologik jarayonning zarur tarkibiy qismi hisoblanadi. Nazorat qilishdan maqsad uskunaning eng maqbul texnik-iqtisodiy ishlash holatida yuqori sifatli mahsulot chiqishini ta'minlash, shuningdek, ishlab chiqarish texnologiyasini tahlil qilish va takomillashtirish uchun boshlang'ich ma'lumotlarni olish. Nazoratni tashkil qilishda asosiy e'tibor sifatsiz mahsulot chiqishi to'g'risidagi ogohlantirishga va ishlab chiqarish jarayonlarini operativ tarzda boshqarish uchun nazorat ma'lumotlaridan foydalanishga qaratiladi. ***Mazkur talablarning bajarilishini ta'minlash uchun sement korxonalarida nazorat ikkiga bo'lingan [31]:***

- operativ nazorat;
- texnologik nazorat.

Operativ nazorat ishlab chiqarishning alohida uchastkalaridagi yarim tayyor yoki tayyor mahsulotga belgilangan sifat darajasini va texnologik me'yorlarni ta'minlash, shuningdek, uskunalami belgilangan ish tartibi (rejimi) da ushlab turish uchun olib boriladi. Operativ nazorat ishlab chiqarish bo'linmalaridagi xizmat ko'rsatuvchi xodimlar tomonidan amalga oshiriladi. Operativ nazorat bo'yicha amallar zarurat yuzasidan bajariladi. Operativ nazorat bo'yicha amallar va ular oralig'ida bajariladigan ishlar korxonaning bosh muhandisi tomonidan tasdiqlangan operativ va texnologik nazorat xaritasiga asosan olib boriladi.

Texnologik nazorat ishlab chiqarishni umuman boshqarishni, mahsulotni belgilangan sifatini ta'minlash va ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirishni nazarda tutadi va u korxonaning laboratoriya bo'limi tomonidan bajariladi. Laboratoriya ishni shunday tashkil etadiki, bunda asosiy texnologik jarayonlar hamda xomashyo komponentlari, xomashyo aralashmasi, yoqilg'i, klinker va sementning kimyoviy xususiyatlari haqidagi kerakli ma'lumotlar operativ, etarli darajada bo'lishi va ishonchlilik ta'minlanadi. Nazorat qiluvchi hodimning materiallardan birlamchi namunalar olishga va o'rtacha namunalami to'g'ri tayyorlashga, namunalarni olinish joylarini va qanday vaqt oraliqlarida olinishini to'g'ri belgilanishiga katta e'tibor beriladi.

Operativ va texnologik nazorat sxemalarida maksimal tarzda mexanizatsiyalashgan va avtomat tarzda ishlaydigan zamonaviy nazorat-o'lchov qurollarini ishlatishga qaratilgan bo'lishi lozim.

Asosiy nazorat quyidagilardan iborat [31]:

- xomashyo materiallarining sifat (kimyoviy tarkibi, namligi va hokazo) nazorati;
- xomashyo aralashmasi (shlam) ning sifat (titri, namligi, oquvchanligi va hokazo) nazorati;
- klinkerni kuydirish jarayonining sifat (erkin holdagi bog'lanmagan CaO, asosiy minerallarning mavjudligi va miqdori) nazorati;
- gips toshi va mineral qo'shimchalarning sifat (navi, namligi, faolligi va hokazo) nazorati;

Muxamedbayev A.R.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

- sementni tuyish jarayonining sifat (008 elakdagi qoldiq, solishtirma sirt yuzasi) nazorati.

Xomashyo materiallari va ularni aralashmasining sifat nazorati.
Xomashyo materiallarining sifati birinchi bo'lib har bir komponentga tegishli konlarda olib boriladi. Bunda ularning o'rtacha kimyoviy tarkibi va xossalari to'g'risida ma'lumotlar shakllantiriladi. Ushbu ma'lumotlarga asosan konning to'ri, ya'ni xaritasi ishlab chiqiladi. Kon xaritasida jinslarning xossalari, ularning joylashish chuqurligi, zaxirasi va hokazolar ko'rsatiladi. Kon xaritasi uni ishlatishdan oldin tuziladi va har 3-5 yilda yangilanib boradi.

Kerakli xomashyo aralashmasi tarkibiga erishish uchun laboratoriya kon xaritasiga asosan tog'-kon bo'limiga konning har xil qismlaridan qancha miqdorda xomashyo komponentini korxonaning xomashyo omboriga yetkazib berishligi lozimligi haqida ko'rsatmalar beradi. Shu bilan birga har kuni korxonaga kongan keltirilayotgan komponentlarning tarkibi va xosalarini tekshirib boradi.

Karbonatli (ohaktosh, mel) namunalar har 2-4 soatda bir marotaba ikkilamchi maydalash jarayonidan o'tgan xomashyodan olinadi. Smena yoki bir sutkada bir marotaba o'rtacha namunalar tayyorlanadi. Sutkalik o'rtacha namunada karbonatli komponent titri tekshiriladi. Karbonat va tuproq xomashyolari birgalikda tuyilsa, tuproqdan ham xuddi shunday namunalar olinadi.

Tuproq shلامي ishlatilganda har bir to'ldirilgan hovuzdagi shlam namligi nazorat qilinadi.

Korxonaga keltiriladigan sozlovchi komponentlarning namligi laboratoriya tomonidan har bir keltirilgan partiya uchun tekshiriladi.

Xomashyo komponentlari sifatini baholash va ba'zida xomashyo aralashmasi xisobiga tegishli o'zgartirishlarni kiritish uchun laboratoriya I oyda I marotaba yoki za'rurat tug'ilganda ohaktosh, tuproq va sozlovchi qo'shimcha komponentlarning I oylik kimyoviy tahlilini o'tkazadi.

Xomashyo aralashmasi nisbatiga asosan xomashyo tegirmonlari va loy qorgichlarning dozatorlari sozlanadi. Ho'l usulda loy qorgich va tegirmonlardagi operativ nazorat mashinistlar tomonidan amalga oshiriladi. Mashinistlar zarurat tug'ilganda shlamning namligi, qovushqoqligi va oquvchanligini tekshirish orqali nazorat olib boradilar.

Quruq usulda ishlaydigan korxonalarda xomashyo aralashmasi (uni) namligi va tuyilganlik darajasi nazorat qilinadi. Har bir tegirmondan I smena davomida xomashyo aralashmasi unidan 4-8 marotaba namuna olinadi. O'rtacha namunalar asosida har bir tegirmonning xomashyo aralashmasi titri va Fe_2O_3 miqdori nazorat qilib boriladi. Xomashyo aralashmasi komponentlarini omborda bir xil o'rtacha holatga keltirishga katta ahamiyat beriladi.

Xomashyo aralashmasi (shlam) sifatining texnologik nazorati korxonada laboratoriyasi tomonidan amalga oshiriladi. Bunda har bir vertikal hovuzdagi shlam namligi, oquvchanligi, tezkor usulda CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 (TK va modulga ko'ra sozlanganda) va titri tekshiriladi. Natijalar asosida shlam tarkibini sozlash amalga oshiriladi. Tarkibning sozlanganlik darajasi sozlangan

shlam titrini o'lchash orqali nazorat qilinadi. Shuningdek, shlamning tuyilganlik darajasi ham tekshirib boriladi.

Quruq usulda xomashyo aralashmasi uning texnologik nazorati har bir silos uchun o'rtacha namuna tayyorlashni va CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 lar miqdorini aniqlashni ko'zda tutadi. Bunda ham ho'l usuldagi kabi tarkibni sozlash ishlari amalga oshiriladi.

Ikkala holda ham titr belgilangan ko'rsatkichdan $\pm 0,25\%$ ga farq qilsa, tegishli o'zgartirishlar bajariladi.

Klinkerni kuydirish jarayonining sifat nazorati. Ushbu nazoratdan ko'zlangan maqsad pechlarning bir tekis ishlashi, pechlar unumdorligining yuqori bo'lishi, yaxshi kuydirilgan klinker olish va talab etilganda sifatsiz klinkerni qayd etish hamda tarkibi va sifatiga ko'ra omborga joylashdir. Shunga ko'ra klinkerni kuydirish jarayonining sifat nazorati pechga berilayotgan xomashyo aralashmasi namligi, tuyilganlik darajasi va kimyoviy tarkibini, klinkerning sifati va kuydirish darajasi, shuningdek, pechning asosiy ish ko'rsatkichlarini aniqlashga qaratilgan. Namunalar olish joylari pechga berilayotgan xomashyo aralashmasi to'liq tavsillash imkonini berishi lozim. Asosiysi tuyilganlik darajasi va namlik aniqlanadi.

Klinkerni kuydirish jarayonining operativ nazorati mashinistlar tomonidan klinker tarkibidagi erkin holdagi bog'lanmagan ohak miqdorini petrografik usulda aniqlashga asoslangan. Pechlar. sovutkichlar, kalsinatorlar, siklonli issiqlik almashinish uskunalari va hokazolarning ishlash ko'rsatkichlari kuydirish bo'limi xodimlari tomonidan nazorat-o'lchov qurilmalari orqali olinadigan ma'lumotlar asosida boshqarib boriladi. Har bir pechdan har smenada 2-4 marotaba klinker namunalari olinadi. Laboratoriya tomonidan klinkerdagi bog'lanmagan erkin holdagi ohak (CaO_{erk}) miqdori kimyoviy yoki petrografik usulda tekshiriladi.

Sutkalik o'rtacha namuna asosida laboratoriya klinker tarkibidagi CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 miqdori aniqlanadi va ular asosida mineralogik tarkib xisoblashlar asosida xisoblab chiqariladi. Texnologik nazoratga klinkerning fizik-mexanik sinov ishlari ham kiradi.

Klinker sinovini bajarish uchun u birlamchi maydalash jarayonidan o'tkaziladi. So'ng 3,5% gips toshi qo'shilgan klinker laboratoriya tegirmonida tuyiladi. Tuyish jarayoni 008 elakdagi qoldiq 8-9% yoki solishtirma sirt yuzasi $3200 \pm 200 \text{ sm}^2/\text{g}$ bo'lgunga qadar davom ettiriladi. Olingan sementning tishlashish muddatlari, hajmiy bir tekis o'zgarishi hamda 1,3,7 va 28 sutkadagi siqilishdagi, shuningdek, egilishdagi mustahkamlik ko'rsatkichlari aniqlanadi. Klinkerning kimyoviy tarkibi va faol (aktiv) ligi haqidagi ma'lumotlar texnologik jarayonlarni tahlil etishda ishlatiladi.

Ishlab chiqarish usulidan qat'i nazar laboratoriya tomonidan qancha miqdordagi xomashyo aralashmasi asosida pechdan qancha miqdorda klinker olinayotganligi nazorat qilib boriladi.

Gips toshi va mineral qo'shimchalarning sifat nazorati. Mineral qo'shimchalarning sifati korxonaga keltirilgan har bir partiyani tekshirish orqali amalga oshiriladi. Gips toshi namunalarini laboratoriya xodimi temir yo'l

vagonlaridan yoki maydalash jarayonidan so'ng maydalagich mashinisti tomonidan olinadi. Har bir namunada SO_2 miqdori va namlik aniqlanadi. Shu ikkita ko'rsatkichga ko'ra tuyish jarayonida qo'shiladigan gips toshi miqdori belgilanadi. Shlak, qo'shimcha va gips toshining maydalanishi va quritilishining operativ nazorati tuyish yoki quritish bo'linmasining xodimlari tomonidan amalga oshiriladi.

Sementni tuyish jarayonining sifat nazorati. Sementni tuyish jarayonining nazorati tuyilganlik darajasi va sement tarkibidagi gips toshi hamda mineral qo'shimchalarning miqdorini aniqlashdan iborat. Zarurat tug'ilgandagina sementning tishlashish muddatlari, hajmiy bir tekis o'zgarishi, harorati va boshqa ko'rsatkichlari nazorat qilinishi mumkin. Tuyilganlik darajasining operativ nazorati xizmat ko'rsatuvchi xodimlar tomonidan har bir tegirmondan chiqayotgan sementdan olingan namunani 008 raqamli elakda elash va undagi qoldiq miqdoriga ko'ra nazorat etiladi. Laboratoriya xodimlari har soatda 1 marotaba tegirmondan chiqayotgan sementdan namuna olib, qo'shimcha va gips toshining miqdorini, shuningdek, 008 elakdagi qoldiq miqdorini va solishtirma sirt yuzasini aniqlash orqali texnologik nazoratni amalga oshiradilar. *Shu bilan birga sementning fizik-mexanik sinovlari bajariladi:*

- sementning normal quyuvqligini aniqlash;
- sementning qotish muddatlarini aniqlash;
- sement hamirining qotish vaqtidagi hajmiy bir tekis o'zgarishini aniqlash;
- sementning faol (aktiv) ligini aniqlash (marka, sinf).

Tuyish stansiyalarida sement ishlab chiqarish

Sementni sement korxonalaridan tashqari alohida tarzda va klinker ishlab chiqarish xomashyosi mavjud bo'lmagan hududlarda ishlab chiqarish ham mumkin. Buning uchun tuyish stansiyalari barpo etiladi. Mazkur tuyish stansiyalariga klinker, mineral qo'shimchalar va gips toshi yetkazib beriladi. Bunga misol tariqasida 2010 yilda Toshkent viloyatining Yangiyo'l tumanida tashkil etilgan tuyish stansiyasini keltirib o'tish mumkin (166 – rasm).

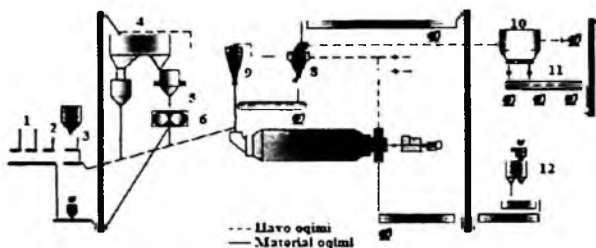
Tuyish stansiyasining yillik ishlab chiqarish unumdorligi 1 mln. tonna. Sutkalik unumdorligi 3300 tonna sementni tashkil etadi [156]. Portlandsement klinkeri, mineral qo'shimcha va gips toshi stansiyaga avtomobil va temir yo'l transporti vositasida olib kelinadi. Tuyish stansiyasining uskunalarini yetkazib berish va ularni o'rnatish ishlari mashhur xitoy muhandislik kompaniyasi «China CAMC Engineering Co. Ltd» tomonidan amalga oshirilgan.

Tuyish stansiyasi faoliyatini ta'minlash uchun xomashyo komponentlari "Bekobodsement" AJ korxonasi tomonidan yetkazib beriladi [157]. Ushbu stansiyada yopiq siklda ishlaydigan o'lchamlari 3.8x13 m bo'lgan 2 ta sement tegirmonlari o'rnatilgan. Tegirmonlarning har birining unumdorligi 75 t/soat. Qoplariga qadoqlash liniyasining unumdorligi 110 t/soat [158].

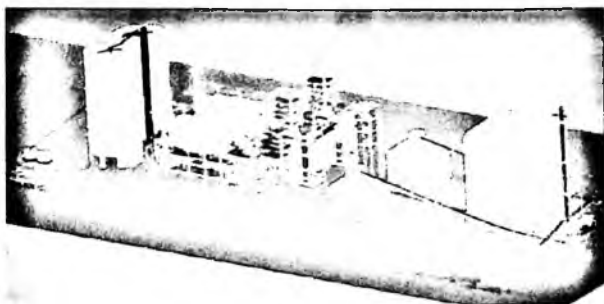
167 – rasmda sementni tuyish stansiyasi yoki tuyish sexining texnologik sxemasi keltirilgan.



166 – rasm. Yangiyo'l sementni tuyish stansiyasi



167 – rasm. Sementni tuyish stansiyasi yoki tuyish sexida sement ishlab chiqarishning texnologik sxemasi: 1-portlandsement klinkeri; 2-gips toshi; 3-mineral qo'shimcha; 4-tebranma saralagich (separator); 5-bunker-dozator; 6-valikli maydalagich; 7-sharli tegirmon; 8-separator; 9-markazdan qochma tarzda ishlaydigan changsizlantiruvchi uskuna (siklon); 10-yengli filtr; 11-ventilyator tizimi; 12-yuqori disperslikdagi chang



168 – rasm. Tuyish bo'linmasining grafik maketi [159]

Portlandsement bog'lovchisining xossalari

Portlandsementning haqiqiy zichligi $3,1-3,15 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Shlakli va pussolanli sementlarning zichligi $2,7-2,9 \text{ g/sm}^3$ ni tashkil etadi. Zichlanmagan holatdagi to'kma zichligi $900-1100 \text{ kg/m}^3$, zichlangan holatdagi to'kma zichligi $1400-1700 \text{ kg/m}^3$. Ko'p hollarda saqlash sig'implari, ya'ni siloslar hajmini xisoblashda sementning o'rtacha to'kma zichligi 1200 kg/m^3 deb olinadi.

Sementning suv talabchanligi normal quyuqlikdagi hamir olish uchun etarli suv miqdori bilan belgilanadi va u odatda 24-28% ni tashkil etadi. Sementning suv talabchanligi qanchalik kam bo'lsa, sementning sifati va u asosidagi sement toshining mustahkamligi shuncha yuqori bo'ladi. **Sementning suv talabchanligi ko'p jihatdan quyidagilarga bog'liq:**

- sement klinkerining mineralogik tarkibiga;
- sementning tuyilganlik darajasiga;
- qo'shimchali sementlar olishda ishlatilgan mineral qo'shimchani turi va uning miqdoriga.

Ushbu ko'rsatkichni pasaytirish uchun sirt-faol moddalar (superplastifikatorlar) dan foydalaniladi.

57 – jadval

Sementlarning normal quyuqlik ko'rsatkichlari

Sement turi	Normal quyuqlik, %
Portlandsement	24-28
Pussolanli sement	30-40
Shlakoportlandsement	26-30

Sement bog'lovchilarining amaliyotda ishlatilishida ularning tishlashish tezligi va qotish jarayonlari juda katta ahamiyatga ega. Sement tishlashishining boshlanishi 45 daqiqadan oldin va oxiri esa 10 soatdan kechikmasligi lozim. Tishlashish vaqtini tezlashtirish yoki sekinlashtirish uchun kimyoviy qo'shimchalar ishlatiladi. Tishlashish muddatlariga sementning mineralogik tarkibi ta'sir etadi. Tarkibida C_3A ko'p miqdorda bo'lgan sementlarda tishlashish muddatlari qisqa bo'ladi. Sement tarkibida C_2S miqdori ko'p bo'lsa, tishlashish muddatlari shunchalik uzun bo'ladi. Portlandsementning tishlashish muddatlarini nazorat qiluvchi modda – gips toshi ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) xisoblanadi. Gips toshisiz tuyilgan klinker juda qisqa tishlashish muddatlariga ega bo'lib, amaliyotda qo'llash borasida qo'shimcha qiyinchiliklar tug'diradi. Shuningdek, sementning tishlashish muddatlariga suv-sement (S/S) nisbati, harorat va tuyilganlik (maydalik) darajasi ta'sir etadi. S/S nisbati oshirilganda va harorat pasaytirilganda tishlashish muddatlari uzayadi va qotishi sekinlashadi, va teskarisi - tuyilganlik darajasi ortib borgani sari sementning tishlashish muddatlari qisqarib boradi.

Sementni saqlash muddati uzayib borishi bilan tishlashish vaqtining boshlanishi va tugash vaqti uzayib boraveradi (58 – jadval) [160].

Turli sharoitlarda va muddatlarda saqlangan bog'lovchilarning tishlashish vaqtlari

Bog'lovchi turi	Saqlanish sharoiti va muddatlari							
	Normal, 7 kun		Nam, 4 oy		Nam, 12 oy		Nam (hamda sun'iy quritish), 4 oy	
	Tishlashish muddatlari, soat-daqiq							
	boshi	oxiri	boshi	oxiri	boshi	oxiri	boshi	oxiri
Sement	2-39	5-03	3-20	6-15	3-40	8-20	4-09	9-50
Tuyilgan klinker (gipssiz)	0-27,5	1-03	0-25	0-58	0-13,5	0-45	0-5	0-11
Tuyilgan klinker (gips bilan)	2-55	5-24	2-40	4-50	2-23	4-28	0-18	0-32

Sementning qotishida hajmiy bir tekis o'zgarishi muhim xisoblanadi. Notekis hajm o'zgarishi mahalliy deformatsiyalar tufayli sodir bo'ladi. Natijada, qotgan sement toshida yoki betonda turli xil o'lchamdagi darzlar va yoriqlar paydo bo'ladi. Bunga sabab sementdagi bog'lanmay erkin holda qolgan CaO va MgO larning gidratatsiyasi kechikishidir. Shu sababli, sement tarkibida bog'lanmay erkin holda bo'lgan CaO ning miqdori 1% dan, MgO ning miqdori esa 5% dan oshmasligi belgilab qo'yilgan.

Sementning qotish jarayoni issiqlik ajralishi bilan boradi. Ushbu holat klinker mineralarining gidratatsiya reaksiyalari ekzotermik jarayon bo'lganligi tufayli sodir bo'ladi. Nisbatan ko'proq issiqlik ajralishi qotish vaqtining dastlabki soatlariga to'g'ri keladi. Shuningdek, klinker tarkibida qanchalik alit va uch kaltsiylil alyuminat ko'p bo'lsa shunchalik ko'p issiqlik ajralishi kuzatiladi.

Portlandsement va uning turlarining mustahkamlik ko'rsatkichlari sinf (marka) bilan belgilaniladi. Buning uchun sement:qum = 1:3 nisbatdagi aralashmadan tayyorlangan o'lchamlari 4x4x16 sm li namunalar 28 kunlik suvdagi qotish jarayonidan so'ng egilishga va siqilishga sinaladi. Sement sinfi 22,5 dan 52,5 gacha bo'ladi. Sement namunalarining 28 kunlik muddatdagi siqilish ko'rsatkichi uning faol (aktiv) ligini ko'rsatadi.

Sementning siqilishga mustahkamligi

Yangi belgilanishi (sinf)	Eski belgilanishi (marka)
22.5	M300
32.5	M400
42.5	M500
52.5	M600

Portlandsementning mustahkamlik ko'rsatkichi quyidagilarga bog'liq:

- klinkerning mineralogik tarkibiga;
- sementning tuyilganlik darajasiga;
- sementning qotish vaqti va sharoitlariga;

Muxamedbavev A.G. Boq'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

- sementning saqlanish muddati va sharoitlariga.

Sement ishlab chiqarishda laboratoriya nazorati

Portlandsementning asosiy texnik ko'rsatkichlari:

- portlandsementning mineralogik tarkibi;
- portlandsementning tarkibi;
- portlandsementning maydalik (tuyilganlik) darajasi;
- zichlik va suv talabchanlik;
- tishlashish muddatlari va sement hamirining hajmiy bir xil o'zgarishi;
- portlandsementning markasi va faolligi (aktivligi).

Yuqorida sanab o'tilganlarning barchasi sement ishlab chiqarish korxonalaridagi laboratoriya bo'limlari tomonidan nazorat qilib boriladi.



169 – rasm. Ishlab chiqarishda ishlatiladigan xomashyolar



170 – rasm. Kimyoviy tahlil laboratoriya bo'limi [161]



171 – rasm.
Klinker tarkibini tekshirish
[162]



172 – rasm.
Mikroskopda klinker shliflarini
tekshirish jarayoni [163]

Sement markasini aniqlash uchun standart mono- va polifraktsiyali qum GOST 6139-2003 bo'yicha ishlab chiqariladi. Monofraktsiyali qum sementni GOST 310.4-81 va polifraktsion qum esa sementni GOST 30744-2001 bo'yicha sinashda qo'llaniladi.



173 – rasm. Standart polifraktsiyali va monofraktsiyali qumlar

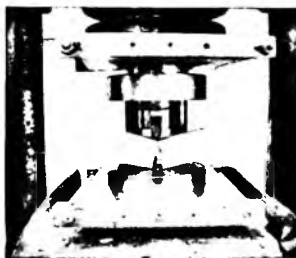


a)



b)

174 – rasm. Sement sinfi (markasi) ni aniqlashda ishlatiladigan metall qolip (a) va prizmatik namunalar (b)



a)



b)

d)

175 – rasm. Sement ishlab chiqarish korxonasidagi laboratoriya nazorati bo'limidan olingan fotolavhalar

- a) sementning egilishga mustahkamligini aniqlash;
- b) sementning siqilishga mustahkamligini aniqlash;
- c) sementning qotish davrini aniqlash



176 – rasm. 4x4x16 sm o'lchamdagi prizma namunalarini suvli hovuzda saqlash jarayoni [163]



177 – rasm. 4x4x16 sm o'lchamdagi prizma namunalarini bug'latish kameralarida saqlash jarayoni

Sement ishlab chiqarishda changsizlantirish va changdan tozalash uskunalari

Sement ishlab chiqarish katta miqdordagi chang hosil bo'lishi bilan bog'liq [55]. Sement ishlab chiqarishning har bir bosqichi – maydalash, tuyish, quritish, kuydirish, turli materiallarni tashishda atmosferaga chang-gaz aralashmalari chiqadi. Havoning changlanishi bo'yicha mumkin bo'lgan chegarasi sanitar me'yorlarga asosan belgilanadi. Eng ko'p chang aylanma pechlarda (80% dan ortiq) yoqilg'ini yoqishdan hosil bo'ladigan gazlar bilan birga uchib chiqadi. Materialning gazlar bilan uchib chiqib ketishi ishlab chiqarilayotgan klinker miqdoridan kelib chiqqan holda ho'l usulda ishlaydigan aylanma pechlarda 4-17% va quruq usulda ishlaydigan aylanma pechlarda esa 20-25% gacha borishi mumkin [35]. Shu bilan birga quruq xomashyo, ko'mir va klinkerni maydalash hamda tuyish, quritish, qoplash bo'limlarida va yopiq shakldagi xomashyo va ko'mir omborlarida chang ajralishi sodir bo'ladi. Agar ushbu changlarni tutib

Muxamedbayev A.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chilaish texnologiyasi)

qolish choralari ko'rilmasa, u butun korxonada hududi va havosini ifloslantiradi. Chang hosil bo'lishi ishlab chiqarishdagi yo'qotishlarning ortishiga va uskunalarning aylanma qismlarini xizmat muddatini qisqarishiga olib keladi. Mana shu ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan barcha changlar ishchi-xodimlarning hamda korxonada yaqinida joylashgan aholi yashash punkti aholisining salomastligiga va hudud ekologiyasiga salbiy ta'sir qiladi. Shuning uchun sement ishlab chiqarishda changdan tozalash uskunalaridan foydalanish zarur xisoblanadi.

Sement korxonalarida atrof muhitga tashlanadigan chiqindilar chang, azot oksidlari (NO_x), olingugurt dioksidi (SO_2), uglerod oksidlari (CO va CO_2) va hokazolardir.

Har bir chang hosil bo'luvchi agregatda aspiratsiya uskunalari o'rnatiladi. Korxonalarda bunkerlardan, maydalagichlarning tarmovlaridan, tashuvchi qurilmalardan va boshqalardan havoni so'rib olish ko'zda tutiladi. Ishlab chiqarish bo'limlari va xonalarda tabiiy va sun'iy havo almashinishi tashkil etiladi.

Sement ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan changlarning fizik-kimyoviy xossaligiga asosan quyidagi guruhlariga bo'linadi [164,165]:

- xomashyo materiallarini maydalash va tashish natijasida hosil bo'ladigan changlar (taxminan 70% o'lchami 5 mkm dan katta bo'lgan zarrachalar). Changlar harorati va namligi atrof muhitdagidek bo'ladi;

- yuqori namlikdagi xomashyo va qo'shimchalarni quritish barabanlarida quritish vaqtida hosil bo'ladigan changlar;

- xomashyoni tegirmonlarda tuyishda hosil bo'ladigan changlar (changlanish darajasi 500 g/m^3 gacha va 5 mkm li zarrachalar miqdori 65% gacha bo'ladi).

- ho'l usulda ishlaydigan aylanma pechlardan chiquvchi chang gazlar (shudring hosil bo'lish harorati $58-75 \text{ }^\circ\text{C}$ va gaz oqimining harorati $170-380 \text{ }^\circ\text{C}$);

- siklonli issiqlik-almashinish uskunalarida bor quruq usulda ishlaydigan aylanma pechlardan chiquvchi chang gazlar (shudring hosil bo'lish harorati $29-44 \text{ }^\circ\text{C}$ va 5 mkm dan kichik zarrachalar miqdori 75% gacha);

- konveyer kalsinatorli aylanma pechlardan chiquvchi changlar (shudring hosil bo'lish harorati $32-48 \text{ }^\circ\text{C}$ va 5 mkm dan katta zarrachalar miqdori 80%);

- klinker sovutkichlaridan chiquvchi changlar (shudring hosil bo'lish harorati $30 \text{ }^\circ\text{C}$ gacha, harorat bo'yicha katta chegaraga ega $90-290 \text{ }^\circ\text{C}$ va 5 mkm dan katta zarrachalar miqdori 80%);

- sement tegirmonlaridan chiquvchi changlar (kirish konsentratsiyasi yuqori 960 g/m^3 gacha va shudring hosil bo'lish harorati $22-60 \text{ }^\circ\text{C}$).

Atmosfera havosiga chiqarib yuboriladigan changning 80% dan ortig'i aylanma pechlardan chiqadi. Changning qolgan miqdori boshqa texnologik jarayondagi uskunalar (maydalagichlar, tegirmonlar, quritgichlar, siloslar) dan chiqadi.

Sement korxonalarida odatda changni tutib qoluvchi uskunalar sifatida chang cho'ktirish kameralari, siklonlar, yangli va elektrofiltrlardan foydalaniladi.

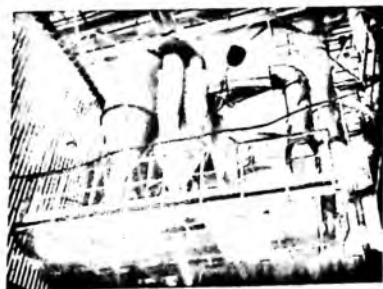
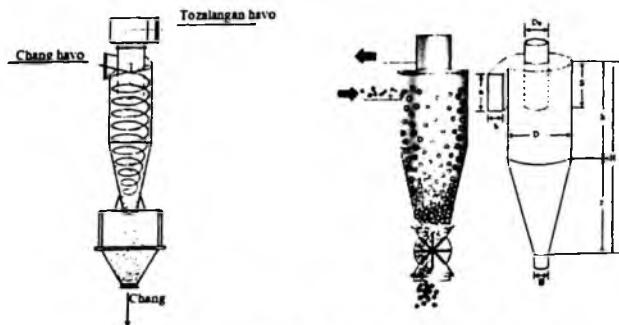
Muxamedbayev A.R.A. Boq'lovchi moddalar (Umumiy qurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Ishlab chiqarish tarmog'i va hosil bo'layotgan chang turiga asosan siklonlar bir nechta turlarga bo'linadi. *Siklonlarning tuzilishi juda sodd bo'lib, quyidagilardan iborat bo'ladi:*

- silindr yoki konus shaklidagi metal qobiq;
- kiruvchi chang havo quvuri;
- tozalangan havo uchun ichki quvur;
- chang uchun sig'imli idish.

Gazning siklonda tozalanish darajasi chang xossalariga, gazning changlanish darajasiga, siklon konstruksiyasiga, apparatlarning o'rnatilish joyiga va h.k. bog'liq.

Odatda changlangan gazlar ikki bosqichda tozalanadi, masalan birinchi bosqichda siklonlardan ikkinchi bosqichda esa elektrofiltrdan foydalaniladi. Bunda siklonlar 20 mkm dan yirik bo'lgan chang zarrachalarini 80% gacha tutib qoladi.



178 – rasm. Siklonlar

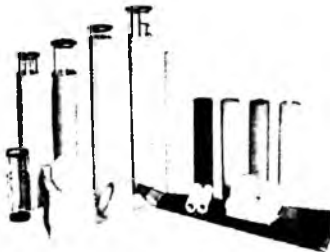
Siklonlarning afzalliklari:

- ishonchliliği va hizmat muddatining uzoqligi;
- ixchamligi;
- univrsalligi (deyarli barcha turdagi changlarni ushlab qolishda ishlatish mumkinligi);
- changdan tozalash darajasining yuqoriligi (havo 99,9% gacha tozalanadi);
- uskuna tan-narxining kichikligi.

Kamchiligi:

- yuqori darajada dispers kichik o'lchamdagi chang zarrachalarini tuta olmasligi.

So'nggi yillarda changli havoni tozalash borasida yangli mato filtrlar elektrofiltrlarga katta raqobat ko'rsatmoqda. Zamonaviy mato filtrlarda filtratsiya usuli yordamida sement korxonasidagi texnologik gazlarning va aspiratsiya havosini yuqori darajada tozalashga erishilmoqda. Yangli mato filtrlar sement tegirmonlaridan chiqayotgan havoni tozalashda, siloslarning aspiratsiya tizimida va boshqa texnologik jarayonlarda ishlatiladi. Oxirgi paytlarda sement ishlab chiqarishning quruq usulida klinkerni kuydirish pechlaridan chiqayotgan texnologik gazlarni tozalashda qo'llanilmoqda. Hozirda yangli mato filtrlarning 179 – rasmda ko'rsatilgan turlari ishlatilmoqda.



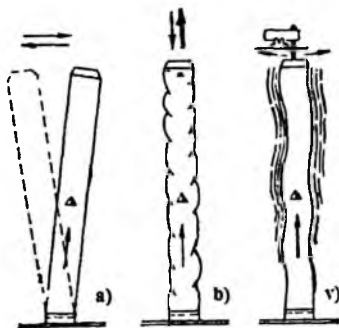
179 – rasm.
Yangli mato filtrlari (mato va metall qo'vurg'alar)



180 – rasm.
Yangli mato filtrlarning joylanishi

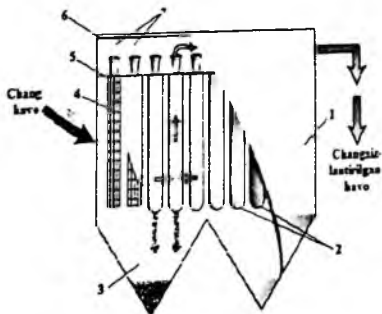
Mato filtrlari quyidagi belgilarga asosan sinflanadi:

- filtrlovchi elementlarning shakli (yengli, tekis, ponasimon va hokazo) ga va ularda tayanch qurilmalar (karkassimon, ramali) ning mavjudligiga ko'ra;
- filtrga nisbatan ventilyatorming joylashgan joyiga ko'ra (so'ruvchi, siyraklanishda ishlaydigan, haydovchi, bosim ostida ishlaydigan);
- matoni regeneratsiya qilish usuliga ko'ra (silkitiluvchi, teskari puflanuvchi, tebranma silkitiluvchi, impuls bilan puflanuvchan va hokazo);
- matoni joylash uchun qobiqning mavjudligiga va uning shakliga ko'ra (to'g'ri to'rtburchak; silindrik, ochiq holdagi (qobiqsiz));
- uskunadagi bo'linma (seksiya) lar soniga ko'ra (bir va ko'p bo'linmali);
- ishlatilganayotgan mato turiga ko'ra (masalan, shisha matoli).



181 – rasm. Yenglarni silkitish usullari:

a – gorizontal yo'nalishda silkitish. b – vertikal yo'nalishda yengni bo'shashtirish va tarang qilib tortish; v – tebratish.



182 – rasm.

Yengli filtrning tuzilishi va ishlash prinsipi [166]:

- 1 – qobiq; 2 – yenglar;
- 3 – chang yig'ish bunkeri;
- 4 – metall qo'vurg'alar;
- 5 – yenglarni qotirish ramasi;
- 6 – filtr qopqog'i;
- 7 – pnevmozarba uchun soptolar.

Muxamdebavev A. A. Bog'lovchi moddalar (Umumqarilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Yengli mato filtrlarning afzalliklari [35,167]:

- elektrofiltrlarga nisbatan ixcham va yengil;
- elektrofiltrlarga nisbatan ancha arzon;
- yuqori tozalash samaradorligiga ega ($5-10 \text{ mg/m}^3$);
- yenglar ba'zi bir mato turlaridan tayyorlanganda $240-300 \text{ }^\circ\text{C}$ da chang havolarni tozalashda ishlatilishi mumkin ekanligi;
- filtrlar almashtirilganda loyihaviy boshlang'ich tozalash samaradorligiga erishilishi;
- yong'in va portlash xavfi bo'lgan texnologik gazlar va aspiratsiya havosini tozalashda qo'llash mumkin ekanligi;
- ularda ushlab qolinishi qiyin bo'lgan juda mayda chang zarrachalari ushlanib qolinishi (shu jumladan, to'kma zichligi 0.15 t/m^3 dan kichik changlar).

Kamchiliklari sifatida quyidagilar ta'kidlanadi:

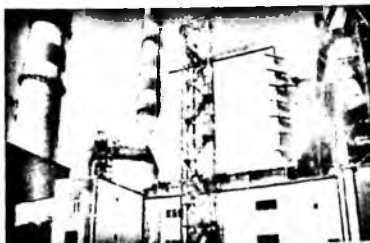
- vaqti-vaqti bilan filtrlash elementlarining almashtirilishini talab qilinishi;
- nam havo va gazlarni tozalashda ishlatilib bo'linmasligi (mato teshiklari va yuzasining suvalib qolishi)

60 – jadval

Tegirmon uchun mo'ljallangan EMC yengli filtrlarning ishchi parametrlari [168]

Ishchi parametrlar	O'lchov birligi	Ko'rsatkichlar
Havo oqimining hajmi	m^3/soat	400 000
Filtirdan chiqishdagi harorat	$^\circ\text{C}$	102
Tozalangan havodagi chang miqdori	g/m^3	350 atrofida
Gidravlik qarshilik	mbar	9
Regeneratsiya vaqtidagi bosim	bar	3
Siklning davomiyligi	daqiqqa	11 atrofida
Sigilgan havo sarfi	nm^3/soat	86
Solishtirma gaz bo'yicha yuklanish	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{daqiqqa})$	0.94
Tozalangan havodagi chang miqdori	mg/nm^3	20

Aylanma pechdan chiquvchi gazlarni changdan tozalash uchun elektrofiltrlar chang cho'ktirish kamerasi bilan mo'rkon quvuri oralig'ida o'rnatiladi (183 va 184 – rasm).



183 – rasm.
Elektrofiltr

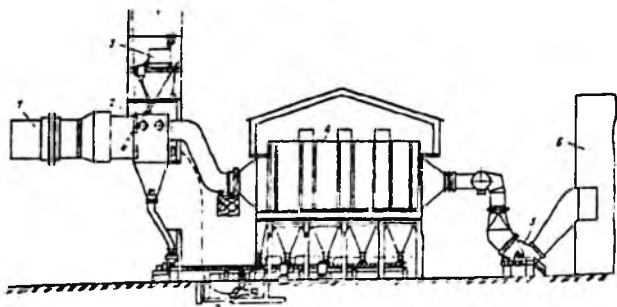
Muxamedbayev A.R.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

Elektrofiltrlar havo oqimidagi zarrachalar atrofida elektr maydonini yuzaga keltiradi. Chang zarrachalari manliy zaryadlanib qolib, elektrodlardagi musbat zaryadga tomon harakatlanadi. Ushbu elektrodni vaqti-vaqti bilan silkitish yoki tebratish ular yuzasida o'tirib qolgan changlarni pastga tushirib yuboradi. Elektrofiltrlar 400-500 °C haroratgacha va changsizlantirilayotgan gazlarning yuqori namligida ishlay olishi bilan xarakterlanadi. Mazkur uskunada yuqori kuchlanishdagi elektr tokidan (4000-10000 V) foydalaniladi.

Elektrostatik filtriming ishlash prinsipi 1824 yilda taklif etilgan. Gazlarni elektr yordamida tozalash ishlarining boshlanish tarixini ingliziyalik fizik O. Lodj va amerikalik muhandis F. Kottrell nomi bilan bog'lashadi. 1907 yilda esa Frederik Kottrell birinchi sanoat miqyosidagi namunani patentlagan.

Elektrofiltrlar ish faoliyatining sifati quyidagi turli xildagi ekspluatatsiya ko'rsatkichlariga bog'liq [22]:

- gazning namligi;
- gazning kimyoviy tarkibi;
- gaz oqimining tezligi;
- zarrachalarning o'lchamlari bo'yicha taqsimlanishi va ularning kimyoviy tarkibi;
- zarrachalarning elektr qarshiligi;
- yuklanish darajasi;
- gaz harorati;
- o'chirish-yoqish operatsiyalari;
- elektr maydon kuchlanishi;
- elektrodning shakli va yuzasi;
- SO₂ konsentratsiyasi;
- cho'ktiriluvchi changdagi namlik miqdori;
- ishlash rejimining o'zgartirib turilishi.



184– rasm. Aylanma pech ortida o'rnatilgan elektrofiltr: 1– aylanma pech; 2– changni cho'ktirish kamerasi; 3 – xomashyo shlami ta'minlagichi; 4 – elektrofiltr; 5 – havo so'rgich; 6 – mo'rkon; 7 – pnevmovintli nasos

Muxandabav Ar.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

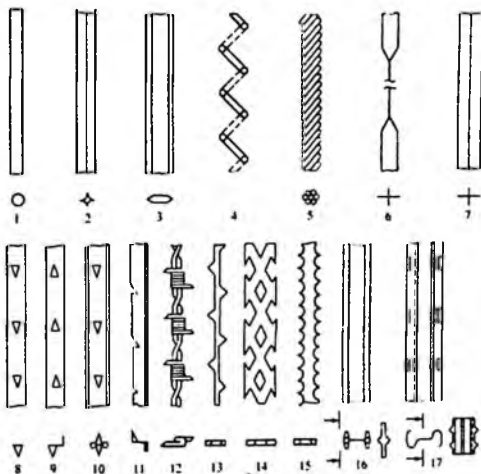
Elektrofiltrlarning loyihaviy samaradorligi 99% dan yuqori bo'ladi. Shuning uchun tashqi muhitga chiqadigan chang miqdori bir necha mg/nm^3 ni tashkil etadi. Elektrofiltrlar aylanma pechdan, baypas tizimidan chiquvchi gazlardagi va kolosnikli sovutkichdan chiquvchi havodagi changlardan tozalash uchun qo'llaniladi. Elektrofiltrlar sementni tuyish jarayonida hosil bo'ladigan changlarni tozalashda har doim ham ishlatilmaydi.

Elektrofiltrni tanlash vaqtida quyidagilarga ahamiyat beriladi:

- gazlar harakatining tezligi 1.2 m/s dan oshmasligi lozim;
- gazni elektrofiltrning faol qismidagi bo'lish vaqti 8 s dan kam bo'lmisligi kerak.

Elektrofiltrlar gazning harakatlanish yo'nalishiga asosan vertikal va gorizontal ko'rinishda ishlab chiqariladi.

Gaz havo oqimida chang miqdori 10-20 g/m^3 bo'lganda elektrofiltrning samaradorlik ko'rsatkichi 98-99% ni va atmosferaga chiqarib yuboriladigan havodagi chang miqdori 0,10-0,5 g/m^3 ni tashkil etadi.



185 – rasm. Elektrofiltrlarning “tojli” elektrodlari [169]:

- 1 – dumaloq sim, 2 – yulduzchali, 3 – tasmali, 4 – spiralsimon, 5 – arqonli,
- 6 – bukilgan tasmali, 7 – plyussimon, 8-11 – har xil ignasimon, 12 – sanchiluvchan sim,
- 13 – tish-tasmali, 14 – “ekspaliti” tasmasi, 15 – arrasimon, 16, 17 – bo'rtna tasmali

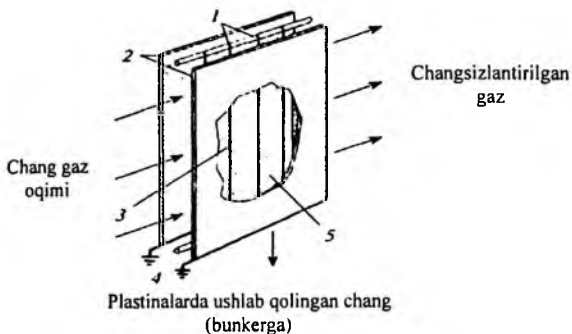
Elektrofiltrlarda gazlarning harakatlanish tezligi qanchalik kichik bo'lsa, shunchalik tozalanish darajasi yuqori bo'ladi [35]. Filtrning ishchi holatida gazlarning harakatlanish tezligi 0,9-1,0 m/s bo'lishi tavsiya etiladi.

Afzalliklari:

- tozalash samaradorligining yuqori ekanligi (99,9%);
- 500 °C haroratgacha bo'lgan muhitlarda ishlay olishi;

Kamchiliklari:

- tuzilishi, ya'ni konstruksiyasining murakkabligi;
- yuqori darajada hizmat ko'rsatishni talab etadi;
- elektrofiltr uskunasi qimmatligi.



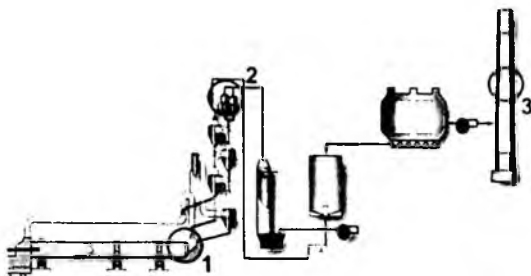
186 – rasm. Bir bosqichli elektrofiltr sxemasi:

- 1 – “tojli” razryad uchun yuqori kuchlanish simlari; 2 – cho'ktiruvchi plastinalar;
- 3 – “tojli” razryad yo'nalishi; 4 – yerga ulangan sim; 5 – plastinalarda yig'ilgan chang

Gaz analizatorlarini sement sanoatida qo'llanilishi

Gaz analizatorlari sement ishlab chiqarishda quyidagicha ishlatiladi [170]:

- issitgichning chiquvchi qismlarida, ko'mir va xomashyo tegirmonlarning ushlab qoluvchi filtrlaridagi ortiqcha havoni aniqlashda;
- aylanma pechni yuklash qismida O_2 , CO, CO_2 larni o'lchash uchun (1 kg klinkerga ishlov berishda ortiqcha havo koeffitsientini aniqlashda 1% ga xatolikka yo'l qo'yilganda ortiqcha 15 kkal, sutkasiga 3500 tonna sement ishlab chiqaradigan korxonada esa taxminan 50 000 kkal yo'qotiladi. Boshqacha qilib aytganda yoqilg'ining yonish jarayonini maqbullashtirish juda ham muhim hisoblanadi);
- xomashyo tegirmonidagi CO va CO_2 larni aniqlashda;
- ko'mir tegirmonida O_2 , CO, NO_x , SO_x larni aniqlashda;
- tutib qoluvchi filtrlarda O_2 , NO_x , SO_x larni aniqlashda;
- atmosferaga chiqarib yuborilayotgan chiqindilarni nazorat (monitoring) qilishda.



187 – rasm. Sement ishlab chiqarish korxonasida gaz analizatori ishlatilishi uchun belgilangan joylar:

1 – aylanma pechga tushishdan olgan (gaz atmosferasini tekshirish); 2 – kalsinasiya va sovutish bosqichlari oralig'ida (jarayonning bir me'yorda ekanligini aniqlash); 3 – chiqindi gazlarni nazorat qilishda (belgilangan me'yorga mosligini nazorat qilish)

Sement ishlab chiqarish korxonalarida mehnat muhofazasi

Sement ishlab chiqarish korxonalarida mehnat muhofazasi juda muhim hisoblanadi. Ishchilar maxsus kiyim-bosh, oyoq kiyim va boshqa turdagi shaxsiy himoya vositalari bilan ta'minlanishi lozim (188 – rasm).



188 – rasm. Sement ishlab chiqarishda mehnat muhofazasi (maxsus kiyim, quloqchinlar, bosh kiyim, olovdan himoyalovchi niqob) [171]

Korxonaning ishlab chiqarish bo'limlari, oshxona, dam olish, tibbiyot, yuvinish, laboratoriya va boshqa xonalar belgilangan me'yorlar asosida ish beruvchi tomonidan jihozlangan bo'lishi shart.

Nosoz holatdagi uskunalarda, ishchi qurollar va qurilmalar, shuningdek, shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ta'qiqlanadi. Korxonaning o'tish joylari, zinalari, maydonchalari va to'siq panjaralari doimo talab darajasida

bo'lishi talab etiladi. Yoqilg'i-moylash mahsulotlari maxsus yopiq holdagi metall sig'im va idishlarda saqlanishi lozim.

Ishlab chiqarish bo'limlari va maishiy xonalar havosi belgilangan vaqt oraliqlarida chang, zararli gazlar va hidlarga tekshirib turilishi kerak. Uskuna jihozlarni ta'mirlash, tozalash va tekshirish ishlariga kirishishdan oldin elektr tarmog'idan uzib qo'yilishi, ishga tushirish qurilmalariga "Yoqilmasin! Odamlar ishlamoqda" nomli yozuv taxtachalari osib qo'yilishi shart xisoblanadi. Ta'mirlash ishlari olib borilayotgan hududni metall yoki boshqa turdagi to'siq panjaralar bilan chegaralash lozim.

Ish joylari va ularga o'tish yo'llari toza va saranjom bo'lishi kerak. Tegirmonlarning eski himoyasi yangisiga almashtirilayotganda ishchilar tegirmon ichida bo'lsa, tegirmonni aylantirish qat'iyan man etiladi. Elektr va gaz payvandlash ishlari xavfsizlik qoidalariга rioya qilingan holda amalga oshirilishi talab etiladi.



189 – rasm. Payvandlash jarayoni

Aylanma pech ichidagi olovbardosh g'isht qoplamalarini yangilash jarayonida kuchlanishi 12 V dan yuqori bo'lmagan ko'chma yoritgichlardan foydalanish lozim. ***Havfiillik darajasi yuqori bo'lgan quyidagi ishlarga eng matakali ishchilargagina ruxsat beriladi va jalb etiladi [172]:***

- uskunalar (aylanma pechlar, chang tutuvchi kameralar, tegirmonlar, quritish barabanlari va h.k.) ichki qismida bajariladigan ishlar;
- uskuna montaji va demontaji;
- tegirmonlarni sharlar bilan yuklash;
- maydalagichlarni tozalash va ta'mirlash;
- murakkab va xavfli darajasi yuqori bo'lgan payvandlash ishlari;
- aylanma harakatlanuvchi mexanizmlarni ta'mirlash ishlari va hokazo.

Korxonaning texnologik va yordamchi bo'limlarida yong'inni oldini olish va o'chirish bo'yicha maxsus burchaklar tashkil etilgan bo'lishi muhim sanaladi (190 – rasm).

Omborda saqlanayotgan ko'mir yoqilg'isida yong'in sodir bo'lsa, yonayotgan ko'mir va olov tekkan qismi alohida holda tashqariga chiqarib tashlanib suv bilan ochirilishi lozim. Korxonada turli xil rangdagi chiroq yoki ogohlantiruvchi tovush chiqaradigan qurilmalardan ham foydalanish yo'lga

Muxamedbayev A.G. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

qo'yilgan bo'lishi shart. Kunning qorong'i paytida korxonada hududi, barcha ishlab chiqarish uskunalarning artifi. yo'laklar, avtomobil va temiryo'l atroflari sun'iy yoritish chiroqlari bilan yoritilishi talab qilinadi.



190 – rasm.
Yong'inni o'chirish burchagi

Bu kabi texnika va mehnat xavfsizligi qoidalari ko'p bo'lib, ular har bir bo'lim va bajariladigan ish uchun alohida ishlab chiqiladi. Eng asosiy qoidalardan biri bu – bajariladigan ishga oid texnika xavfsizligi qoidalari bilan tanishmasdan va ularni amalga oshirmasdan turib ish boshlamaslik kerak.

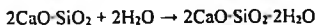
Sementning qotish jarayonlari

Portlandsement va turlarining qotish jarayonida klinker minerallarining suv bilan ta'sirlashuvi natijasida murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi. Klinkerning har bir fazasi suv bilan reaksiyaga kirishib, tegishli yangi gidratli birikma (xosila) larni hosil qiladi. Shu sababdan ham qotish jarayonlari natijasida olinadigan sement tashining texnik xossalari klinkerning fazaviy tarkibi bilan uzviy bog'liqdir. Klinker minerallarining suv bilan ta'sirlashuv jarayonlarini soda tarzda quyidagicha tasavvur qilish va ifodalash mumkin:

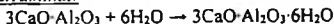
Alit:



Belit:



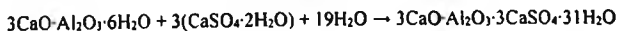
Uch kalsivli aluminat:



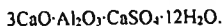
To'rt kalsivli alyumoferrit:



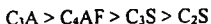
SO_4^{2-} va Ca^{2+} ionlarining uch kalsivli aluminat bilan reaksiyaga kirishishi tufayli kalsiy gidrosulfoaluminati hosil bo'ladi:



Keyinchalik qotish jarayonida monosulfatli ko'rinishga o'tishi mumkin:



Klinker minerallarining gidratatsiya tezligi turlicha. Gidratatsiya tezligining kamayib borishi bo'yicha klinker minerallarining joylashuvi quyidagicha:



Portlandsement klinkeri minerallarining gidratatsiya faolligi ularning kristall-kimyoviy tabiatiga bog'liq. Klinkerning asosiy minerallari – silikatlar suv bilan ta'sirlashishi natijasida o'zgaruvchan tarkibga ega kuchsiz kristallangan kalsiy gidrosilikat birikmalarini hosil qiladi. Sement zarrachasining tashqi va ichki gidrosilikat fazasi tarkibi va morfologiyasi turlicha.

C_3A ni juda xam tez gidratatsiyalanishi va tarkibida ishqor bor minerallari tufayli tuyilgan klinker suv bilan qorilganda bir necha daqiqa ichida tishlashib qolishi sodir bo'ladi. Ushbu qisqa oraliq vaqt qurilish qorishmalari va betonlarni tayyorlash uchun etarli emas. Buning oldini olish uchun portlandsementni tegirmonda tuyish jarayonida 3-5% gips toshi qo'shiladi. Gips toshi tishlashish jarayonini juda ham samarali sekinlashtiruvchi hisoblanadi. Mazkur holatda $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$ yoki $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$ hosil bo'ladi. Bu yo'l bilan sementning qotish jarayonida birinchi bosqichi bo'lgan tishlashish jarayonini sekinlashishiga erishiladi. Shu bilan birga gips toshi sementning qotish jarayonini tezlashtiradi, ayniqsa gidratatsiyaning boshlang'ich muddatlarida.

Tishlashish muddatlarini nazorat qilish va silikatlarni faolligini oshirish uchun qo'shiladigan gips suyuq fazadagi $Ca(OH)_2$ ning miqdoridan kelib chiqqan holda kalsiy gidrosulfoalyuminatning uch yoki monosulfatli ko'rinishlari hosil bo'ladi.



191 – rasm. Betondagi ettringit [173]

Kalsiy gidrosulfoalyuminatning uch sulfatli ko'rinishi, ya'ni ettringit $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$ ignasimon yoki prizmatik shakldagi kristallar ko'rinishida bo'lib, C_3A zarrachalari yuzasining yaqinida va zarrachalararo

bo'shliqda hosil bo'ladi. Shuningdek, ettringitni "sement batsillasi" deb ham atashadi.

Kalsiy gidrosulfoalyuminatning monosulfatli ko'rinishi, ya'ni ettringit $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ plastinkasimon shakldagi kristallar ko'rinishida bo'lib, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va kalsiy sulfatning kichik konsentratsiyalarida hosil bo'ladi.

Ettringit sement toshida ko'pchilik holda prizmatik kristallar shaklida, gidroalyuminatlar, gidroferitlar va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lar geksagonal plastinkalar shaklida bo'ladi.

C_3A ning gidratatsiya darajasi (25 °C da): 1 sutkadan keyin 65%; 3 sutkadan keyin 72%; 7 sutkadan keyin 78% va 28 sutkaga kelib 86-100% ni tashkil etishi mumkin.

C_2S ning α , α' va β - modifikatsiyalari gidravlik faol bo'lib, γ -modifikatsiyasi esa inert bo'ladi [174]. Ikki kalsiyli silikatning tabiiy sharoitlarda qotgandagi gidratatsiya darajasi: 1 sutkadan so'ng atigi 5-10%; 10 sutkadan so'ng 10-20%; 28 sutkadan so'ng 30-50%; bir necha yillardan so'ng 85% ga yetishi mumkin.

Sement kukunini zarrachalarining gidratatsiya tezligi bir qator omillarga bog'liq:

- klinker zarrachalarining mineralogik tarkibiga;
- klinker zarrachalarining o'lchamiga;
- qotish haroratiga;
- suv-sement nisbatiga;
- sement tarkibida qo'shimchalarning mavjudligiga;
- qorish suvida qo'shimchalarning mavjudligiga.

Sement zarrachalarining o'lchamlari qanchalik kichik bo'lsa, shunchalik ularning katta qismi gidratatsiya reaksiyalariga kirishadi.

Portlandsementning qotish jarayonini, ya'ni mexanizmini tushuntirib va ochib beruvchi bir necha nazariyalar mavjud:

1-nazariya – 1882 yilda Anri Lui Le Shatel'e tomonidan taklif etilgan kristalli-atsiyali yoki kristallokimyoviy nazariya. U 1887 yilda sement qotishining kristallizatsiya nazariyasini chop etdi.



192 – rasm . Anri Lui Le Shatel'e (08.X.1850, Parij – 17.IX.1936, Miribel'-lez-Eshel')

2-nazariya – 1893 yilda shvesiyalik V. Mixaelis sementning qotish jarayonini o'zida ifodalovchi kolloid yoki kolloid-kimyoviy nazariyani taklif etadi.

3-nazariya – kolloid – kristallizatsiyali nazariya. 1923-1925 yillarda Akademik A.A. Baykov portlandsement va boshqa bog'lovchilarning o'ziga xos qotish nazariyasini ishlab chiqdi va u hali zamon o'z ahamiyatini yo'qotmay kelmoqda. A.A. Baykov o'z nazariyasini Le Shatel'e va V.Mixaelis qarashlarini birlashtirgan holda ishlab chiqqan bo'lib. nazariyaga asosan **sementning qotish jarayoni shartli ravishda 3 bosqichga ajratilgan**:

- erish;
- kolloidlanish;
- kristallanish.

A.A. Baykov fransuz olimi Le Shatel'ening shogirdi bo'lgan. Mazkur nazariya ko'pchilik tadqiqotchi-olimlar va dunyo hamjamiyati tomonidan tan olingan.



193 – rasm.
Aleksandr Aleksandrovich Baykov
(1870. Fatej Kursk guberniyasi – 1946,
Moskva) [175]

Erish bosqichida sement klinkeri minerallari ma'lum bir darajada eriydi. Sement donalari suv bilan ta'sirlashganda minerallarning yuza qatlamlari eritmaga o'tadi. Buning natijasida sement donachalarining ichki chuqurroq qismlari ochilishi sodir bo'ladi. Eritma dastlabki modda, ya'ni klinker minerallari bilan to'yinmaguncha erish jarayoni davom etaveradi [111].

Kolloidlanish bosqichida klinker minerallari va ularning hosilalari suvda turlicha tezlikda eriydi. Kalsiy gidroksid suvda ayniqsa yaxshi eriydi. U C_3S ning gidrolizlanishi zahoti ohakka to'yingan eritma $Ca(OH)_2$ ni hosil qiladi. Kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar, gidroferritlar distirlangan suvda bir oz eriydi. Ohakka to'yingan eritmada esa butunlay erimaydi. Shu tufayli klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'sir etishish mahsulotlari (kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar, gidroferritlar) $Ca(OH)_2$ singari eritmaga o'tmaydi, balki o'sha zahotiyoq kolloid eritmalar hosil qilgan holda mayda qattiq zarrachalar ko'rinishida ajralib chiqqan boshlaydi. Hosil bo'lgan kolloid massalar qovushqoq va yopishqoq bo'ladi.

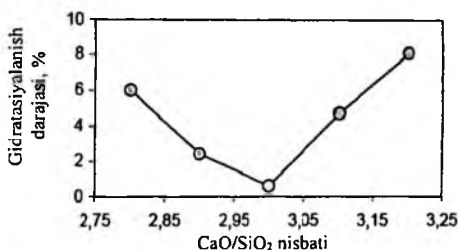
Kristallanish bosqichida portlandsement klinkeri qotish davrining oxirgi xisoblanadi. Bu bosqichda kolloid massalaridan bir-biriga chirmashgan kristallar

hosil bo'ladi. Avval kalsiy gidroaluminatlardan va qisman kalsiy gidroksididan kristall to'rlar hosil bo'la boshlaydi. Gidrosilikatlar asta-sekin zichlanib kristallanadi.

Fizik-kimyoviy mexanika tomonidan qaralganda *P.A. Rebinder qotish jarayonini uchta bosqichga ajratadi:*

- noturg'un klinker fazalarining suvda erishi va kristallarning ajralib chiqishi;
- koagulyatsiyali strukturaning hosil bo'lishi;
- kristallarning o'sishi va birikib ketishi.

Portlandsement klinkerida $\text{CaO/SiO}_2 = 2,7$ dan $3,2$ gacha nisbatida alitning kristallari hosil bo'ladi va ushbu holatdagi uning gidratatsiyalanish darajasi 194 – rasmda keltirib o'tilgan.



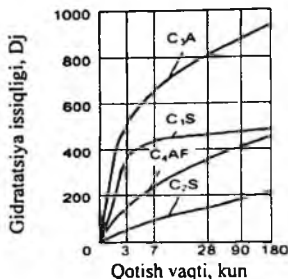
194 – rasm. CaO/SiO₂ nisbatidan kelib chiqib, alitning gidratatsiyalanish darajasining o'zgarishi (Suv/Sement=0.3) [56]

Sement bog'lovchisining har bir minerali sement toshi umumiy mustahkamligini ta'minlash borasida o'z hissasini qo'shadi. Har bir gidratatsiyaga uchragan sement minerali hamda sement toshining mustahkamligi vaqt o'tgani sari o'sib boradi. Mustahkamlikning jadal tarzda o'sishi birinchi 7 kunlikda kuzatiladi. 28 kunga kelib sement toshi yakuniy mustahkamligining taxminan 90% ga erishadi. Undan keyin qotish jarayonlari keskin tarzda sekinlashib ketadi.

Portlandsement klinkerining mineralogik tarkibi sement bog'lovchisining asosiy qurilish-texnik xossalari ta'sir etadi. Bundan kelib chiqadiki portlandsement klinkerining mineralogik tarkibini o'zgartirish orqali sement xossalari boshqarish va qo'llanilish sharoitlariga mos bog'lovchini olish mumkin.

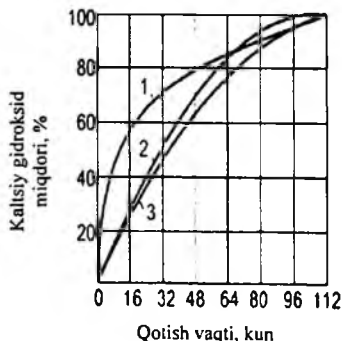
Sement minerallarining gidratatsiyasi ekzotermik jarayon bo'lib, issiqlik ajralishi bilan boradi. Portlandsementning termokimyoviy xossalari birinchi o'rinda klinkerining mineralogik tarkibi hamda keyingi o'rinlarda tuyilganlik darajasi, sementni saqlanish muddati va sharoitlari kabilar bilan bog'liq.

Issiqlik ajralishining kamayib borishi bo'yicha klinker minerallarini quyidagi ketma-ketlikda joylashtirish mumkin: $C_3A > C_3S > C_4AF > C_2S$ (195 – rasm).

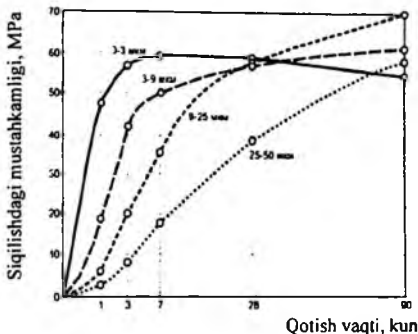


195 – rasm.
Klinker minerallarini gidratatsiyalanishida issiqlik ajralishi [176]

Portlandsementning gidratatsiyasi qanchalik tez sodir bo'lsa, shuncha tez va katta miqdorda issiqlik ajralishi sodir bo'ladi [35]. Shuning uchun tarkibida ko'p miqdorda C₃S va C₃A minerallari bo'lgan sementlardan ko'p va katta miqdorda issiqlik chiqadi. Klinker tarkibida shisha fazaning ko'p bo'lishi issiqlik ajralishining ko'payishiga sababchi bo'ladi. Sementning solishtirma sirt yuzasi 100 sm²/g ga oshirilganda 1 kundan keyingi issiqlik ajralishi o'rtacha 13,4 Dj/g, 28 kundan keyin – 8.5 Dj/g va 90 kundan keyin – 6,3 Dj/g ga oshishiga olib keladi. Umuman olganda sementning gidratatsiya jarayonini tezlashtiruvchi barcha omillar issiqlik ajralishining ortishiga olib keladi, va aksincha.



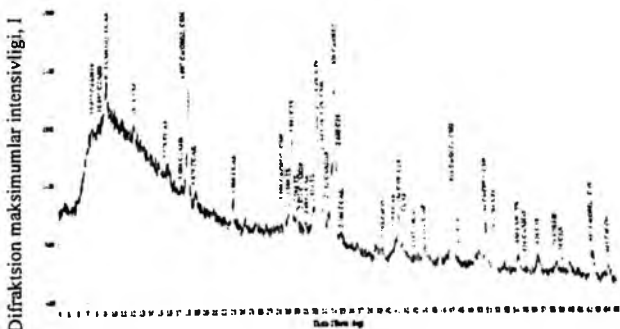
196 – rasm. Kalsiy silikatlarining gidratatsiyalanishi jarayonida Ca(OH)₂ ning hosil bo'lish tezligi [176]:
1 – C₃S; 2 – β – C₂S; 3 – γ – C₂S



197 – rasml.
Sement zarrachalarining turli xil o'lchamlarida sement toshining qotish kinetikasi [177,178]:

- 1 – $< 3 \mu\text{m}$;
- 2 – 3-9 μm ;
- 3 – 9-25 μm ;
- 4 – 25-50 μm

198 – rasmda qotgan sement toshining 7 kunlik rentgenogrammasi keltirilgan [179]. Unda reaksiyaga kirishmagan alit ($d=3,87; 3,03; 2,77; 2,74; 2,61; 2,32; 2,18; 1,76; 1,62 \text{ \AA}$), portlandit ($d=4,9; 3,1; 2,62; 1,92; 1,79; 1,48 \text{ \AA}$), tobermorit ($d=3,06; 2,96; 2,81; 1,68; 1,66 \text{ \AA}$), kalsit ($d=3,03; 2,28; 2,56; 2,09; 1,44 \text{ \AA}$), kalsiy gidrosulfoalyminat ($d=9,71; 5,57; 4,67; 3,86; 2,56; 2,2; 2,15 \text{ \AA}$) ga tegishli cho'qqilarni ko'rish mumkin. Shuningdek, yuqori asosli kalsiy gidrosilikatlari C-S-H (II) ($d=9,71; 3,06; 2,81; 1,57 \text{ \AA}$), past asosli kalsiy gidrosilikatlari C-S-H (I) ($d=3,1; 3,03; 2,81; 2,74; 1,92; 1,79; 1,68 \text{ \AA}$), gidroalyuminatlar ($d=10,69; 10,62; 5,08; 2,88; 2,71; 1,66; 1,65 \text{ \AA}$) va gidratatsiyaga uchramagan C_3A ($d=1,9; 1,55 \text{ \AA}$) ning cho'qqilari mavjudligi aniqlangan.



198 – rasml. Qotgan sement toshini rentgenogrammasi

Sement tarkibida alitning miqdori qancha yuqori bo'lsa, aralashmadagi Ca^{2+} ning konsentratsiyasi shunchalik yuqori bo'ladi.

Sement toshining fizik-mexanik xossalari qotish mahsulotlarining va g'ovaklarning o'lcham ko'rsatkichlari ta'sir etadi [180]. Sement toshida qotish mahsulotlarining yangi hosilalaridan tashqari suv bilan ta'sirlashmagan sement zarrachalari mavjud bo'ladi. Mazkur zarrachalar miqdori vaqt o'tishi bilan kamayib boradi. 5 mkm gacha o'lchamdagi sement zarrachalari 1-3 sutka ichida deyarli to'liq gidratlanib bo'ladi. 10 mkm gacha bo'lgan zarrachalar uchun bu jarayon esa 1 oydan so'ng yakunlanadi. Sement toshi 0,1 dan 100 nm gacha o'lchamdagi g'ovaklar bilan ilma-teshik qilib tashlangan. **Sement toshidagi g'ovaklar o'lchamiga ko'ra odatda uch guruhga bo'linadi:**

- mikrog'ovaklar (2 nm dan kichik);
- mezog'ovaklar (2-50 nm);
- makrog'ovaklar (50 nm dan yuqori).

Kelib chiqishiga asosan g'ovaklar quyidagi sinflarga bo'linadi:

- gel (0,5-30 nm);
- kapillyar va kontraksion (30-50 mkm);
- mikrohavoli (0,1-1 mm);
- zichlashuv g'ovaklari (1 mm dan yuqori).

Sement toshining umumiy g'ovakligi 25 dan 50 % gacha o'zgaradi.

Sementning suv bilan ta'sirlashuvi natijasida sement-suv tizimining hajmi boshlang'ich komponentlar hajmiga nisbatan kichrayishi (kontraksiyasi) sodir bo'ladi. Kontraksiya odatda 100 gramm sementga nisbatan millilitrlarda ifodalanadi. V.V.Nekrasovning ma'lumotlariga asosan [180] sementlarning kontraksiyasi o'rtacha 5-7 millilitrni tashkil qiladi. Kontraksiya ko'rsatkichiga sementning mineralogik tarkibi, tuyilganlik darajasi va S/S nisbati ta'sir etadi. S/S nisbati 0,25 dan 0,8 gacha oshirilganda kontraksiya 2 barobarga o'zgaradi.

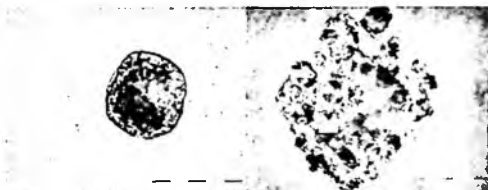
Sement ishlab chiqarish bo'yicha zamonaviy innovatsion g'oyalar

Rossiyalik N.F.Gluxarev tomonidan qattiq tabiiy va texnogen materiallarni quruq holatda maydalash va tuyish jarayonlarini jaddallashtirish bo'yicha "EKOFOR" nomli texnologiyasi taklif etilgan [37,181-183]. Tegirmonda tuyish vaqtida tuyilayotgan material elektr zaryadlanib qoladi. Bu esa tuyilish jarayonini yetarli darajada jadal borishiga to'sqinlik qiladi. Mazkur holatni bartaraf qilish maqsadida maxsus ishlab chiqilgan neytrallovchi qurilmadan foydalanish taklif etilgan. Natijada elektrofizik neytrallashtirish borasida innovatsion texnologiya ishlab chiqilgan. Mazkur qurilmalar maydalagichlar, tegirmonlar va separatorlarga o'rnatilib sinovdan o'tkazilgan. Ishlab chiqilgan texnologiya Rossiya Federatsiyasi, AQSH, Kipr, Misr, Turkiya, Xitoy, Qozog'iston, Gretsiya, Shveysariya, Fransiya, O'zbekiston, Ummon, Saudiya Arabistoni, Koreya va boshqa davlatlarda sinovdan o'tkazilgan va joriy etilgan.



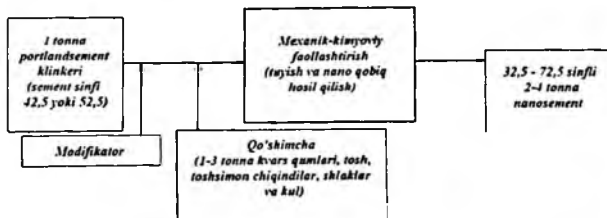
199 – rasm. EKOFOR dan oldin va keyin tuyuvchi po'lat sharlarning ko'rinishi

M.Ya.Bikbau tomonidan nanosement nomli yangi sement bog'lovchisi taklif etilgan [184-186]. Mazkur texnologiyaga ko'ra portlandsement bog'lovchisidan nanosement hosil qilinadi. Bunda sement mexanik-kimyoviy usulda faollashtiriladi. Tuyish vaqtida qo'shilgan maxsus modifikator, ya'ni sirt-faol modda sement zarrachalarining yuzasida nano o'lchamlardagi qobiq hosil qiladi (200 – rasm).



200 – rasm. Sement zarrachalarining elektron mikroskopda olingan tasvirlari: a – portlandsement; b – nanosement

201 – rasmda kam klinkerli nanosementlarni ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi keltirilgan [187].



201 – rasm. Kam klinkerli nanosementlarni ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi

Rossiya Federasiyasida nanosement uchun Boshlang'ich milliy standart ishlab chiqilgan [188]. Quyidagi 61 – jadvalda ushbu sementlarning turlari va tarkiblari keltirilgan.

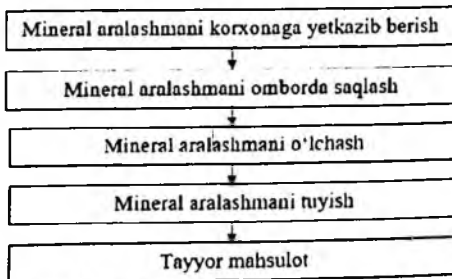
Nanosement turlari va tarkibi

61 – jadval

Mustahkamlik sinfi	Turi	Asosiy komponentlar. %	
		Portlandsement klinkeri yoki portlandsement	Kremniyli mineral qo'shimchalar
K 82.5	NANOSEMENT 90	90-98	2-10
K 72.5	NANOSEMENT 75	75-88	12-25
K 62.5	NANOSEMENT 55	55-74	26-45
K 52.5	NANOSEMENT 45	45-54	46-55
K 42.5	NANOSEMENT 35	35-44	56-65
K 32.5	NANOSEMENT 30	30-34	66-70

Nanosementlar tishlashishining boshlanish vaqti mustahkamlik sinfidan kelib chiqqan holda 45-75 daqiqadan oldin boshlanmasligi, solishtirma sirt yuzasi 400 m²/kg dan kichik bo'lmashligi, sement zarrachalarining yuzasidagi nano qobiqning qalinligi 10 dan 100 nm gacha bo'lishi lozimligi va hokazolar belgilab qo'yilgan.

Yana bir innovatsion g'oyalardan biri bu tayyor mineral aralashmadan sement ishlab chiqarish usuli xisoblanadi [189-191]. Mazkur g'oya O'zbekistonlik mutaxassislar tomonidan ishlab chiqilgan. Unga ko'ra barcha komponentlar quruq va maydalangan holga keltiriladi. So'ng komponentlar kerakli miqdorda tarozida o'lchanadi va aralashtirish uskunasi aralashiriladi (gomogenlashtiriladi). Tayyor aralashma donalarining o'lchami 40 mm dan oshmasligi lozim. Aralashma tarkibiga 1 % gacha tuyish jarayonini jadallashtiruvchi sirt-faol moddalar qo'shilishi mumkin. Mazkur tayyor aralashmalardan sementni tuyish stansiyalarida foydalanish istiqbolli sanaladi. 202 – rasmda tayyor mineral aralashmadan tuyish stansiyasida sement ishlab chiqarish sxemasi keltirilgan.



202 – rasm. Mineral aralashma asosida sement ishlab chiqarish

Yurtimiz sement sanoati va fanining rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar va uzoqlar

O'zbekiston Respublikasida 1926 yil Bekobodsement korxonasi boshlangan [192,193]. Mazkur ishlar O'zR FA muxbir a'zosi prof. I.S.Kanepolskiy rahbarligi ostida olib borilgan. Ular boshchiligida faoliyat olib borgan laboratoriya Kimyo instituti (hozirdagi O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti) ni tashkil etilishida poydevor vazifasini o'tab bergan. Sement kimyosi, ishlab chiqarish texnologiyasi, yangi energiya va resurstejamkor sement turlarini ishlab chiqish, qotish jarayonidagi fizik-kimyoviy o'zgarishlarni o'rganish, mahalliy va sanoat chiqindilaridan sement ishlab chiqarishda foydalanish, sement korroziyasi va u bilan kurashish yo'llari va hokazolar bo'yicha B.I.Nudelman, Yu.T.Toshpulatov, F.X.Tadjiyev, N.A.Sirajiddinov, A.A.Ismatov, I.A.Azimov, X.Sh.Isxakov, S.S.Kasimova, A.Abdurazakov, A.I.Milogradskaya, G.V.Galkina, I.X.Kolontarov, S.T.To'xtaxodjayev, T.A.Ragozina, M.G.Gulyamov, M.A.Axmedov, Z.P.Pulatov, X.I.Usmanov, D.K.Adilov, D.Maxkamova, A.Muminov, M.I.Myakinchenko, Sh.M.Raximbayev, A.P.Xlebov, T.V.Xrulev, T.A.Atakuziyev, M.Iskandarova, Sh.Nurmatov, G.Kamolov, G.P.Chernisheva, Z.A.Muxamedbayeva, A.A.Muxamedbayev, A.A.Mirzayev, A.A.Bobokulov, R.M.Turdiyeva, N.H.Babayev va hokazolar tomonidan olib borilgan va hozirgi kunda ham amalga oshirilayotgan ishlar sement sohasining yurtimizda rivojiga katta hissa qo'shgan va kelgusidagi istiqbolini belgilab bermoqda. Quyida ularning ayrimlari va ularning ilmiy, shuningdek, pedagogik faoliyatlari haqida ma'lumotlar keltirib o'tilgan.



203 – rasm.

Kanepolskiy Iosif Samuilovich
(10.XI.1903. Zelva -31.X.1976,
Toshkent)

I.S.Kanepolskiy kimyogar-texnolog olim [194]. Kimyo fanlari doktori (1960), professor (1967). O'zSSR FA muxbir a'zosi (1968). 1916-1919 yillar yog'och korxonasida ishchi [195]. 1930 yilda O'rta Osiyo Davlat Universiteti fizika-matematika fakultetining kimyo bo'limini tamomlagan. 1930-1941 yillar mahalliy sanoat ITI ning bog'lovchi moddalar laboratoriyasi mudiri. Shu bilan

bir vaqtning o'zida 1940-1948 yillarda O'rta Osiyo sanoat instituti Silikatlar texnologiyasi kafedrasida mudiri. 1943-1975 yillar O'zSSR FA Kimyo instituti Silikatlar kimyosi laboratoriyasi mudiri. Asosiy ilmiy ishlari gidravlik qotuvchi bog'lovchi (sementlar) materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasiga bag'ishlangan bo'lib, mahalliy xomashyolar asosida sementlarning yangi turlari (dolomit-sement, glij-portlandsement) ni ishlab chiqish va sement ishlab chiqarishni intensivlashtirish borasidagi ilmiy ishlarni o'z ichiga olgan. Olim tomonidan ishlab chiqilgan glij-portlandsement dunyoda birinchi marotaba 1939 yilda Quvasoy sement korxonasida ishlab chiqarilgan. Tuproqli mineral qo'shimchalarning qotish jarayoni va portlandsement korroziyasi borasidagi ilmiy qarashlarni shakllantirgan. Olim shuningdek, sementlarning kimyoviy bardoshlilikini oshirish va sho'rlangan yerlar uchun oqova suvlar quvurlarini ishlab chiqarishda sulfatbardosh sementlarni ishlatish borasida ishlar olib borgan. 100 dan ortiq ilmiy ishlar muallifi. 1941-1943 yillarda ikkinchi jahon urushi qatnashchisi.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Канцельский И.С. Глиез-портланд-цемент: монография / И.С. Канцельский; ред. М.Ю. Штернштейн. – Ташкент: Типография Управления Делами СНК УзССР, 1941. – 89 с.
2. Канцельский И.С. Глиез как активная минеральная добавка. –Ташкент, Из-во АН УзССР, 1958 – 271 с.
3. Канцельский И.С., Стравчинский А.И., Колонтарев И.Х. Гидротермальная обработка глиезпортландцемента - Ташкент, 1965 -92 с.
4. Канцельский И.С., Атакузиев Т.А. Влияние сильно разбавленной серной кислоты на стойкость портланд- и глиез-портландцемента и на отдельные клинкерные минералы. Узбекский химический журнал №1, 1964. 10 с.
5. Канцельский И.С., Пулатов Э.П., Дятлов И.П. Глиез портландцемент для гидротехнических сооружений –Т.: Фан, 1974. -105 с.



204 – rasm.

Babayev Nakibullo Xabibullayevich
(22.03.1953)

Babayev Nakibullo Xabibullayevich 22 mart 1953 yilda tavallud topganlar [199]. Texnika fanlari doktori. 1979 yilda I.A. Grishmanov nomidagi Belgorod qurilish materiallari texnologiya instituti (hozirgi V.G. Shuxov nomidagi Belgorod davlat texnologiya universiteti) ni "Bog'lovchi moddalar texnologiyasi" mutaxassisligi bo'yicha tamomlaganlar. 1984 yilda Moskva

avtomobil yo'llari institutini "Ichki yonuv dvigatellari" yo'nalishida o'qishni muvaffaqiyatli tamomlaganlar. Bekobodsement kombinatida oddiy ishchi lavozimidan I/B Ohangaronsement zavodi direktorigacha bo'lgan yo'lni bosib o'tganlar. Toshkentdagi ilmiy-tekshirish va loyihalash institutida katta va etakchi ilmiy xodim lavozimlarida faoliyat olib boraganlar. 1995 yildan hozirga qadar (1999-2005 yillar oralig'idan tashqari) "SAMOYINUR Co Ltd" ilmiy-ishlab chiqarish firmasi bosh direktori lavozimlarida faoliyat olib boradilar. Ular tomonidan olib borilgan tadqiqot ishlari natijalari 30 dan ortiq sement korxonalarida joriy etilgan. N.X. Babayevning 150 dan ortiq ilmiy ishlari chop etilgan bo'lib, jumladan, ko'plab ixtiro patentlari muallifi xisoblanadilar.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumat:

1. Бабаев Н.Х. Моделирование теплотехнологических процессов, протекающих в высокотемпературной части цементных вращающихся печей. Вестник БГТУ № 5, 2003. – С. 17 - 22.
2. Бабаев Н.Х. Самоочищающийся универсальный шламовый питатель для вращающейся печи. Вестник БГТУ № 6. 2003 – С. 247-249.
3. Бабаев Н.Х. Новый подход к оценке работы вращающейся печи. Цемент и его применение № 1, 2004. – С. 66-69.
4. Бабаев Н.Х. Универсальный шламовый питатель / Цемент и его применение № 3, 2004, – С. 44-45.
5. Бабаев Н.Х. Методика расчета и подбора оптимального химического и вещественного состава цементных сырьевых смесей с целью снижения затрат тепла на обжиг / Узб. Журнал Проблемы информатики и энергетики № 3, 2004. – С. 75-78.
6. Патент FAP № 00184 UZ. Вихревая реверсивная горелка / Бабаев Н.Х. // Заяв: 26.02.2004; Опубл. 31.08.2004. Бюл. № 4, – С. 52.
7. Бабаев Н.Х. Обжиг цементного клинкера – Оборудование, научные основы и прикладные способы: Т.: Samoyinur. 2013. -585 с.
8. Бабаев Н.Х., Нудельман Б.И., Исмаев А.А. Белый алыгитовый цемент / ДАН Респ. Узб., № 2, Т.: 1991. – С. 40 – 42.
9. Бабаев Н.Х. Петрографический анализ и оптимизация режима обжига цементного клинкера / Узбекский химический журнал № 3, 2004. – С. 56-60.
10. Бабаев Н.Х. Разработка эффективных питателей шлама для вращающейся печи основе объемного дозирования / Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбережение в промышленности строительных материалов и строительств на пороге XXI века / Пятнадцатые научные чтения БелГТАСМ и Международная научно-практическая конференция посвященная 30 - летию БелГТАСМ. Сборник докладов – Белгород. 2000. ч. 4, с. 30- 35.
11. Бабаев Н.Х., Бабаева Ш.Х., Сапаев М. Программа для расчета теплового и материального баланса процесса обжига цементного клинкера / Сборник трудов научно-технической конференции ТашХТИ " Умидли кимёгарлар 2008 " 8-11 апреля 2008 г. Ташкент. 2008. - Ч. 2, С. 19-20.
12. Бабаев Н.Х. Цемент клинкери тобловчи айланма печлариди ёшилги ёшил жаратилни оптималлаштириш / 2008 йил 8-11 апрелда ТашХТИда ўтказилган " Умидли кимёгарлар 2008 " илмий – амалий аюкумани маърузалари тўплами. – Тошкент, 2008, - 2 ким, 24-27 с.



205 – rasm.
Gulyamov Mannap Gulyamovich
(1927-1982)

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Гулямов М.Г. Сульфатостойкие цементы на базе портландцемента и обожженных малокаолинитовых глин. Автореферат дис. на соискание учен. степени кандидата хим. наук / Акад. наук Узбек. ССР. Ин-т химии. - Ташкент : Изд-во Акад. наук УзССР, 1956. - 15 с.
2. Гулямов М.Г., Саидахмедова К.Ю., Мухамедова У. Организация производства белого и цветных цементов на Ангренском цементном заводе. - Ташкент : Фан, 1970. - 7 с. (АН УзССР Институт химии. Информационное сообщение: № 27)
3. Гулямов М.Г. Декоративные цементы, их получение и твердение : Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук : (05.17.11) / АН УзССР. Объедин. учен. совет по химии и хим. технологии. - Ташкент, 1974. - 39 с.
4. Автор. свид. № 537051 SU. Белый цемент / Гулямов М.Г., Саидахмедова К.Ю., Мухамедова У., Ахмедов М. // Заяв. 05.06.1975; Опуб. : 30.11.1976. Бюл. № 44.
5. Гулямов М.Г. Декоративные цементы - Ташкент : Фан, 1978. - 15 с. (Информационное сообщение / АН УзССР, Ин-т химии; № 208).



206 – rasm.
Atakuziyev Temir Azim o'g'li
(19.III.1936, Toshkent –
02.VII.2021, Toshkent)

T.A.Atakuziev 19 mart 1936 yil Toshkent shahrida xizmatchi oilasida tug'ilganlar. Nometal qiyin suyuqlanuvchan silikat materiallar va noorganik moddalar texnologiyasi sohasidagi mashhur olimlardan biri, professor. 1953

Мухамедову А.А. Боғ'ловчи моддалар (Umumqurilish sementlarini ishlab chilaarish texnologiyasi)

yilda o'rta maktabni tamomlab, O'rta Osiyo politexnika institutining kimyo-texnologiya fakulteti "Silikatlar texnologiyasi" kafedrasiga talabalikga qabul qilinib, 1958 yilda uni muvaffaqiyalli tamomlaganlar. 1962 yilda O'zSSR FA ning Kimyo institutida aspiranturada o'qiganlar. 1964 yilda «Izuchenie kislotoy korrozii sementov» nomli nomzodlik dissertasiya ishini ximoya qilganlar. 1964-1967 yillar Kimyo institutida kichik va katta ilmiy xodim lavozimlarida ishlaganlar. 1968 yildan Toshkent politexnika instituti (hozirgi Toshkent davlat texnika universiteti) da ishlay boshlaganlar. 1991 yildan Toshkent kimyo-texnologiya institutida ishlaganlar. Bu yillar ichida ular katta o'qituvchi, dosent, professor, kafedra mudiri, dekan va kechki-sirtqi ta'lim bo'yicha prorektor lavozimlarida faoliyat olib borganlar [196].

1982 yilda T.A. Atakuziyev «Razrabotka visokoeffektivnih sulfosementov, himiko-tehnologicheskix parametrov energosberegayushey tehnologii ih polucheniya i primeneniya» nomli doktorlik dissertasiyasini ximoya qilganlar.

Oxirgi yillarda Toshkent kimyo-texnologiya institutida professor lavozimida ishlaganlar. T.A. Atakuziev o'zlarining qator ilmiy ishlari bilan mashhur bo'lib, ular asosida bir qator ustun taraflari bilan farq qiladigan yangi turdagi sementlar ishlab chiqilgan.

Ularning tadqiqot yo'nalishlaridan biri sanoat chiqindilaridan qayta foydalanish bo'lgan. Xususan, fosfogips chiqindisini qurilish materiallari (sement, gidravlik qo'shimcha va hokazo) ni ishlab chiqarishda ishlatishni maqbul yo'llarini topganlar.

T.A. Atakuziyev – 1000 dan ortiq imiy ishlar muallifi. Bular – monografiyalar, darslik va o'quv qo'llanmalari, ruscha-o'zbekcha lug'atlar, ixtiro patentlari va mualliflik guvohnomalari va hokazolar. Ularning ilmiy rahbarligi ostida 42 ta fan nomzodlari va 7 ta fan doktorlari o'z ilmiy ishlarini himoya qilishgan. 2007 yilda "Buyuk xizmatlari uchun" ordeni bilan taqdirlanganlar.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Атакузиев Т.А. Изучение кислотной коррозии цементов: Автореферат дис. на соискание учен. степени кандидата техн. наук / АН УзССР. Объедин. учен. совет по хим. наукам Отд-ния хим.-технол. и биол. наук. - Ташкент: Наука, 1964. - 14 с.
2. Атакузиев Т.А., Мирходжаев М.М., Мирзаев Ф.М., Хамидов В.А. Фосфогипс как основной компонент сырьевой смеси для получения сульфоалюминатно-силикатного цемента. Узбекский химический журнал №3, 1972. 3 с.
3. Атакузиев Т.А., Топров З.К., Мирходжаев М.М., Шарипов Т.Я., Щеткин Э.С. Выпуск опытных партий сульфоалюминатно-силикатного цемента на Ангренском цементном заводе. Строительство и архитектура Узбекистана № 7, 1945. 4 с.
4. Атакузиев Т.А., Искандарова М.И. Влияние режима предварительного твердения на прочность сульфоалюминатно-силикатного САС цемента. Строительство и архитектура Узбекистана № 4, 1979. 2 с.
5. Атакузиев Т.А., Мирзаев Ф.М. Сульфоминеральные цементы на основе фосфогипса. Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1979 — 152 с.
6. Атакузиев Т.А., Амброва А.Ш., Таджиева Д.Ф., Мирзаев А.Д. Портландцемент с добавками сульфоалюмината кальция. Узбекский химический журнал № 6, 1980. 4 с.

Muxamedbayev Ag.A. Bog'lovchi moddalar (Umumiy o'qitish semestrlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

7. Ахмедов М.А., Атакузиев Т.А. Фосфогипс. Исследования и применение. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1980. -157с.
8. Атакузиев Т.А. Разработка высокоэффективных сульфощементов, химико-технологических параметров энергосберегающей технологии их получения и применения. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук: (05.17.11). - Ташкент, 1982. - 46 с.
9. Атакузиев Т.А., Сирожиддинов Н.А. Современное состояние физико-химического исследования комплексного использования фосфогипса. Узбекский химический журнал № 1, 1983. 5 с.
10. Атакузиев Т.А. Физико-химическое исследование сульфатсодержащих цементов и разработка низкотемпературной технологии их получения. Ташкент, УзССР, 1983. 127 с.
11. Цветные цементы по малозергосеюйк технологии / Т. А. Атакузиев, Т. В. Кузнецова, М. И. Искандарова: Ташк. политехн. ин-т им. Абу Райхана Бериуни. - Ташкент: Фан, 1988. - 100 с., ил.
12. Атакузиев Т.А., Турдиева Р., Мингулова Ф.А. Влияние отходов мрамора на физико-механические свойства портландцементов разного минералогического состава. Узбекский химический журнал № 3, 1988. 3 с.
13. Атакузиев Т.А., Таджиева Д.Ф. Новые виды цементов на основе сульфоклинкероv. - Ташкент: Мехнат, 1989. - 113 с., ил.
14. Атакузиев Т.А. Высокоэффективные цементы на основе фосфогипса, получаемые по энергосберегающей технологии. Узбекский химический журнал № 4, 1989. 5 с.
15. Атакузиев Э.Т., Абдуллаев Т.А., Атакузиев Т.А. Сульфалюминатно-силикатный клинкер и цементы. Ташкент Изд. Тип. ТашГУ, - 1995.- 172 с.
16. Атакузиев Т.А., Турдиева Р., Мингулова Ф.А. Состав, свойства и применение пелитовых туффитов Карманинского месторождения активированными мраморными отходами. Узбекский химический журнал № 4, 1998. 3 с.
17. Атакузиев Т.А., Искендеров А.М., Атакузиев Э.Т. Отходы содового производства для изготовления и улучшения свойств строительных материалов. Вестник Каракалпакского отделения АН РУз № 7. 1998. Нукус. 5 с.
18. Атакузиев Т.А., Искендеров А.М., Утсаниязова Г.К. Свойства портландцемента на основе волластонитовой породы. Вестник Каракалпакского отделения АН РУз № 3-4, 2003. Нукус. С. 36-39.
19. Атакузиев Т.А., Исажонов С.С. Интенсификация процессов обжига с помощью минерализаторов. Научный вестник ФДУ № 2, 2004. - С.30-35.
20. Отақo'ziyev Т.А., Отақo'ziyev E.T. Bog'lovchi moddalarning kimyoviy texnologiyasi: (Oliy o'quv yurtlari bakalavrlari uchun darslik). - T.: Cho'pon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2005 - 256 b.
21. Атакузиев Т.А., Иванова Г.В. Подбор состава фосфогипсового вяжущего повышенной водостойкости / Композиционные материалы - Ташкент, 2006. - № 2. - С. 14-15.
22. Атакузиев Т.А., Адинаев Х.А., Шамадинова Н.Э. Цементы низкотемпературного обжига на основе промышленных отходов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2018. № 1 (46). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5451> (дата обращения: 15.10.2021).



207 – rasm.
Nudel'man Boris Izrailevich
(1934-2010)

Ayrim ilmiy ishlari ta'g'risida ma'lumot:

1. Нудельман Б.И. Низкотемпературные кальциевые соединения и атмосферостойкость вяжущих на их основе: Автореф дисс. на соиск учен. степ. канд. хим. наук / Акад. наук УзССР. Объедин. учен. совет по химии Отд-ния геол.-хим. наук. Ташкент, 1961. 19 с.
2. Автор. Свид. № 301315 SU. Способ получения цементного клинкера / Нудельман Б.И., Уварова И.Т., Шишкин П.Т., Шарова В.П., Гройсман Н.А. // Заяв.: 10.04.1967; Оpub.: 21.04.1971. Бюл. № 14.
3. Нудельман Б.И. Снижение температуры скоростного обжига клинкера / Э.В. Поздеева, Б.И. Нудельман // Исследования по технологии строительных материалов. Ташкент, 1971. Вып. 5. С.102-109.
4. Нудельман Б.И. Клинкeroобразование в солевом расплаве и основы низкотемпературной технологии производства цемента: Автореф дисс. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук / АН УзССР. Объедин. учен. совет по химии и хим. технологии. Ташкент, 1973. -60 с.
5. Автор. свид. № 482412 SU. Способ производства цементного клинкера / Нудельман Б.И., Смирнова А.А., Чепкаленко М.Г., Эпельбаум М.Л., Шарипов Т.Я. // Заяв.: 12.05.73; Оpub.: 30.08.1975. Бюл. № 32.
6. Автор. свид. № 941330 SU. Способ получения низкотемпературного цемента / Нудельман Б.И., Шарова В.П., Тер-Аганов Г.Л. // Заяв.: 20.08.1976; Оpub.: 07.07.1982. Бюл. № 25.
7. Нудельман Б.И. Низкотемпературная технология производства цемента / Цемент № 6, 1981. С.12-13.
8. Нудельман Б.И. Энергосберегающая низкотемпературная технология цемента / НПО «Алинт». Ташкент: Мехнат, 1989. 363 с.
9. Нудельман Б.И. Хлорирующий обжиг в производстве строительных материалов / Б.И. Нудельман, А.А. Гасанова, А. Мамаранмов Ташкент: Мехнат, 1989. 475 с.
10. Автор. свид. № 941329 SU. Вяжущее / Нудельман Б.И., Бикбау М.Я., Свейцкицкий А.С., Гадаев А.Я. // Заяв. 15.12.1976. Оpub. 07.07.1982. Бюл. № 25.
11. Нудельман Б.И. Технология строительных материалов с применением конвейерного обжига / Б. Нудельман, Р. Ураев; НПО «Алинт». – Ташкент: Мехнат, 1990. – 446 с.



208 – rasm.
Iskandarova Mastura
(04.V.1948, Chimkent)

Mastura Iskandarova 1948 yilning 4 mayida Chimkent viloyatining Sayram tumanidagi Qoramurt qishlog'ida ziyoliy dehqon oilasida tavallud topganlar. 1965 yilda Toshkent Politehnika institutining kimyo-texnologiya fakultetiga o'qishga kirib, uni 1970 yilda «Bog'lovchi materiallar kimyoviy texnologiyasi» ixtisosligi bo'yicha tugatib, muhandis-texnolog diplomiga ega bo'lganlar [197]. 1981 yil nomzodlik, 1995 yil doktorlik dissertatsiyasini 05.17.11 – Silikat va qiyin suyuqlanuvchan nometall materiallar texnologiyasi ixtissosligi bo'yicha himoya qilganlar. 1998-1999 yillarda Toshkent kimyo-texnologiya institutining o'quv-metodik bo'limi boshlig'i lavozimida faoliyat olib borganlar. 2004-2006 yillarda o'rindoshlik asosida Toshkent kimyo-texnologiya institutining "Kompozitsion bog'lovchi materiallar texnologiyasi" va "Noorganik moddalar texnologiyasi" kafedralari mudiri. 2009 yil professor ilmiy unvonini olganlar. Ilmiy tadqiqot yo'nalishlari mahalliy tabiiy xomashyolar va sanoat chiqindilari asosida portlandsement klinteri va kompozitsion sementlarning yangi tarkiblarini hamda ularning energiya samarador va resurs tejamkor texnologiyalarini ishlab chiqish.

Olima o'z ilmiy faoliyati mobaynida oddiy va maxsus turdagi klinterlar, sementlar va kompozitsion bog'lovchi materiallar ishlab chiqarishning energiya hamda resurstejamkor texnologiyalarini. ularning ilmiy-nazariy asoslarini ishlab chiqish borasida keng qamrovli ilmiy izlanishlar olib borib, soha taraqqiyotiga munosib xissasini qo'shdilar.

Hozirgi kunda O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti qoshidagi "Strom" IT va IM rahbari. Kompozitsion qo'shimchalar asosida ishlab chiqilgan sement ishlab chiqarish texnologiyalari "Quvasoysement" AJ, "Qizilqumsement" AJ va "Ohangaronsement" AJ korxonalarida joriy qilingan. PS 400 D20 va PS 400 KD20 turdagi sementlarni yangi "Fosfozol" faol mineral qo'shimchasi asosida ishlab chiqarish texnologiyasi "Ohangaronsement" AJ korxonasida joriy qilingan. 2006-2016 yillar davomida M.Iskandarova tomonidan 350 dan ortiq ilmiy ishlar chop etilgan. 2008 yildan Rossiya Tabiiy Fanlar Akademiyasining muhbir-a'zosi.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Искандарова М.И., Атакузиев Т.А., Бондаренко М.В., Мирзаев Ф.М. Влияние высоких температур на сульфоминеральные цементы. *Узбекский химический журнал* № 4, 1979. 5 с.
2. Искандарова М.И., Атакузиев Т.А. Быстротвердеющий высокопрочный цемент на основе сульфеоалюминатно-силикатного клинкера. *Строительство и архитектура Узбекистана* № 11, 1980. 3 с.
3. Искандарова М. Разработка и исследование быстротвердеющего высокопрочного цемента на основе сульфеоалюминатно-силикатного клинкера: диссертация ... кандидата технических наук: 05.17.11. - Ташкент, 1981 - 196 с.: ил.
4. Автор. свид. № 1733416 SU. Сырьевая смесь для получения сульфеоалюмосиликатного клинкера / М. Искандарова, Т.А. Атакузиев, Т.К. Иногамов, М.-Т. М.Ю. Мир-Рахимов // Заяв.: 23.01.89; Оpub.: 15.05.1992. Бюл. № 18.
5. Искандарова М. Повышение качества портландцемента путем модифицирования сульфеоалюминатными добавками // *Цемент*. 1991. № 1-2. -С 44-48
6. Искандарова М. Новые виды специальных цементов сульфатно-сульфоалюминатного твердения с использованием фосфогипса и других техногенных продуктов. 1994.
7. Iskandarova M.I., Negmatov S.S., Atakuziev T.A., Negmatova M.I. The low temperature technology of sulfoaluminoferriteros cement on a basis of sulfate ferriferous waste products and raw materials of Uzbekistan // 15 Internationale Baustofftagung. Bauhaus Universitat. Weimar. Bundes Republic Deutschland 2003 - p.1-0749-1-0755.
8. Negmatov S.S., Iskandarova M.I., Ruziev N.R., Atabaev F.B., Begjanova G.B., Akramov E.M. Pxspect of manufacture in Uzbekistan energy economic knitting compositions on a low based clinker matrix. // Ibausil.16 Internationale Baustofftagung. Weimar Germaniya. 20-23. September 2006. P.1-1005-1-1010.
9. Рузиев Н.Р., Искандарова М., Негматов С.С., Рахманов М.И., Хайдаров Р. Технологические основы получения низкотемпературных сульфеоалюможелезистых цементов // *Ж. Композиционные материалы*. №4. 2008 г. - с. 47-50.
10. Iskandarova M., Begzhanova G.B. Technology of obtaining portlandcement with the use of a new active mineral additive - "Fosfozol" // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. № 7-8. 2017 y. -P.24-27.
11. Бержанова Г.Б., Искандарова М. На АО «Ахангаранцемент» освоен выпуск портландцементов с новой активной минеральной добавкой «Фосфозол» // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* 2017. № 12(45) . URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5379>
12. Рузиев Н.Р., Искандарова М.И. Физико-химические аспекты и технология получения новых специальных видов цемента с комплексным использованием отходов горно-перерабатывающих и химических производств / *Горный вестник Узбекистана* 2017, № 1 (68). С.18-28. <http://gormiyvestnik.uz/assets/uploads/pdf/2017-yanvar-mart.pdf>



209 – rasm.
Pulatov Zarbay Pulatovich
(1932-2013)

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Пулатов З.П. Изучение магнезиально-сульфатной коррозии минералов портландцементного клинкера и малоалюминатных портландцементов. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. АН УзССР. Объедин. учен. совет по химии и хим. технологии. – Ташкент: Фан, 1967. – 27 с.
2. Пулатов З.П. Магнезиально-сульфатная и кислотная коррозия цементов / З.П. Пулатов, Т.А. Атакузиев, Ш.М. Нурматов // АН УзССР. Ин-т химии. – Ташкент: Фан, 1971. – 160 с.
3. Автор свид. № 617412 SU. Вяжущее / Пулатов З., Гулямов М.Г., Сиражидинов Н.А., Бужерак М.И., Чернышева Г.П., Калачикова Л.П. // Заяв.: 03.05.1976; опуб.: 30.07.1978. Бюл. № 28.
4. Пулатов З.П. Цементы для бетона массивных сооружений / З.П. Пулатов, Ю.П. Иноземцев, Н.А. Сиражидинов // АН УзССР, Ин-т химии. – Ташкент: Фан, 1984. -135 с.
5. Пулатов З.П., Бутаев Э.М. Промышленное освоение производства цемента с использованием вулканических горных пород // Цемент и его применение. 2011. № 3. С. 134–136.



210 – rasm.
Umarov Tulkun Yusupdjanovich
(07.XI.1941, Toshkent shahri)

Umarov Tulkun Yusupdjanovich 07 noyabr 1941 yilda Toshkent shahrida tug'ilganlar. 1966 yil Toshkent politexnika institutini tamomlaganlar. Ish faoliyatlarini Ohangaronsement zavodida boshlaganlar. 1968 yilda O'zR FA Kimyo instituti kimyo institutiga ishga kirganlar va 1976 yilda texnika fanlari

Muxamedbayev A.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish semenlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

bo'yicha nomzodlik dissertasiyalarini himoya qilganlar. 1976 yilda ToshNIISTROM institutining maxsus sementlar laboratoriyasiga rahbar bo'lganlar va u yerda 30 yil davomida o'z ish faoliyatlarini olib borganlar. 2018 yilda "O'zqurilish materiallari LITI MCHJ korxonasida katta ilmiy xodim bo'lib ishlaganlar. Shu yillar davomida ular tomonidan 10 dan ortiq patentlar, xorijiy va mahalliy ilmiy jumallar hamda anjuman to'plamlarida maqola va tezislar chop etilgan.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Умаров Т.Ю. Получение высокопрочных и особо быстротвердеющих цементов в Узбекистане : на примере Ахангаранского цементного комбината : диссертация ... кандидата технических наук : 05.17.11. - Ташкент, 1976 - 147 с.
2. Патент IAP 04255 UZ. Состав для получения облегченного тампонируемого цемента / Умаров Т.Ю., Абдурахманов А.А., Халилов Р.С., Парпиев С.К. // Заяв.: 26.10.2008; Опуб.: 14.10.2010. Бюл. №10.
3. Патент FAP 01604 UZ. Способ извлечения хризотила из отходов производства хризотилцементных изделий / Умаров Т.Ю., Раззоков С.З., Ашрапов М.Х., Рискулов У.И. // Заяв.: 13.10.2019; опуб.: 29.04.2021. Бюл. №4.



211 – rasm.

Muxamedbayeva Zamira Abduljaparovna
(15.VIII. 1946. XXR. G'o'lja shahri)

1963-1968 yillarda Toshkent Politexnika instituti talabasi. 1968-1969 yillarda ushbu institutning "Bog'lovchi materiallar texnologiyasi" kafedrasida tadqiqotchisi. 1969-1972 yillarda "Silikat materiallar texnologiyasi" kafedrasida aspiranti. 1972-1973 yillarda Neft va gaz ilmiy tekshirish institutida katta ilmiy xodim. 1973-1976 yillarda Toshkent Politexnika instituti "Silikat materiallar texnologiyasi" muhandisi. 1976-1981 yillarda mazkur kafedra assistenti. 1977 yilda texnika fanlari bo'yicha nomzodlik dissertasiya ishini himoya qilganlar. 1981-1991 yillarda kafedra dosenti. 1991-2011 yillarda Toshkent kimyo-texnologiya instituti Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi fakulteti "Silikat materiallar texnologiyasi" kafedrasida dosent. Hozirda ushbu institutning "Silikat materiallar va nodir, kamyob metallar texnologiyasi" kafedrasida dosenti lavozimida faoliyat olib bormoqdalar. Ilmiy pedagogik stajlari 43 yil. Shu kunga qadar olim tomonidan 3 ta darslik, 6 ta o'quv qo'llanma, 5 ta monografiya, 4 ta patent, 50 dan ortiq o'quv-uslubiy qo'llanmalar, 300 dan ortiq ilmiy maqola va tezislar (shulardan 50 dan ortiq xorijiy nashrlarda) chop ettirilgan.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Мухамедбаева З.А. Кислотостойкие цементы на основе местных сырьевых материалов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.17.11. - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Ташкент, 1977. - 172 с.
2. Мухамедбаева З.А., Атакузиев Т.А., Таджиев Ф.Х. Кислотоупорные вяжущие на основе электротермофосфорного шлака. Узбекский химический журнал № 6, 1976. 3 с.
3. Мухамедбаева З.А., Атакузиев Т.А., Шегай С.К., Мухамедбаев Т.А. Исследование опки в качестве активной минеральной добавки к цементу. Тез. докл. «Снижение материалоемкости продукции строительной индустрии» I-Межд. науч.-техн. конф. Ташкент, 1992. 1 с.
4. Мухамедбаева З.А., Арипова Б.Х. Исследование возможности получения кислотоупорных композиционных материалов на основе диабазовых пород. Успехи в химии и химической технологии. Том XXXII, № 3, 2018. С. 127-129.
5. Чориева И.А., Мухамедбаева З.А. Влияние отходов Алмалыкского горно-металлургического комбината на свойства цементов. Химия и химическая технология № 3, 2019. С. 31-33.
6. Otaqo'ziyev T.A., Muxamedbayeva Z.A., Muxamedbayev A.A. Qurilish materiallari texnologiyasi. – T.: "Fan va texnologiya", 2019. 448 b.
7. Otaqo'ziyev T.A., Muxamedbayeva Z.A. Kimyo sanoatida maydalash. – Toshkent.: O'zbekiston nashriyoti, 2004. 127 b.
8. Muxamedbayeva Z.A., Ganiyeva M.M., Muxamedbayev A.A. Qurilish materiallari ishlab chiqarishda issiqlik jamiyonlari va qurilmalari. O'quv qo'llanma Toshkent. TKTI. 2019. 260 b.
9. Мухамедбаева З.А., Мухамедбаев А.А., Курбанов Э.И., Адинаев Х.А. Синтез портландцементного клинкера с использованием базальтов месторождения Каракия Химическая промышленность, т. 97, № 5, 2020. С. 225-230.
10. Курбанов Э.И., Мухамедбаева З.А., Мухамедбаев А.А. Портландцементный клинкер с использованием диабазов Балпаптаусского месторождения. Химия и химическая технология № 4, 2018. С. 11-13.



212 – rasm.

Kadirova Diloram Sharipovna
(05.II.1947, Nukus shahri)

D.Sh. Kadirova 1968-1972 yillar Toshkent politexnika instituti (hozirgi I.A. Karimov nomidagi Toshkent Davlat texnika universiteti) talabasi bo'lganlar. 1972-1976 yillar oralig'ida Toshkent chinni zavodida ishlab chiqarish ustasi. 1987 yilda nomzodlik dissertasiya ishlarini himoya qilganlar.

Muxamedbavev Ar.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish semenlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

1990 yilda dotsent ilmiy unvoniga ega bo'lganlar. 1976-1991 yillar Toshkent politexnika instituti "Yig'ma temir beton ishlab chiqarish" kafedrasida assistent va dosent lavozimlarida faoliyat olib borganlar. 1991-2011 yillar Toshkent arxitektura-qurilish instituti "Yig'ma temir beton ishlab chiqarish" kafedrasida dotsenti. 2011 yildan hozirgi kunga qadar Toshkent arxitektura-qurilish instituti "Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalari texnologiyasi" kafedrasida dosenti lavozimida ilmiy-pedagogik faoliyat olib bormoqdalar. Hozirda kafedrada "Bog'lovchi moddalar", "Qurilish materiallarini tadqiq etish usullari" kabi fanlardan talabalarga bilim berib kelmoqdalar. Shu yillar davomida 10 ga yaqin magistrlik dissertatsiya ishlariga ilmiy rahbarlik qilganlar.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Кадырова Д.Ш. Бетоны на барханных песках и отсевах дробления порфиров. Дисс. на соис.учен.степ. канд.техн.наук. Ташкент, 1987. 147 с.
2. Алиев А.Г., Кадырова Д.Ш., Ткаченко А.Н. Новые цементы и бетоны. Ташкент. Узбекистан, 1984. 23 с.
3. Қодирова Д.Ш., Нуриддинов Х.Н. Богловчи моддалар ва қурилиш материалларини тадқиқ этиш усуллари. Ташкент, ТАҚИ. О'УЮ учун ўқув қўлланма. (I-қисм). 2012. 154 б.
4. Қодирова Д.Ш. Богловчи моддалар ва қурилиш материалларини тадқиқ этиш усуллари. Ташкент, ТАҚИ. О'УЮ учун ўқув қўлланма. (II-қисм). 2013. 87 б.
5. Қодирова Д.Ш. Бог'ловчи моддалар ва қурилиш материалларини тадқиқ этиш усуллари. Ташкент, ТАҚИ. О'қув қўлланма. (I-қисм). 152 б.
6. Қодирова Д.Ш. Бог'ловчи моддалар. Ташкент, ТАҚИ. Дарслик. 2020. 195 б.



213 – rasm.
Usmanov Xikmatilla
Lutpullayevich
(29.V.1949. Toshkent shahri)

Usmanov Xikmatilla Lutpullayevich 1949 yilda Toshkent shahrida tug'ilganlar, o'zbek. 1966 yil Beruniy nomli Toshkent politexnika institutining kimyo-texnologiya fakultetiga kirib, 1971 yil mazkur institutning "Bog'lovchi moddalar texnologiyasi" bo'yicha tugatganlar. Ma'lumotlari bo'yicha mutaxassisliklari – muxandis – texnolog. 1971 yildan 1996 yilgacha O'zR FA Kimyo institutining "Silikatlar kimyosi" laboratoriyasida katta laborant, kichik ilmiy xodim, katta ilmiy xodim va "Sementlar kimyosi" laboratoriyasida mudir lavozimlarida, 2009 yildan hozirgi kungacha O'zR FA Umumiy va noorganik

Muxamedbaev A.G. Bor'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

kimyo instituti "Silikatlar kimyosi" laboratoriyasida katta ilmiy xodim lavozimida ishlab kelmoqdalar.

X.L. Usmanov 1980 yil "Sement tarkibidagi ishqorlar bilan to'ldiruvchi tarkibidagi kremnezom ta'siridagi korroziya jarayonlarini o'rganish va ularni fosfor shlaki orqali to'xtatish" mavzusida nomzodlik dissertatsiyasini himoya qildilar.

X.L. Usmanov ko'pgina Xalqaro, Respublika va MDH davlatlarining ilmiy anjumanlarida o'z ma'ruzalari bilan faol qatnashib kelmoqdalar. Hozirgi vaqtga qadar ilmiy faoliyatlari davomida 140 dan ortiq ilmiy ishlarini, jumladan, 3 ta patent va 1 dona ilmiy monografiya nashr ettirganlar.

X.L. Usmanov ko'p yillik mehnat faoliyatlari jarayonida o'zini bilimdon va intiluvchan mutaxassis, yoshlarga faol ilmiy maslahatchi ekanligini ko'rsatdi. Ularning rahbarliklari ostida 1994 yilda A.G. Nimchik, 1996 yilda D.K. Adilovlar nomzodlik dissertatsiyalarini muvaffaqiyatli himoya qildilar va hozirgi kunda respublikamiz fani taraqqiyotiga o'z hissalarini qo'shmoqdalar.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Усманов Х.Л. Исследование процессов коррозии при взаимодействии щелочей цемента с кремнеземом заполнителей и стабилизации их фосфором шлаком. Автореф. дис. на соис. учен. степ. канд. техн. наук. Ташкент. 1980. 20 с.
2. Пулатов З.П., Усманов Х.Л. Шлакопортландцемент на основе фосфорного шлака для гидротехнических сооружений / Материалы конф. и совещ. по гидро-технике. Вып. 118, Ленинград, 1978. С.138-141.
3. Пулатов З.П., Усманов Х.Л., Чернышева Г.П. Влияние щелочных соединений портландцементного клинкера на процесс развития щелочной коррозии цементов / Узбекский химический журнал 1982. №4. С.47-49.
4. Сиражидинов Н.А., Усманов Х.Л., Муминово А., Бадалова Х.З. Применение отвальных хвостов свинцовообогащительной фабрики в производстве портландцемента / Тезисы докл. Респ. совещ. "Актуальн. проблемы биосферы в Узбекистане." Ташкент 3 декабря 1985. С.43.
5. Кадырова З.Р., Усманова Х.Л., Эркабаев Ф.И., Умаров Ф.Ш., Ходжаев Н.Т. Возможности использования глинистых сланцев Деванасайского месторождения в качестве сырьевого компонента цементного клинкера / Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, журнал Технологии бетонов, 2010. № 5-6. С. 38-42.
6. Кадырова З.Р., Усманов Х.Л., Мухамедбаев А.А., Умаров Ф.Ш. Переработанные шлаки меде-плавильного производства АГМК—ценное сырье для производства портландцемента / Материалы Межд. научно-техн. конф. «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития» Навои, 2010. С.110-111.
7. Нимчик А.Г., Усманов Х.Л., Кадырова З.Р. Влияние отходов химических производств на процессы минералообразования в портландцементном клинкере. Цемент и его применение № 3, 2020. С.96-99.
8. Нимчик А.Г., Усманов Х.Л., Кадырова З.Р., Умаров Ф.Ш. Термографическое исследование процессов гидратации цемента с глинистыми сланцами / Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. Умаров Ф.Ш. [и др.]. 2019. № 11 (65). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/7987> (дата обращения: 08.10.2021).



214 – rasm.

Muxamedbayev Abduvali
Abdusattarovich

(03.VIII.1960, Toshkent shahri)

A.A.Muxamedbaev 1960 yil 3 avgustda Toshkentda tavallud topganlar. 1977-1978 yillar KPD-3 zavodida ishchi bo'lib ishlaganlar. 1978-1983 yillar Toshkent politexnika instituti (hozirgi I.A.Karimov nomidagi Toshkent Davlat texnika universiteti) talabasi. Ma'lumotlari bo'yicha – muhandis–texnolog. 1983-1986 yillar Toshkent politexnika instituti aspiranti. 1989 yilda texnika fanlari bo'yicha nomzodlik dissertasiya ishini himoya qilganlar. 1987-1991 yillarda O'zR FA Kimyo institutida kichik ilmiy xodim va ilmiy xodim lavozimlarida faoliyat olib borganlar. 1991-1994 yillarda Toshkent kimyo-texnologiya instituti doktoranti. 1995-1996 yillar mazkur institutning katta ilmiy xodimi lavozimida ish olib borganlar. 1996-1997 yillar Milliy hunarmandchilik litseyida birinchi toifali o'qituvchi bo'lganlar. 1998-1999 yillar "TARXI-KULOL" MChJ bosh mutaxassisi. 1999-2010 yillar A.A.Xo'jayev nomli Respublika dizayn kolleji o'qituvchisi. 2010-2012 yillar Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Kimyoviy texnologiya jarayon va qurilmalari" kafedrasida katta o'qituvchisi. 2012-2020 yillar ushbu institutda kafedra dotsenti lavozimida faoliyat olib borganlar. 20 dan ortiq magistrlik dissertasiya ishlariga ilmiy rahbarlik qilganlar. Hozirgi kunda "ANTENN-BRANCH" MChJ ilmiy-izlanish korxonasi direktori lavozimida faoliyat olib bormoqdalar.

Ayrim ilmiy ishlari to'g'risida ma'lumot:

1. Мухамедбаев А.А. Дисперсно-армированные композиты на основе минеральных вяжущих и отходов промышленности: автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.17.11 / Ташк. политехн. ин-т им. Абу Райхана Беруни. - Ташкент, 1989. - 22 с.
2. Юлчисв Р.А., Мухамедбаев А.А., Исмаилов А.А. О фазовом составе и микроструктуре дисперсно-армированного цементного камня / Узбекский химический журнал 1997, №2. С. 13-17.
3. Патент РУз IAP 04771. Цемент / Атаджанов Ш.Ю., Курбанов Э.И., КадYROва Ф., Мухамедбаев А.А., Шакамалов К. // Заяв.: 06.12.2010, опуб.: 29.11.2013. Б.И. №11.
4. Патент РУз IAP 05622. Способ получения вяжущих материалов / Янчииков Я.М., Мухамедбаев А.А., Суюнов Т.Х., Шакамалов К., Мухамедбаев А.А., Янчииков А.М., Атаджанов Ш.Ю. // Заяв.: 19.02.2014; опуб.: 31.07.2018. Бюл. № 7.

Muxamedbaev A.G. Bog'lovchi moddalar (Umumiyatlash sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

5. Патент РУз IAP 05948. Способ приготовления добавки к цементу / Мухамедбаев А.Г.А., Камиллов Х.Х., Мухамедбаев А.А., Пиримов Т.Ж. // Заяв.:21.12.2016, облуб.: 30.09.2019. Бюл. № 9.
6. Мухамедбаев А.А., Атаджанов Ш.Ю., Мухамедбаев А.Г.А. Влияние низкосортного гипса на свойства цементов / Информационный научно-технический журнал Технологии бетонов, 2018, №3-4 (140-141). Москва. С.47-48. <http://www.tehno Beton.ru/category/3-4140-141>
7. Мухамедбаев А.А., Мухамедбаев А.Г.А., Яичников Я.М., Атаджанов Ш.Ю. Минеральная смесь для производства цементов / Архитектура. Строительство. Дизайн. 2018. №3-4, -С 99-101.
8. Tulaganov A.A., Mukhamedbaev A.A., Atadjanov Sh.Y., Mukhamedbaeva M.A. Cements with reduced composition of Portland-cement clinker // "European Science Review". Scientific journal. -Vienna. 2019, №1-2, -P.112-114.
9. Мухамедбаев А.А. Цемент ишлаб чиқариш технологияси жараён ва ҳуришмалари / Ўқув қўлланма // А.А. Мухамедбаев, Ш.Ю. Атаджанов, А.Г.А. Мухамедбаев, Я.М. Яичников, Э.И. Қурбанов. – Тошкент: "Тafakkur томчилари", 2021. -146 б.

Hozirda yosh, yuqori salohiyatli, iqtidorli va iste'dodli mutaxassis-olimlarimiz, jumladan, F.B.Atabayev, G.B.Begjanova, L.B.Kabulova, D.D.Muxitdinov, B.B.Botirov, F.Sh.Umarov, D.R.Abdazov va boshqalar sement bog'lovchisi va texnologiyasiga oid yangi innovatsion yechimlarni ishlab chiqish bo'yicha o'z ilmiy izlanishlarini olib bormoqdalar.

Sement ishlab chiqarish uchun uskuna va qurilmalar ishlab chiqaruvchi ayrim korxonalar

№	Kompaniya yoki firma nomi	Davlat	Tashkil topgan yil	Kompaniya yoki firmaning logotipi	Kompaniya yoki firmaning internetdagi sayti
1	Christian Pfeiffer Maschinenfabrik	Germaniya	1925		www.ChristianPfeiffer.de
2	Claudius Peters	Germaniya	1906		www.claudiuspeters.com
3	Estanda	Ispaniya	1953		www.estanda.com
4	Уралмаш	Rossiya	2007		www.uralmash.ru
5	ЗАО «Урал-Омега»	Rossiya	1991		www.uralomega.ru
6	Köppern GmbH & Co	Germaniya	1898		www.koepfern.com
7	FLSmidth	Daniya	1882		www.flsmidth.com
8	Gebr. Pfeiffer AG	Germaniya	1864		www.gebr-pfeiffer.com
9	KHD Humboldt Wedag	Germaniya	1856		www.humboldt-wedag.de
10	LOESCHE GmbH	Germaniya	1906		www.loesche.com
11	IBAU HAMBURG	Germaniya	1975		www.ibauhamburg.de
12	HAYER & BOECKER	Germaniya	1887		www.haverboecker.com
13	ThyssenKrupp Polysius	Germaniya	1811		www.thyssenkrupp.com

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. **Mirziyoyev Sh.** PQ-4335 "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida". Toshkent. 23.05.2019. <https://lex.uz/docs/-4351738>
2. **O'zR VM 816-son qarori** "Oliy ta'lim muassasalarini o'quv adabiyotlari bilan ta'minlash to'g'risida". Toshkent. 10.10.2018. <https://lex.uz/docs/-3970451>
3. **Пашенко А.А., Сербин В.П., Старчевская Е.А.** Вяжущие материалы. Изд-е объедин. «Вища школа», 1975. 444 с.
4. ru.wikipedia.org/wiki/Вика,_Луи
5. **Otaqo'ziyev T.A., Otaqo'ziyev E.T.** Bog'lovchi moddalarning kimyoviy texnologiyasi. Toshkent. "Cho'lpon". 2005. – 256 b.
6. **АО «Бекабадцемент»** / <https://jcement.ru/production/ao-bekabadtsement/>
7. **Яковлев М.В.** Новая технологическая линия АО «Бекабадцемент» / Цемент и его применение № 6, 2014. <https://jcement.ru/magazine/vypusk-6-419/novaya-tekhnologicheskaya-liniya-ao-bekabadtsement/>
8. **Кондратьев В.Б.** Мировая цементная промышленность / Портал «Перспективы». 2012. <http://www.perspektivy.info/print.php?ID=142481>
9. **Алибеков А.** Цемент в мировой промышленности / Газета «Ўзбекистон бунёдкори». №1 (01) 2 августа 2016 г. http://uzsm.uz/ru/press_center/mass_media/17338/
10. **Кондратьев В.Б.** Мировая цементная промышленность / Портал «Перспективы». 2012. <http://www.perspektivy.info/print.php?ID=142481>
11. **U.S. Geological Survey.** Mineral Commodity Summaries, January 2021. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-cement.pdf>
12. **National Minerals Information Center** (Cement Statistics and Information) / <https://www.usgs.gov/centers/nmic/cement-statistics-and-information>
13. Цементная промышленность Республики Узбекистан / http://uzsm.uz/ru/press_center/mass_media/18156/
14. **Зарипов Б.К.** Цементная промышленность Республики Узбекистан / Цемент и его применение №1, 2019. <https://jcement.ru/magazine/vypusk-1/tsementnava-promyshlennost-respubliki-uzbekistan-29140/>
15. Состояние и перспективы развития цементной промышленности / Экономический вестник Узбекистана № 5-6, 2018. <http://evu.uz/arkhiv-statcy/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-tsementnov-promyshlennosti.html>
16. **Тураев М.** Становление и основные направления дальнейшего развития цементной промышленности Узбекистана / Бозор. пул ва кредит

№ 7, 2019. с. 54-61. http://mineconomy.uz/sites/default/files/bnk_no7_-_stanovlenie_i_osnovnye_napravleniya_dalney_shego_razvitiya_cementnoy_promyshlennosti_uzbekistana.pdf

17. Производство портландцемента крупными предприятиями Узбекистана выросло в I полугодии 2021 года на 23% / <https://jccment.ru/content/news/proizvodstvo-portlandtsementa-krupnyimi-predpriyatiyami-uzbekistana-vyroslo-v-i-polugodii-2021-goda-n/>

18. 2021 yilda sanoat korxonalari tomonidan 14.195 mln tonna sement ishlab chiqarilgan / https://uzsm.uz/uz/press_center/news/2021-yilda-sanoat-korxonalari-tomonidan-14-195-mln-tonna-ement-ishlab-chiqarilgan/

19. Зиёдуллаева Н. 2021 йилда sanoat korxonalari tomonidan 14 миллион тоннадан зиёд цемент ишлаб чиқарилди / <https://uza.uz/uz/posts/2021-yilda-sanoat-korxonalari-tomonidan-14-million-tonnadan-ziyod-ement-ishlab-chiqarildi-336797>

20. Узбекистан: Импорт цемента увеличился на 448.8 тыс.тонн / <https://jccment.ru/content/news/uzbekistan-import-tsementa-uvlichilsya-na-448-8-ty-s-tonn/>

21. Программа повышения энергоэффективности на предприятиях АК «Узстройматериалы» как инструмент в повышении конкурентоспособности / Акционерная компания «Узстройматериалы», Ташкент, 2015. ppt. 18 с. http://mineconomy.uz/sites/default/files/proiect_uzeef/ak_uzstroymat.pdf

22. Производство цемента, извести и оксида магния / Комплексное предотвращение и контроль загрязнения окружающей среды (Справочный документ по наилучшим доступным технологиям). ЕС. 2009. 439 с.

23. ИТС 6 – 2015. Производство цемента. Информ.техн.справ. по наил. доступ. технол. Москва Бюро НДТ. 2015. 305 с.

24. Тевосян Врам. Управление качеством воздуха в странах восточного региона ЕИСП. Армения. 2013. 37 с.

25. Мельницы Loesche для помола для сырьевых материалов для производства цемента / http://loesche.ru/1eb.ru/catalogue/attach/01_157_loesche_mills_for_cement_raw_material_Ru.pdf

26. Дуда В. Цемент / Пер. с нем. Е.Ш. Фельдмана; Под ред. Б.Э. Юдовича. – М.: Стройиздат, 1981. -464 с., ил.

27. ВНТП 06-91. Ведомственные нормы технологического проектирования цементных заводов / <https://files.stroyinf.ru/Inx2/1/4293754/4293754145.htm>

28. Сулименко Л.М. Общая технология силикатов: Учебник. – М: ИНФРА-М, 2004. – 336 с.

29. Пономарев В.Б., Лошкарёв А.Б. Щёковые и конусные дробильки / Методические указания по курсовому проектированию. Екатеринбург, 2008. 71 с. https://study.urfu.ru/Aid/Publication/7484/1/Ponomarev_Loshkarev_3.pdf

30. Сиваченко Л.А., Добровольский Ю.К. История развития и современный уровень техники измельчения / Вестник Белорусско-Российского университета № 4 (37), 2012. С.69-76.

31. Алексеев Б.В. Технология производства цемента: Учебник для сред. проф.-техн. училищ. – М.: Высш. школа, 1980. – 266 с.

32. Проектирование цементных заводов / Под ред. к.т.н. Зозули П.В. и к.т.н. Никифорова Ю.В. // Санкт-Петербург. Издательство «Синтез», 1995. 445 с. <http://www.knieka.info/2010/05/05/proektirovanie-cementnykh-zavodov.html>

33. Эффективные решения по защите оборудования от износа / Техноинком Защита от различных видов износа. г.Белгород. 35 с.

34. Обзор. Loesche. www.loesche.com

35. Сулпменко Л.М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе. Учеб. пособие для строит. вузов. М., «Высш. школа», 1976. 278 с.

36. Кузнецова И.Н., Рашупкина М.А., Косач А.Ф., Гутарева Н.А. Гидравлические вяжущие вещества / Учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2012. – 74 с.

37. Глухарев Н.Ф. Сухое измельчение в условиях электронейтрализации / Н.Ф. Глухарев. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014.-192 с.

38. Калюжнов И.В., Нураков Е.С., Классен В.К. Зависимость гидравлической активности клинкера от степени измельчения отдельных сырьевых компонентов / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова №7, 2017. 75-80. DOI: 10.12737/article_5940f019415d45.20479554

39. Дорогань Н.А., Черняк Л.П. Анализ связи оптических свойств минералов и белизны портландцемента / Восточно-Европейский журнал передовых технологий (Материаловедение) 2015. № 4/5 (76). С. 17-21. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.47728

40. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. Учеб. пос. для хим.-технол. спец. вузов. М., «Высш. школа», 1973. 504 с.

41. Волкоянский Б.В., Лойко Л.М., Лянгузов К.В., Мороз И.К. Производство цемента по сухому способу. Москва. Стройиздат, 1971. 204 с.

42. Капан М. Многообразие цементного сырья / <https://icement.ru/reading/stages/tsementnoe-syre/mnogoobrazie-tsementnogo-syrya/>

43. Глиноболтушки и шламовые смесители / Завод Пневмотранспортного оборудования / <http://www.zntc-tit.ru/production/ess>

44. Мельницы шаровые для мокрого помола / <https://nehomining.ru/oborudovanie/diva-izmelcheniya/melniczyi-sharovyie-dlya-mokrogo-pomola>

45. Социально-экономическая характеристика Республики Узбекистан / <http://textreferat.com/referat-4604-6.html>

Мухамедбаев А.А. Бор'ловчи моддалар (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

46. Лелеко А.И. Угольная промышленность Узбекистана: этапы развития / Горный Вестник Узбекистана №1, 1998. С.3-6. <http://gorniyvestnik.uz/assets/uploads/pdf/1998-yanvar-mart.pdf>
47. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология. Справочное издание в 2-х книгах. Книга 2. / Под ред. Акад. АИН, докт.техн.наук.проф. В.Г. Лисиенко. Москва. «Теплотехник» 2004. – 592 с.
48. Физико-химические свойства природного газа / Методическое пособие. ОАО «Газпром». Челябинск. 2008. 109 с.
49. Васанта. Оптимизация внутривалочных теплообменных устройств. <https://icement.ru/reading/stages/remonty-i-servis/vasanta-optimizatsiya-vnutripechnykh-tenloobmennyykh-ustroystv/>
50. Сатарин В.И. Современные цементные заводы. Москва. Стройиздат, 1967. 197 с.
51. Ходоров Е.И. Печи цементной промышленности. Ленинград. Стройиздат. 2-е изд., доп. и пер. 1968. 454 с.
52. Как делают цемент на современном заводе «Азия Цемент» <https://skb21.ru/bloktur/kak-delayut-tsement/>
53. ЗАО «Сатарем-Востою». Satarem | Системы предварительного обжига и декарбонизации. <https://icement.ru/reading/stages/obzhiq-Satarem-sistemv-predvaritel'nogo-obzhiga-i-dekarbonizatsii/>
54. Волженский А.В. и др. Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства). Учебник для вузов / А.В. Волженский, Ю.С. Бузов, В.С. Колокольников. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.
55. Бутт Ю.М. Технология цемента и других вяжущих материалов. Москва, Стройиздат. 1964. Изд.-е. 4-ое. пер. и доп. 351 с.
56. Осокин А.П., Потапова Е.Н. Современные представления о процессах клинкерообразования / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. №2, 2008. С.54-60.
57. Мухамедбаев А.А. Химический и минералогический состав запечной пыли вращающихся печей цементной промышленности / «Умидли кимёгарлар-2015» Труды XXIV – Научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. Ташкент. ТХТИ. 2015. С.78-79.
58. Борш В.И., Титей Р.М. Опыт эксплуатации новой горелки на заводе ООО «Азия Цемент» / Цемент и его применение, сентябрь-октябрь, 2017. С.54-56. https://www.unitherm.at/images/downloads/russian/Unitherm_Cemcon_RU_Asia_Cement_Gas_Burner.pdf
59. Классен В.К., Текучева Е.В., Степанов В.В. Состав и условия образования клинкерных колец / Успехи современного естествознания № 11, 2005. (Материалы конференций). С. 30-31.
60. Кольцообразование во вращающейся печи и способы его предотвращения / <https://helpiks.org/3-87484.html>

61. Биография великих химиков. Перевод с нем. под ред. Быкова Г.В. – М.: Мир. 1981. 320 с.
62. Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Г.И. Выдающиеся химики мира. – М.: «Высшая школа». 1991. 656 с.
63. Олейник Б. Приборы и методы температурных измерений. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 293 с.
64. Денисенко В. Термопары: принципы применения, разновидности, погрешности измерений / В записную книжку инженера, СТА 3/2012. С.96-98.
65. Измерение температуры сырья во вращающейся трубной печи
http://azbukakip.ru/publ/gotovye_resheniia/reshenie_problemy_izmereniia_temperatury_syrya_vo_vrashhajushhejsja_trubnoj_pechi/2-1-0-3
66. Бойчук И.Б. Контроль температуры сырья во вращающейся печи с помощью беспроводных решений от Emerson / ЦементИнформ №4 (49), 2014. С. 24-27. <https://www.emerson.com/documents/automation/article82-emerson-metran-ru-61994.pdf>
67. Микроникс | Мониторинг температуры поверхности печи с помощью сканирующего устройства и тепловизора / <https://cement.ru/reading/stages/avtomatizatsiya/mikroniks-monitoring-temperatury-poverkhnosti-pechi-s-pomoshchyu-skaniruyushchego-ustroystva-i-temlo/>
68. FLIR. Применение технологий тепловидения в профилактическом техническом обслуживании / Справочное руководство по применению тепловизионных камер в промышленности <https://tulon.ru/upload/iblock/4ba/Kniga-Primenenie-teplovizorov-v-promyshlennosti.pdf>
69. HGH / Бесконтактное измерение температуры в производстве цемента / <https://cement.ru/reading/stages/obzhiq/hgh-beskontaktnoe-izmerenie-temperatury-v-proizvodstve-tsementa/>
70. Борисов И.Н., Щелокова Л.С. Исследования, промышленные испытания, оптимизация технологии / БГТУ им. В.Г. Шухова // <https://cement.ru/reading/stages/proektirovanie-inzhiniring-konsalting/itskm-kafedra-itskm-etio-kollektiv-opytov-kh-vv-sokokvabfistsirovannykh-nauchnykh-sotrudnikov-kafedra-r/>
71. Бирюков Д.С., Федотов Д.Г. Автоматические системы управления положением зоны прокали вращающихся печей на базе тепловизоров. Химическая техника № 11, 2018. <https://chemtech.ru/avtomaticheskie-sistemy-upravlenija-polozheniem-zony-prokalki-vrashhajushhijsja-pechei-na-baze-tenlovizorov/>
72. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов: Учеб.для вуз. / Под ред. Тимашева В.В. – М.: Высш. школа, 1980. 472 с.
73. Ильина Н.В., Сохацкая Г.А., Захаренков В.К., Кулыгин И.П. Футеровка вращающихся печей цементной промышленности. Стройиздат. Москва, 1967.195 с.

74. ГОСТ 21436-2004. Изделия огнеупорные и высокоогнеупорные для футеровки вращающихся печей. Технические условия. Москва. Стандартиформ. 2005. 11 с.

75. ГОСТ 8691-73. Изделия огнеупорные общего назначения. Форма и размеры. Москва. Стандартиформ. 2005. 18 с.

76. Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А. Модернизация цементных печей / БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. <http://izron.ru/articles/vonrovsovremennykh-tekhnicheskikh-nauk-svezhiv-vzglyad-i-novye-resheniya-sbornik-nauchnykh-trudov-/sektiya-4-mashinostroenie-i-mashinovedeniye-spetsialnost-05-02-00/modernizatsiya-tsementnykh-pechey/>

77. Технологические схемы и оборудование для производства цемента / <https://extxe.com/4810/tehnologicheskie-shemy-i-oborudovanie-dlia-proizvodstva-cementa/#2>

78. Клинкерный холодильник FLSmidth Cross-Bar™. 2010. www.flsmidth.ru

79. Новоселов А.Г. Интенсификация процесса обжига цементного клинкера путем повышения эффективности работы холодильника. Автор. дисс. на соис. уч. степ. канд. техн. наук. Белгород. 2013. 17 с.

80. Новоселов А.Г., Классен В.К., Коломацкий А.С. Влияние режима охлаждения на активность клинкера с различным содержанием С₃A. Современные проблемы науки и образования. №6, 2012. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7819>

81. Бердов Г.И., Ильина Л.В. Влияние количества и дисперсности минеральных добавок на свойства цементных материалов / Известия вузов. Строительство. 2010. № 11-12. С. 11-16. <http://izvuzstr.sibstrin.ru/uploads/publication/fulltext/str11-12-2010.pdf>

82. Канцпольский И.С., Пулатов З.П., Дятлов И.П. Глижепортландцемент для гидротехнических сооружений. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1974. 105 с.

83. Крылов Г.М. Исследование глизей, их взаимодействие с клинкерными минералами и портландцементом в гидротермальных условиях. Автореф. дисс. на соис. уч. степ. канд. техн. наук. Ташкент. 1961. 16 с.

84. Канцпольский И.С., Стравчинский А.И., Колонтарев И.Х. Гидротермальная обработка глижепортландцемента.- Ташкент. 1965.-92 с.

85. Урханова Л.А., Балханова Е.Д., Хахиянов В.В. Эффективные ячеистые бетоны с использованием отходов теплоэнергетики / Вестник Бурятского Государственного Университета №3. 2012. С.127-131.

86. Kamilov Kh.Kh., Mukhamedbaev Ag.A., Abdazov D.R. Influence of Fly Ash on The Grindability of Electrothermophosphorus Slag / International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology May-June-2021. Volume 8, Issue 3, p. 536-544. doi : <https://doi.org/10.32628/IJSRSET12183180>

87. Самусева М.Н., Шиншелова Т.И. Золошлаковые материалы – альтернатива природным материалам / Фундаментальные исследования №

2, 2009. С. 75-76.

URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=1832>

88. Мальчик А.Г., Литовкин С.В. Изучение золошлаковых отходов для их использования в качестве вторичных ресурсов / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 9-1, 2015. С. 23-27. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7431>

89. Андреева Н.Г. Проблемы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ и возможные пути их решения / Ползуновский Вестник № 4-2, 2011, С. 164-166. http://elib.altstu.ru/journals/Files/ps2011_04_02/pdf/164andreeva.pdf

90. Пред. пат. № IAP 5390 UZ. Способ получения добавки к цементу / Грачев В.П., Нудельман Б.И., Нуруллаев У., Рузикулов У.Я., Ражабов О.У., Ташпулатов Т.Х., Холкин В.И., Пулатов З. / Заяв.: 18.10.1998; 30.12.1998. Бюл. № 4.

91. Кабулова Л.Б. Составы и технологии портландцементов Д20 повышенной прочности, быстротвердеющих и сульфатостойких пуццолановых цементов на основе термообработанных туффитов Карманинского месторождения. Автореф. дис.докт. философии (PhD). Ташкент, 2018. 20 с.

92. ГОСТ 3476-2019. Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов. Москва, 2019. 4 с.

93. Мухамедбаев Аг.А., Абдазов Д.Р. Размалываемость электротермофосфорного шлака в мельнице / Научно-технический журнал «Развитие науки и технологий» № 4, 2021. С.15-20.

94. Довговічність шлакозужного бетону / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарёва. – К:Будівельник. 1993. – 224 с.

95. Макаренко С.В., Бяшев Д.И., Хохряков О.В., Хозин В.Г. Влияние зол-уноса и золошлаковых смесей ТЭС ОАО «Иркутскэнерго» на свойства цемента / Известия КГАСУ №4. 2014. С. 278-283.

96. Gaziev U.A., Mukhamedbaev A.A., Abdazov D.R., Saydullaev A.B. Influence of copper-smelting slag on the grindability of amorphous electrothermophosphorus slag / News of Azerbaijan Higher Technical Educational Institutions Volume 23, № 5, 2021. p.30-35.

97. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Кремниевые породы. Москва, 2007. 36 с. <http://amurinform.ru/wp-content/uploads/2015/10/met.rek.-kremnievye-porody-tseolity1.pdf>

98. Кремнистые породы СССР. Коллектив авторов. Казань, Татарское кн. изд-во, 1976. 412 с.

99. Мухиддинов Д.Д. Технология получения новых видов цементов с неорганическими добавками с высоким содержанием кремнезема. Дисс. на соис. учен. степ. докт. филос (PhD) по техн.наукам. Ташкент. 2020. 154 с.

Muxamedbayev A.A. Bog'lovchi moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

100. Пат. IAP № 5372 UZ. Активная минеральная добавка для цемента и способ её приготовления / Юлдашев Ф.Т. (ООО «ELEMENTAL») // Заяв.: 25.03.2014; Опуб.: 09.03.2017.
101. Бегжанова Г.Б., Искандарова М. На АО «Ахангаранцемент» освоен выпуск портландцементов с новой активной минеральной добавкой «Фосфозол» / Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2017. № 12 (45). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5379>.
102. Бегжанова Г.Б., Искандарова М., Негматов С.С., Ендржеевский В.В. Разработка и применение в производ-стве цемента добавку двойного действия - «фосфозол» из техногенных отходов / Композиционные материалы №3, 2017. С. 75-80.
103. Бегжанова Г.Б. Влияние добавки «Фосфозол» на физико-химические свойства портландцемента / Вісник НТУ «ХПІ». 2016. № 22 (1194). С. 20-25. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/24646/1/vestnik_KhPI_2016_22_Begzhanova_Vlivanie.ndf
104. Книгина Г.И. Строительные материалы из горелых пород. Москва, «Стройиздат». 1966. - 207 с.
105. Зырянов М.С., Ахметжанов А.М., Манушина А.С., Потапова Е.Н. Определение пуццолановой активности метакаолина / Успехи в химии и химической технологии. Том XXX. № 7, 2016. 44-46 с.
106. ГОСТ 25094-94. Добавки активные минеральные для цементов. Методы испытаний. Москва, 1996. 12 с.
107. Танг Ван Лам, Нгуен Зоан Туянг Лам. Пуццоланическая активность тонкодисперсных минеральных компонентов различной природы Вьетнама / Техника и технология силикатов № 1. 2021. С. 7-12.
108. Лам Т.В., Хунг Н.С., Знен В.К., Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А. Механоактивация золы рисовой шелухи в лабораторных условиях / Строительные материалы и изделия № 11, 2019. С. 28-34.
109. Потапова Е.Н., Манушина А.С., Зырянов М.С., Урбанов А.В. Методы определения пуццолановой активности минеральных добавок / Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века №7-8, 2017. С. 29-33.
110. ГОСТ 31108-2020. Цементы общестроительные. Технические условия. Москва. Стандартинформ. 2020. 15 с.
111. Otaqo'ziyev T.A., Muxamedbayeva Z.A., Muxamedbayev A.A. Qurilish materiallari texnologiyasi. – T.: “Fan va texnologiya”, 2019. 448 b.
112. Пустовгар А.П., Кузина А.Ф., Адамцевич А.О. Калориметрия цементных паст с различным ОВП воды затворения / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова № 8. 2017. С.30-34.
113. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат. 1973. 480 с.
114. Технология для цементной и горной промышленности / Компания СЕМТЕС. Австрия. Презентация (cemtek-overview.ppt.)

115. **Satarem / Новые разработки для помола в шаровых мельницах** // <https://jccement.ru/reading/stages/pomol/satarem-novye-razrabotki-dlya-pomola-v-sharovykh-melnitsakh/>

116. **Ковалюх С.В., Ковалюх В.Р., Журавлев Ю.В.** Универсальная трубно-конусная мельница с регулируемым электроприводом / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова № 1, 2013. С.58-60.

117. **Мельницы Loesche для помола цемента и гранулированного доменного шлака.** <http://www.loesche.com.ndf>

118. **Андреев С.Е., Товаров В.В., Перов В.А.** Закономерности измельчения и исчисление характеристик гранулометрического состава. Москва. 1959. – 437 с.

119. **Анализ и классификация существующих футеровок шаровых барабанных мельниц** / <https://scicenter.online/agregatvi-protsessivi-scicenter/analiz-klassifikatsiya-suschestvuyushchih-futerovek-sharovykh-barabannykh-melnits/>

120. **Крюков Д.К.** Футеровка шаровых мельниц. М.: Машиностроение. 1965. 184 с.

121. **Хахалев П.А.** Совершенствование конструкции ступенчатой футеровки и исследование процесса измельчения в шаровой барабанной мельнице. Дисс.на соис.учен.степ.канд.техн.наук. Белгород. 2017. 192 с.

122. **Бажанова О.И., Богданов В.С., Шапала В.Г.** Технологическая аспирация цементных мельниц. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова №3, 2012. С.95-98.

123. **Сивков С. П.** Органоминеральные интенсификаторы помола цемента/ Междунар. конф. "Пром-сть стройматер. и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыноч. отношений" (14 Науч. чтения). Белгород, 1997. с.135-137.

124. **Sottili L., Padovani D.** Einfluss von Mahlxilfsmitteln in der Zementindustrie / Zement-Kalk-Gips int. № 3, 2001, т.54, p.146-148.

125. **Elwan M. M., Mahmoud G. A., El-Didamony H.** Effect of some grinding aids on the grindability of portland cement / Silicat. ind. № 11-12, 2002, т.67, p.141-143.

126. **Padovani Davide, Corcoran Brendan, Soriano Gil Jose Maria.** Los aditivos de molienda en los cementos con escoria. Cem.-hormigon № 876, 2005, т.76, p.26-39. Esp.

127. **Albayrak Ali Tugrul, Yasar Muzaffer, Gurkaynak M. Ali, Gurgey Ismet.** The effects of fatty acids on the particle size distribution of the Portland cement / J. Mater. Sci. № 13, 2007, т.42, p.5170-5174.

128. **Ломаченко Д. В.** Влияние диспергатора ДБ-2 на свойства цемента. / Международная народно-практическая конференция "Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии" (17 Научные чтения). Белгород, 2005. Ч. I. с.108-109.

129. **Сивякин А. Г.** Снижение энергоемкости помола цемента за счет использования добавок интенсификаторов помола SikaGrind / Вестн. БГТУ № 4, 2007, с.34-36.

130. Кривобородов Ю. Р., Бурлов А. Ю., Бурлов И. Ю. Новый интенсификатор помола цемента / Технол. бетонов № 3. 2007. с.32-33.
131. Ломаченко Д. В., Кудеярова Н. П., Ломаченко В. А. Дисперсия цементного клинкера при помоле с новой органической добавкой / Строит. матер. № 7, 2009. С.62-63.
132. Грицай Э. О., Борисов И. Н. Влияние интенсификаторов помола на размалываемость клинкеров / Международная научно-техническая конференция "Исследования и инновации в ВУЗе", Белгород, 2012 : Сборник докладов. Ч. 1. - Белгород, 2012. С. 81-86.
133. Шахова Л.Д., Маркова С.В., Черкасова Р.А. Повышение эффективности процесса помола цемента интенсификаторами ООО «Полипласт» / Строительные материалы и изделия. С.16-19.
134. Де Вердт К. Способы определения тонкости помола и размалываемости / Цемент и его применение. 2010. № 5. С. 113-116.
135. ГОСТ 30744-2001. Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка. Москва. 2002. 29 с.
136. Друхольский В.К., Степанов К.В., Грандофиров А.А., Стефаненко И.В. Способы измерения тонкости помола цемента / Вестник ВГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 49 (68) С. 21-29.
137. Матюхина О.Н. Применение экспресс-метода лазерной дифракции для определения granulометрии и прогнозирования свойств вяжущих материалов / Строительные материалы № 7, 2004. С.51-53.
138. Патент IAP № 2212028 RU. Способ определения тонкости помола цемента / Мартиросов Г.М., Лазарев А.Д. (ГУП «Научно – исследовательский, проектно – конструкторский и технологический институт бетона и железобетона») // Заяв.: 12.02.2002; опуб.: 10.09.2003.
139. Nan Li-fa, Liu Ya-yun. Определение granulометрического состава и размера частиц методом седиментации / Shuini gongcheng № 6, 2004. с.19-21. Кит.;
140. Патент IAP № 06008 UZ. Способ определения тонкости помола / Мухамедбаев Аг.А., Тулаганов А.А., Камилов Х.Х., Мухамедбаев А.А., Яичников Я.М. (Ташкентский архитектурно-строительный институт) // Заяв.: 11.06.2014; опуб.: 31.10.2019. Бюл. № 10.
141. Мухамедбаев Аг.А., Камилов Х.Х., Мухамедбаев А.А., Тулаганов А.А., Хасанова М.К. Метод определения тонкости помола вяжущих материалов. Матер. Респ. Науч.-техн. Конф. «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». ГУП «Фан ва тараққиёт». Ташкент, 2015. - с.277-278.
142. Ботвинкин О.К., Клюковский Г.И., Мануйлов Л.А. Лабораторный практикум по общей технологии силикатов и техническому анализу строительных материалов. М.: Стройиздат, 1966. 400с.
143. ГОСТ Р 51795-2001. Цементы. Методы определения содержания минеральных добавок. Москва. 2001. 15 с.

144. Schneider C., Baetzner S. X-ray diffractometric determination of the granulated blast furnace slag content of cement / Cement Int. № 6, 2005, т.3, p.96-105.

145. Ковалева И.Е., Рязин В.П., Незнамова С.Г. Химический и физико-химический контроль процесса производства цемента // Техн. и технол. силикатов, № 3-4, 2005. С.8-11.

146. Тулаганов А.А., Камилов Х.Х., Мухамедбаев Аг.А. Энергоэффективный неавтоклавный пенобетон на основе безобжигового щелочного вяжущего. Монография. – Ташкент: «ISHONCHLI NAMKOR», 2021. – 208 с.

147. Авт. свид. № 1679375 SU. Способ определения количества минеральной добавки в цементном вяжущем. / Некипелов И.Н., Романова Н.В., Ефименко Ю.М. // Дальневосточный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт по строительству. Заяв.:10.05.89.; опуб.:23.09.91.

148. Патент IAP № 2111184 RU. Способ определения количественного содержания шлака и других минеральных добавок в цементах / Ш.М. Рахимбаев, Е.А. Поспелова. // Белгородская государственная технологическая академия строительных материалов. Заяв.: 11.07.1996; Опуб.: 20.05.1998.

149. Патент IAP № 05722 UZ. Способ определения количества минеральной добавки в цементном вяжущем / Мухамедбаев Аг.А., Камилов Х.Х., Тулаганов А.А. и др. (ТАСИ) // Заяв.:31.03.2015; опуб.: 31.12.2018. Бюл. № 12.

150. Мухамедбаев Аг.А., Камилов Х.Х., Мухамедбаев А.А., Тулаганов А.А., Хасанова М.К. К вопросу определения содержания минеральных добавок в цементном вяжущем // Технологии бетонов, № 5-6, 2015. С. 28-29.

151. IBAU HAMBURG | Силосные технологии и оборудование для отгрузок морем / Цемент и его применение <https://icement.ru/reading/stages/khranenie-upakovka-otgruzka/ibau-hamburg-silosnye-tekhnologii-i-obrudovanie-dlya-otgruzok-morem-/>;

152. <https://www.haverrussia.ru/Production/IBAU/pdf/ibau-hamburg-activities-russian.pdf>

153. Реконструкция и модификация силосов для цементной промышленности. IBAU HAMBURG. www.ibauhamburg.de

154. Силосное оборудование. Claudius Peters. 19 с. <https://www.claudiuspeters.com/ru-RU/documents/363/silo-tech-r-ru.pdf>

155. Claudius Peters. Оборудование для силосов, упаковки в мешки и отгрузки цемента навалом / <https://icement.ru/reading/stages/khranenie-upakovka-otgruzka/claudius-peters-obrudovanie-dlya-silosov-upakovki-v-meshki-i-otgruzki-tsementa-navalom/>

156. Помольная станция Янгюль <http://www.unicementgroup.com/factory/show/id/13.html>

157. Проект запуска цементной помольной станции «Янгюль» / http://hekabad-cement.com/index.php?id_news=12&s=news

158. «Бекабадцемент» и «Кувасайцемент» запустили помольную установку мощностью 1 млн тонн в год / Цемент и его применение. 30.06.2020. <https://jccement.ru/content/news/hekabadtsement-i-kuvasaitsement-zapustili-pomolnuyu-ustanovku-moshchnostyu-1-mln-tonn-v-god/>

159. Laesche | От поставок помольного оборудования к комплексным проектным решениям / <https://jccement.ru/reading/stages/proektirovaniye-inzhiniring-konsalting/laesche-ot-postavok-pomolnogo-oborudovaniya-k-kompleksnym-proektnym-resheniyam/>

160. Ильина Л.В., Бердов Г.И., Мельников А.В. Влияние продолжительности и условий хранения портландцемента на его свойства / Известия вузов. Строительство. 2010. № 6. С. 19-23.

161. Химический отдел. Как рождается цемент: фотозксурсия по Теплоозёрскому заводу / <https://eaomedia.ru/news/583715/>

162. Проверка состава клинкера. Как рождается цемент: фотозксурсия по Теплоозёрскому заводу / <https://eaomedia.ru/news/583715/>

163. Управление и контроль качества на заводе «Азия Цемент» <https://skh21.ru/bloktur/upravlenie-i-kontrol-kachestva>

164. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Москва, «Металлургия». 1986. -544 с.;

165. Обеспыливание газов в цементной промышленности / <https://cyklon-en.ru/dedustine-gas-cement-industr.html>

166. Рукавные фильтры: принцип работы, устройство и характеристики / <https://fakel-f.ru/blog/20-09-19>

167. Чумаков В.Н. Обеспечение эффективности очистки технологических газов и аспирационного воздуха в производстве цемента на основе наилучших доступных технологий / <https://jccement.ru/reading/stages/ekologiya-i-bezopasnost/obespechenie-effektivnosti-ochistki-tehnologicheskikh-gazov-i-aspiratsionnogo-vozdukhav-proizvodst/>

168. Штрайф К. Scheuch / Рукавные фильтры ЕМС для обеспыливания пылевоздушной смеси цементных мельниц // <https://jccement.ru/reading/stages/pomol/scheuch-rukavnye-filtry-ems-dlya-obespylivaniya-pylevozdushnoy-smesi-tsementnykh-melnits/>

169. Научные основы создания электрогазоочистного оборудования нового поколения. Семибратово, 2018. 87 с.

170. Газоанализаторы Testo / <http://gasanalyzer.ru/testo-350/primenenie/promyshlennost/primer-primenenie-gazoanalizatora-na-tsementnom-proizvodstve.html>

171. Как делают цемент / Lafarge Cement. <https://kak-eto-sdelano.livejournal.com/25007.html>. 2012.

172. Правила по охране труда при производстве цемента. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2016. – 80 с.

173. Baumaterialien, Hoch- & Tiefbau / Baumaterialien, Hoch- & Tiefbau (tescan.com)

174. Самченко С.В. Формирование и генезис структуры цементного камня [Электронный ресурс]: монография / С.В. Самченко. Москва: НИУ МГСУ, 2016. 284 с.

175. Рудской А.И., Морачевский А.Г. Академик Александр Александрович Байков (к 140-летию со дня рождения) / Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование № 3, 2010. С. 255-258.

176. <http://ctcmetar.ru/stroitelnoe-materialovedenie/2132-portlandcement.html>

177. <http://ctcmetar.ru/stroitelnoe-materialovedenie/2133-raznovidnosti-cementov.html>

178. Злобин И.А., Zysk, Karl-Heinrich Dr., Борисов И.Н., Мандрикова О.С. Влияние вида применяемого помольного агрегата на гранулометрический состав продукта / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова № 5, 2014. С.164-168.

179. Галкин Ю.Ю., Удодов С.А. Фазовый анализ структуры цементного камня, изолированного при его раннем нагружении / Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018, №1, Том 5. С. 1-13. <https://t-s.today/PDF/21SAT5118.pdf>

180. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Изменение структуры цементного камня при твердении / <https://m350.ru/articles/more/v/id/94/>

181. Глухарев Н.Ф. Интенсификация замкнутых систем помола / Цемент и его применение №1, 2005. С. 42-46.

182. Глухарев Н.Ф. Энергосбережение в производстве цемента с использованием устройства «ЭКОФОР» / Цемент и его применение №1, 2002. С.19-21.

183. Глухарев Н.Ф. Электрофизический способ интенсификации сухого помола / Цемент и его применение №1, 2004. С.6-8.

184. Бикбау М.Я. Нанотехнологии в производстве цемента.- М.: ОАО «Московский институт материаловедения и эффективных технологий», 2008. - 768 с.

185. Бикбау М.Я. Открытие явления нанокапсуляции дисперсных веществ / Вестник Российской академии естественных наук. сер. Физика, №3, 2012. С. 27-35.

186. Бикбау М.Я. Наноцемент – основа эффективной модернизации заводов сборного железобетона / Журнал «ЖБИ и конструкции» № 1, 2012. С. 38-42.

187. Бикбау М.Я., Шикун В.Н. Наноцементы – будущее мировой цементной промышленности и технологии бетонов / https://bronicks.ru/uploads/editor/files/doklad/Doklad_Bikbaу_M.Ya.%2CShikun_V.N._na_russkom.pdf

188. ПНСТ 19 – 2014. Портландцемент наномодифицированный. Технические условия. Москва, Стандартинформ, 2015. 8 с.

Мухамедбаев А.А. Бор'ловчи moddalar (Umumqurilish sementlarini ishlab chiqarish texnologiyasi)

189. Мухамедбаев А.А., Мухамедбаев А.А., Яичников Я.М., Атаджанов Ш.Ю. Минеральная смесь для производства цемента / Научно-практический журнал Архитектура. Строительство. Дизайн. Ташкент, ТАСИ. №3-4, 2018. С. 99-101.

190. Яичников Я.М., Мухамедбаев А.А., Яичников А.М., Мухамедбаев А.А. Сухая минеральная смесь – сырье для помольных станций цемента / Сухие строительные смеси №6, 2018. Москва. С. 24-25.

191. Патент IAP № 05622 UZ. Способ получения вяжущих материалов / Яичников Я.М., Мухамедбаев А.А., Суянов Т.Х., Шакамалов К., Мухамедбаев А.А., Яичников Я.М., Атаджанов Ш.Ю. // Заяв.: 19.02.2014; опуб.: 31.07.2018. Бюл. № 7.

192. Тулаганов А.А. Строительные материалы разработанные в Узбекистане. Ташкент, Навруз, 2015.-87с.

193. Институту общей и неорганической химии 75 лет. I том. Сборник научных статей. Ташкент: Типография ФБ АН РУз. 2008. 356 с.

194. Иосиф Самуилович Канцпольский / <https://tashkentnamvat.ru/kancpolskij-iosif-samuilovich-uchenij-khimik-.html>

195. cyflowiki.org/wiki/Иосиф_Самуилович_Канцпольский

196. Доктору технических наук, профессору Темуру Азимовичу Атакузиеву 70 лет. Ташкент, 2006. 96 с.

197. Искандарова Мастура / <https://famous-scientists.ru/3705/>

198. Харченко Е.М., Ульева Г.А., Егорова Т.Г., Рахимбеков С.С. Переработка шлаков медеплавильного производства / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 7-1. 2015. С. 30-33. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6954>

199. Бабаев Н.Х. Известные ученые. Энциклопедия. <https://famous-scientists.ru/3556>

Qisqartmalar va shartli belgilar

C₃S – alit

C₂S – belit

C₃A – uch kalsiyli alyuminat

C₄AF – to‘rt kalsiyli alyumoferrit

AJ – aksiyadorlik jamiyati

MCHJ – ma‘suliyati cheklangan jamiyat

TK – to‘yinish koeffitsienti

n – silikat moduli

p – alyuminat moduli

CEM 0 - V – umumqurilish sementlarining qisqacha belgilanishi

K.J.Y. – kuydirish jarayondagi yo‘qotishlar

IES – issiqlik elektr stansiyasi

FIK – foydali ish koeffitsienti

Mundarija

№		bet
1	Kirish	3
2.	Qurilish sementini ishlab chiqarilish tarixi.....	4
3.	Sement bog'lovchisini ishlab chiqarilishining dunyo miqyosidagi zamonaviy holati.....	7
4.	Qurilish sementini ishlab chiqarilishining yurtimizdagi holati.....	9
5.	Sement klinkerini ishlab chiqarishdagi xomashyo materiallari.....	10
6.	Xomashyo materiallarini birlamchi maydalash	20
7.	Maydalovchi uskunalarning tashish mexanizmlari.....	27
8.	Xomashyo materiallarini kondan korxonaga yetkazib berish.....	28
9.	Xomashyo materiallarini saqlash.....	29
10.	Xomashyo materiallarini tuyish.....	31
11.	Sement klinkeri va uning asosiy minerallari.....	35
12.	Portlandsement klinkeri xomashyosining tarkibini hisoblash.....	39
13.	Klinkerning mineralogik tarkibini hisoblash formulalari.....	44
14.	Sement ishlab chiqarish usulining tanloviga ta'sir etuvchi omillar.....	44
15.	Sement ishlab chiqarish usullari va texnologik sxemalari.....	45
16.	Xomashyo aralashmasi tarkibini sozlash usullari.....	50
17.	Portlandsement klinkerini ho'l usulda ishlab chiqarishdagi xomashyo aralashmasi (shlam) ni tayyorlash uskunalari.....	52
18.	Sement ishlab chiqarishning ho'l usulida suyuq holatdagi xomashyo aralashmasi (shlam) ni saqlash hovuzlari.....	55
19.	Sement ishlab chiqarishning quruq usulida xomashyo materiallarini quritish.....	58
20.	Sement ishlab chiqarishdagi yoqilg'i turlari.....	60
21.	Sement ishlab chiqarishdagi aylanma pechlar va ularda kechadigan texnologik jarayonlar.....	66
22.	Aylanma pechdagi yoqilg'ining alangasiga bo'lgan asosiy talablar.....	77
23.	Quruq usulda klinker ishlab chiqarishdagi issiqlik almashinish qurilmalari.....	80
24.	Pechning qiyalik va material bilan to'ldirilish darajasi.....	83
25.	Aylanma pechlarda klinkerni kuydirish vaqtida ro'y beradigan jarayonlar.....	84
26.	Portlandsement klinkeri hosil bo'lish jarayoni borasidagi zamonaviy qarashlar.....	87
27.	Aylanma pechlarda chang hosil bo'lishi va uni ishlatilish yo'llari.....	89
28.	Yoqilg'ini yoqish qurilmalari.....	90

29. Aylanma pechlarda halqalarning hosil bo'lishi va ularning oldini olish yo'llari.....	95
30. Yuqori haroratlarni o'lchash.....	97
31. Pech sirt yuzasi haroratini teplovizor vositasida monitoring qilish.....	100
32. Klinkerni kuydirish aylanma pechining ichki himoya qoplamasi.....	103
33. Olovbardosh qoplamaning yemirilish mexanizmi.....	108
34. Olovbardosh qoplamadan foydalanishning o'ziga xos tomonlari	109
35. Kapital ta'mirdan so'ng aylanma pechlarni qaytadan ishga tushirish...	111
36. Sovutish uskunakari va ularda sodir bo'ladigan jarayonlar.....	113
37. Portlandsement klinkeri va qo'shimchalar	120
38. Sement tarkibidagi gips toshining vazifasi.....	121
39. Sement bog'lovchisi uchun mineral qo'shimchalar.....	122
40. Mineral qo'shimchalarning faollik (aktivlik) ko'rsatkichlari	129
41. Umumqurilish sementlarining sinflanishi.....	133
42. Umumqurilish sementlarining turlari.....	134
43. Sementni tuyish jarayonlari va uskunalari.....	138
44. Tuyish jarayonlarida sirt-faol moddalardan foydalanish.....	150
45. Sement bog'lovchisining maydalik darajasini baholash usullari.....	151
46. Sement tarkibidagi mineral qo'shimcha miqdorini aniqlash usullari...	153
47. Tayyor sementlarni siloslarda saqlash va qoplash.....	154
48. Sement ishlab chiqarishni nazorat qilish.....	158
49. Tuyish stansiyalarida sement ishlab chiqarish.....	161
50. Portlandsement bog'lovchisining xossalari.....	163
51. Sement ishlab chiqarishdagi laboratoriya nazorati.....	165
52. Sement ishlab chiqarishda changsizlantirish va changdan tozalash uskunalari.....	168
53. Gaz analizatorlarining sement sanoatida qo'llanilishi.....	176
54. Sement ishlab chiqarish korxonalarida mehnat muhofazasi.....	177
55. Sementning qotish jarayonlari.....	179
56. Sement ishlab chiqarish bo'yicha zamonaviy innovatsion g'oyalar.....	186
57. Yurtimiz sement sanoati va fanining rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar va ustozlar.....	189
58. Sement ishlab chiqarish uchun uskuna va qurilmalar ishlab chiqaruvchi ayrim korxonalar.....	205
<i>Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati</i>	206

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA-MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI
TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH INSTITUTI**

A.A.Muxamedbayev

**BOG'LOVCHI MODDALAR
(UMUMQURILISH SEMENTLARINI
ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI)**

*(O'qirv qo'llanma 5340500- "Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini
ishlab chiqarish" mutaxassisligi bo'yicha tahsil olayoigan oliy o'qirv yurti talabalari
uchun mo'ljallangan)*

**MUHARRIR: O. JUMABOYEV
TEXNIK MUHARRIR: O. MUXTOROV
MUSAHHIH: Y. ISOQAOVA
SAHIFALOVCHI: H. SAFARALIYEV**

Nashriyot litsenziyasi



4428

Bosishga ruxsat etildi 27.10.2022. Bichimi 60x84 ¹/₁₆.

Ofset qog'oz. Ofset bosma usulida bosildi.

"Cambria" gamiturasi. Shartli bosma taboq 14.

Adadi 50 nusxa.

"FAN VA TA'LIM" nashriyoti

Toshkent shahri, Shayxontohur tumani, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

Tel: +998 94 664 40 03. Sayt: fanvatalim.uz

"AKTIV PRINT" MChJ bosmaxonasida chop etildi.



Muxamedbayev Abdugafur Abduvaliyevich

26 iyul 1987 yil Toshkent shahrining Sirg'ali tumanida tavallud topgan. Millati-o'zbek. 7 yoshgacha 459-son maktabgacha ta'lim muassasi tarbiyalanuvchisi bo'lgan. 1 dan 7-sinfgacha 3-son o'rta ta'lim maktabida ta'lim olgan. 8-9 sinflarni 322-son o'rta ta'lim maktabida davom ettirgan. 2003-2006 yillarda Toshkent Davlat texnika universiteti qoshidagi Yangiyo'l akademik litseyida ta'lim olgan. 2006-2010 yillar Toshkent kimyo-

texnologiya instituti "Silikatlar texnologiyasi" kafedrasida bakalavriatura bosqichi talabasi. Mutaxassisligi - "Bog'lovchi materiallar kimyoviy texnologiyasi" (muhandis-texnolog). 2010-2012 yillar ushbu kafedraning magistratura bosqichi talabasi. 2011-2016 yillar O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institutida stajer-tadqiqotchi va kichik ilmiy xodim lavozimlarida faoliyat olib borgan. Shu bilan birga 2013-2019 yillar oralig'ida Toshkent arxitektura-qurilish institutida o'rindoshlik asosida pedagogik faoliyat olib borgan. 2017-2019 yillar Toshkent arxitektura - qurilish institutining "05.09.05 - Qurilish materiallari va buyumlari" ixtisosligi bo'yicha tayanch doktorantura talabasi. 2019-2021 yillar Toshkent arxitektura-qurilish instituti "Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalari texnologiyasi" kafedrasida katta o'qituvchi (falsafa fanlari doktori (PhD)) lavozimida faoliyat olib borgan. 2021 yil sentyabr oyidan mazkur kafedrada v.b. dosent lavozimida faoliyat olib bormoqda. Oilali, 1 o'g'il va 1 qiz farzandning otasi. Hozirgi kunga qadar yakka holda va xammualiflikda 8 ta ixtiro va 7 ta foydali model bo'yicha patent, 2 ta monografiya, 1 ta o'quv qo'llanma, 12 ta xorijiy va 17 ta OAK tasarufidagi mahalliy jurnallarda maqola hamda 90 ga yaqin turli nufuzdagi anjumanlarda tezislar chop ettirgan.

