

YULDASHEV T.R., RAXMATOV X.B., YULDASHEV N.T.,  
RIZAYEV Sh.A., JUMABOYEV B.O.

# NEFT VA GAZ SANOATINING QURILMALARI VA NEFT VA GAZ QAYTA ISHLASH QURILMALARINI TAKOMILLASHTIRISH

*O'QUV QO'LLANMA*



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA‘LIM,  
FAN VA INNOVATSIYA VAZIRLIGI  
QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT INSTITUTI**

**YULDASHEV T.R., RAXMATOV X.B., YULDASHEV N.T.,  
RIZAYEV Sh.A., JUMABOYEV B.O.**

**“NEFT VA GAZ SANOATINING QURILMALARI” VA “NEFT  
VA GAZ QAYTA ISHLASH QURILMALARINI  
TAKOMILLASHTIRISH”  
FANLARIDAN AMALIY MASHG‘ULOT BO‘YICHA O‘QUV  
QO‘LLANMA**

**70721103 – “NEFT – GAZNI QAYTA ISHLASH JARAYONLARI  
VA APPARATLARI” MAGISTRATURA MUTAXASSISLIGI  
UCHUN**

**QARSHI- 2023**

Yuldashev T.R., Raxmatov X.B., Yuldashev N.T., Rizayev Sh.A., Jumaboyev B.O. 70721103 – “Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va apparatlari” magistratura mutaxassisligi uchun “Neft va gaz sanoatining qurilmalari” va “Neft va gaz qayta ishlash qurilmalarini takomillashtirish” fanlaridan tayyorlangan o‘quv qo‘llanma. O‘quv qo‘llanma “Neft – gaz sanoatining qurilmalari” magistr mutaxassislar hamda shu sohada faoliyat olib borayotgan mutaxassislar uchun mo‘ljallangan. Qarshi-2023.- 194 bet.

O‘Qda neft-gaz sanoatining qurilmalari, neft va gazni qayta ishlash jarayonlari, gazlarni tozalash tizimlari, qattiq materiallarni maydalashda qo‘llaniladigan mashinalar, issiqlik o‘tkazish asoslari va issiqlik almashinish uskunalari, quvurli pechlar, rektifikatsiya kolonnalari va flegmalar, absorbsiya to‘g‘risida umumiy tushinchalar, absorbsiya, desorbsiya va adsorbsiya jarayonlarini larni olib borish tartiblari, suyuqliklarni ekstraksiya jarayonlari, gazlarni quritish, neftkimyoviy jarayonlar va ularning nazariy asoslari, reaktorlarning tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

**Taqrizchilar** Navoiy davlat konchilik instituti “Kimyoviy texnologiya” kafedrası professorı, k.f.d. B.F.Muxiddinov  
Qarshi muhandislik – iqtisodiyot instituti “Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrası professor v.b., dotsent E.N.Do‘stqobilov

*Institut Uslubiy Kengashining 2022 yil 26 noyabrdagi №4 son yig‘ilishi qarori bilan o‘quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.*

## **M u n d a r a j a**

### **Co'z boshi**

#### **1. AMALIY MASHG'ULOT**

- |   |    |
|---|----|
| 1.1. O'zbekistonda neft-gaz sanoatining rivojlanishi                                    | 8  |
| 1.2. Neft-gazni qayta ishlash jarayonlari va us-kunalari fanining mazmuni va maqsadlari | 11 |

#### **2. AMALIY MASHG'ULOT**

- |  |    |
|--|----|
| 2.1. Gaz, suyuqlik va qattiq moddalarning fizik-texnikaviy xossalari | 14 |
|--|----|

#### **3-AMALIY MASHG'ULOT**

- |  |    |
|--|----|
| 3.1. Tindirish uskunalarini tartiblarini o'rganish bo'yicha umumiy ma'lumotlar | 18 |
| 3.2. Markazdan qochma kuch maydonida cho'ktirish                               | 20 |

#### **4-AMALIY MASHG'ULOT**

- |                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 4.1. Elektr maydonida cho'ktirish | 30 |
|-----------------------------------|----|

#### **5-AMALIY MASHG'ULOT**

- |   |    |
|---|----|
| 5.1. Gazlarni suyuqlik yordamida tozalash | 36 |
|---|----|

#### **6-AMALIY MAVZU**

- |                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 6.1. Mexanik usul bilan aralashtirish | 39 |
| 6.2. Pnevmatik aralashtirish          | 42 |

#### **7-AMALIY MASHG'ULOT**

- |  |    |
|--|----|
| 7.1. Umumiy tushunchalar                 | 46 |
| 7.2. Maydalash mashinalarining tuzilishi | 46 |

#### **8-AMALIY MASHG'ULOT**

- |  |    |
|--|----|
| 8.1. Maydalanish mashinalarini hisoblash | 53 |
|--|----|

#### **9-AMALIY MASHG'ULOT**

- |   |    |
|---|----|
| 9.1. Issiqlik o'tkazishinig asosiy tenglamasi | 56 |
|---|----|

#### **10-AMALIY MASHG'ULOT**

- |   |    |
|---|----|
| 10.1. Issiqlik almashinish uskunolari to'g'risida umumiy tushunchalar | 61 |
|---|----|

#### **11-AMALIY MASHG'ULOT**

- |                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 11.1. Yuzali issiqlik almashgichlar | 64 |
|-------------------------------------|----|

#### **12-AMALIY MASHG'ULOT**

- |  |    |
|--|----|
| 12.1. Namlanuvchi issiqlik almashgichlar | 72 |
|--|----|

<b>13-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
13.1. Quvurli pechlar haqida umumiy tushunchalar	80
13.2. Quvurli zmeyevikni gidravlik hisoblash	81
<b>14-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
14.1. Suyuqliklarni haydash umumiy tushunchalar	85
14.2. Rektifikatsion kolonnaning moddiy balansi	86
<b>15-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
15.1. Flegma soni	90
15.2. Rektifikatsiya jarayoniga ta'sir etuvchi omillar	93
<b>16-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
16.1. A b s o r b s i y a umumiy tushunchalar	98
16.2. Absorbsiya tezligi	99
<b>17-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
17.1. Absorberlarning tuzilishi	103
<b>18-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
18.1. Rektifikatsion va absorbsion kolonnalarning asosiy rusumlari va kolonnali uskunalarni sinflash	107
18.2. Tarekali kolonnalar	107
<b>19-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
19.1. A d s o r b s i y a umumiy tushunchalar	113
19.2. Adsorbentlarning turlari va ularning xossalari	114
<b>20-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
20.1. Adsorberlarning tuzilishi	117
20.2. Desorbsiya	124
<b>21-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
21.1. Suyuqliklarni ekstraksiyalash umumiy tushunchalar	126
21.2. Ekstragentlarni tanlash	127
<b>22-AMALIY MASHG'ULOT</b>	
22.1. Q u r i t i s h umumiy tushunchalar	130
22. Quritish uskunalarining tuzilishi	131
<b>23 –AMALIY MASHG'ULOT</b>	
23.1. Mahsulotlar sohib beriladigan quritgichlar	134
23.2. Mavhum qaynash qatlamli quritkichlar	135
<b>24-AMALIY MASHG'ULOT</b>	

24.1. Quritgichlarni sinflash	142
24.2. Quritish jarayonlarini jadallashtirish	143
<b>25-AMALIY MASHG‘ULOT</b>	
25.1. Neftkimyoviy jarayonlarning nazariy asoslari va umumiy tushunchalar	145
<b>26-AMALIY MASHG‘ULOT</b>	
26.1. Neftkimyoviy jarayonlarni sinflash	149
<b>27-AMALIY MASHG‘ULOT</b>	
27.1. Kimyoviy reaktorlar va reaktorlarni sinflash	152
<b>28-AMALIY MASHG‘ULOT</b>	
28.1. Reaktorlarning tuzilishi	157
<b>29-20 AMALIY MASHG‘ULOTLAR</b>	
29.1. ASOSIY ATAMALARNING TA’RIFI	163
ILMIY-TADQIQOT ISHLARINI OLIB BORISH	173
UCHUN MAVZULAR	
TEST SAVOLLARIDAN NAMUNALAR	177

## SO‘Z BOSHI

O‘zbekistonda neft-gazni qayta ishlash sanoati yaxshi rivojlanayotgan tarmoqlardan biri bo‘lib, uning xalq xo‘jaligidagi salmog‘i mamlakatimiz mustaqillikka erishgandan so‘ng yildan yilga ortib bormoqda. Ushbu sohaga tegishli sanoat korxonalarini zamonaviy asbob-uskuna va qurilmalar bilan jihozlangan bo‘lib, ularda eng ilg‘or texnologiyalar asosida mahalliy xom ashyolar qayta ishlanib, tayyor mahsulotlar (benzin, aviakerosin, aviabenzin, dizel yonilg‘isi, neft moylari, suyultirilgan gaz, polietilen granulari, oltingugurt va boshqalar) olinmoqda.

Respublikamiz kimyogar olimlari va mutaxassislari oldida hali o‘z yechimini kutayotgan ulkan muammolar turibdi. Bu muammolar jumlasiga qovushqoqligi katta bo‘lgan neftlarning oquvchanligini ko‘paytirish, suv-neft emulsiyalarini parchalash uchun samarali deemulgatolarni sintez qilish, neft xom ashyosini birlamchi tozalash uchun yangi usullarni izlab topish, xom ashyo va neft mahsulotlarini issiqlik ta‘sirida qayta ishlash jarayonlarini takomillashtirish, neftni qayta ishlash darajasini oshirish, gidrogenizatsion jarayonlarni jadallashtirish uchun o‘ta faol katalizatorlarni yaratish, gaz kondensati tarkibidan har xil erituvchilarni olishni tashkil etish, texnikaning turli sohalari uchun mahalliy xom ashyolar asosida moylash materiallari olishni kengaytirish, neft mahsulotlarining sifat ko‘rsatgichlarini yaxshilash maqsadida ularga oz miqdorda qo‘shiladigan moddalarni sintez qilish, ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida ishlatiladigan tabiiy gazni chuqur va kompleks tozalash, chiqindisiz va kam energiya talab qiladigan texnologik jarayonlarni kashf etish, tabiiy gazdan suyuq yonilg‘i olish texnologiyasini yaratish, yuqori samarali texnologik qurilmalarni ishlab chiqish, asbob-uskuna va jihozlarni korroziya va yemirilishdan saqlashning samarali yo‘llarini topish, ishlab chiqarishning suyuq va gazsimon chiqindilarini yaxshi tozalaydigan zamonaviy uskunalarni taklif etish kabilarni kiritish mumkin.

Neft va gazni qayta ishlash sanoati korxonalarida uglevodородli xom ashyolarni zamonaviy texnologiyalar asosida qayta ishlab, xalq

xo'jaligi uchun muhim bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishni tashkil etish va boshqarish hamda fan va texnika yutuqlaridan amaliyotda doimo foydalanib borish uchun yuqori malakali muhandis kadrlar (bakalavr va magistrlar) kerak, albatta. O'zbekiston Respublikasining ta'lim to'g'risidagi qonuni va Kadrlar tayyorlash milliy dasturi talablaridan kelib chiqqan holda bakalavr va magistrlar har tomonlama bilimdon, ilg'or davlatlar tajribalari bilan tanish, yangi ilmiy g'oyalar va texnikaviy yechimlarni yaratish qobiliyatiga ega bo'lishlari zarur. Kadrlar o'ziga xos zamonaviy tafakkurli, bilimli, malakali va ayni paytda yuksak ma'naviy komillik sifatlariga ega bo'lishi, O'zbekistonning kelajagi, mustaqilligimiz kelajagi uchun ma'sul, jonkuyar, fidoyi insonlar bo'lmog'i kerak. Bakalavriyat va magistratura talabalarining chuqur va mustahkam bilim olishlarida «Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunalari» fani katta ahamiyatga molikdir.

Oliy o'quv yurtlari talablari uchun «Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va apparatlari» magistratura mutaxassisligi fani bo'yicha hozirgi kungacha o'zbek tilida zamonaviy darsliklar yaratilgani yo'q. Bu MMT va O'Q talablarga o'z ixtisosliklarini chuqur egallashga, ularning texnikaviy bilimlarini mustahkamlashga, qanday qilib ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va texnologik uskunalardan unumli va muqobil rejimda foydalanish mumkinligini o'rgatadi.

O'Q asosan 70721102-«Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va apparatlari» mutaxassisligi bo'yicha ta'lim oladigan talabalarga mo'ljallangan.

## **1-AMALIY MASHG'ULOT**

### **1.1. Neft-gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunalari fanining mazmuni va maqsadlari**

Ma'lum bir sharoitlarda tabiat va ishlab chiqarishda moddalar holatining o'zgarishlari jarayonlar deb yuritiladi. Atrof muhitda yuz beradigan hodisalarni tabiiy jarayonlar deb ataladi. Bunday jarayonlarga, masalan, quyidagilar kiradi: suv havzalari yuzasidan suvning bug'lanishi, turli omillar ta'sirida yer qatlami yuzasining isishi yoki sovishi, muzning erishi, suvning daryo va suv havzalaridagi harakati, turli materiallardan namlikning ajralib chiqishi va boshqalar.

Tabiiy jarayonlarni o'rganish natijasida olingan ma'lumotlar hamda fan va texnika yutuqlari asosida, tabiatning mahsuli bo'lgan xomashyoni qayta ishlab, undan sanoat miqyosida ishlab chiqarish vositalari va iste'mol mahsulotlari olish maqsadida turli jarayonlar tashkil etiladi. Bunday jarayonlarni texnologik jarayonlar deb ataladi. Masalan, neft xom ashyosini kimyoviy texnologiya yo'llari asosida qayta ishlab, undan turli motor yonilg'ilari, moylash materiallari, erituvchilar, gudron, oltingugurt va boshqa mahsulotlar olinadi.

Kimyoviy texnologiya fanining asosiy maqsadi – tabiiy va sun'iy xom ashyolarni eng tejimli va ekologik jihatdan toza usullar yordamida qayta ishlab, kerakli materiallar hamda mahsulotlar olishdan iborat. Zamonaviy kimyoviy texnologiya tabiiy va texnika fanlarining yutuqlariga asoslanib, fizikaviy va kimyoviy jarayonlar, mashinalar va uskunalarning birligini, sanoat miqyosida turli moddalar, mahsulotlar, materiallar va buyumlarni ishlab chiqarish, texnologik jarayonlarni eng qulay yo'llar bilan olib borish, ularni boshqarish muammolarini o'rganadi.

Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi bir necha bosqichlarni o'z ichiga oladi: neft va gazni birlamchi qayta ishlash; termik va katalitik krekning; platforming; gidrotozalash; moylarni deparafinizatsiya qilish va boshqalar. Neft va gazni qayta ishlashda kimyoviy texnologiyaning xilma-xil jarayonlari qo'llaniladi: rektifikatsiya, absorbsiya, ekstraksiyalash, adsorbsiya, quritish, kristallanish, tindirish, filtrlash, sentrifugalash va boshqalar. Bulardan tashqari, turli kimyoviy

va katalitik jarayonlar (piroliz, katalitik kreking, riforming, gidrotozalash va boshqalar) ham ishlatiladi.

Neft va gazni ishlashdagi xilma-xil jarayonlarni amalga oshirish uchur turli ish rejimlarida ishlaydigan uskunalardan foydalaniladi: masalan, harorat-60<sup>0</sup>C (moy ishlab chiqarishdagi kristallanish jarayoni) dan 800-900<sup>0</sup>C gacha (piroliz), bosim esa chuqur vakuum (og'ir neft qoldiqlarini qayta ishlash) dan 150 MPa (polietilen ishlab chiqarishda) gacha o'zgarishi mumkin.

Umuman olganda, neft va gazni qayta ishlashda gidromexanik, mexanik, issiqlik almashinish, modda almashinish va kimyoviy jarayonlar va uskunalari ishlatiladi.

“Neft – gaz sanoatining qurilmalari” fanidan O‘Q asosan 70721103-«Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va apparatlari» mutaxassisligi bo'yicha ta'lim oladigan talabalarga mo'ljallangan.

Ta'lim yo'nalishi asosida bakalavr va magistrlik tayyorlashda muhim ahamiyatga ega bo'lib, mutaxassislar uchun quyidagi vazifalarni hal etish imkoniyatlarini yaratib beradi:

Ishlab turgan neft va gaz sanoati korxonalarida eng maqbul (ya'ni optimal) texnologik rejimlarni tanlash, zamonaviy uskunalarning yuqori unumdorlik bilan ishlashi, mahsulotlarning sifatini yaxshilash, ekologiya muammolarini muvaffaqiyatli yechish.

Loyihalash paytida yuqori samarali va kam chiqindili texnologik sxemalarni yaratish va uskunalarning eng maqbul rusumlarini tanlash.

Tanlangan uskunalarni zamonaviy hisoblash vositalari yordamida texnik jihatdan to'g'ri va ilmiy asoslangan uslublar bilan hisoblash, neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunalarni hisoblashning prinsipial jihatdan yangi uslublarini ishlab chiqish.

Neft kimyosi va neft-gazni qayta ishlash sohalari bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish paytida jarayonlarning borish tezligini aniqlaydigan omillarni o'rganish, ularni hisoblash bo'yicha umumlashgan bog'liqliklarni olish va laboratoriya tadqiqotlari natijalarini tezlik bilan amaliyotga joriy etish.

Shunday qilib, “Jarayonlar va uskunalari” fani asosida texnologik jarayonlarni hisoblash va tahlil qilish, ularning eng maqbul kattaliklarini

topish, kerakli uskunalarni loyihalash va ularni hisoblash mumkin. Ushbu fan mashina va uskunalarni oqilona ishlatish haqida ham ma'lumot beradi hamda ularning quvvatini oshirish usullarini o'rgatadi. "Jarayonlar va uskunalar" fanida asosiy jarayonlarning nazariyasi, ushbu jarayonlar amalga oshiriladigan mashina va uskunalarning tuzilish prinsiplari va ularni hisoblash uslublari o'rganiladi. Asosiy jarayonlarning qonuniyatlarini o'rganish va uskunalarni hisoblash uslublarini tuzishda gidromexanika, fizika, neft va gaz kimyosi, fizikaviy kimyo, termodinamika, qattiq jism mexanikasi, kimyoviy kinetika kabi fanlarning fundamental qonunlari asos qilib olinadi.

Oxirgi yillarda fanda yangi yo'nalish – nanotexnologiya yuzaga keldi. Nanotexnologiyaning asosiy mohiyati – kerakli atomni birorta zamonaviy asbob-uskuna yordamida tegishli molekulaning tarkibiga oldindan xisoblab chiqilgan sxema asosida "joylashtirishdan" iborat. Ushbu texnologiyaning maqsadi – atomlardan tegishli xossalarga ega bo'lgan moddalarni olish. Bu sohada olimlar tomonidan dastlabki qadamlar qo'yildi. Nanotexnologiya yordamida kelgusida ekologik jihatdan o'ta sof moddalarni olish imkoniyati paydo bo'ladi, bunday texnologiya chiqindisiz ishlaydi, albatta. Bunday maqsad – hozircha yaxshi niyatdir. Shu kunda esa neft-gazni qayta ishlash sanoatining bir qator muhim muammolari (masalan: neftni qayta ishlash korxonalarida katta hajmda paydo bo'ladigan bug'-havo aralashmalari tarkibidan yengil uchuvchan uglevodorodlarni ajratib olish; tabiiy gazni mexanik aralashmalar, namlik va oltingugurt birikmalaridan kompleks usul bilan chuqur tozalash; tabiiy gazni chuqur qayta ishlab, undan etan, propan, butan hamda suyuq yonilg'i olish) "Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va qurilmalar" fanining yutuqlari asosida hal qilinmoqda.

## **1.2.Modda va energiyaning saqlanish qonunlari**

Modda va energiyaning saqlanish qonunlari "Jarayonlar va uskunalar" fanida alohida o'rinni egallaydi. Ushbu fanda modda va energiyaning saqlanish qonunlari moddiy va energetik balanslar shaklida ishlatiladi. Masalan, uskunada (1.1 -rasm) qandaydir jarayon ro'y

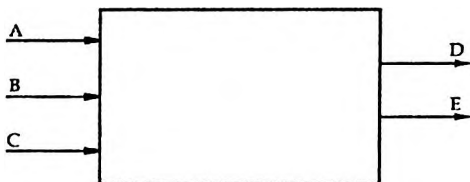
bermoqda. Bu uskunaga jarayonda qatnashayotgan  $A$ ,  $V$  va  $S$  komponentlari kirmoqda. Ushbu komponentlar gaz, bug‘, suyuqlik yoki qattiq holatda bo‘lishi mumkin. Uskunada ro‘y bergan jarayon natijasida hosil bo‘lgan moddalar  $D$  va  $YE$  uskunadan chiqariladi. Ma‘lumki, uskunaga kirayotgan moddalarning massaviy yig‘indisi uskunadan chiqayotgan moddalarning massaviy yig‘indisidan ko‘p ham, kam ham bo‘lishi mumkin emas. Bu holat moddalarning saqlanish qonunidan kelib chiqadi. Natijada quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$m_A + m_B + m_C = m_D + m_E, \quad (1.1)$$

бу ерда  $m_A, m_B, m_C, m_D, m_E$  –  $A, B, C, D, E$  компонентларнинг массалари. (1.1) тенглама моддий балансни ифода қилади.

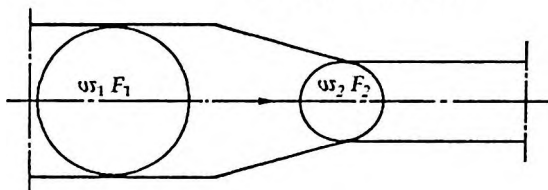
(1.2)

1.1–rasm. Moddiy balans sxemasi



Harakatdagi oqim uchun moddaning saqlanish qonuni uzluksizlik tenglamasi orqali ifoda qilinadi. Uskunaning (1.2-rasm) ikkita kesimlari  $F_1$  va  $F_2$  orqali  $W_1$  va  $W_2$  tezliklar bilan o‘tayotgan oqim uchun uzluksizlik tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$F_1 W_1 = F_2 W_2.$$



1.2–rasm. Harakatdagi sistemalar uchun oqimning uzluksizligi.

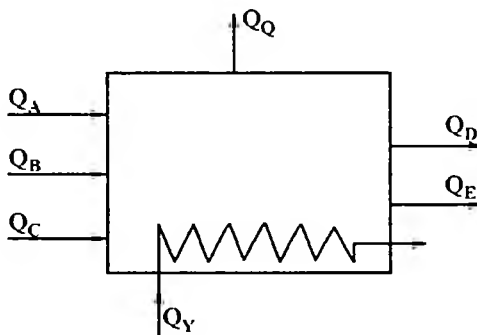
Uskunaga kirayotgan yoki undan chiqayotgan modda o‘zida ma‘lum miqdorda energiyani ushlaydi. Uskunaga tashqaridan

qo'shimcha energiya (masalan, elektr toki yordamida qizdirish) ham kiritilishi mumkin. Jarayon davomida energiyaning ma'lum bir qismi atrof muhitga tarqalib yo'qoladi (1.3-rasm).

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$Q_A + Q_B + Q_C + Q_Q = Q_D + Q_E + Q_Y, \quad (1.3)$$

bu yerda  $Q_A, Q_B, Q_C$  -  $A, B$  va  $C$  komponentlar bilan uskunaga kirgan issiqlik miqdorlari;  $Q_D, Q_E$  -  $D$  va  $E$  komponentlar orqali uskunadan chiqqan issiqlik miqdorlari;  $Q_Q$  - uskunaga tashqaridan kiritilgan qo'shimcha



1.3–rasm. Energetik balans sxemasi.

issiqlik miqdori;  $Q_Y$  - atrof muhitga tarqalib yo'qolgan issiqlik miqdori.

(1.3) tenglama energetik balansni ifoda qiladi. Xususi holatda ushbu tenglama issiqlik balansini bildiradi.

Moddiy va issiqlik balansi tenglamalari texnologik jarayonlarni o'rganishda keng ishlatiladi.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. O'zbekiston neft va gaz zahiralarning umumiy miqdori va qiymati qanday raqamlar bilan ifoda qilinadi?

2. «O'zbekneftgaz» milliy xolding kompaniyasi korxonalarida qanday mahsulotlar ishlab chiqariladi?

3.Hozirgi kunda respublikamizda yiliga qancha tabiiy gaz va suyuq uglevodorodlar qazib olinmoqda?

4.Neft-gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunalari fanining asosiy maqsadi nimadan iborat?

5.«Jarayonlar va uskunalar» fani qanday maqsadlarni hal etish imkoniyatlarini yaratib berdi?

6.Fandagi yangi yo‘nalishi – nanotexnologiyaning asosiy mohiyatini qanday ta’riflash mumkin?

## 2-AMALIY MASHG'ULOT.

### 2.1. Gaz, suyuqlik va qattiq moddalarning fizik-texnikaviy xossalari

Asosiy jarayonlar va uskunalarni hisoblashda o'zaro ta'sir qilayotgan muhitlarning fizik-texnikaviy kattaliklarining qiymatlari (zichlik, solishtirma og'irlik, qovushqoqlik, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, solishtirma issiqlik sig'imi, harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti va boshqalar) ni bilish zarur bo'ladi.

**Zichlik.** Hajm birligidagi bitta komponentdan tashkil topgan bir jinsli moddaning massasi zichlik deb ataladi  $\rho$  va bilan belgilanadi:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2.1)$$

bu yerda –  $m$  – massa, kg;  $V$  – hajm,  $m^3$ . Xalqaro birliklar sistemasi (SI) da zichlik  $kg/m^3$  da o'lchanadi.

Birorta moddaning zichligini ( $\rho$ ) suvning zichligiga ( $\rho_s$ ) nisbati nisbiy zichlik deb ataladi:

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_s} \quad (2.2)$$

Kimyoviy jihatdan bir jinsli bo'lgan moddalarning zichligi maxsus adabiyotlarda berilgan bo'ladi. Toza modda suyuq eritmalarining zichligi konsentratsiya va haroratga bog'liq bo'ladi. Odatda eritmalarining zichligi jadval holida berilgan bo'ladi yoki empirik tenglamalar yordamida aniqlanadi.

Ikkita komponent ( $a$  va  $b$ ) dan tashkil topgan turli jinsli sistemaning zichligi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\rho = \left( \frac{m_a}{\rho_a} + \frac{m_b}{\rho_b} \right)^{-1}, \quad (2.3)$$

bu yerda  $m_a$  –  $a$  komponentning aralashmadagi massaviy ulushi, kg/kg;  $m_b = 1 - m_a$  –  $b$  komponentning aralashmadagi massaviy ulushi, kg/kg;  $\rho_a$  va  $\rho_b$  –  $a$  va  $b$  komponentlarning zichliklari,  $kg/m^3$ .

Gaz va bug'larning zichliklari suyuqlik va qattiq moddalarning zichliklariga nisbatan taxminan ming marta kam bo'ladi.

**Solishtirma og'irlik.** Hajm birligidagi moddaning og'irligi solishtirma og'irlik deb ataladi va  $\gamma$  bilan belgilanadi:

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad (2.4)$$

bu yerda  $G$  – suyuqlikning og'irligi, N. SI ga binoan solishtirma og'irlik  $N/m^3$  da o'lchanadi. Massa bilan og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$m = \frac{G}{g}, \quad (2.5)$$

bu yerda  $g$  – erkin tushish tezlanishi,  $m/s^2$ .

Massaning miqdorini (1.4) tenglikka qo'ysak, zichlik bilan solishtirma og'irligining o'zaro bog'lanish nisbati kelib chiqadi:

$$\gamma = \rho g. \quad (2.6)$$

Zichlikka teskari bo'lgan kattalik solishtirma hajm deb ataladi va  $\nu$  ( $m^3/kg$ ) bilan ifodalanadi:

$$\nu = \frac{1}{\rho} = \frac{V}{m}. \quad (2.7)$$

**Qovushqoqlik.** Haqiqiy suyuqliklar quvur bo'ylab harakatlanganda, uning ichida hosil bo'lgan ishqalanish kuchlari ( $T$ ) Nyuton qonuni bilan ifodalanadi:

$$T = \mu F \frac{dw}{dn}, \quad (2.8)$$

bu yerda  $F$  – ishqalanish yuzasi;  $\frac{dw}{dn}$  tezlik gradiyenti;  $\mu$  – qovushqoqlikning dinamik koeffitsiyenti. Qovushqoqlikning dinamik koeffitsiyenti SI ga binoan quyidagi birlikda o'lchanadi:

$$\mu = \frac{T}{F \left( \frac{dw}{dn} \right)} = \frac{H}{m^2 \left( \frac{m/s}{m} \right)} = \frac{H \cdot s}{m^2} = Pa \cdot s.$$

Динамик қовушқоқлик коэффициентининг шу суюқлик зичлигига нисбати кинематик қовушқоқлик дейилади ва  $\nu$  bilan belgilanadi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (2.9)$$

SI da kinematik qovushqoqlik  $m^2/s$  birligida o'lchanadi.

Haroratning ortishi bilan suyuqlikning qovushqoqligi kamayadi, gazlarda esa ortadi. Suyuqliklarning qovushqoqligi gazlarnikiga nisbatan bir necha marta katta bo'ladi.

Nyutonning ichki ishqalanish qonuniga bo'ysunadigan suyuqliklar (masalan, suv, spirt, benzol) nyuton suyuqliklari deyiladi. Neft, kolloid eritmalar, moyli bo'yoqlar, smolalar, past haroratda ishlatiladigan surkov moylari nyuton suyuqliklari qatoriga kirmaydi; bunday suyuqliklar nonyuton suyuqliklar deb yuritiladi.

**Issiqlik o'tkazuvchanlik.** Harorat gradienti ta'sirida bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz harakati natijasida issiqlikning tarqalishi issiqlik o'tkazuvchanlik deb ataladi. Bir jinsli tekis devor orqali o'tgan issiqlik oqimi quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin.

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} F \Delta t, \quad (2.10)$$

bu yerda  $\lambda$  – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;  $\delta$  -devor qalinligi;  $F$  – issiqlik o'tayotgan yuza;  $\Delta t$  – devorning ikkala tomonidagi haroratlar farqi.

Oxirgi tenglama orqali  $\lambda$  ning SI dagi o'lchov birligini topamiz:

$$\lambda = \frac{Q\delta}{F\Delta t} = \frac{J/s \cdot m}{m^2 \cdot K} = \frac{W}{m \cdot K}$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati haroratga, bosimga va moddaning turiga bog'liq.

**Solishtirma issiqlik sig'imi.** Bu kattalik moddaning o'zida issiqlik energiyasini ushlab qobiliyatini ko'rsatadi. Solishtirma issiqlik sig'imi deganda moddaning massa birligi haroratini bir gradusga ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori tushuniladi. Solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi tenglama orqali topilishi mumkin

$$c = \frac{Q}{m\Delta t}, \quad (2.11)$$

bu yerda  $Q$  – jismni isitish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori;  $m$  – jismning massasi;  $\Delta t$  – jarayonning oxirgi va boshlang'ich haroratlari

oralig'idagi farq. SI da solishtirma issiqlik sig'imi J/kg·K birligida o'lchanadi.

Gaz, bug', suyuqlik va qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'implari odatda tajriba natijalari orqali topiladi.

**Harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.** Agar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti jismning issiqlik energiyasini o'tkazish qobiliyatini belgilasa, harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti esa jismning issiqlik inersion xossalarini ifoda qiladi. Bu koeffitsiyent jismning fizikaviy kattaligi hisoblanib, haroratning o'zgarish tezligini bildiradi.

Harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti ( $\alpha$ , m<sup>2</sup>/s) quyidagi nisbat orqali aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{\lambda}{s \cdot \rho}, \quad (2.12)$$

bu yerda  $\lambda$  – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;  $s$  – solishtirma issiqlik sig'imi;  $\rho$  – zichlik.

Harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti moddaning kompleks xossalarini belgilaydigan muhim kattalik bo'lib, (2.12) tenglama bilan aniqlanadi yoki tajriba orqali topiladi. Bu koeffitsiyentning son qiymati haroratga, zichlikka, moddaning tarkibiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Jarayonlar va uskunalarni hisoblash tartibi. Yangi uskunalarni yaratish uchun qanday talablar qo'yiladi?

2. Uskunalarining ishlarini qanday usullar bilan jadallashtirish mumkin?

3. Neft va gazning fizik-texnikaviy xossalarini qanday kattaliklar orqali ifoda qilish mumkin?

4. O'xshash hodisalarning guruhlariga bo'linishi. O'xshashlik nazariyasi qanday teoremlar orqali ifoda qilinadi?

5. Fizik va matematik modellashtirishning mohiyatlari nimadan iborat?

### 3-AMALIY MASHG'ULOT.

#### 3.1. Tindirish uskunalarini tartiblarini o'rganish bo'yicha umumiy ma'lumotlar

Har xil fazalardan (masalan, suyuqlik-qattiq modda, suyuqlik-gaz va hakoza) tashkil topgan aralashmalar turli jinsli sistema deb ataladi. Ko'pchilik turli jinsli sistemalar ishlab chiqarish sharoitida texnologik jarayonlarni amalga oshirish paytida hosil bo'ladi. Har qanday turli jinsli sistema ikki yoki undan ko'p fazalardan tashkil topgan bo'ladi. Zarrachalari juda maydalangan holatdagi faza dispers yoki ichki faza deyiladi. Dispers faza zarrachalarini o'rab olgan faza esa dispersion yoki tashqi faza deyiladi.

Fazalarning fizik holatiga ko'ra turli jinsli sistemalar quyidagi guruhlarga bo'linadi: suspenziyalar, emulsiyalar, ko'piklar, changlar, tutunlar, tumanlar.

Suyuqlik va qattiq modda zarrachalaridan tashkil topgan aralashmalar suspenziya deyiladi. Qattiq modda zarrachalarining o'lchamiga ko'ra sus-penziyalar shartli ravishda quyidagi turlarga bo'linadi: dag'al suspenziyalar (zarrachalar o'lchami 100 mkm dan ortiq); mayin suspenziyalar (zarrachalar o'lchami 0,5 (100 mkm); loyqasimon suspenziyalar (zarrachalar o'lchami 0,1 (0,5 mkm atrofida); kolloid eritmalar (zarrachalar o'lchami 0,1 mkm dan kichik).

Emulsiyalar ikki xil o'zaro aralastirilgan suyuqliklardan iborat bo'lib, bunda birinchi suyuqlikning ichida ikkinchi suyuqlikning tomchilari tarqatilgan bo'ladi. Dispers faza zarrachalarining keng intervalda o'zgarishi mumkin. Odatda emulsiya og'irlik kuchi ta'sirida qatlamlarga ajralib ketishi mumkin. Agar tomchining o'lchami ancha kichik (0,4 (0,5 mkm dan kam) bo'lsa yoki stabilizatorlar qo'shilgan holda emulsiyalar turg'un bo'ladi. Dispers fazaning konsentratsiyasi ortishi bilan fazaning inversiyasi (ya'ni o'zaro almashinishi) sodir bo'lishi mumkin.

O'z tarkibida gaz pufakchalari tutgan suyuq sistemalar ko'piklar deb ataladi. Suyuqlik – gaz sistemasi o'zining xossalariga ko'ra emulsiyalarga yaqin turadi. Bir qator gidromexanik va modda

almashinish uskunalarida (barbotajli skrubber, g'alvirsimon likopchali absorber va hakozo) suyuqlik qatlamidan gazning o'tish jarayonida ko'pikli qatlamlar hosil bo'ladi.

O'z tarkibida qattiq moddaning mayda zarrachalarini tutgan gaz sistemalariga changlar deb ataladi. Chang odatda qattiq moddalarni mexanik usullar bilan maydalash va ularni bir joydan ikkinchi joyga uzatish paytida hosil bo'ladi. Chang tarkibidagi qattiq zarrachalar o'lchami 5(100 mkm oralig'ida bo'ladi.

Tutunlar tarkibida o'lchami 0,3(5 mkm ga teng bo'lgan qattiq modda zarrachalari bo'ladi. Tutunli bug' (yoki gaz) larning suyuq yoki qattiq holatga kondensatsiyalash yo'li bilan o'tishida tutunlar hosil bo'ladi. Bundan tashqari, tutunlar qattiq yonilg'ilarning yonishi paytida ham paydo bo'ladi.

Tumanlar suyuq va gaz fazalaridan tashkil topgan bo'ladi. Masalan, suv bug'larini havo yordamida sovitish jarayonida bug'ning kondensatsiyalanishi natijasida tuman hosil bo'ladi. Tuman tarkibidagi suyuqlik zarrachalarining o'lchami 0,3(3 mkm ga teng.

Chang, tutun va tumanlar aerodispers sistemalar (yoki aerozollar) deb yuritiladi.

Texnikada turli jinsli sistemalarni tashkil etuvchi fazalar yoki komponentlarga ajratishga to'g'ri keladi. Ajratish usullarini tanlashda turli jinsli sistemani tashkil etuvchi fazalarning holatiga (suyuq, qattiq va gazsimon), qattiq yoki suyuq zarrachalarning o'lchamiga, fazalar o'rtasidagi zichliklar farqiga, muhitning qovushqoqligiga ahamiyat berish kerak.

Neft-gazni qayta ishlash texnologiyasida turli jinsli sistemalarni ajratish uchun quyidagi gidromexanik usullardan foydalaniladi: 1) cho'ktirish, 2) filtrlash, 3) sentrifugalash, 4) suyuqlik yordamida ajratish.

Turli jinsli sistemalarni texnikada ajratish uchun gravitatsion, markazdan qochma kuch va elektr maydonlaridan hamda suyuqlik va gazlardagi yuza kuchlari bosimi maydonidan foydalaniladi.

Og'irlik kuchi, inersiya kuchlari (jumladan, markazdan qochma kuch) yoki elektrostatistik kuchlar yordamida suyuqlik va gazsimon turli jinsli sistemalar tarkibidagi qattiq yoki suyuq zarrachalarni ajratish

cho'ktirish deb ataladi. Agar cho'ktirish og'irlik kuchi ta'sirida olib borilsa, bu jarayon tindirish deb yuritiladi. Tindirish asosan turli jinsli sistemalarni birlamchi ajratish uchun ishlatiladi.

Filtrlash-suyuq va gazzimon aralashmalarni g'ovaksimon to'siq (filtr) yordamida ajratishdan iborat. Bu jarayonda g'ovaksimon to'siq suyuqlik yoki gazni o'tkazib yuboradi, muhitdagi qattiq modda zarrachalarini esa ushlab qoladi. Filtrlash bosim yoki markazdan qochma kuch ta'sirida olib boriladi va asosan suspenziya hamda changlarni to'la tozalash uchun ishlatiladi.

Sentrifugalash – suspenziya va emulsiyalarni markazdan qochma kuchlar ta'sirida yaxlit yoki g'ovaksimon to'siqlar yordamida ajratishdan iborat.

Suyuqlik yordamida ajratish usuli deb gaz tarkibida bo'lgan qattiq zarrachalarni biror suyuqlik ishtirokida ushlab qolish jarayoniga aytiladi. Bu jarayon og'irlik yoki inersiya kuchlari ta'sirida olib boriladi va gazlarni tozalash uchun ishlatiladi. Ayrim hollarda bu usuldan suspenziyalarni ajratishda ham foydalanish mumkin.

### **3.2. Markazdan qochma kuch maydonida cho'ktirish**

Turli jinsli sistemalarni ajratishning yuqorida bayon etilgan usullari sanoatda cho'ktirgichlar, chang cho'ktiruvchi kameralar, filtrlar, siklonlar, gidrotsiklonlar, sentrifugal, elektrofiltrlar, skrubberlar va shu kabi uskunalarda olib boriladi.

Turli jinsli sistemalarni ajratishda markazdan qochma kuch maydonidan foydalanish jarayonni anchagina jadallashtirishga olib keladi. Markazdan qochma kuch maydonini hosil qilish uchun ikki xil usuldan foydalaniladi: 1) qo'zg'almas uskunaning ichida gaz yoki suyuqlik oqimining aylanma harakati tashkil etiladi (siklonlar, gidrotsiklonlar); 2) aylanib turgan uskunaga suyuqlik yoki gaz oqimi yuborildi, bunda oqim uskuna bilan birgalikda aylana boshlaydi (cho'ktiruvchi sentrifugal, separatorlar).

**Ajratish faktori.** Markazdan qochma kuch maydonida cho'ktirishning samaradorligini bilish uchun uni og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish bilan solishtirilib ko'riladi.

Aralashmaning aylanma harakati ta'sirida uning tarkibidagi zarrachaga markazdan qochma kuch ta'sir qiladi. Bu kuch zarrachani markazdan uskunaning chekasi tomon cho'kish tezligiga teng bo'lgan tezlik bilan uloqtirib tashlaydi.

Bunda hosil bo'lgan markazdan qochma kuchning qiymati  $C$  ( $N$  hisobida) quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{mn^2}{R} = mw^2R \quad (3.1)$$

bu yerda  $m$  – zarrachaning massasi,  $kg$ ;  $W$  – zarracha aylanishining burchak tezligi,  $s^{-1}$ ;  $n$  – zarracha harakatining aylanma tezligi,  $ayl/s$ ;  $R$  – zarracha aylanishining radiusi,  $m$ .

Markazdan qochma uskunalaridagi cho'kish samaradorligini aniqlash uchun markazdan qochma kuch qiymatini zarrachaga ta'sir qilayotgan og'irlik kuchi bilan solishtiriladi.

Og'irlik kuchi  $P$  ( $N$  hisobida):

$$P = mg, \quad (3.2)$$

$g$  – erkin tushish tezlanishi,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

(3.1) va (3.2) tenglamalarni yechib, quyidagi ifodaga erishamiz:

$$\frac{C}{P} = \frac{mw^2R}{mg} = \frac{w^2R}{g} = Ka, \quad (3.3)$$

bu yerda  $Ka = \frac{W^2R}{g}$  - ajratish omili.

Ajratish omili markazdan qochma kuch ta'siri og'irlik kuchi ta'siridan necha marotaba kuchli ekanligini bildiradi. Ajratish omilining qiymati qancha katta bo'lsa, markazdan qochma uskunalarining ajratish qobiliyati shuncha yuqori bo'ladi.

Ajratish omili  $Ka$  ning qiymati siklonlar uchun bir necha yuzni tashkil etsa, sentrifugalarda uchun esa – 3000 atrofida. Demak, siklon va sentrifugalarda cho'kish jarayonining harakatlantiruvchi kuchi og'irlik kuchi ta'sirida ishlaydigan cho'ktirish uskunalariga nisbatan 2-3 daraja yuqori ekan. Ushbu raqamlardan ma'lumki, siklon va sentrifugalarda oddiy

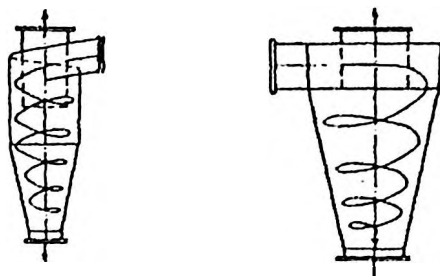
choʻktirish uskunalariga nisbatan yuqori unumdorlikka ega. Ushbu uskunalarda oʻta mayda zarrachalarni ham ajratish imkoniyati mavjud: sentrifugalarda oʻlchami 1 mkm atrofida boʻlgan zarrachalarni ajratish mumkin; siklonlarda esa – 10 mkm atrofida.

**Siklonlar.** Oddiy choʻktirish uskunalarida gaz aralashmalaridagi mayda changlarni ajratish ancha qiyin. Choʻktirish uskunalarining oʻlchami katta boʻlganligi uchun ular koʻp joyni egallaydi. Bundan tashqari, gazlarni tozalash darajasi ancha kichik. Shuning uchun changli gaz aralashmalarini tozalash uchun sanoatda siklonlar keng ishlatiladi. Siklon silindrik va konussimon qismlardan iborat boʻladi. Uskunada tozalangan gaz chiqadigan va chang tushadigan patrubkalar bor. Changli gaz siklonga tangensial yoʻnalishda 20÷25 m/s tezlikda kiradi. Soʻngra pastga spiralsimon aylanma harakat bilan yoʻnaladi. Natijada markazdan qochma kuch hosil boʻladi. Bu kuch taʼsirida gaz oqimidagi qattiq zarrachalar oʻqdan siklonning ichki devori tomon harakat qiladi, soʻngra devorga urilib oʻz kinetik energiyasini yoʻqotadi va ogʻirlik kuchi taʼsirida pastga tushadi. Siklonning pastki konussimon qismida gaz oqimi inersiya boʻyicha aylanma spiralsimon harakatini davom ettiradi va yuqoriga yoʻnalgan oqim paydo boʻladi. Tozalangan gaz markaziy quvur orqali uskunadan chiqib ketadi. Siklondagi changli gazlarning tozalanish darajasi qattiq zarrachalarning kattaligi, gaz oqimining tezligi va uskunaning geometrik oʻlchamlariga bogʻliq boʻladi.

Siklonlar konstruktiv tuzilishiga koʻra ikki turga boʻlinadi: silindrli va konusli (3.1-rasm). Silindrli siklonlarda qobiqning silindrli qismi ancha uzun qilib, konusli siklonlarda esa konussimon qismi ancha uchun qilib tayyorlangan boʻladi.

Silindrli siklonlar yuqori ish unumdorlikka, konusli siklonlar esa yuqori tozalash darajasiga ega. Biroq konusli uskunalarda bosimning yoʻqolishi koʻproq boʻladi. Konusli siklonlarda yuqoridan pastga qarab koʻndalang kesim yuzasining kamayib borishi sababli uskuna devori yaqinda chang zarrachalarining ajralishi tezlashadi. Silindrli siklonning diametri 2 m dan, konusli siklonning diametri esa 3 m dan ortmasligi

kerak. Siklonlarning diametri 2-3 m dan ortib ketsa, uskunaning tozalash darajasi kamayadi.



3.1-rasm. NIIO gaz konstruksiyali siklonlar sxemasi: a-silindrik; b – konusli. Oqimlar: 1-changli gaz; 2-tozalangan gaz ; 3-chang

Umuman olganda, siklonlar tarkibida  $400 \text{ g/m}^3$  gacha qattiq fazani ushlagan changli gazlarni tozalash uchun ishlatiladi. NIIOgaz tomonidan ishlab chiqarilayotgan siklonlarning diametri  $100\div 1000 \text{ mm}$  ga, changli gazlarning tozalanish darajasi  $30\div 85 \%$  ga teng. Changli gaz aralashmalaridagi qattiq zarrachalarning diametri kattalashgani sari gazlarning tozalanish darajasi  $90\div 95 \%$  gacha ortishi mumkin.

Siklonlarda gaz aralashmalarining tozalanish darajasi ajratish koeffitsiyentiga bog'liq:

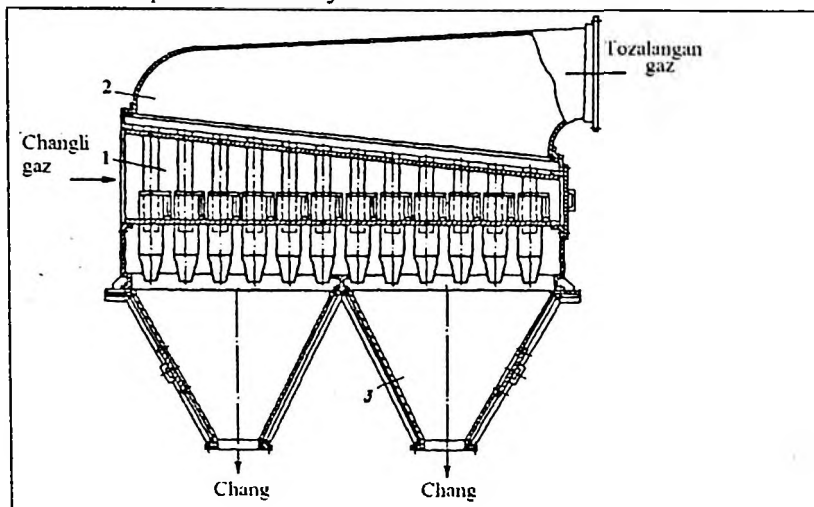
$$K_a = \frac{W^2}{rg}, \quad (3.4)$$

bu yerda  $W$  – gaz oqimining tezligi,  $\text{m/s}$ ;  $r$  – siklonning radiusi;  $g$  – erkin tushish tezlanishi ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ ).

Bu tenglikdan ko'rinib turibdiki, tozalanish darajasini oshirish uchun gaz oqimi aylanma harakatining radiusi, ya'ni siklonning radiusini kamaytirish yoki gaz oqimining harakat tezligini oshirish kerak. Gazlarning tezligi ortishi natijasida siklonda kuchli turbulent oqim hosil bo'lib, gidravlik qarshilik kattalashadi, changli gazlardagi qattiq zarrachalarning normal cho'kishi buziladi va gazlarni tozalash qiyinlashadi. Siklonlarning radiusi kichiklashtirilsa, ularning unumdorligi kamayadi. Shuning uchun ko'p miqdordagi changli gazlarni ( $140 \text{ m}^3/\text{s}$  gacha) tozalash va ajratish tezligini oshirish uchun parallel ishlaydigan siklonlar guruhi yoki batareyali siklonlar ishlatiladi.

3.2-rasmda ko'rsatilgan batareyali siklon (BSU) yupqa devorli qobiqdan iborat bo'lib, changli va tozalangan gazlar uchun kameralar 1,2 va chang yig'uvchi bunkerlar 3 dan tashkil topgan. Siklon elementlari tegishli to'siqlarga shunday qilib joylashtirilganki, bunda elementlarning tangensial patrubkalari changli gaz kamerasi bilan, markaziy chiqarish quvurlari tozalangan gaz kameralari bilan, chang chiqaruvchi teshiklari esa chang yig'adigan bunker bilan bog'langan.

Siklon elementlarida gaz oqimiga aylanma harakat beruvchi tangensial yoki o'q bo'yicha uyurma hosil qiluvchilar ishlatiladi. Tangensial uyurma hosil qiluvchilar qatoriga qisqa va torayuvchi patrubkalar va spiralsimon naychalar kiradi.



**3.2-rasm. Batareyali siklon:**

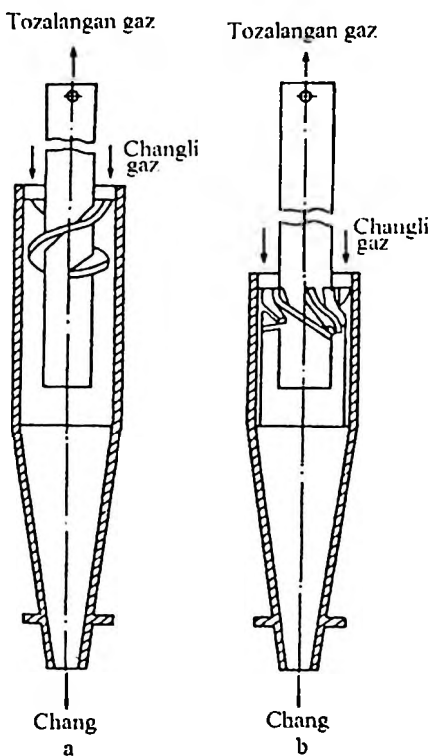
1-changli gaz kamerasi; 2-tozalangan gaz kamerasi;  
3-chang yig'adigan bunker.

O'q bo'yicha uyurma hosil qiluvchilar ishlatilgan paytda siklon elementlarining qopqog'i bo'lmaydi va changli gaz qobiq va tozalangan gaz chiqadigan quvur oralig'iga beriladi, ushbu oraliqda «vint» (3.3-rasm, a) yoki «rozetka» ko'rinishidagi (3.3-rasm, b) uyurma hosil qiluvchilar o'rnatilgan bo'ladi. «Vint» ko'rinishidagi uyurma hosil qiluvchida changlar kam darajada tiqilib qoladi va uning gidravlik qarshiligi nisbatan kam.

Siklonlarning sanoatda ko'p ishlatilishidan qat'iy nazar, ularda yuz beradigan turli jinsli sistemalarni ajratish jarayoni to'la tadqiqot qilinmagan, chunki uskunadagi gidrodinamik holat ancha murakkab. Shu sababdan siklonlarni tanlash asosan empirik yo'l bilan olingan natijalarga asoslanadi. Gidravlika nuqtai nazaridan, siklon qandaydir mahalliy qarshilik, deb olinishi mumkin. Bunday holatda siklonning gidravlik qarshiligi gaz oqimining tezlik naporiga teng bo'ladi:

$$\Delta\rho = \xi \frac{\rho W_M}{2}, \quad (3.5)$$

bu yerda  $\xi$  – siklonning qarshilik koeffitsiyenti;  $\rho$  – siklondan o'tayotgan gazning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $W_M$  – siklon silindrsimon qismining to'la ko'ndalang kesimga nisbatan olingan gazning mavhum tezligi,  $\text{m/s}$  ( $W_M = 2,5 \div 4 \text{ m/c}$ ).



### 3.3-rasm. Batareyali siklonlarning elementlari:

- a - "vint" rusumidagi yo'naltiruvchi parrakli uyurma hosil qiluvchilar;
- b - "rozetka" rusumidagi yo'naltiruvchi parrakli uyurma hosil qiluvchilar.

Siklonning gidravlik qarshiligi uskunaning turiga bog‘liq bo‘ladi. Masalan, NII Ogaz konstruksiyali siklonlar uchun: SN-24  $\xi=60$ ; SN-15  $\xi=160$ ; SN-11  $\xi=250$ .

Gazning mavhum tezligi quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin:

$$W_M = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\xi\rho}}, \quad (3.6)$$

$\xi$  va  $\Delta P/\rho$  ning qiymatlari turli konstruksiyali siklonlar uchun maxsus adabiyotlarda berilgan bo‘ladi. Siklon silindr qismining diametri sarf tenglamasi yordamida topiladi:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785W_M}}, \quad (3.7)$$

bu yerda  $V$  – siklondan o‘tayotgan gazning hajmiy sarfi,  $m^3/s$ .

Siklonning qolgan hamma o‘lchamlari  $D$  ga nisbatan standartlashtirilgan.

**Sentrifugalalar.** Emulsiyadagi suyuqlik tomchilarini va suspenziyadagi qattiq modda zarrachalarini markazdan qochma kuchlar maydonida ajratib olish jarayoni sentrifugalash deyiladi. Sentrifugalash jarayoni sentrifugalarda amalga oshiriladi.

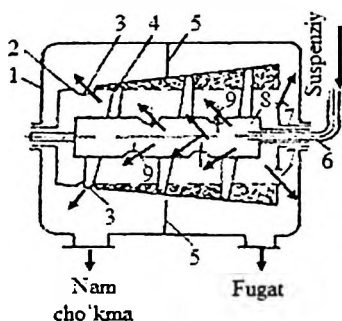
Sentrifugalash paytida hosil bo‘lgan markazdan qochma kuchlar cho‘ktirish jarayonidagi og‘irlik kuchi va filtrlashdagi gidrostatik kuchlarga nisbatan ko‘proq ta’sir qiladi. Shuning uchun turli jinsli sistemalarni ajratish uchun qo‘llaniladigan cho‘ktirish va filtrlash jarayonlariga nisbatan sentrifugalash jarayoni juda samarali hisoblanadi.

Sentrifugalarning asosiy qismi gorizontal yoki vertikal o‘qqa joylashgan, katta tezlikda aylanuvchi baraban bo‘lib, u elektrodvigatel yordamida aylanma harakatga keltiriladi. Markazdan qochma kuch ta’sirida suspenziyadagi qattiq modda zarrachalari cho‘kmaga tushib, suyuq fazadan ajraladi. Suyuq faza fugat deyiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kma baraban ichida qolib, suyuq faza esa ajratib olinadi.

1. Turli jinsli aralashmalarni ajratish prinsipiga ko'ra sentrifugal uch turga bo'linadi: 1) filtrlovchi sentrifugal; 2) cho'ktiruvchi sentrifugal; 3) likopchali separatorlar.
2. Ajratish koeffitsiyentiga ko'ra hamma sentrifugal ikki guruhga bo'linadi:
3. Normal sentrifugal ( $Ka \leq 3600$ ). Bunday sentrifugal suspenziyalardan katta, o'rtacha va maydaroq zarrachalarni ajratish uchun ishlatiladi.

Normal sentrifugal ( $Ka > 3600$ ). Bunday sentrifugal mayda zarrachali suspenziyalarni va emulsiyalarni ajratish uchun qo'llaniladi.

3.4-rasmda uzluksiz ishlaydigan sentrifuganing sxemasi ko'rsatilgan. Ushbu sentrifugada cho'kma shnek yordamida tashqariga chiqariladi. Sentrifuga qobiq 1 ichida turli aylanma tezlik bilan aylanuvchi ikkita barabandan tashkil topgan. Silindrsimon baraban 8 da suspenziyaning chiqishi uchun teshiklar 9 bor.



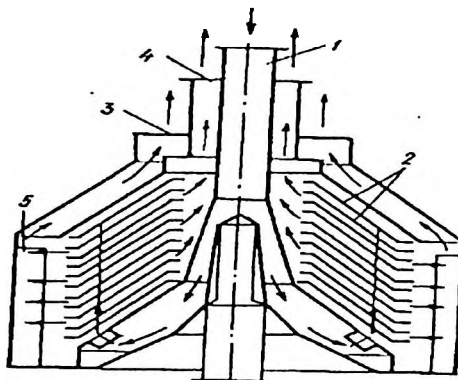
**3.4-rasm. Uzluksiz ishlaydigan cho'ktiruvchi sentrifuga:**

1-qobiq; 2-konussimon baraban; 3-tushiruvchi teshiklar; 4-shnek; 5-to'siqlar; 6-suspenziya kiradigan quvur; 7-fugat chiqadigan teshik.

Ushbu barabanning ichida shnek 4 bo'lib, cho'kmanni konussimon baraban 2 ning yuzasi bo'ylab siljitib turadi. Ajratilishi lozim bo'lgan suspenziya quvur 6 orqali silindrsimon barabanning ichki qismiga kiradi va teshiklar 9 orqali konussimon barabanning ichki bo'shlig'iga o'tadi. Markazdan qochma kuch ta'sirida cho'kma konussimon barabanning chetki yuzasiga uloqtiriladi va sekin aylanturuvchi shnek yordamida tushiruvchi teshiklar 3 tomonga siljiriladi. Tindirilgan suyuqlik teshik 7 orqali tashqariga chiqariladi. To'siq 5 esa hosil

bo'lgan fraksiyalarni bir-biriga qo'shib ketishga yo'l bermaydi. Bunday sentrifugal qattiq fazaning konsentratsiyasi katta bo'lgan mayda dispersli suspenziyalarni ajratish uchun qo'llaniladi.

Likopchali separatorlar uzluksiz ishlaydigan cho'ktiruvchi o'ta sentrifugal qatoriga kiradi. Bunday sentrifugalarning vertikal rotori bo'lib, suyuqlik bir necha likopchalarga tarqaladi va zarrachalarning cho'kishi laminar rejimda amalga oshiriladi. Likopchali separatorlar emulsiyalarini ajratish va suyuqliklarni tindirish uchun ishlatiladi. 3.5-rasmda suyuqliklarni ajratishga mo'ljallangan likopchali separatorning sxemasi ko'rsatilgan.



**3.5-rasm. Likopchali separator:**

1-emulsiya beradigan quvur; 2-likopchalar; 3-zichligi katta bo'lgan suyuqlikni chiqarish uchun teshik; 4-zichligi kichik bo'lgan suyuqlikni chiqarish uchun halqali kanal; 5-qirralar

Emulsiya markaziy quvur 1 orqali rotorning pastki qismiga yuboriladi, so'ngra likopchalardagi teshiklar orqali ularning oraliqlarida yupqa qatlam holatida tarqaladi. Og'irroq bo'lgan suyuqlik likopchalar 2 ning yuzalari bo'ylab harakat qilib, markazdan qochma kuch ta'sirida rotorning cheti tomon uloqtiriladi va teshik 3 orqali tashqariga chiqib ketadi. Yengilroq bo'lgan suyuqlik rotorning markazi tomon siljiydi va halqasimon kanal 4 yordamida tashqariga chiqariladi. Suyuqlikning aylanuvchi rotordan orqada qolmasligi uchun rotor qirralar 5 bilan ta'minlanadi.

## **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Turli jinsli sistemalarni ajratish uchun qanday gidromexanik usullardan foydalaniladi?

2. Laminar oqim uchun zarrachaning erkin cho'kish tezligini qaysi tenglama orqali aniqlash mumkin?

3. Turbulent oqim uchun zarrachaning erkin cho'kish tezligini aniqlashda qaysi tenglamadan foydalaniladi?

4. Suyuqlikning barcha rejimlari uchun siqilgan holatdagi cho'kish tezligini qaysi tenglama yordamida aniqlaniladi?

5. Cho'ktirish uskunalarining yuzasini qaysi tenglama orqali aniqlash mumkin?

## 4-AMALIY MASHG'ULOT

### 4.1. Elektr maydonida cho'ktirish

Suyuq va gazsimon turli jinsli sistemalarni ajratish uchun elektr maydonidan foydalanish ham mumkin. Elektr maydoni yordamida gaz tarkibidagi eng kichik, jumladan submikronli (o'lchami 0,005 mkm dan katta) zarrachalarni ushlab turish mumkin. Neft emulsiyalariga yuqori kuchlanishli elektr maydoni ta'sir etilganda, suyuqlik mayda zarrachalarining o'zaro birlashib ketishi natijasida koagulyatsiya jarayoni yuz beradi, hosil bo'lgan yirik zarrachalar esa og'irlik kuchlari ta'sirida osonlik bilan cho'kadi.

**Elektrofiltrlar.** Bunday uskunalarda gaz aralashmalarini ajratish darajasi 95-99 % atrofida bo'ladi. Elektrofiltrlarning gidravlik qarshiliklari 150-200 Pa ga teng bo'ladi, changli gazning harorati – 20 dan +500°C gacha bo'lishi mumkin. Bunday uskunada elektr energiyasining solishtirma sarfi nisbatan kichik: 1000 m<sup>3</sup> gaz uchun 0,2-0,3 kVt.soat. Elektrofiltrlarning kamchiliklari: yuqori metall ushlab turish; o'lchamlari katta; ish rejimining o'zgarishiga ta'sirchan; changning portlash va o't olish xavfsizligini ta'minlashga yuqori talabar. Katta kapital mablag'lar zarurligi sababli, elektrofiltrdan gazning sarfi ko'p bo'lganda foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Shu kunda gaz bo'yicha ish unumdorligi 1 mln m<sup>3</sup>/soat dan ko'p bo'lgan elektrofiltrlar mavjud.

Elektrofiltrlar nurlanuvchi (manfiy zaryadlangan) va cho'ktiruvchi (musbat zaryadlangan) elektrodlardan tashkil topgan bo'ladi. Ikkita elektrod o'rtasidagi yuqori kuchlanishli ( $U = 40000 \div 75000$  V) elektr maydoni hosil bo'ladi. Nurlanuvchi elektrod sim shaklida, cho'ktiruvchi elektrod quvur yoki plastina shaklida tayyorlanadi. Ushbu elektrodlar oralig'idagi masofa 100-200 mm bo'ladi.

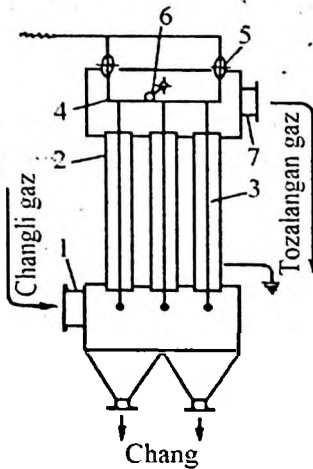
Tarkibida qattiq zarrachalari bo'lgan gaz oqimi yuqori kuchlanishli maydondan o'tganda ionizatsiya hodisasiga uchraydi, ya'ni uning molekullari musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalarga ajraladi. Bunda butunlay ionlashgan gaz qatlami cho'g'lanib, nur va charsillagan ovoz chiqaradi. Bu sim nurlanuvchi elektrod deb ataladi.

Manfiy zaryadlangan changning elektronlari nurlanuvchi elektroddan musbat zaryadlangan cho'ktirish elektrodlariga tomon harakat qilganda o'z yo'lida qattiq zarrachalarga uchraydi va ularni zaryadlaydi. Zaryadlangan zarrachalar cho'ktirish elektrodiga yaqinlashganda o'zining zaryadini beradi va og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi.

Elektrofiltrlar yuqori kuchlanishli o'zgarmas tokda ishlaydi, chunki tok o'zgaruvchan bo'lganda zaryadlangan zarrachalar o'z harakat yo'nalishini o'zgartirib, cho'ktirish elektrodlarida cho'kishga ulgurolmay, gaz bilan uskunadan chiqib ketishi mumkin. O'zgarmas tok kuchlanishi 220-500 V bo'lgan o'zgaruvchan tokdan kuchaytiruvchi transformator va to'g'rilagich yordamida olinadi. Elektrofiltrning nurlanuvchi elektrodleri tok manbaining manfiy qutbiga, cho'ktiruvchi elektrodleri esa musbat qutbiga ulanadi.

Cho'ktirish elektrodining tayyorlanishiga qarab quvurli va plastinali elektrofiltrlar bo'ladi, biroq ularning ishlash rejimida prinsipial farq yo'q. Quvurli elektrofiltrlarning sxemasi 4.1-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu elektrofiltrda quvurlarning diametri 150-300 mm bo'lib, ularning o'rtasidan 2 mm li simlar tortilgan, ular nurlanuvchi elektrod vazifasini bajaradi. Tozalanishi kerak bo'lgan gaz uskunaning pastki qismidan berilib, quvurning ichida pastdan yuqoriga qarab harakat qiladi va tozalangandan so'ng, yuqoridan chiqib ketadi. Manfiy elektrodler (ya'ni simlar) umumiy ramaga osilgan bo'lib, ramalar esa izolyatorlarning ustiga o'rnatilgan. Elektrodlerga o'tirib qolgan changlar maxsus mexanizmlar yordamida tebrantirilib, uskunaning pastki konus qismiga tushiriladi.

Elektr cho'ktirish uskunalarining konstruksiyalari sodda bo'lsa ham, biroq bularda boriladigan jarayonlar ancha murakkab hisoblanadi. Shu sababli elektr cho'ktirish uskunalarini umumiy hisoblash usuli ishlab chiqilmagan. Hisoblash paytida tajribadan olingan ma'lumotlardan foydalaniladi. Masalan, quvurli elektrodler uchun tok kuchi  $J=0,3(0,5 \text{ mA/m}$ , plastinali elektrofiltrlar uchun  $J=0,1(0,3 \text{ mA/m}$  olinadi; maydon kuchlanganligi 450 kV/m; ish kuchlanishi 40(75 kV; quvurli elektrofiltrlar uchun gazning tezligi  $W=0,8(1,5 \text{ m/s}$ , plastinali elektrodler uchun  $W=0,5(1 \text{ m/s}$  olinadi.



**4.1-rasm. Elektrofiltrning sxemasi:**

1-changli gaz kiradigan shutser; 2-cho'ktiruvchi quvursimon elektrodlar; 3-nurla-nuvchi quvursimon elektrodlar; 4-rama; 5-izolyatorlar; 6-silkituvchi mexanizm; 7-tozalangan gaz chiqadigan shutser.

Elektrofiltrlar gazlarning tarkibida o'ta mayda zarrachalar va tomchilarning konsentratsiyasi kam bo'lgan paytda ularni to'la tozalash uchun ishlatiladi. Changli gazlar tarkibidagi zarrachalarni elektr maydoni ta'sirida cho'ktirish boshqa cho'ktirish usullariga qaraganda muhim afzallikka ega. Cho'ktirish uskunalari (siklonlar, yangli filtrlar, skrubberlar) da og'irlik kuchi va markazdan qochma kuchlar ta'sirida o'ta mayda zarrachalarni cho'ktirish mumkin emas.

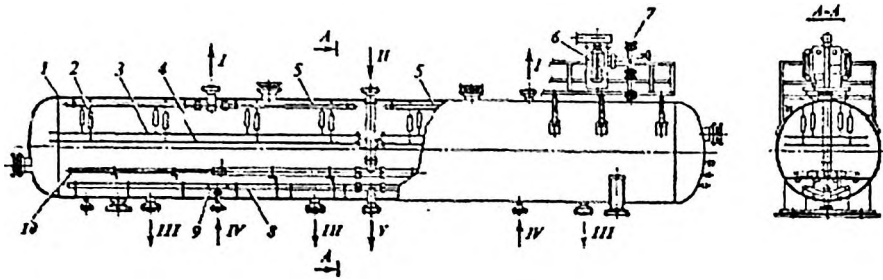
**Elektrodegidratlar.** Bunday uskunalar neft emulsiyalarini ajratish uchun ishlatiladi. Qazib olingan neft o'z tarkibida turg'un holatdagi emulsiyani ushlaydi. Emulsiya holatdagi suvning tarkibida nisbatan ko'p miqdorda tuzlar bo'ladi. Neftni suvsizlantirish va oqibatda tuzsizlantirish uchun mexanik yoki kimyoviy uslubdan foydalanish mumkin. Neft emulsiyasini ajratishda elektr maydonidan foydalanilganda esa yuqori samaraga erishish imkoniyati yuzaga chiqadi. Yuqori kuchlanishli va o'zgaruvchan yo'nalishga ega bo'lgan elektr maydoni ta'sirida suvning tomchilari zaryadlanib, elektr kuch chiziqlari bo'ylab harakat qila boshlaydi. Turli zaryadga ega bo'lgan tomchilar o'zaro birlashib ketadi. Bir xil zaryadga ega bo'lgan (asosan manfiy) suv tomchilari qarama-qarshi zaryadlangan qutbga qarab harakat qiladi; maydon o'zgaruvchan bo'lganligi uchun zaryadlangan suv tomchilari o'z harakatlarini doimo o'zgartirib, to'qnashib, oqibat

natijada birlashib ketadi. Koagulyatsiya jarayonini yaxshilash maqsadida oqimga odatda oz miqdorda ishqor qo'shiladi, natijada organik kislotalar neytrallanadi va suvning elektr o'tkazuvchanligi ko'payadi. Ushbu jarayon issiqlik (qovushqoqlikni kamaytirish) va bosim ta'sirida (suvning bug'lanmasligi va neftning qaynamasligi uchun) olib boriladi.

Neftni qayta ishlash sanoatida turli rusumdagi (vertikal, gorizontal, sferik) elektrodegidratlar qo'llanilmoqda. 4.2-rasmda VNIIneftemashning EG200-10 markali gorizontal elektrogidratining sxemasi berilgan. Ushbu uskuna 200 m<sup>3</sup> hajmga ega bo'lib, 1 MPa (10 kgs/sm<sup>2</sup>) bosim bilan neft va gaz kondensatlarini suvsizlantirish va tuzsizlantirishi uchun ishlatiladi. Uskuna qobig'i ichida izolyatorlar 2 ga osilgan yuqorigi 3 va pastki 4 elektrodlar, neftni tarqatuvchi 10, tuzli suvni yig'uvchi 8, tuzsizlantirilgan neftning ikkita yig'uvchisi 5, yuvuvchi kollektor 9 joylashtirilgan. Elektrodegidratning qobig'iga transformator 6 va yuqori kuchlanishli tok kiritadigan moslama 7 o'rnatilgan.

Tarqatuvchi 10 ning o'rta qismiga berilgan neft uskunaning ko'ndalang kesimi bo'yicha bir meyorda tarqaladi va suv qatlamida yuvilgandan so'ng yuqoriga qarab harakat qiladi. Suv qatlamining sathi tarqatuvchi 10 dan 200-300 mm yuqorida bo'ladi va avtomatik ravishda ushlab turiladi. Uskunaning ichida ikki xil elektr maydoni (kuchsiz va kuchli) hosil bo'ladi. Kuchsiz elektr maydoni neft-suvni ajratuvchi sath va pastki elektrod oralig'idagi hajmda, kuchli elektr maydoni esa yuqorgi va pastki elektrodlar oralig'ida hosil bo'ladi.

Kuchsiz elektr maydonida emulsiyadan suvning yirik tomchilari, kuchli elektr maydonida esa suvning mayda tomchilari ajralib chiqadi. Tuzli suv elektrodegidratning pastki qismida to'planib, yig'uvchi 8 orqali uskunadan tashqariga chiqariladi. Uskunaning ichki devorini yuvish uchun kollektor 9 orqali suv oqimi yuboriladi. Elektrodlar oralig'ida 30, 35, 40, 45 va 50 kV kuchlanishga ega bo'lgan elektr maydonini hosil qilish mumkin.



**4.2-rasm. Gorizontul elektrodegidratator EG200-10:**

1-qobiq; 2-izolyator; 3-yuqorigi elektrod; 4-pastki elektrod; 5-tuzsizlantirilgan neft uchun yig'gich; 6-transformator; 7-yuqori kuchlanishli tokni kiritish; 8-tuzli suv uchun yig'gich; 9-yuvuvchi kollektor; 10-neftni tarqatuvchi. Oqimlar: I-tuzsizlantirilgan neftning chiqishi; II-neftning kirishi; III-chiqidining uzatilishi; IV-uskunani yuvuvchi suvning kirishi; V-tuzli suvning chiqishi.

Neft emulsiyalarini elektr maydonida parchalash uchun sanoatda elektrokoalesserlar ham keng ishlatilmoqda. Bunday uskunalar ixchamroq qilib tayyorlangan bo'lib, ishlatish paytida elektrodegidratatorlarga nisbatan havfsizlik darajasi yuqori ekanligi va ishonchli ekanligi bilan farq qiladi. Neft-gazni qayta ishlash sanoatida elektr maydonidan neft emulsiyalarini parchalashdan tashqari neft mahsulotlari (suyultirilgan gazlar, benzin, kerosin, dizel yonilg'isi va hakoza) ni to'la suvsizlantirish va ularning tarkibida mavjud bo'lgan reagentlarning muallaq zarrachalarini ajratib olish maqsadlarida ham foydalanish mumkin.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1.Oqova suvlardan neftni tozalash uchun mo'ljallangan tindirish uskunasining ishlashi qaysi prinsipga asoslangan?

2.Markazdan qochma uskunalarining samaradorligini qaysi omil orqali bilish mumkin?

3.Siklonlar necha guruhga bo'linadi va ularning ishlash prinsiplari qanday izohlanadi?

4. Batareyali siklonlar qanday tuzilishga ega va ularning afzallik tomonlari nimalardan iborat?

5. Cho'ktiruvchi sentrifuganing likopchali separatoridan farqini qanday tushuntirish mumkin?

6. Elektron maydonida cho'ktirishning afzallik tomonlariga nimalar kiradi?

## 5-AMALIY MASHG'ULOT

### 5.1. Gazlarni suyuqlik yordamida tozalash

Gazlarni yuvish yo'li bilan changdan tozalash usuli qo'llanilganda changli oqim tomchi yoki plenka holatidagi suyuqlik bilan kontaktda bo'ladi. Hidrofil xossasiga ega bo'lgan chang suyuqlik yuzasiga yopishib, u bilan birgalikda uskunadan tashqariga chiqariladi. Chang yuvishning kamchiligi – ifloslangan oqova suyuqliklarning hosil bo'lishidir. Bunday oqova suvlar tozalashni talab qiladi. Gaz yuvish usuli yordamida juda kichik zarrachalar (0,1 mkm gacha) ni ushlab qolish imkoniyati mavjud va juda yuqori (99 % gacha) tozalash darajasiga erishish mumkin. Gaz yuvuvchi uskunalarining chang ushlab tashqari bir vaqtning o'zida quyidagi vazifalarni hal qilish maqsadida ishlatish mumkin: gazlarni sovitish yoki namlash; chang bilan birgalikda tomchi va tumanlarni ushlab qolish; gaz qo'shimchalarini absorbsiyalash.

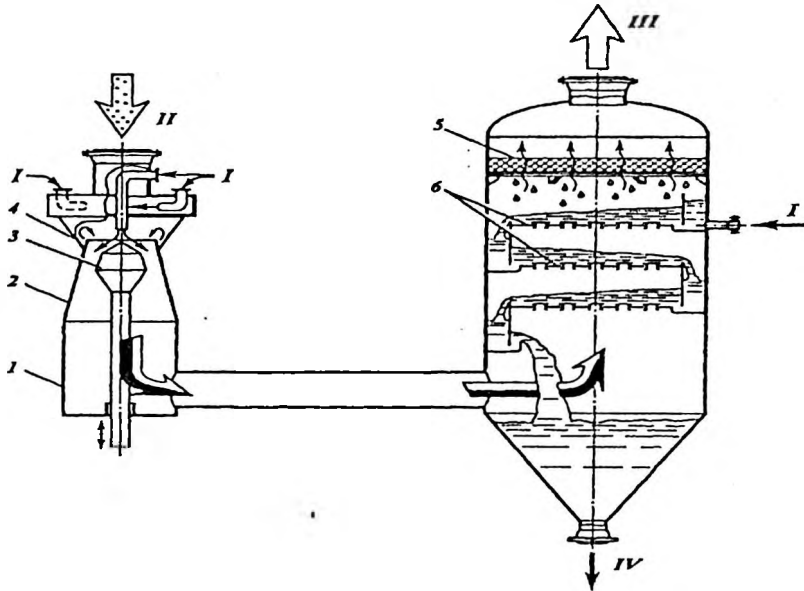
Gazyuvuvchi uskunalar kamchiliklardan holi emas: a) uskuna va quvurlar yuzalariga chang zarrachalarining yopishib qolishi; b) suyuqlik (odatda suv) ning sarfi ancha katta; v) gazlarni, ayniqsa metallarni yemiruvchi gazlarni, tozalash uchun uskuna va quvurlarni korroziyadan himoya qilish talab qilinadi; g) past haroratlarda ( $0^{\circ}\text{C}$  dan kam) ishlatish mumkin emas, chunki suv muzlab qoladi; d) katta tezlik bilan ishlaydigan uskunalar uchun qo'shimcha tomchi ushlagichni o'rnatish talab qilinadi.

Gazyuvuvchi uskunalar quyidagicha sinflanadi: 1) fazalar kontakt yuzasining turiga ko'ra: suyuqlikni sohib beruvchi, qo'zg'olmas va qo'zg'oluvchan nasadkali, likopchali (barbotajli va ko'pikli), plenkali (suv plenkali siklonlar va uyurmali chang ushlagichlar); 2) ish prinsiplariga ko'ra: gravitatsion, markazdan qochma, zarba-inersion, oqimchali va mexanik gazyuvuvchi uskunalar; 3) energiya sarfiga ko'ra uch guruhga bo'linadi: past naporli chang ushlagichlar – gidravlik qarshiligi 1500 Pa gacha (suyuqlikni sohib beruvchi, likopchali, markazdan qochma va hakoza), o'rta naporli chang ushlagichlar – qarshiligi 1500 dan 3000 Pa gacha (nasadkali, mexanik, zarba-inersion

va hakozi), yuqori naporli uskunalarda (Venturi quvuri, dezintegratorlar va hakozi).

Gazyuvuvchi uskunalarda mexanik (markazdan qochma, ultratovushli), pnevmatik (suyuqlikning sochilishi gaz yordamida amalga oshiriladi) va elektrik forsunkalar ishlatiladi. Forsunka-suyuqliklarni purkab beruvchi asbob. Mexanik forsunkalar eng ko'p tarqalgan bo'lib, tuzilishi sodda, narxi arzon, ishlatish qulay. 1 tuyuqlikni o'lchami 0,001 dan 3,5 mm gacha bo'lgan tomchilar holatida sochish uchun 2÷20 kVt energiya sarf bo'ladi.

5.1- rasmda Venturi skrubberi va uchta likopchali barbotajli chang ushlagichdan iborat bo'lib, gazlarni suyuqlik yordamida tozalashga mo'ljallangan qurilmaning prinsipial sxemasi berilgan.



5.1-rasm. "Kox" firmasi gaz tozalash qurilmasining sxemasi:

1-Venturi quvuri; 2-difuzor; 3-boshqaruvchi konus; 4-konfuzor; 5-turli qaytargich (demister); 6-klapanli likopchalar. Oqimlar: I-suv; II-dastlabki gaz; III-tozalangan gaz; IV-chiqindilar.

Changli gaz Venturi quvuri 1 ning yuqorigi qismiga beriladi va uning bo'g'zidan o'tayotganida suv bilan aralashadi. Suvning bir qismi tangensial yo'nalish bilan konfuzor 4 ning yuqorigi qismiga beriladi, kolgan qismi esa to'g'ridan-to'g'ri Venturining bo'g'ziga yuboriladi. Venturi skrubberining ishlash prinsipi yuqori tezlik ( $40\div 150$  m/s) bilan harakat qilayotgan gaz oqimi yordamida suyuqlikni tomchilarga ajratishga asoslangan. Hosil bo'lgan gaz-suv aralashmasi barbotajli chang ushlagichning yuvuvchi seksiyasiga kiradi va u yerga kirishda pastki likopchanning quyilish moslamasidan tushayotgan suyuqlik oqimidan o'tadi. So'ngra gaz oqimi ketma-ket barbotajli qatlamga ega bo'lgan uchta klapanli likopchalar 6 orqali yuqori tomonga harakat qiladi. Gaz oqimidan suyuqlik tomchilarini ushlab qolish jarayoni yuqorigi likopchanning tepasida joylashtirilgan to'rli qaytargich 5 da yuz beradi. Tozalanishi lozim bo'lgan gazning sarfi o'zgargan paytda uning Venturi quvuri bo'g'zidagi tezligini bir xil ushlab turish zarur. Bunday sharoitda gazni tozalash darajasi deyarli o'zgarmay qoladi. Boshqaruvchi konus 3 yordamida gazning Ventura quvuri bo'g'zidagi tezligi bir xil darajada ushlab turiladi.

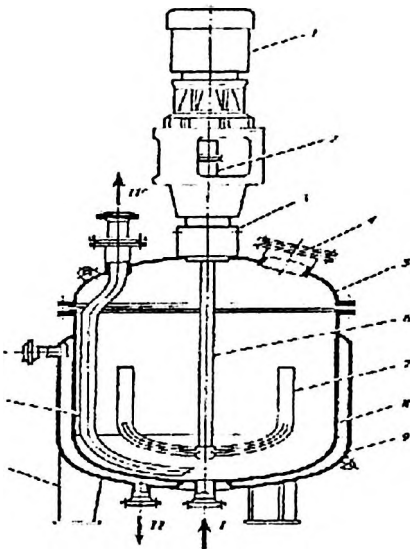
### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Turli jinsli sistemalarni ajratish uchun qanday gidromexanik usullardan foydalaniladi?
2. Laminar oqim uchun zarrachaning erkin cho'kish tezligini qaysi tenglama orqali aniqlash mumkin?
3. Turbulent oqim uchun zarrachaning erkin cho'kish tezligini aniqlashda qaysi tenglamadan foydalaniladi?
4. Suyuqlikning barcha rejimlari uchun siqilgan holatdagi cho'kish tezligini qaysi tenglama yordamida aniqlaniladi?
5. Cho'ktirish uskunalarning yuzasini qaysi tenglama orqali aniqlash mumkin?

## 6-AMALIY MAVZU

### 6.1. Mexanik usul bilan aralashtirish

Neft va gazni qayta ishlash texnologiyalarida suyuq muhitni aralashtirish uchun turli tuzilishga ega bo'lgan maxsus aralashtiruvchi uskunalar ishlatiladi. Aralashtiruvchilar aylanma harakatni (yoki murakkabroq bo'lgan boshqacha harakatni) elektr motori va reduktordan iborat bo'lgan tashqi uzatma yordamida amalga oshiradi. 6.1-rasmda yakorli aralashtirgichning tuzilishi berilgan. Aralashtiruvchilar turli xil bo'lib, shartli ravishda ikki tur (tez harakat qiluvchi va sekin harakat qiluvchi) ga bo'linadi (6.2-rasm).



6.1-rasm. Yakorli aralashtirgichning tuzilishi:

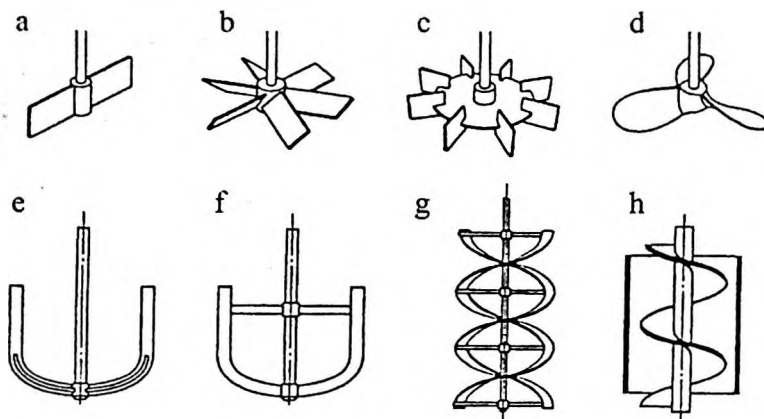
1-motor-reduktor; 2-mufta; 3-zichlantirgich; 4-qopqoqli tuynuk; 5-qopqoq; 6-val; 7-yakorli aralashtiruvchi moslama; 8-qobiq; 9-g'ilof; 10-tayanch; 11-mahsulot chiqarish quvuri.

Oqimlar: I-dastlabki aralashmaning kirishi; II-issqlik (yoki sovuqlik) tashuvchining chiqishi; III-issqlik (yoki sovuqlik) tashuvchining kirishi; IV-mahsulotning chiqishi.

Tez harakat qiluvchi uskunalar qatoriga bir parrakli, ko'p parrakli, turbinali va propellerli aralashtirgichlar kiritiladi. Yakorli, ramali, tasmali va shnekli aralashtirgichlar esa sekin harakat qiluvchi uskunalarni tashkil etadi.

Parrakli aralashtirgichlar bir yoki bir necha parrakdan iborat bo'ladi. Bir parrakli oddiy aralashtirgichlar qovushqoqligi kichik bo'lgan ( $\mu < 0,1$  Pa·s) suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi.

Qovushqoqligi katta bo'lgan suyuqliklarni aralashtirish uchun ko'p parrakli va maxsus tayyorlangan aralashtirgichlardan foydalaniladi. Cho'kma ajratuvchi sistemalarni aralashtirish uchun yakorli aralashtirgichlar ishlatiladi. Agar aralashtirgichning diametrini  $D$ , parrakning kengligini  $v$ , uskunaning tubidan aralashtirgichgacha bo'lgan masofani  $h$  bilan belgilasak, u holda parrakli aralashtirgichlar quyidagi o'lchamlarga ega bo'ladi:  $d = (0,6 \div 0,9)D$ ;  $v = (0,1 \div 0,2)D$ ;  $h \leq 0,3D$ . Parrakli aralashtirgichlar minutiga 400 gacha aylanishi mumkin, odatda  $n = 20 \div 80$  ayl/min bo'lgan aralashtirgichlar ko'proq ishlatiladi.



6.2-rasm. Aralashtiruvchi moslamalar:

a-g-tez harakatlanuvchi; d-z-sekin harakatlanuvchi; a-parrakli; b-oltita qiya kurakchali; v-ochiq rusumli turbinali; g-propellerli; d-yakorli; ye-ramali; j-tasmali; z-shnekli.

Propellerli aralashtirgichlarning asosiy ish organi o'qqa o'rnatilgan propeller (yoki vint) dan iborat. O'q gorizontal, vertikal yoki qiya o'rnatilgan bo'lishi mumkin. Vintlar ikki yoki uch qanotli bo'ladi. Qanotlar suyuqlikda xuddi vint kabi harakat qiladi. Propellerli aralashtirgichlarni harakatchan va qovushqoqligi biroz katta bo'lgan ( $\mu < 6$  Pa·s) suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatish maqsadiga muvofiqdir. Bunday aralashtirgichlar muhitlarni yaxshi aralashtirganda katta tezlik bilan aylanadi (ayrim sharoitlarda  $n = 40$  ayl/s gacha yetadi). Vintli aralashtirgichlar quyidagi kattaliklarga ega:  $d = (0,25 \div 0,33)D$ ;  $h = (0,5 \div 1)D$ ;  $n = 150 \div 1000$  ayl/min. Parrakli aralashtirgichlarga qaraganda propellerli aralashtirgichlarning samaradorligi ancha yuqori, biroq ularning ishlashi

uchun ko'proq energiya sarflanadi. Vint qiya joylashtirilsa aralashtirishning samaradorligi ortadi.

Turbinali aralashtirgichlarning asosiy ish organi turbina g'ildiragi bo'lib, u vertikal o'qqa joylashtirilgan bo'ladi. Turbina g'ildiragining ishlash prinsipi markazdan qochma kuchlarning ta'siriga asoslangan. Suyuqlik aralashtirgichning markaziy teshikchalaridan kirib, u yerda markazdan qochma kuchlar ta'sirida tezlanish olgan holda g'ildirakdan radial yo'nalishda chiqib ketadi. G'ildirakda suyuqlik vertikal yo'nalishdan gorizontaal yo'nalishga o'tib, undan katta tezlik bilan chiqadi. Bunday aralashtirgichlar qovushqoqligi kam va katta bo'lgan ( $\mu < 500 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ) suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi. Turbinali aralashtirgichlar uchun  $d = (0,15\div 0,6)D$ ;  $n = 200\div 2000 \text{ ayl/min}$ . Bunday aralashtirgichlarning samaradorligi juda yuqori. Turbinali aralashtirgichlarni tarkibida o'lchami 25 mm gacha bo'lgan zarrachalarni ushlagan suyuqliklarni aralashtirish uchun ham qo'llash mumkin.

Aralashayotgan suyuqliklarning gidrodinamik rejimi modifikatsiya qilingan Reynolds mezonining qiymati bilan aniqlanadi:

$$\text{Re}_m = \frac{wd\rho}{\mu} = \frac{\rho nd^2}{\mu}, \quad (6.1)$$

bu yerda  $n$  – aralashtirgichning aylanish chastotasi, ayl/s;  $\rho$  – aralashayotgan suyuqlikning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $\mu$  - aralashayotgan suyuqlikning qovushqoqligi,  $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ;  $d$  – aralashtirgichning diametri, m.

Mexanik aralashtirishdagi quvvat sarfi  $N$  quyidagi kriterial tenglama asosida topiladi:

$$\text{Eu}_m = C \text{Re}_m^R, \quad (6.2)$$

$$\text{bu erda } \text{Eu}_m = \frac{N}{\rho n^3 d^5} = K_N. \quad (6.3)$$

O'lchamsiz kompleks  $\frac{N}{\rho n^3 d^5}$  Eyley mezoni ( $\text{Eu}_m$ ) yoki quvvat mezoni ( $K_N$ ) deb ataladi.

Koeffitsiyent  $S$  va daraja ko'rsatgichi  $R$  ning qiymatlari tajriba yo'li bilan aniqlanib, aralashtirgichning turiga, uskunaning tuzilishiga va aralashtirish jarayonining rejimiga bog'liq bo'ladi.

Agar uskunadagi suyuqlikning balandligi  $H$  uning diametri  $D$  ga teng bo'lsa, (3.3) tenglamasi bo'yicha aniqlangan quvvatning qiymati tuzatish koeffitsiyentiga ko'paytirilishi kerak:

$$f_n = \sqrt{\frac{H}{D}} . \quad (6.4)$$

Aralashtiruvchi uskunalarining asosiy normalashtirilgan rusumlari uchun maxsus adabiyotlarda tajriba orqali erishilgan  $K_N$  va  $Re_M$  oralig'ida grafik bog'liqlar berilgan bo'ladi.

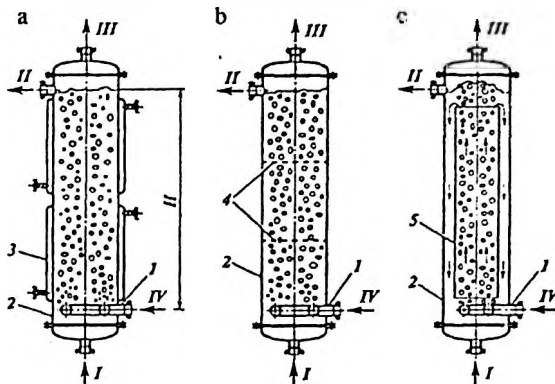
Mexanik usul bilan aralashtirish paytida ikki xil rejim (laminar va turbulent) bo'lishi mumkin. Laminar ( $Re_M < 30$ ) rejim suyuqlik sekin tezlik bilan aralashtirilganda yuzaga chiqadi, bunday holatda suyuqlik aralashtirgich parraklarining atrofidan bir tekisda aylanib oqadi va ular bilan birgalikda aylanma harakat qiladi. Aralashtiruvchi moslamaning tezligi ortishi bilan muhitning qarshiligi kuchayadi va oqibat natijada turbulent rejim paydo bo'ladi ( $Re_M > 100$ ). Turbulentlik darajasi yuqori bo'lganda ( $Re_M > 10^5$ ) quvvat mezoni  $K_N$  amaliy jihatdan modifikatsiya qilingan Reynolds mezoni  $Re_M$  ga bog'liq bo'lmay qoladi. Bunday holatni avtomodel rejimi deb yuritiladi, bunday rejimda energiya sarfi faqat inersion kuchlar orqali topiladi.

## 6.2. Pnevmatik aralashtirish

Qovushqoqligi uncha katta bo'lmagan (taxminan  $\mu < 200 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ) suyuqliklarni aralashtirish uchun hamda donasimon materiallarni suvda yuvish uchun pnevmatik usul (yoki barbotajli aralashtirish) qo'llaniladi. Ayrim sharoitlarda pnevmatik aralashtirish uchun havo o'rniga suv bug'i ishlatiladi, bunday sharoitda aralashtirishdan tashqari suyuqlikning isishi ham yuz beradi. Pnevmatik aralashtirish uchun gaz yoki bug' suyuqlik tarkibiga soplodagi teshiklar (yoki barbotyor) orqali o'tadi. Bunda gaz (yoki bug') ning ingichka oqimlari pufakchalarga ajralib, suyuqlik massasi bo'ylab yuqoriga ko'tariladi. Bunday sharoitda hosil bo'lgan pufakchalar o'zi bilan birga suyuqlik zarrachalarini ergashtirib ketadi, bundan tashqari pufakchalarning harakatiga qarama-qarshi, suyuqlikning

barbotaj qilinmagan qismining harakati boshlanadi. Oqibat natijada suyuqlik muhitida aralastirish yuz beradi.

6.3-rasmda barbotajli aralastirish usuli bilan ishlaydigan uskunalarning sxemalari ko'rsatilgan. Ushbu uskunalarning pastki qismida barboter 1 o'rnatilgan (6.3-rasm, a).



**6.3-rasm. Barbotajli aralastirigichli uskunalarning sxemalari:**

a-ichi bo'sh; b-seksiyali; v-gazliftli; 1-barbotyor; 2-qobiq; 3-sovitish g'ilofi; 4-seksiya hosil qiluvchi to'siq; 5-sirkulyatsiya quvuri. Oqimlar: I-dastlabki suyuqlik; II-chiqayotgan suyuqlik; III-chiqayotgan gaz; IV-kirayotgan gaz.

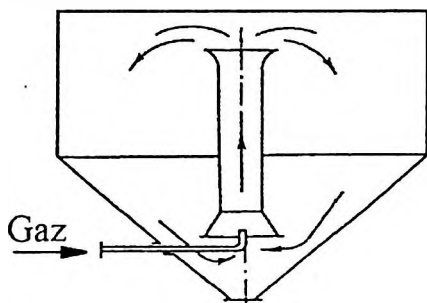
Aralastirigichning pastki qismida joylashgan barbotyor yordamida gaz yoki bug' oqimi uskunaning ko'ndalang kesimi bo'yicha bir tekisda taqsimlanadi. Barbotyor sifatida odatda teshiklari bo'lgan quvurlar ishlatiladi. Barbotyordagi gazning chiqishi uchun mo'ljallangan teshikning diametri gazni uskunaga kiritadigan kollektor diametriga nisbatan ancha kichik bo'lishi kerak. Bunday sharoitda gaz oqimi barbotyordagi barcha teshiklar bo'yicha bir tekis tarkalishiga erishiladi. Agar barbotajli aralastirigichi bo'lgan uskuna kimyoviy reaktor sifatida qo'llanilsa, uskuna qobig'i 2 sovitish g'ilofi 3 bilan jihozlanadi.

Barbotajli uskunalarda gazning ko'ndalang kesimning erkin yuzasiga nisbatan olingan tezligi 0,1 m/s dan ortmasligi kerak. Gazning o'ta yuqori tezliklarida aralashmadagi gaz miqdorining ko'payishi, aralastirilishi lozim bo'lgan suyuqlikning berilgan ma'lum miqdorida, uskuna umumiy hajmining kattalashib ketishiga olib keladi.

Bundan tashqari, gazning yuqori tezliklarida katta o'lchamlardagi pulsatsiyalar paydo bo'ladi, oqibat natijada bosimning pulsatsiyasi va uskunaning tebranishi yuzaga chiqadi.

Yengil uchuvchan suyuqliklarni pnevmatik usul bilan aralashtirish mumkin emas, chunki bunday sharoitda ular aralashtirayotgan gaz bilan birga chiqib ketadi.

Sochiluvchan donador jismlarni pnevmatik aralashtirish uchun erlift prinsipidan foydalaniladi (6.4-rasm). Havo kompressor yordamida markaziy quvurga yuboriladi. Bunday sharoitda markaziy quvur ichida gaz, suyuqlik va qattiq jismning aralashmasi paydo bo'ladi, bu aralashmaning zichligi idishning boshqa qismidagi aralashma zichligidan kam bo'ladi. Ushbu zichliklarning ayirmasi ta'sirida uskunadagi butun massaning sirkulyatsion harakati paydo bo'ladi. Erliftdagi gazning keltirilgan tezligi 2 m/s gacha, sirkulyatsion oqimning tezligi esa 1 m/s gacha yetadi.



6.4-rasm. Erliftdan foydalanilgan aralashtirgich.

Ayniqsa gazni (masalan, havo kislorodini) suyuqlik bilan kimyoviy reaksiyaga kirishi zarur bulgan paytda pnevmatik usulni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday aralashtirishni aeratsiya deb yuritiladi. Aeratsion uskunalarining samaradorligi suyuq muhitning aralashishidan tashqari kislorod bilan to'yinish darajasi orqali ham belgilanadi.

Pnevmatik aralashtiruvchi uskunalarni hisoblash tegishli bosimni va siqilgan havo sarfini aniqlashdan iboratdir. Aralashtirish uchun zarur bo'lgan siqilgan havoning bosimi ( $R$ , Pa) quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin:

$$P = 1,2 H\rho_{sg} + P_0 , \quad (6.5)$$

Bu yerda  $H$  – aralashayotgan suyuqlik ustunining balandligi,  $m$ ;  $\rho_c$  – aralashayotgan suyuqlikning zichligi,  $kg/m^3$ ;  $P_0$  – suyuqlik ustidagi bosim,  $Pa$ . Havo chizig'idagi bosimning yo'qolishini suyuqlik ustuni qarshiligining 20 foiziga teng deb olingan (koeffitsiyent 1,2).

Uskunadagi suyuqlikning  $1 m^2$  erkin yuzasiga to'g'ri kelgan havo sarfi quyidagicha qabul qilinadi: sekin aralashtirishda –  $0,8 m^3/m^2 \cdot min$ , jadal aralashtirishda –  $1 m^3/m^2 \cdot min$  (yoki  $60 m^3/m^2 \cdot soat$ ). Barbotyor teshiklardan chiqayotgan gazning tezligi  $20 \div 40 m/s$  ni tashkil etadi.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1.Suyuq muhitlarni aralashtirish jarayoni qanday maqsadlarni amalga oshirishda qo'llaniladi?

2.Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida aralashtirishning qanday usullaridan foydalaniladi?

3.Parrakli, turbinali va propellerli aralashtirgichlarning ishlash prinsiplarida qanday farqlar bor?

4.Yakorli, ramali va shnekli aralashtirgichlar qanday maqsadlar uchun ishlatiladi?

5.Mexanik aralashtirishdagi quvvat sarfi qanday tenglama orqali aniqlanadi?

6.Barbotajli aralashtirish usuli bilan ishlaydigan uskunaning ishlash prinsipini qanday tushuntirish mumkin?

7.Qanday jismlarni aralashtirish uchun erlift prinsipidan foydalaniladi?

8.Barbotajli aralashtiruvchi uskunalar uchun zarur bo'lgan siqilgan havoning bosimini qaysi tenglama orqali aniqlash mumkin?

## **7-AMALIY MASHG'ULOT**

### **7.1. Umumiy tushunchalar**

Maydalash – mayda o'lchamli bo'lakchalar fraksiyalarini olish uchun qattiq materiallarni mexanik kuch ta'sirida yemirilishi. Ushbu jarayondan neft va gazni qayta ishlash sanoatida koksni maydalashda, maydalangan o'lingugurt, katalizatorlar, tozalovchi gilmoyalar ishlab chiqarishda va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Moddalarning diffuziyasi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarning tezligi fazalarning kontakt, ya'ni o'zaro ta'sir qilish yuzasiga bog'liqdir. Kontakt yuzaning katta bo'lishi fazalarning ichidagi modda tarqalishini va bir fazadan ikkinchi fazaga modda o'tishini tezlatadi. Kontakt yuzaning ko'proq bo'lishi kimyoviy jarayonlarni ham tezlatishga sababchi bo'ladi. Ayniqsa, kimyoviy yoki diffuzion jarayonlarda qattiq faza qatnashsa, kontakt yuzani ko'paytirish alohida ahamiyatga ega. Qattiq materiallarning kontakt yuzasi tashqi kuch ta'sirida maydalash yo'li bilan erishiladi. Maydalash paytida material bo'laklarining o'lchami ancha kamayadi.

Qattiq materiallarni maydalash jarayoni shartli ravishda ikki turga bo'linadi: a) yanchish, ya'ni materialni mayda bo'laklarga bo'lish (yirik, o'rtacha va mayda); b) maydalash (yupqa va o'ta yupqa). Umuman olganda materiallarni maydalash jarayoni ezish, yorish, yeyilish va zarba berish usullari yordamida olib boriladi (7.1-rasm). Materialning fizik-mexanik xossalari va bo'laklarining o'lchamlariga ko'ra u yoki bu usul tanlab olinadi. Masalan, qattiq va mo'rt materiallar ezish, yorish va zarba berish usullari bilan qattiq va qovushqoqli materiallar esa ezish va yeyilish usullari yordamida maydalanadi.

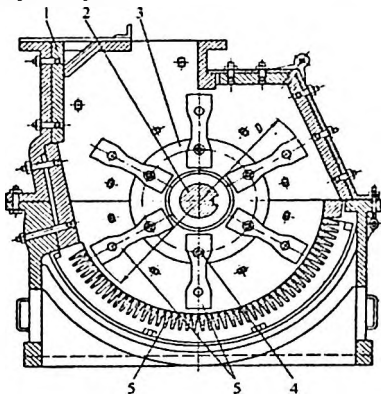
### **7.2. Maydalash mashinalarining tuzilishi**

**Bolg'ali yanchish mashinasi.** Bu uskuna (7.1-rasm) zarba-markazdan qochma kuchlari asosida ishlaydigan yanchish mashinalari turiga kiradi. Bu mashinaning ichki qismi eskirishga bardoshli marganetsli po'lat plitalari bilan qoplangan qobiq 1, val 2 va valga

o'rnatilgan disk 3 dan iborat. Diskda paletslar 4 yordamida bolg'alar 5 erkin joylashtirilgan. Bolg'alar ham marganetsli po'latdan tayyorlangan. Qobiqning pastki qismida kolosnikli panjara 6 bor. Bolg'alari bo'lgan disk 40 m/s tezlik bilan aylanma harakat qiladi. Mashinaga tushgan material bolg'alarning zarbasi va plitalarga urilish zarbasi ta'sirida yanchiladi. Material kolosnikli panjara orqali o'tish paytida esa qo'shimcha yeyilish va ezilishga duch keladi.

Bolg'ali yanchish mashinalari yuqori unumdorlikka ega bo'lib, asosan mo'rt materiallarni maydalash uchun ishlatiladi. Eskirishga chidamli bo'lgan materiallarni ishlatilishiga qaramasdan, yanchigichning ish organlari tezda yeyilib ketadi, rotorini esa davriy ravishda balansirovka qilib turish zarur bo'ladi.

**Sharli tegirmon.** Sharli tegirmon maydalovchi jismlar (metall yoki kvarsdan tayyorlangan sharlar) bilan qisman to'ldirilgan barabandan iboratdir. Barabanning aylanishi paytida ishqalanish kuchlari ta'sirida sharlar baraban bilan birgalikda harakat qilib, ma'lum balandlikka ko'tarilgandan so'ng erkin tushib, materialni zarba kuchi va yeyilish natijasida maydalaydi.

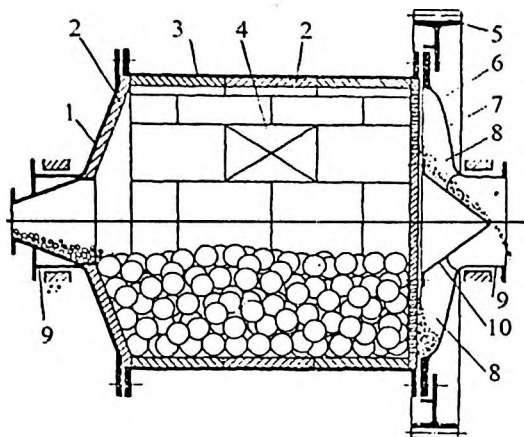


**7.1-rasm. Bolg'ali yanchish mashinasi:**

1-qobiq; 2-val; 3-disk; 4-paletslar; 5-bolg'achalar; 6-kolosnikli panjara.

Sharli tegirmonlar bir necha turga bo'linadi: diafragmali; quvurli; sterjenli va hakozo. 7.2-rasmda sharli diafragmali tegirmon sxemasi ko'rsatilgan. Bunday tegirmon yon tomondan quyilgan qopqoqlar 1 va 7

bilan berkitilgan kalta silindrsimon barabandan iboratdir. Baraban ichi bo'sh sapfalar 9 yordamida aylanma harakat qiladi. Qopqoqlarning bittasi butun ko'ndalang kesimi bo'yicha diafragmali panjara 6 bilan to'silgan bo'ladi.



**7.2-rasm. Sharli tegirmon:**

1-7-qopqoqlar; 2-zirhli plitalar; 3-barabanning qobig'i; 4-qopqoqli tuynuk; 5-harakatlanuvchi g'ildirak; 6-diafragmali panjara; 8-radial qirralar; 9-ichi bo'sh sapfalar; 10-yo'naltiruvchi konus.

**Purkovchi tegirmon.** 7.3-rasmda quvurli kameraga ega bo'lgan purkovchi tegirmon ko'rsatilgan. Tegirmon chegaralangan quvur 1 dan tashkil topib, uning pastki qismida siqilgan havo beruvchi konusli naychalar 6 joylashtirilgan. Maydalanishi lozim bo'lgan material tegirmonga injektor 5 orqali beriladi. Quvurning ichida uyurma oqim hosil bo'ladi. Uyurmali oqimning ichida bo'lgan zarrachalarning ko'p marotaba o'zaro urilishi natijasida materialning maydalanishi yuz berad Diafragmali panjara materialning katta bo'laklarini va sharlarni ushlab qolish uchun xizmat qiladi. Maydalangan material diafragmaning tor tirqishlari orqali o'tib, radial qirralar 8 yordamida yo'naltiruvchi konus 10 ga tukiladi, so'ngra ichi bo'sh sapfa orqali mashinadan tashqariga chiqariladi.

Yupqa maydalash uchun moslangan tegirmonlar diametri 25 dan to 150 mm gacha bulgan po'lat sharlar bilan taxminan yarmigacha

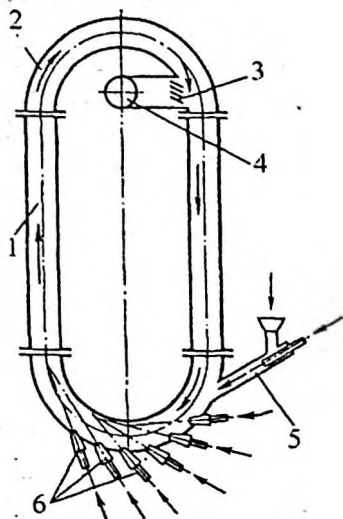
to'ldirilgan bo'ladi. Tegirmondagi maydalash jarayoni quruq va ho'l usullar bilan olib boriladi.

Ho'l usul qo'llanilganda hosil bo'lgan suspenziya yuk tushiruvchi sapfa orqali tashqariga chiqariladi.

Sharli tegirmonlarning maydalash samaradorligi va energiya sarfi maydalovchi jismlarning aylanish tezligi, og'irligi va o'lchamlariga, ho'l usul qo'llanilganda esa suspenziyaning konsentratsiyasiga ham bog'liq bo'ladi.

Sharli tegirmonlar bir qator afzalliklarga ega: hoxlagan materiallarni maydalash mumkin; uzoq davom etgan ish rejimida doimiy maydalanish darajasiga erishiladi; mustahkamlik va havfsizlikni ta'min etadi; ishlatish juda qulay. Bunday tegirmonlar kamchiliklardan ham holi emas: o'lchamlari ancha katta; foydali ish koeffitsiyenti ancha kichik; maydalovchi jismlarning yeyilishi natijasida maydalangan material zarrachalari ifloslanadi; mashinalarning ishlash jarayonida shovqin hosil bo'ladi. i. Oqimning tirsak 2 dan o'tishida markazdan qochma kuch maydoni hosil bo'ladi, bu maydon yordamida maydalangan material saralanadi. Katta kinetik energiyaga ega bo'lgan yirik zarrachalar quvurning tashqi devori tomoniga intiladi va harakatni davom ettirib qaytadan maydalash zonasiga tushadi. Mayda zarrachalar esa havo oqimi bilan birgalikda qiyasimon to'siqli panjara 3 dan o'tib, quvur 4 orqali uskunadan tashqariga chiqariladi. Bu oqim so'ngra siklon va yengil filtrlarga yuboriladi.

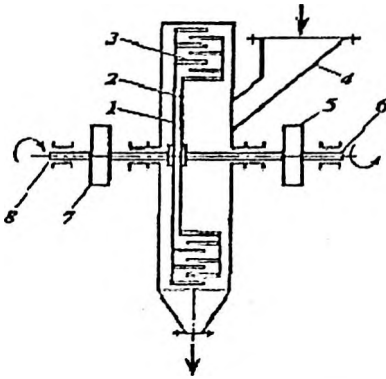
Purkovchi tegirmonlarda yuqori darajada bir jinsli bo'lgan maydalangan mahsulot olinadi, biroq ular ko'p miqdordagi siqilgan havoni ishlatilishi sababli katta energiya sarfini talab qiladi. Shu sababdan purkovchi tegirmonlar faqat qimmatbaho mahsulotlarni o'ta yupqa qilib maydalashda ishlatiladi.



**7.3. rasm. Purkovchi tegirmon:**  
 1- chegaralangan quvur; 2-yuqorigi  
 tirsak; 3-qiyasimon to'siqli panjara;  
 4-maydalangan mahsulotni chiqaruvchi  
 quvur; 5-material beruvchi injektor;  
 6-siqilgan havo berib turuvchi konusli  
 naychalar.

**Dezintegratorlar va dismembratorlar.** Bunday mashinalar mo'rt va yumshoq materiallar (oltingugurt, tuzlar, kaolin, bo'yoqlar va hakoza) ni maydalash uchun ishlatiladi. Dezintegrator vallarga o'rnatilib, qarama-qarshi tamonlarga qarab aylanuvchi ikkita disklardan iborat (7.4-rasm). Disklarga ularning aylanasi bo'ylab zarba beruvchi paletslar shunday joylashtirilganki, birinchi diskdagi paletslar qatori ikkinchi diskdagi ikkita paletslar qatorining o'rtasiga kiradi. Markazdan qochma kuchlar ta'sirida dezintegratorga tushgan material disklar yordamida mashinaning ichki qismiga uloqtirilib tashlanadi va aylanib turgan paletslarga duch keladi. Bunday holatda material maydalanib, paletslar oralig'idagi bo'shliqdan o'tib, tegirmonning pastki qismiga tushadi va tashqariga chiqariladi. Disklarning aylanish soni minutiga 1200 dan 2200 gacha bo'ladi.

Metall bo'lakchalaridan tozalash maqsadida material dezintegratorga berilishdan oldin g'alvir va elektromagnitli separatoridan o'tkaziladi. Bunday sharoitda zarba beruvchi paletslar va disklar metall parchalari ta'sirida buzilishdan saqlanadi.



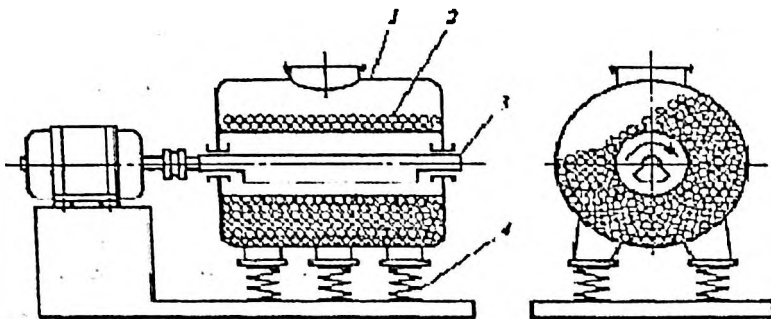
7.4-rasm. Dezintegratorning tuzilish sxemasi:

1,2-disklar; 3-zarba beruvchi paletslar; 4-yuklovchi voronka; 5,7-shkivlar; 6,8-vallar.

Dismembratorlarda zarbali paletslarga ega bo'lgan disklardan bittasi aylanuvchan bo'ladi, ikkinchisi esa qo'zg'olmas bo'ladi va ochiladigan kopqoqni tashkil etadi. Ikkala mashinalarning ham ishlash prinsipi bir xil, biroq dismembrator dezintegratorga nisbatan ixchamroq mashina hisoblanadi. Dismembratorning barabani turli shakldagi teshiklari bo'lgan xalqasimon to'ring ichida aylanadi. Xalqasimon to'ring vazifasi, birinchidan kerakli o'lchamga ega bo'lgan zarrachalarni elash, ikkinchidan, zarrachalarni to'rga urilishi ta'sirida ularni maydalashga yordam berish.

**Vibratsiyali tegirmonlar.** Bunday mashinalar katta qattqlikka ega bo'lmagan materiallarni o'ta yupqa maydalash uchun ishlatiladi (7.5-rasm). Ushbu guruhdagi mashinalar ichki bo'shlig'ining 70 ÷ 80 % vibratsiya qiluvchi sharlar bilan to'ldirilgan barabandan iborat bo'ladi. Baraban muvozanatlanmagan val yordamida harakatga keltiriladi. Materialning maydalanish jarayoni vibratsiya qiluvchi sharlarning jadal harakati va ularning bir-birlari bilan tez-tez to'qnashuvlari oqibatida yuz beradi. Vibratsiya ta'sirini tegirmon fundamentiga berilmasligi uchun mashinaning qobig'i prujinali suyanchiqqa o'rnatilgan bo'ladi.

Vibratsiyali tegirmonlar davriy yoki uzluksiz rejimda materiallarni quruq yoki xo'l usul bilan maydalashda qo'llaniladi. Bunday mashinalardan zarrachalarning o'lchamlari 1÷2 mm dan 60 mkm gacha va undan ham kichikroq bo'lgan materiallarni o'ta yupqa maydalashda foydalanish samarali hisoblanadi.



7.5-rasm. Vibratsiyali tegirmon sxemasi:

1-qobiq; 2-maydalovchi jismlar; 3-muvozanatlanmagan val; 4-prujinali suyanchiq.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Qattiq materiallarni maydalashning mohiyati va amaliy ahamiyati nimadan iborat?
2. Qattiq materiallarni maydalash jarayoni necha turga bo'linadi?
3. Aralashmadagi bo'laklarning o'rtacha aniqlovchi o'lchami qaysi tenglama orqali topiladi?
4. Materialning yanchilishi paytidagi sarflangan ishning hajmi qaysi tenglama yordamida aniqlaniladi?
5. Yanchish jarayoni uchun tavsiya qilingan Rebinder tenglamasini qanday ifoda qilish mumkin?
6. Materiallarni yanchish uchun ishlab chiqilgan Kik-Kirpichev va Rittinger gipotezalari o'rtasida qanday farq bor?
7. Maydalash mashinalarining necha xil prinsipial sxemalari mavjud?

## 8-AMALIY MASHG'ULOT

### 8.1. Maydalanish mashinalarini hisoblash

Maydalash mashinalarini hisoblashning asosiy maqsadi maydalangan zarrachalarning o'lchamlarini, ish unumdorligini va talab qilinadigan quvvatni topishdan iboratdir. Hisoblash tartibi uskunaning turiga va uning asosiy ko'rsatgichlariga bog'liq bo'ladi. Misol uchun sharli tegirmonlarni hisoblashni ko'rib chiqamiz. Eng avvalo materiallarni maydalashga hizmat qiladigan sharlarni harakatga keltirish uchun zarur bo'lgan quvvat ( $N_{sh}$ ,  $Vt$ ) aniqlaniladi:

$$N_{sh} = GE_s \quad (8.1)$$

bu yerda  $G$  – berilgan ish unumdorligi,  $kg/s$ ;  $E_s$  – berilgan materialni maydalashning solishtirma energiyasi,  $J/kg$ .

$E_s$  ning qiymati material yuzasining uskunaga kirishdagi va undan chiqishdagi solishtirma maydonlari qiymatlari ( $G'_{sb}$  va  $G'_{so}$ ) ga bog'liq bo'ladi, ya'ni  $E_s=f(G'S)$ .  $E_s$  ning son qiymati materialning turiga bog'liq bo'lib, maxsus adabiyotlarda keltirilgan bo'ladi.

Sharli tegirmondan chiqayotgan maydalangan materialning solishtirma yuzasi ( $G'_{so}$ ,  $m^2/m^3$ ) quyidagi tenglama bilan aniqlaniladi:

$$F_{so} = \frac{41,4}{d_{nom}} \lg \left( \frac{d_{nom} \cdot 10^6}{5,47} \right), \quad (8.2)$$

bu yerda  $d_{nom}-R(d_{nom})=0,05$  shartiga javob beradigan zarrachaning nominal o'lchami,  $m$ .

Sharli tegirmonlar uchun zarrachalar massalarining o'lchamlar bo'yicha tarqalish funksiyasini quyidagi soddalashtirilgan tenglama orqali topish mumkin:

$$R = \exp \left( -\frac{3d}{d_{nom}} \right), \quad (5.14)$$

bu yerda  $d$  – zarrachaning  $0$  bilan  $d_{nom}$  o'rtasida o'zgaradigan o'lchami.

Tegirmonni tanlash paytida elektrodvigatelning quvvati quyidagicha topiladi:

$$N_{dv} = (1.3 \div 1.5) N_{sh} \quad (8.3)$$

Maydalovchi jismlar (ya'ni sharlar) ning massasi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblaniladi:

$$m_{sh} = \varphi \pi R^2 L \rho_{tsh} \quad (8.4)$$

bu yerda  $\varphi$  – barabanning to'ldirish koeffitsiyenti;  $R$  – barabanning ichki radiusi,  $m$ ;  $L$  – to'kilgan holatdagi sharlarning zichligi,  $kg/m^3$  (po'lat sharlar uchun  $\rho_{tsh} = 4100 kg/m^3$ , keramik sharlar uchun esa  $\rho_{tsh} = 1260 kg/m^3$ ).

Sharning diametri ( $d_{sh}$ ,  $m$ ) uning kinetik energiyasining eng katta o'lchamli material bo'lagini ( $d_{bmax}$ ) yemirish uchun kerak bo'lgan energiyaga tenglik shartiga ko'ra aniqlaniladi:

$$d_{sh} = \sqrt[3]{\frac{18 \sigma_s^2}{\rho_{sh} \pi E W_{sh}^2} d_{bmax}^3} \quad (8.5)$$

bu yerda  $\rho_{sh}$  – shar materiallarining zichligi (po'lat uchun  $\rho_{sh} = 7800 kg/m^3$ , keramika uchun  $\rho_{sh} = 2440 kg/m^3$ );  $W_{sh}$  – sharning tushish tezligi,  $m/s$ .

Sharning tushish tezligi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$W_{sh}^2 = 16g \left[ R_k (2n) - R_k^3 (2n)^5 \right]^2 \quad (8.6)$$

bu yerda  $R_k$  – barabanga solingan sharlar qatlamining eng kichik radiusi,  $m$ ;  $g$  – erkin tushish tezlanishi ( $g = 9.81 m/s^2$ );  $n$  – barabanning aylanish chastotasi,  $s^{-1}$ .

Hisoblash natijalariga asoslanib, kerakli sharning standart diametri topiladi. Bunday maqsad uchun standart shar diametrining quydagi qatoridan foydalanish kerak (mm hisobida): 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 125. Hisoblangan diametrga eng yaqin maksimal o'lchamga ega bo'lgan standart shar tanlab olinadi.

Tegirmon dvigatelining quvvati quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$N_{dv} = \frac{K_N \rho_{Tyu} R^{2,5} Lg}{60\eta_M}, \quad (8.7)$$

bu yerda  $\rho_{Tyu}$  – sharlar va materialning birgalikda to‘kilgan holatidagi zichligi;  $\text{kg/m}^3$ ;  $\eta_m$  – mexanik o‘tkazishning foydali ish koeffitsiyenti ( $\eta_m=0,9$ );  $K_N$  – barabanga yuklangan sharlar qatlami quvvatining koeffitsiyenti;  $R$  – barabanning ichki radiusi, m.

$K_N$  ning qiymati quyidagi tenglama yordamida topiladi:

$$K_N = \frac{60N_{sh}}{\rho_{Tsh} R^{2,5} Lg}. \quad (8.8)$$

$\rho_{Tyu}$  ni aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\rho_{Tyu} = \rho_{Tsh} + 1,15 \left( 1 - \frac{\rho_{Tsh}}{\rho_{sh}} \right) \rho_M, \quad (8.9)$$

bu yerda  $\rho_M$  – to‘kilgan holatdagi materialning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ .

(8.9) tenglamadagi 1,15 ga teng bo‘lgan koeffitsiyent sharlar oralig‘idagi bo‘shliqning 15 foizida maydalangan material borligini bildiradi.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Maydalash mashinalarining necha xil prinsipial sxemalari mavjud?
2. Bolg‘ali yanchish mashinasining ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
3. Sharli tegirmonlarning ichki bo‘shlig‘i qanaqa o‘lchamli sharlar bilan to‘ldiriladi?
4. Purkovchi tegirmonlardan qanday mahsulotlarni o‘ta yupqa maydalashda foydalaniladi?
5. Vibratsiyali tegirmonlarning ishlash prinsipini qanday tushuntirish mumkin?
6. Dezintegratorlar va dismembratorlar o‘rtasida qanday farq bor?
7. Sharli tegirmonlarni hisoblash qanday tartibda amalga oshiriladi?

## 9-AMALIY MASHG'ULOT

### 9.1. Issiqlik o'tkazishinig asosiy tenglamasi

Issiqlik almashinish jarayonlarida issiqlik bir muhitdan ikkinchisiga o'tadi. Ko'pincha issiqlik tashuvchi agentlar bir-biridan devor orqali (uskuna yoki quvurning devori va hakoza) ajratilgan bo'ladi. Harorati yuqori bo'lgan muhitdan harorati past bo'lgan muhitga biror devor orqali issiqlikning berilishi issiqlikning o'tishi deb ataladi. Bunda berilgan issiqlikning miqdori  $Q$  issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi orqali topiladi:

$$Q = K \Delta t_{o'r} F \tau, \quad (9.1)$$

bu yerda  $K$  – issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti;  $\Delta t_{o'r}$  – issiq va sovuq muhit haroratlarining o'rtacha farqi;  $G'$  – muhitlarni ajratuvchi devor yuzasi;  $\tau$  – jarayonning davomiyligi.

Uzluksiz ishlaydigan turg'un jarayonlar uchun (9.1) tenglamadagi  $\tau$  hisobga olinmaydi. U holda:

$$Q = K \Delta t_{o'r} F. \quad (9.2)$$

(9.1) tenglamadagi  $K$  – issiqlikning birinchi muhit markazidan ajratuvchi devorga issiqlik berish, devor orqali issiqlik o'tkazuvchanlik va devor yuzasidan ikkinchi muhit markaziga issiqlik berish yo'llari orqali o'tish tezligini belgilovchi koeffitsiyent.

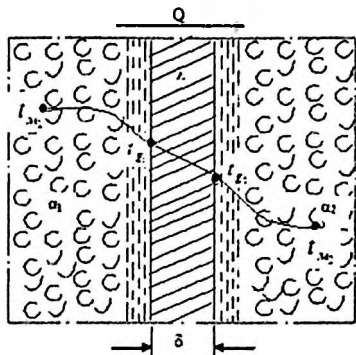
$K$  ning qiymatini topish uchun issiq muhitdan sovuq muhitga tekis devor orqali issiqlikning o'tish jarayonini ko'rib chiqamiz (9.1-rasm).

Turg'un jarayonlar uchun birinchi muhit markazidan devorga berilgan, devordan o'tgan va devordan ikkinchi muhit markaziga berilgan issiqlikning miqdori o'zaro teng, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \alpha_1 (t_{m_1} - t_{x_1}) F \\ Q &= \frac{\lambda}{\delta} (t_{x_1} - t_{x_2}) F \\ Q &= \alpha_2 (t_{x_2} - t_{m_2}) F \end{aligned} \right\}. \quad (9.3)$$

bu yerda  $\alpha_1$  – harorati yuqori muhitdagi issiqlik berish koeffitsiyenti;  $t_{m_1}$  – issiq muhit markazidagi harorat;  $t_{x_1}$  – devor yuzasining issiqlik muhiti tomonidagi harorati;  $\lambda$  – devor materialining issiqlik

o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;  $\delta$  – devorning qalinligi;  $t_{g_2}$  – devor yuzasining sovuq muhit tomonidagi harorati;  $\alpha_2$  – harorati past muhitdagi issiqlik berish koeffitsiyenti;  $t_{m_1}$  – sovuq muhit markazidagi harorat.



9.1-rasm. Issiq muhitdan sovuq muhitga tekis devor orqali issiqlik o'tish jarayonining sxemasi.

(9.3) ifodalardan quyidagilarni olish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} t_{m_1} - t_{g_1} &= \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{Q}{F} \\ t_{g_1} - t_{g_2} &= \frac{\delta}{\lambda} \cdot \frac{Q}{F} \\ t_{g_2} - t_{m_2} &= \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{Q}{F} \end{aligned} \right\} . \quad (9.4)$$

(9.4) tenglamalarning chap va o'ng tomonlarini o'zaro qo'shamiz:

$$t_{m_1} - t_{m_2} = \frac{Q}{F} \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (9.5)$$

yoki

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} F (t_{m_1} - t_{m_2}). \quad (9.6)$$

(9.2) va (9.6) tenglamalarni o'zaro solishtirish natijasida tekis devor uchun quyidagi ifodalarni olish mumkin:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (9.7)$$

yoki

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (9.8)$$

Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentiga teskari bo'lgan qiymat  $\frac{1}{K}$  issiqlik o'tishining termik qarshiligi deb yuritiladi.  $\frac{1}{\alpha_1}$  va  $\frac{1}{\alpha_2}$  qiymatlar issiqlik berishning termik qarshiliklarini,  $\frac{\delta}{\lambda}$  esa devorning termik qarshiligini ifodalaydi.

Issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$K = \left[ \frac{Q}{F \Delta t_{pr} \tau} \right] = \left[ \frac{\mathcal{K}}{M^2 \cdot \text{grad} \cdot c} \right] = \left[ \frac{Bm}{M^2 \cdot K} \right]$$

Shunday qilib, issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K harorati yuqori bo'lgan muhitdan harorati past bo'lgan muhitga vaqt birligi ichida ajratuvchi devorning 1 m<sup>2</sup> yuzasidan muhitlar haroratlari farqi 1 gradus bo'lganda o'tkazilgan issiqlikning miqdorini bildiradi.

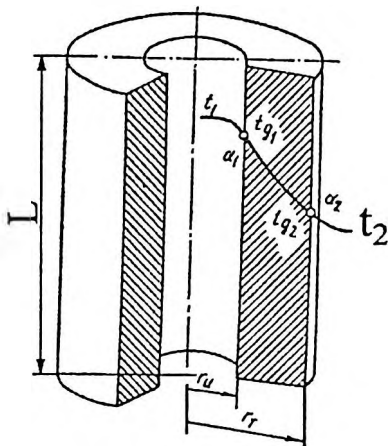
Ko'p qatlamli devordan issiqlik o'tish jarayonida har bir qatlamning termik qarshiliklari hisobga olinadi. Bu holda K ning qiymati quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (9.9)$$

bu yerda i – qatlamning tartib soni; n – qatlamlar soni.

Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida ko'pincha issiqlik quvur yuzasi orqali o'tadi. Silindrsimon yuzadan issiqlik o'tishining prinsipial sxemasi 9.2-rasmda ko'rsatilgan. Quvur ichida harorati  $t_1$

bo'lgan issiq muhit bo'lib, undan issiqlik quvurning ichki yuzasiga beriladi ( $\alpha_1$ ).



9.2-rasm. Silindrsimon yuzadan issiqlik o'tishining sxemasi.

Quvur tashqarisidagi harorati  $t_2$  bo'lgan sovuq muhit bor. Quvur tashqi yuzasidan sovuq muhitga issiqlikning berilishi  $\alpha_T$  bilan ifodalanadi. Quvurning balandligi  $L$ , ichki radiusini  $r_i$ , tashqi radiusini esa  $r_T$  bilan belgilaymiz. Silindrsimon yuzadan o'tkazilgan issiqlik miqdori quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$Q = K_R 2 \pi \tau (t_1 - t_2) . \quad (9.10)$$

$K_R$  ning qiymati esa quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$K_R = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u r_u} + \frac{1}{\lambda} 2,3 \lg \frac{r_T}{r_u} + \frac{1}{\alpha_T r_T}} . \quad (9.11)$$

$K_R$  issiqlik o'tkazishning chiziqli koeffitsiyenti deb ataladi. Agar  $K$  ning qiymati yuza birligiga nisbatan olinsa,  $K_R$  ning qiymati quvur uzunligining birligiga nisbatan olinadi. Shu sababli  $K_R = \left[ \frac{Bm}{M \cdot K} \right]$  o'lchov birligiga ega.

Qalin devorli silindrsimon yuzalarni, jumladan, katta qalinlikdagi izolyatsiya qatlami bilan qoplangan quvurlarni hisoblashdagina (9.10) va

(9.11) tenglamalardan foydalaniladi. Yupqa devorli quvurlarni hisoblashda esa (9.2) va (9.7) tenglamalardan foydalanish mumkin.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Neft va gazni qayta ishlash tarmog'i uchun issiqlik almashinish jarayonlarining roli nimadan iborat?

2. Issiqlik tarqalishining nechta prinsipial turlari mavjud va ularning fizik mohiyatlarini qanday tushuntirish mumkin?

3. Issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi qanday ifoda qilinadi va undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

4. Issiqlik o'tkazishning koeffitsiyenti va issiqlik berish koeffitsiyentlari o'rtasida kanday umumiylik va qanday farq bor?

5. Harorat maydoni va harorat gradiyenti tushunchalarining mazmunini sxematik yo'l bilan tushuntirib berish mumkinmi?

6. Furye qonuni qaysi tenglama orqali ifoda qilinadi va undan qanday maqsadlar uchun foydalansa bo'ladi?

## **10-AMALIY MASHG'ULOT**

### **10.1. Issiqlik almashinish uskunalarini to'g'risida umumiy tushunchalar**

Neft va gazni qayta ishlash sanoatida suyuqlik va gazlarni isitish va sovitish, bug'larni kondensatsiyalash kabi issiqlik jarayonlari keng tarqalgan. Bunday jarayonlar issiqlik almashinish uskunalarida amalga oshiriladi.

Issiqlik almashinish jarayonlarida qatnashuvchi moddalar issiqlik tashuvchi agentlar deb yuritiladi. Yuqori haroratga ega bo'lib, o'zidan issiqlikni isitilayotgan muhitga beruvchi moddalar isituvchi agentlar deb yuritiladi. Sovitilayotgan muhitga nisbatan past haroratga ega bo'lgan va o'ziga muhitdan issiqlikni oluvchi moddalar sovituvchi agentlar deb ataladi.

Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida ko'pincha bevosita issiqlik manbasi sifatida yoqilg'ilarning yonishidan hosil bo'lgan gazlar va elektr energiyasi ishlatiladi. Bunday bevosita issiqlik manbalaridan issiqlik olib, o'zining issiqligini uskunalarning devorlari orqali isitilayotgan muhitga beruvchi moddalar oraliq issiqlik tashuvchi agentlar deb ataladi. Oraliq issiqlik tashuvchi agentlar qatoriga suv bug'i, issiq suv va yuqori haroratli issiqlik tashuvchi moddalar (qizdirilgan suv, mineral moylar, organik suyuqliklar va ularning bug'lari, suyultirilgan tuzlar, suyuq metallar va ularning qotishmalari) kiradi.

Oddiy haroratgacha ( $10\div 30^{\circ}\text{C}$ ) sovitish uchun suv va havo kabi sovituvchi agentlar keng ishlatiladi.

Issiqlik almashinish uskunalarida issiqlikni berish yoki olish uchun qo'llaniladigan agentlarni tanlashda ularning quyidagi xossalari ahamiyat beriladi: 1) kerakli muhitni isitish yoki sovitish darajasi va uni boshqarish imkoniyati; 2) minimal massaviy va hajmiy sarflarda yuqori issiqlik almashinish tezligiga erishish; 3) qovushqoqligi kam, zichlik, issiqlik sig'imi va bug' hosil bo'lish issiqligi yuqori; 4) yonmaydigan, zaharsiz, issiqlikka chidamli bo'lgani ma'qul; 5) issiqlik almashinish

uskunasi tayyorlangan materialni buzmasligi kerak; 6) kamyob bo'lmashligi va arzon bo'lishi zarur.

Ko'pchilik sharoitlarda isituvchi agentlar sifatida ishlab chiqarishdan chiqayotgan mahsulotlar, yarim mahsulotlar va chiqindilarning issiqliklaridan foydalanish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

Sanoatda issiqlik almashinish jarayonlari quyidagi maqsadlar uchun olib boriladi: 1) jarayon haroratini berilgan darajada ushlab turish; 2) sovuq mahsulotlarni isitish yoki issiq mahsulotlarni sovitish; 3) bug'larni kondensatsiyalash; 4) eritmalarni quyiltirish va hakozi. Bu jarayonlar alohida olingan issiqlik almashinish uskunalari yoki texnologik uskunalarning o'zida amalga oshiriladi.

Issiqlik almashinish uskunalari umuman olganda ikkiga bo'linadi: issiqlik almashinish uskunalari o'zi va reaktorlar. Issiqlik almashinish uskunalari issiqlik almashinish asosiy jarayon hisoblanadi. Reaktorlarda esa fizik-kimyoviy jarayonlar asosiy hisoblanib, issiqlik almashinish esa yordamchi jarayondir.

Neft va gazni qayta ishlash va kimyo sanoatlari korxonalarida qo'llaniladigan texnologik uskunalarning katta bir ulushini issiqlik almashinish uskunalari tashkil qiladi. Kimyo sanoatida ishlatiladigan issiqlik uskunalari umumiy uskunalarning o'rtacha hisobda 15-18 % ni tashkil etsa, neft va gazni qayta ishlash sanoatida esa bu raqam 50 % ga teng. Sanoatda turli-tuman issiqlik almashinish uskunalari qo'llaniladi. Ish prinsipiga ko'ra issiqlik almashinish uskunalari uch turga bo'linadi: 1) yuzali issiqlik almashgichlar; 2) aralashuvchi issiqlik almashgichlar; 3) regenerativ issiqlik almashgichlar. Neft va gazni qayta ishlash sanoatida keng ishlatiladigan quvurli pechlar alohida turni tashkil etadi. Bu haqda to'liq ma'lumot 9-bobda keltirilgan.

Yuzali issiqlik almashgichlarda issiqlik tashuvchi agentlar bir-biri bilan devor orqali ajratilgan va issiqlik birinchi issiqlik tashuvchi muhitdan ikkinchisiga ularni ajratuvchi devor orqali o'tadi.

Aralashuvchi uskunalarda issiqlik tashuvchi agentlarning o'zaro to'qnashuvi va aralashuvi natijasida issiqlikning almashinishi yuz beradi.

Regenerativ issiqlik almashgichlarda qattiq jismdan tashkil topgan bir xil yuza navbat bilan turli issiqlik tashuvchi agentlar bilan kontaktida bo'ladi. Qattiq jism unga tegib o'tgan issiqlik tashuvchidan issiqlik olib isiydi; boshqa issiqlik tashuvchi o'tganda esa qattiq jism o'z issiqligini unga berib soviydi.

Issiqlik almashinish uskunalari quyidagi belgilarga ko'ra sinflanadi: konstruktiv tuzilishi bo'yicha-quvurdan qilingan uskunalalar (qobiq-kuvurli, «quvur ichida quvur», zmeyevikli va boshqalar); issiqlik almashinish yuzasi listli materialdan tayyorlangan uskunalalar (plastinali, spiralsimon va boshqalar); issiqlik almashinish yuzani tayyorlashda nometall materiallar (grafit, plastmassa, shisha va hakoza) dan foydalanilgan uskunalalar. Ishlatilish maqsadiga ko'ra – sovutgichlar, isitgichlar, bug'latgichlar, kondensatorlar. Issiqlik tashuvchi agentlar harakatining yo'nalishiga ko'ra – to'g'ri, qarama-qarshi, kesishgan va hakoza yo'nalishli uskunalalar.

Sanoat uskunalari issiqlik almashinishning shart-sharoitlari har xil bo'ladi. Issiqlik almashinish uskunalari turlicha agregat holat (gaz, bug', tomchili suyuqlik, emulsiya va hakoza), har xil harorat va bosim qiymatlari hamda ma'lum fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan ish muhitlari uchun mo'ljallangan bo'ladi. Buning uchun ma'lum bir jarayon uchun haqiqiy shart-sharoitni hisobga olgan holda tegishli issiqlik almashgich tanlab olinadi.

### **MUSTAQIL ISHLASH UCHUN SAVOLLAR**

1. Нефть ва газни қайта ишлаш технологиясида қандай мақсадларни амалга ошириш учун иссиқлик алмашиниш ускуналари ишлатилади?

2. Иссиқлик ташувчи агентлар қаторига нималар кирди ва уларнинг хоссаларига қандай талаблар қўйилади?

3. Иш принципига ва ишлатиш мақсадига кўра иссиқлик алмашиниш ускуналари неча турга бўлинади?

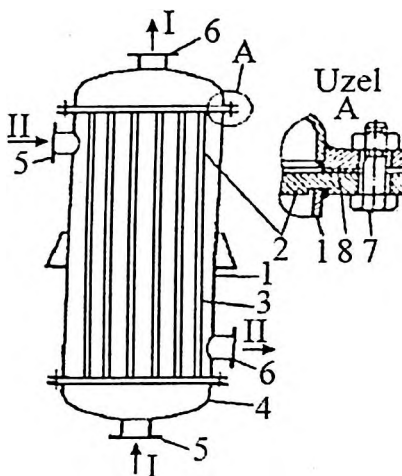
4. Юзали иссиқлик алмашиниш ускуналари неча хил бўлади ва улардан sanoatda энг кўп тарқалганлари қаторига қайсыларини киритиш мумкин?

## 11-AMALIY MASHG'ULOT

### 11.1. Yuzali issiqlik almashgichlar

Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida qobiq-quvurli, zmeyevikli, qo'sh quvurli, namlovchi, plastinali, spiralsimon, g'ilofli, qirrali issiqlik almashinish uskunalari keng ishlatiladi.

**Qobiq quvurli issiqlik almashgichlar.** Bunday uskunalar sanoatda eng ko'p tarqalgan. Qobiq-quvurli issiqlik almashgichlar qobiq ichiga joylashgan quvurlar to'plamidan iborat bo'lib, quvurlarning uchlari to'rlarga mahkamlangan bo'ladi (11.1-rasm). Uskunalarining yuqorigi va pastki qismlarida qapqoq flanets yordamida quvur to'riga biriktiriladi.

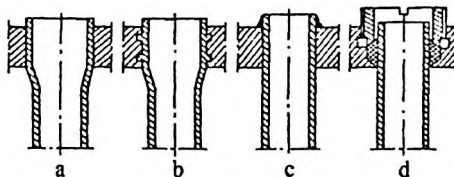


*11.1-rasm. Bir yo'lli qobiq-quvurli issiqlik almashinish uskunasini:*  
1-qobiq; 2-quvur to'rlari; 3-quvurlar; 4-qopqoq; 5,6-issiqlik tashuvchi agentlar (I va II) kiradigan va chiqadigan shtutserlar; 7-bolt; 8-qistirma.

Yuqorigi va pastki qopqoqlarda isitilayotgan yoki sovitilayotgan agentlarni berish uchun shtutser mo'ljallangan. Quvurlar to'rlarga razvalsovka, payvandlash, salnikli qistirma qo'yish va boshqa usullar yordamida biriktirilishi mumkin (11.2-rasm). Issiqlik tashuvchi

agentning birinchisi quvurlarning ichida, ikkinchisi esa quvurlar va uskunaning ichki devori oralig'idagi bo'shliqda harakat qiladi.

11.1-rasmda bir yo'nalishli qobiq-quvurli issiqlik almashinish uskunasi ko'rsatilgan. Bunda isitiluvchi gaz yoki suyuqlik qopqoqdagi patrubka orqali bitta quvurdan kirib, o'sha quvurdan chiqib ketadi. Ko'pincha, bu turdagi isitkichlarda isitilayotgan va issiqlik berayotgan muhitlar bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi. Isituvchi agent doim isitkichning yuqorigi qismidan va isitilayotgan muhit esa uskunaning pastki qismidan quvurlar ichiga beriladi. Bu muhitlarning yo'nalishi isitkichdagi yo'nalishga mos keladi, chunki isitilayotgan vaqtda harorat ortishi va kamayishi bilan ularning zichliklari o'zgaradi. Masalan, bug' o'z issiqligini berib sovishi natijasida uning zichligi oshib, pastga qarab harakat qiladi. Bundan tashqari, muhitlarning bu yo'nalishida ularning tezliklari bir xil taqsimlanib, uskunaning ko'ndalang kesimida issiqlik almashinish o'zgarmas bo'ladi.



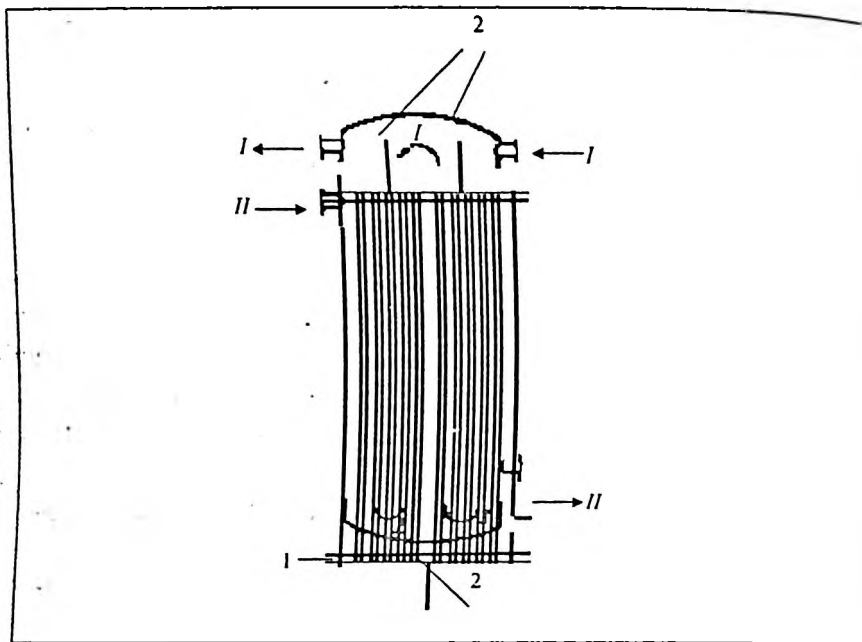
**11.2-rasm. Quvurlarni quvur to'rlariga biriktirish usullari:**

a) razvalsovka; b) ariqchalar orqali razvalsovka qilish; v) payvandlash; g) salnikli qistirma qo'yish.

Agar muhitlarning yo'nalishi aksincha bo'lsa, ya'ni isituvchi agent uskunaning pastki qismidan quvurlar va qobiq oralig'idagi bo'shliqqa va isitilayotgan muhit isitkichning yuqorigi qismidagi quvurlarga berilsa, u holda bug' issiqligini berib sovishi natijasida uning zichligi oshib yuqoriga ko'tarilmaydi. Natijada pastki quvurlar bilan qobiq orasidagi bo'shliqda kondensat to'planib, bug'ning bu bo'shliq orasidan o'tishi qiyinlashadi va issiqlik almashinish jarayonining tezligi kamayadi.

Bu issiqlik almashgichlarda suyuqliklarning sarfi kam bo'lganda ularning quvurlardagi tezligi ancha kichik bo'lib, natijada issiqlik

almashinish koeffitsiyenti ham kam bo'ladi. Issiqlik tashuvchi agentlarning tezligini oshirish uchun ko'p yo'lli isitkichlar ishlatiladi.

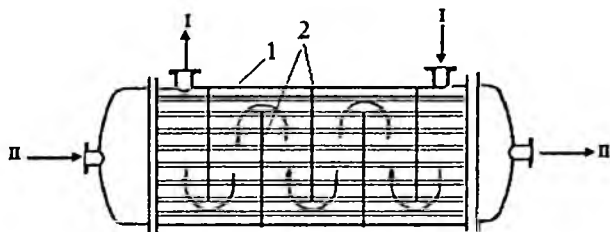


**11.3-rasm. Ko'p yo'lli (quvurlar ichidagi bo'shliq bo'yicha) issiqlik almashgich:**

I-qopqog; 2-to'siqlar; I, II-issiqlik tashuvchi agentlar.

Ko'p yo'lli issiqlik almashgichlarda quvurlarni seksiyalarga bo'lish uchun yoki muhitning harakat yo'lining soniga qarab uskunaning qopqog'i bilan quvur to'ringining orasiga to'siqlar o'rnatiladi (11.3, 11.4-rasmlar). Bunda har bir seksiyadagi quvurlarning soni bir xil bo'lishi kerak.

Ko'p yo'llik issiqlik almashgichlarda bir yo'nalishli uskunalariga nisbatan muhitlarning tezligi yo'llarning soniga qarab mutanosib ravishda o'zgaradi.



**11.4-rasm. Ko'pli yo'lli (quvurlar tashqarisidagi bo'shliq bo'yicha) issiqlik almashgich:**

1-qobiq; 2-yo'naltiruvchi to'siqlar; I, II –issiqlik tashuvchi agentlar.

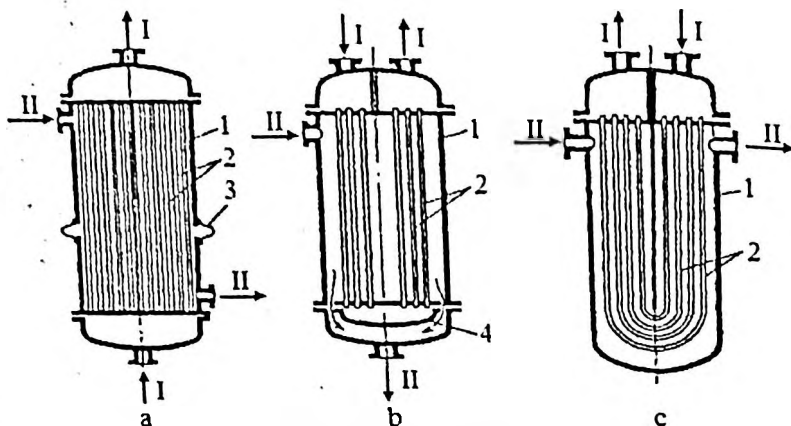
Sanoatning barcha tarmoqlarida 2, 4 va 6 yo'lli issiqlik almashgichlar ishlatiladi. Chunki yo'llarning soni ortishi bilan gidravlik qarshilik ortib, issiqlik almashinish uskunasi tuzilishi murakkablashadi. Bir yo'lli va ko'p yo'lli qobiq-quvurli issiqlik almashgichlar vertikal va gorizontal holatda bo'ladi. Vertikal issiqlik almashinish uskunalarini ishlatish qulay, ularning tuzilishi sodda va kam joyni egallaydi. Gorizontal issiqlik almashinish uskunalarini ko'pincha ko'p yo'lli qilib tayyorlanadi.

Qobiq-quvurli uskunalarda qobiq bilan quvurlar orasidagi harakatlarning farqiga qarab quvur va qobiqning uzayishi har xil bo'ladi. Shuning uchun qobiq-quvurli uskunalar tuzilishiga ko'ra ikki xil bo'ladi: 1) qo'zg'almas to'rli issiqlik almashgichlar; 2) kompensatsiyalovchi moslamali issiqlik almashgichlar (bunday uskunalarda quvurlarning turli darajada uzayishiga imkon bor).

Qo'zg'almas to'rli issiqlik almashgichlarda issiqlik ta'sirida quvurlar va qobiq har xil uzayadi, shu sababli bunday uskunalar quvurlar va qobiq o'rtasidagi haroratlar farqi katta bo'lmaganda ( $50^{\circ}\text{C}$  gacha) ishlatiladi.

Haroratlar farqi  $50^{\circ}\text{C}$  dan katta bo'lganda quvurlar va qobiqning har xil uzayishini yo'qotish uchun linzali kompensatorli (11.5-rasm, a) harakatchan quvur to'rli (11.5-rasm, b), U-simon quvurli (11.5-rasm, v) va boshqa turdagi qobiq-quvurli issiqlik almashinish uskunalarini ishlatiladi.

Linzali kompensatorli bo'lgan uskunalar quvurlar va uskuna devori o'rtasidagi bosim  $6 \cdot 10^5$  Pa gacha bo'lganda qo'llaniladi.



**11.5-rasm. Qobiq va quvurlarning turlicha uzayishini kompensatsiya qiladigan qobiq-quvurlari issiqlik almashgichlar:**

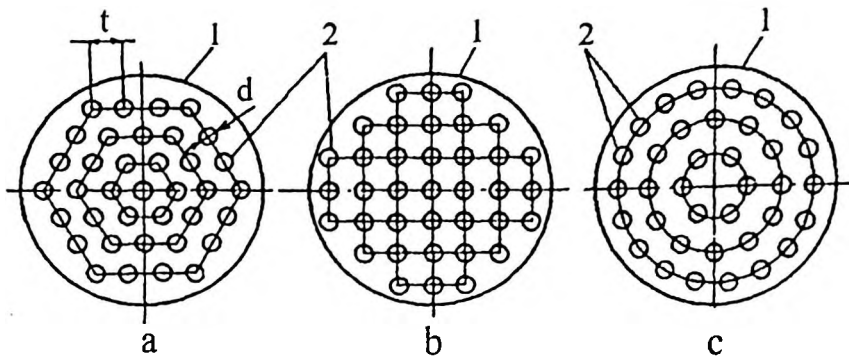
- a) linzali kompensatorli; b) harakatchan qalpoqchali; U-simon quvurli;  
 1-qobiq; 2-quvurlar; 3-linzali kompensator; 4-harakatchan qalpoqcha.

Harakatchan qalpoqchali issiqlik almashgichlar haroratlar farqi katta bo'lganda ishlatiladi. Bu uskunada pastdagi quvur to'ri harakatchan bo'lib, bunda quvurlar to'plami uskunaning qobig'ida harorat ta'sirida uzayganda ham bemaolol harakat qiladi. Quvurlarning uzayishini yo'qotuvchi kompensatsiyali uskunalarning tuzilishi murakkabdir.

U-simon qobiq-quvurli issiqlik almashgichlarda issiqlik ta'sirida quvurlarning uzayishidagi kompensatsiyani quvurlarning o'zi bajaradi. Shuning uchun ularning tuzilishi sodda bo'lib, quvurlar to'plami bitta qo'zg'almas to'rga o'rnatiladi. Bu uskunalarda quvurlarning ichki yuzasini tozalash qiyin va quvurlarni to'rga joylashtirish esa juda murakkabdir.

Qobiq-quvurli issiqlik almashgichlarda quvurlar to'rga uch xil usul bilan joylashtiriladi: a) to'g'ri oltiburchaklik qirralar bo'ylab;

b) konsentrik aylanalar bo'yicha; v) kvadratning tomonlari bo'ylab (11.6-rasm, a, b, v).



**11.6-rasm. Quvurlarni quvur to'rlariga joylashtirish usullari:**

- a) to'g'ri oltiburchakning qirrali bo'ylab; b) kvadratning tomonlari bo'ylab; v) konsentrik aylanalar bo'ylab; 1-uskuna qobig'i; 2-quvurlar; t-quvurlar qadami; d-quvurlar diametri.

Ko'pincha qobiq-quvurli issiqlik almashgichlarda quvurlar to'g'ri oltiburchaklik qirralar bo'ylab joylashtiriladi, chunki bunda quvurlar ixcham joylashib, ularning soni ko'proq bo'ladi. Ayrim vaqtlarda quvurlarning yuzasini tozalash oson bo'lishini nazarda tutib quvurlar to'rga kvadrat tomonlari bo'ylab joylashtiriladi.

Qobiq-quvurli uskunalarda yuqori issiqlik berish koeffitsiyentlariga erishish uchun issiqlik tashuvchi agentlarning tezligini ancha katta bo'lishi kerak: gazlar uchun 8-30 m/s, suyuqliklar uchun eng kami bilan 1,5 m/s.

Qobiq-quvurli issiqlik almashinish uskunalari quyidagi afzalliklarga ega: ixcham, metall kam sarf qilinadi, issiqlik almashinish yuzasi katta, quvurlarning ichini tozalash oson. Bu uskunalar kamchiliklardan ham holi emas: issiqlik tashuvchilarni katta tezlik bilan o'tkazish qiyin, quvurlarning tashqarisidagi bo'shliqni tozalash va ta'mirlash imkoni kam.

**Qo'sh quvurli issiqlik almashgichlar.** Bunday uskunalarni «quvur ichida quvur» turidagi issiqlik almashgichlar deb ham yuritiladi. «Quvur ichida quvur» turidagi uskuna bir necha elementlardan tuzilgan. Har bir element katta diametrli tashqi quvur va konsentrik holda joylashgan ichki quvurdan iborat. Ichki quvurdan isitilayotgan muhit harakat qilsa, quvurlararo bo'shliqdan esa sovitilayotgan agent harakat

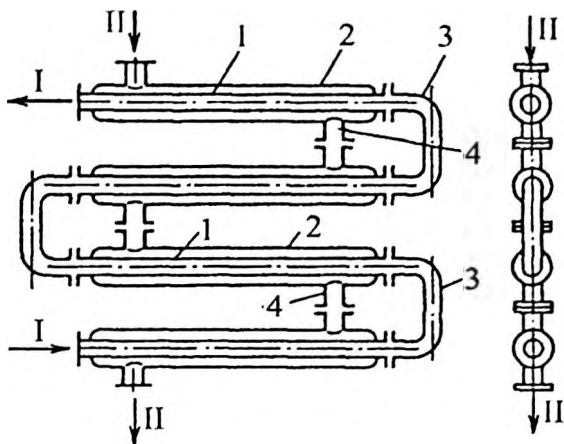
qiladi. Qo'sh quvurli issiqlik almashgichlar yig'ma yoki noyig'ma holida, bir va ko'p oqimli qilib tayyorlanishi mumkin.

11.7-rasmda bir oqimli issiqlik almashgich ko'rsatilgan. Bu uskuna bir necha elementlardan tuzilgan bo'lib, har bir element tashqi (yoki qobiq sifatida) quvur 2 va ichki (yoki issiqlik almashuvchi) quvur 1 dan iborat bo'ladi. Elementlar vertikal qatorga tizilgan bo'lib, issiqlik almashinish seksiyasini tashkil etadi. Ichki quvurlar tirsaklar 3 orqali, tashqi quvurlar esa flanelardagi shtutserlar 4 yordamida birlashtiriladi.

Ichki quvurlarning va quvurlararo bo'shliqning ko'ndalang kesimlari kichik bo'lganligi sababli kichik sarflarda ham issiqlik tashuvchi agentlarni katta tezlik bilan o'tkazish mumkin. Shuning uchun bu issiqlik almashgichda yuqori ko'rsatgichli issiqlik o'tkazish koeffitsiyentiga erishish mumkin va uskunaning massa birligiga to'g'ri keladigan issiqlik miqdori qobiq-quvurli uskunalariga nisbatan yuqori bo'ladi. Bundan tashqari, issiqlik tashuvchi agentlarning tezligi katta bo'lgani uchun, quvurlarning yuzasida har xil iflosliklar hosil bo'lmaydi.

Bu turdagi uskunalar yuqori bosimda va issiqlik tashuvchi agentlarning sarflanish miqdori kam bo'lganda ham ishlaydi. Ularning afzalligi: issiqlik tashuvchi agentlar katta tezlikka ega bo'lganligi uchun issiqlik o'tkazish koeffitsiyentining qiymati ham katta, uskunani tayyorlash oson, gidravlik qarshiligi kam.

Issiqlik almashinish ko'rsatgichlari bir xil bo'lgan sharoitda «quvur ichida quvur» turdagi uskunalar qobiq-quvurli uskunalariga nisbatan o'lchamlari katta bo'ladi va tayyorlanishi uchun ko'p metall sarflanadi.



**11.7-rasm. Qo'sh quvurli issiqlik almashgich:**

1-ichki quvurlar; 2-tashqi quvurlar; 3-tirsaklar; 4-birlashtiruvchi patrubkalar; I va II – issiqlik tashuvchi agentlar.

## MUSTAQIL ISHLASH UCHUN SAVOLLAR

1. Qobiq-quvurli issiqlik almashgichlarda nima sababdan isituvchi agent uskunaning yuqorigi qismidan, isitilayotgan muhit esa uning pastki qismidan quvurlar ichiga beriladi?

2. Ko'p yo'lli issiqlik almashgichlarda nima sababdan uskunaning qopqog'i bilan quvur to'rining orasiga to'siqlar o'rnatiladi?

3. Haroratlar farqi 500S dan katta bo'lganda quvurlar va qobiqning har xil uzayishining yo'qotishi uchun issiqlik almashgichlarning konstruksiyasiga qanday o'zgartirishlar kiritiladi?

4. Qo'sh quvurli va namlanuvchi issiqlik almashgichlarning o'xshash tomonlari, afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?

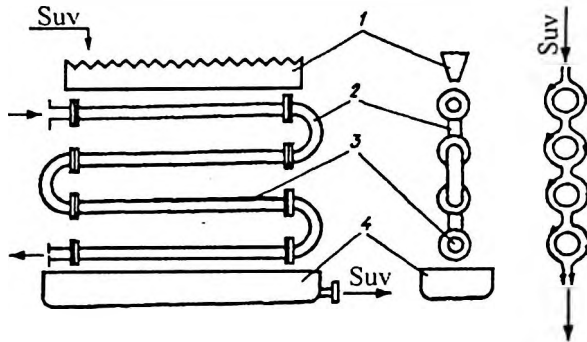
5. Zmeyevikli issiqlik almashgichlar qanday tuzilishga ega va ularning afzalliklari va kamchiliklari qatoriga nimalarni kiritish mumkin?

## 12-AMALIY MASHG'ULOT

### 12.1. Namlanuvchi issiqlik almashgichlar.

Bunday uskunalar tashqi tomonidan suyuq holdagi issiqlik tashuvchi (odatda suv) bilan namlanib turuvchi zmayeviklardan iborat (12.1-rasm). Taqsimlab beruvchi tarnov orqali suv yuqorigi quvurga berilib, undan keyin pastki quvurga tushadi. Ketma-ket hamma quvurlardan o'tgach, suv quvurlarning tagida joylashgan yig'gichga tushadi. Odatda bunday sovitkichlar ochiq havoda joylashtirilgan bo'ladi. Afzalliklari: sovituvchi suvning sarfi kam, tuzilishi sodda va arzon, quvurlarni tozalash oson.

Namlovchi issiqlik almashinish uskunolari asosan suyuqlik yoki gazlarni sovitish hamda bug'larni kondensatsiyalash maqsadida ishlatiladi.



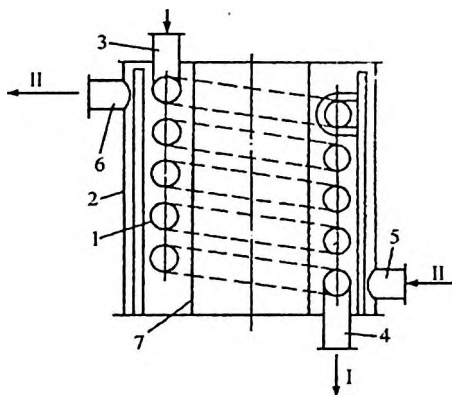
12.1-rasm. Namlanuvchi issiqlik almashgich:  
1-tarnov; 2-tirsak; 3-quvur; 4-yig'gich.

**Zmayevikli issiqlik almashgichlar.** Bunday uskunalarda 25÷75 mm li quvurlardan tayyorlangan spiralsimon zmayeviklar suyuqlik bilan to'ldirilgan idishda o'rnatiladi. Botirilgan zmayevik quvurlaridan gaz yoki bug' harakatlanadi. Zmayevikli issiqlik almashgichlarning diametri idishning o'lchamlariga ko'ra 300÷2000 mm ga teng bo'lishi mumkin. Suyuqlik bilan to'ldirilgan idishning hajmi katta bo'lgani va idish ichidagi suyuqlikning tezligini juda kichik bo'lganligi uchun zmayevikning tashqi devori tomonidagi bug' bilan suyuqlik orasidagi

Issiqlik berish koeffitsiyenti ham kichik qiymatga ega bo'ladi. Uskunaning hajmini kamaytirish va suyuqlikning tezligini oshirish uchun uning ichiga stakanga o'xshash idish tushiriladi (12.2-rasm).

Zmeyerovik quvurlarida harakatlanayotgan bug'ning bosimi  $0,2 \div 0,5$  MPa gacha bo'lganda zmeyerovik uzunligining quvur diametriga nisbati  $200 \div 245$  bo'lishi mumkin. Agar bu nisbatning miqdori katta bo'lsa, bug' kondensati zmeyerovik quvurlarining pastki qismida yig'ilib, issiqlik almashinish tezligi kamayadi va gidravlik qarshiliklar ortib ketadi.

Afzalligi: tuzilishi sodda, tayyorlash oson, issiqlik almashinish yuzasini almashtirish qulay, idishdagi suyuqlikning hajmi katta bo'lganligi sababli rejimning o'zgarishlariga uncha sezgir emas. Kamchiliklari: o'lchami va gidravlik qarshiligi katta, idishdagi suyuqlikning tezligi kam bo'lganligi uchun zmeyerovikning tashqarisidagi issiqlik berish koeffitsiyenti kichik, quvurlarning ichki yuzasini tozalash qiyin.

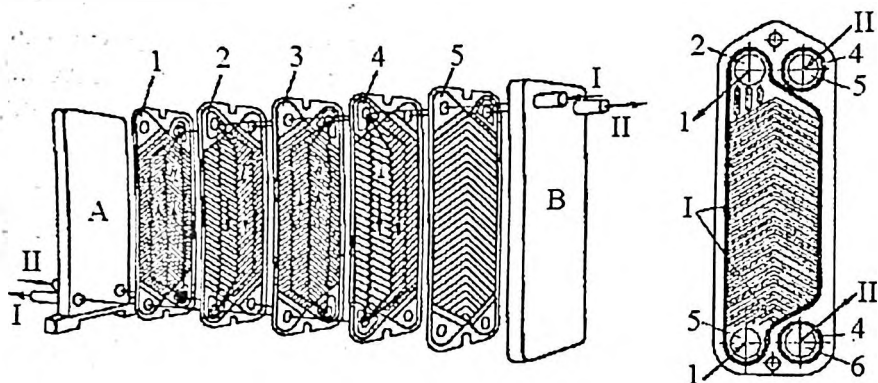


12.2-rasm. Zmeyerovikli issiqlik almashgich:

1-zmeyerovik; 2-qobiq; 3,4-patrubkalar; I, II-issiqlik tashuvchi agentlar.

**Plastinali issiqlik almashgichlar.** Bunday uskunalar yupqa metall listlardan tayyorlangan bir necha qator parallel qat-qat burma qilingan plastinalardan tuzilgan bo'ladi (12.3-rasm). Plastinalar o'rtasidagi kanallar ikki guruhga bo'linadi: birinchi guruh kanallaridan

Issiqlik tashuvchi agent harakat qilsa, ikkinchi guruh kanallaridan esa issiqlik qabul qiluvchi agent harakat qiladi. Plastinalar A va B bosh plitalari va tortish vinti (sxemada ko'rsatilmagan) yordamida siqiladi, plastinalar oralig'iga rezinali qistirmalar joylashtirilgan. B plitaning yuqorigi chap shtutseri orqali kirgan issiq suyuqlik (I) 4-5 va 2-3 plastinalar oralig'idagi bo'shliqlarni egallaydi va A plitadagi pastki o'ng shtutser orqali tashqariga chiqariladi. Sovuq suyuqlik esa (II) A plitadagi pastki shtutser orqali uskunaga kirib, 1-2 va 3-4 plastinalar oralig'idagi bo'shliqlarni egallaydi, so'ngra B plitadagi yuqorigi o'ng shtutser orqali tashqariga chiqadi.



**12.3-rasm. Plastinali issiqlik almashgich:**

- a) qurilmaning sxemasi: A,B – bosh plitalar; 1-5-qat-qat burma qilingan plastinalar; I, II -issiqlik tashuvchi agentlar;b) plastinaning tuzilishi; 1,4-rezinali qistirmalar; 2,3-I-suyuqlik uchun teshiklar; 5,6-II-suyuqlik uchun teshiklar.

Sanoat miqyosida ishlab chiqarilayotgan plastinali uskunalarining issiqlik almashinish yuzasi plastinalarning asosiy o'lchamlariga ko'ra 2 dan 600 m<sup>2</sup> gacha yetadi; bunday uskunalarni bosimning qiymati 1,6 MPa gacha va ish muhitning harorati – 30 dan + 180°C gacha o'zgartirganda ishlatiladi. Plastinali uskunalar suyuqlik va bug' (gaz) o'rtasida issiqlik almashinishni tashkil etishda sovitgichlar, isitgichlar va kondensatorlar sifatida foydalaniladi.

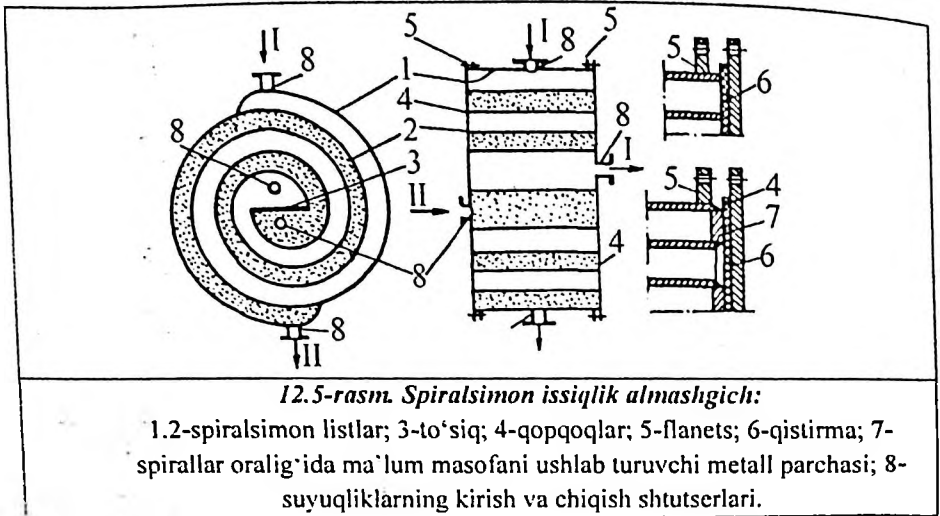
Plastinali issiqlik almashinish uskunalari qalinligi 1 mm bo'lgan metall listdan tayyorlanadi. Plastinali qat-qat buramalarning ko'ndalang kesimi odatda balandligi 4-7 mm va asosi 14-30 mm bo'lgan teng tomonli uchburchak ko'rinishga ega. Buramalar gorizontal, «archasimon», gorizontal burchak bilan va boshqa ko'rinishlarda tayyorlanadi.

Plastinalarning materiali – ruxlangan yoki korroziyaga bardosh po'lat, titan, alyuminiy, melxior. Uskunaning tayanchlari va siquvchi plitalari qalinligi 8-12 mm bo'lgan uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Bunday issiqlik almashinish uskunalari juda ixcham bo'lib, ikkala issiqlik tashuvchilarni katta tezlik bilan o'tkazish imkoniyatiga va yuqori issiqlik o'tkazish koeffitsiyentiga ega. Gidravlik qarshiligi esa kam. Biroq, bunday uskunar katta bosimlarga bardosh bera olmaydi, issiqlik almashgich ta'mir qilingandan so'ng plastinalar orasidagi tegishli zichlikni yana hosil qilish qiyin.

**Spiralsimon issiqlik almashgichlar.** Bunday uskunar to'g'ri to'rtburchaklik kesimga ega bo'lgan ikkita kanallardan iborat (12.4-rasm). Kanallar yupqa metall plastinalardan tuzilib. ular issiqlik almashinish yuzasi vazifasini bajaradi. Spirallarning ichki tomonidagi uchlari ajratuvchi to'siq orqali biriktirilgan. Kanallar sistemasi qopqoq yordamida berkitilgan.

Sanoatda isitish yuzasi 10-100 m<sup>2</sup> bo'lgan spiralsimon issiqlik almashgichlar ishlab chiqariladi; bunday uskunar ish muhitning harorati 20-200°C bo'lganda vakuum bilan ham, 1 MPa gacha bosim bilan ham ishlashi mumkin. Spiralsimon issiqlik almashgichlardan suyuqlik-suyuqlik, gaz-suyuqlik o'rtasida issiqlik almashinishi tashkil etishda ham bug'lar va bug'-gazli aralashmalarni kondensatsiyalash maqsadida foydalanish mumkin.

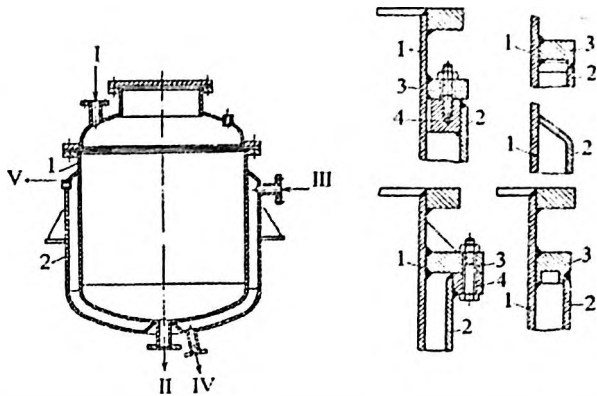
Afzalliklari: tuzilish ixcham, tayyorlash oddiy, ikkala issiqlik tashuvchi agentni katta tezlik bilan o'tkazish mumkinligi uchun katta issiqlik o'tkazish koeffitsiyentiga ega, gidravlik qarshiligi ko'p yo'lli qobiq-quvurli uskunalarnikiga qaraganda kam. Kamchiliklari: tayyorlash va ta'mirlash murakkab, 1 MPa dan ortiq bosim bilan ishlash mumkin emas.



**G'ilofli issiqlik almashgichlar.** Bunday uskunalarda (reaktorlarda) isitish yoki sovitish boshqa jarayonlar bilan (masalan, kimyoviy) birgalikda olib boriladi. 12.6-rasmda qo'sh devorli yoki g'ilofli uskunaning sxemasi ko'rsatilgan. Bunda issiqlik almashinish yuzasi vazifasini reaktorning devori bajaradi.

G'ilof 2 qobiq 1 ga flanetslar 4 yordamida biriktirilgan. Uskuna devorining tashqi yuzasi va g'ilof oralig'idagi bo'shliqda issiqlik tashuvchi agent (masalan, suv bug'i) sirkulyatsiya qiladi. Uskunaning ichida esa issiqlikni qabul qiluvchi agent (suyuqlik) bor. Bu turdagi uskunalarning yuzasi chegaralangan (10 m<sup>2</sup> gacha) bo'lib, g'ilofdagi ortiqcha bosim 1 MPa dan ortmasligi kerak.

Devordan suyuqlik muhitiga issiqlik berishni jadallashtirish uchun idishning ichiga mexanik aralashtirgich joylashtiriladi. Ayrim paytlarda qurilma ichidagi suyuqlik bug' yoki siqilgan gaz bilan ham aralashtirilishi mumkin.



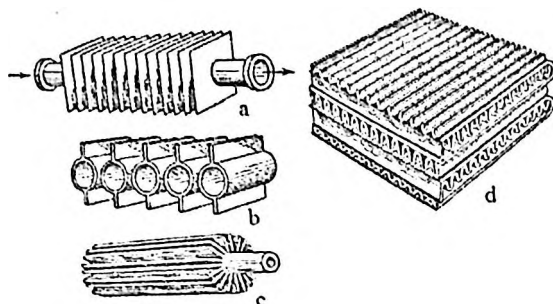
12.6-rasm. G'iloftli issiqlik almashgich(a) va g'ilofni uskunaga biriktirish usullari(b-flanets yordamida; v-puyvandlash yo'li bilan):

1-idishlarning qobiqlari; 2-isitiuvchi g'iloflar; 3-halqalar; 4-flanetslar.  
 Oqimlar: I-sovuq suyuqlik; II-issiq suyuqlik; III-bug'; IV-kondensat; V-havo.

**Qirrali issiqlik almashgichlar.** Texnikada anchagina ko'p qo'llanilib turiladigan ba'zi issiqlik almashinish jarayonlarida issiqlik o'tadigan yuzaning ikki tomonidagi issiqlik berish koeffitsiyentlari bir-biridan katta farq qiladi. Masalan, havoni kondensatsiya bo'layotgan suv bug'i bilan isitishda, bug'dan devorga issiqlik berish koeffitsiyenti  $\alpha_1 = 10000 \div 15000 Bm / (m^2 \cdot K)$  bo'lsa, devordan isitilayotgan havoga issiqlik berish koeffitsiyenti  $\alpha_2 = 10 \div 15 Bm / (m^2 \cdot K)$  bo'ladi. Bunday sharoitda samaradorligi kam bo'lgan issiqlik tashuvchi agent (havo) tomonidagi quvurlar qirrali qilib tayyorlanadi. Natijada issiqlik almashinish yuzasini kattalashib, bug'dan havoga o'tgan issiqlik miqdori ko'payadi. 12.8-rasmda quvurlari qirrali qilib tayyorlangan issiqlik almashgichlarning elementlari ko'rsatilgan. Tadqiqotlardan ma'lumki, quvurlarning yuzalari qirrali qilinganda issiqlik almashinish yuzasining ko'payishidan tashqari, qirralar oqimning gidrodobsimon holatda kelishiga yordam berganligi sababli issiqlik berish koeffitsiyenti ham ortadi. Shuni ham hisobga olish kerakki, bunda issiqlik tashuvchi agentni haydash uchun bo'lgan sarf ko'payadi.

Tashqi yuzasi qirrali qilib tayyorlangan quvurlar bir necha turga bo'linadi: 1) bo'ylama qirrali (12.8-rasm, a); 2) kesilgan qirrali (12.8-

rasm, b); 3) ko'ndalang qirrali (12.8-rasm, v); 4) spiralsimon qirrali (12.8-rasm,g).



**12.8-rasm. Qirrali issiqlik almashgichlarning elementlari:**

a-qirralari ko'ndalang kesim bo'yicha joylashtirilgan; b,v-qirralari o'q kesimi bo'yicha joylashtirilgan; g-qirralari qat-qat burmali qilib tayorlangan.

Qirralarning samaradorligi issiqlik berish koeffitsiyenti ( $\alpha$ ) orqali belgilanadi. Qirrali quvurlar ishlatilganda  $\alpha$  ning qiymati qirraning balandligi, shakli va materialiga bog'liq bo'ladi. Agar  $\alpha$  ning qiymati yuqori bo'lishi shart bo'lmasa, po'latdan tayyorlangan qirralardan foydalanish yetarli bo'ladi, mabodo  $\alpha$  katta qiymatlarga erishilishi zarur bo'lgan paytda misli yoki alyuminiy qirralarni qo'llanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida qanday maqsadlarni amalga oshirish uchun issiqlik almashinish uskunalari ishlatiladi?

2. Issiqlik tashuvchi agentlar qatoriga nimalar kiradi va ularning xossalriga qanday talablar qo'yiladi?

3. Ish prinsipiga va ishlatish maqsadiga ko'ra issiqlik almashinish uskunalari necha turga bo'linadi?

4. Yuzali issiqlik almashinish uskunalari necha xil bo'ladi va ulardan sanoatda eng ko'p tarqalganlari qatoriga qaysilarini kiritish mumkin?

5.Qobiq-quvurli issiqlik almashgichlarda quvurlar quvur to'rlariga necha xil usullar yordamida biriktirilgan bo'ladi?

6.Qobiq-quvurli issiqlik almashgichlarda nima sababdan isituvchi agent uskunaning yuqorigi qismidan, isitilayotgan muhit esa uning pastki qismidan quvurlar ichiga beriladi?

7.Ko'p yo'lli issiqlik almashgichlarda nima sababdan uskunaning qopqog'i bilan quvur to'rining orasiga to'siqlar o'rnatiladi?

## 13-AMALIY MASHG'ULOT

### 13.1- Quvurli pechlar haqida umumiy tushunchalar

Quvurli pech neft va neft mahsulotlarini isitishga mo'ljallangan uskuna bo'lib. pechning kamerasida yonilg'ini yoqishdan hosil bo'lgan yuqori haroratli yonish mahsulotlarining issiqlig'idan foydalanishga asoslangan. Quvurli pechda isitilishi lozim bo'lgan xom ashyo zmayevikning quvurlari ichidan harakat qiladi, yonishdan hosil bo'lgan issiq mahsulotlar esa quvurlarning tashqari yuzalarini siypab o'tadi.

Zamonaviy quvurli pechlar odatda ikkita kamerali bo'ladi: 1) radiant kamerasi, bu yerda yonilg'i yonadi va issiqlik qizdirilgan yonish mahsulotlaridan va devorlar yuzasidan quvurlarga asosan nurlanish orqali beriladi; 2) konveksiya kamerasi, bu yerda yonishdan hosil bo'lgan issiq mahsulotlarning quvurlar bilan to'qnashuvi paytida issiqlikning quvurlarga asosan konveksiya yo'li bilan berilishi yuz beradi.

Quvurli pechlar neft va gazni qayta ishlash, neft kimyosi, koks kimyosi va sanoatning boshqa tarmoqlarida keng tarqalgan bo'lib, turli texnologik jarayonlar (neft va mazutni haydash, piroliz, katalitik krekning, riforming, gidrotozalash, moylarni tozalash va hakoza)da ishlatiladi va ko'plab qurilmalarning muhim qismi hisoblanadi.

Quvurli pechlarning tuzilishi bir qator omillarga bog'liq bo'ladi: issiqlik o'tkazishning usullari; yonish kameralarining soni va shakli; radiatsiya zonasidagi seksiyalar (yoki kameralar) ning soni; alanga va quvurlar o'qlarining o'zaro joylanishi; quvurlarning nurlanish rusumi; isitilayotgan mahsulot oqimlarining soni; konveksiya kamerasining radiant kamerasiga nisbatan joylanishi; radiant va konveksiya quvurlarining uzunligi va hakoza.

Quvurli pechlarning asosiy kattaliklari qatoriga quyidagilarni kiritish mumkin: pechning ish unumdorligi; foydali issiqlik sarfi; isitish yuzasining issiqlik bo'yicha kuchlanganlik darajasi; pechning foydali ish koeffitsiyenti.

Sanoatda radiant quvurlarining isitish yuzalari 15-2000 m<sup>2</sup> atrofida bo'lgan quvurli pechlar ishlatiladi. Turli tuzilishga ega bo'lgan

quvurli pechlarning issiqlik bo'yicha ish unumdorligi 0,12 dan 240 MVt gacha o'zgaradi, isitilayotgan muhit bo'yicha ish unumdorligi esa 8-105 kg/soat ga teng bo'ladi. Isitilayotgan muhitning pechga kirish va undan chiqishdagi harorati texnologik jarayonlarga bog'liq bo'lib, 70 dan 9000S gacha, bosimning qiymati esa 0,1 dan 30 MPa gacha o'zgarishi mumkin. Quvurli pechlarning foydali ish koeffitsiyenti 0,65-0,85 atrofida bo'ladi.

### **13.2. Quvurli zmeyevikni gidravlik hisoblash**

Quvurli pechning bir meyorda ishlashi zmeyevik quvurlaridagi xom ashyo oqimining tezligi bilan belgilanadi. Oqim tezligi katta bo'lganda quvurlar devoridan isitilayotgan xom ashyoga issiqlik berish koeffitsiyenti ko'payadi, koks hosil bo'lish hamda qattiq zarrachalarning cho'kishi kamayadi. Shu bilan birgalikda, xom ashyo oqimi tezligining ortishi bilan zmeyevikning gidravlik qarshiligi ko'payadi, oqibat natijada xom ashyoni uzatish uchun yuqori quvvatli nasos ishlatishga ehtiyoj paydo bo'ladi. Odatda suyuq xom ashyoning pechdagi quvurlarga kirishdagi tezligi 1-3 m/s ni tashkil etadi.

Xom ashyoning quvurli pechdan chiqayotgan paytdagi holatiga ko'ra, pechlar uch turga bo'linadi: 1) xom ashyo oqimi bir fazali bo'lgan pechlar; 2) xom ashyo oqimi ikki fazali bo'lgan pechlar; 3) xom ashyo oqimi o'zgaruvchan tarkibli bo'lgan pechlar. Quvurli pechlarni hisoblash, ularni yuqoridagi turlarning qaysi biri bilan bog'liqligi inobatga olingan holatda, olib boriladi.

Suyuq xom ashyoning bir fazali oqimi qo'llanilganda, isitish paytida xom ashyo zichligining kamayishi tufayli, uning pech zmeyevigidagi tezligi juda kam (taxminan 10-20 %) o'zgaradi. Gaz va suyuqliklarni (ya'ni ikki fazali oqimni) isitishga mo'ljallangan pechlarda, zmeyevik quvurlarining uzunligi bo'yicha bosimning kamayishi natijasida, xom ashyo tezligining o'zgarishi yuz beradi, natijada pechdan chiqish paytida hajmiy sarf ko'payadi. Bunday pechlarni hisoblashda gidravlikaning ma'lum tenglamalaridan foydalaniladi.

Xom ashyo qisman yoki to'la bug'lanadigan pechlarda, uning zmeyevikdagi tezligi jiddiy ravishda o'zgaradi. Bunda zmeyevikning gidravlik qarshiligi, bir fazali oqimdagiga nisbatan, juda tez o'zgaradi. Shu sababdan quvurli pech zmeyevigining qarshiligi maxsus uslub asosida hisob-kitob qilinadi.

Pech zmeyevigi shartli ravishda isitish va bug'lanish qismlariga bo'linadi. Birinchi qism doirasida, quvur uzunligiga mutanosib ravishda, xom ashyo harorati  $t$  va zmeyevik qarshiligi  $\Delta R$  ortib boradi. Bu yerda xom ashyo suyuq holatda bo'ladi. Birinchi qismning oxirida xom ashyoning bug'lanishi boshlanadi va bug'-suyuqlik aralashmasining hajmi sezilarli darajada ko'payadi, uning zichligi esa kamayadi. Oqibat natijada xom ashyoning harakat tezligi juda kuchayib ketadi va qarshilikning o'sishi jadallashadi. Xom ashyoning harakati paytida uning harorati ko'payib boradi, bosimning qiymati kamayadi, haydalgan mahsulotning ulushi esa tez ko'payib boradi.

Xom ashyo haroratining o'ziga xos darajada o'zgarishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Birinchi qism doirasida xom ashyo bug'lanmasdan qiziydi, shu sababdan uning harorati bir xil meyorda ortib boradi. Pechning quvurlarida xom ashyoning bug'lanishi boshlangandan so'ng, berilgan issiqlikning bir qismi xom ashyo haroratini oshirishga sarf bo'lgandan tashqari, uning bug'lanishi uchun ham sarflanadi. Bunday holatda xom ashyoning pechdan chiqishdagi harorati quvurning bug'lanish qismidagi o'rtacha haroratdan ham past bo'lishi mumkin. Zmeyevikning o'rta kesimlarida haroratning haddan tashqari ortib ketishi xom ashyoning qisman parchalanib, quvurlar devorlarida koksning to'planib qolishiga sababchi bo'ladi.

Xom ashyo qisman va to'la bug'langan sharoitlarda zmeyevikning gidravlik qarshiligini aniqlash uchun B.D. Baklanov tomonidan quyidagi tenglama taklif etilgan:

$$P_b = \sqrt{P_0^2 + A(P_0 + B)L_b} , \quad (13.1)$$

bu yerda  $P_b$ ,  $P_0$  – bug'lanish qismining boshi va oxiridagi absolyut bosim,  $P_a$ ;  $L_b$  – bug'lanish qismining uzunligi, m;  $A$  va  $V$  – koeffitsiyentlar, ularning qiymatlari quyidagi tenglamalar orqali topiladi:

$$A = \frac{0,814 \lambda G_c}{\rho_s \cdot d^5}; \quad B = 9,81 \frac{e_2 \rho_s}{\rho_b},$$

bu yerda  $\lambda$  – gidravlik qarshilik koeffitsiyenti,  $\lambda = 0.018-0,024$ ;  $G_c$  – bitta oqim uchun suyuq xom ashyo sarfi, kg/s;  $\rho_s$  – ikkinchi qismning o‘rtacha harorati bo‘yicha olingan suyuqlik zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $\rho_b$  – bosim 9,81 Pa bo‘lgandagi bug‘larning o‘rtacha zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $d$  – zmeyevik quvurlarining ichki diametri, m;  $e_2$  – bug‘lanish qismining oxirida xom ashyoning haydalangan massaviy ulushi.

Bug‘ning o‘rtacha zichligi  $\rho_s$  quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$\frac{1}{\rho_s} = 424 \left( \frac{T_s}{M_s} + \frac{T_0}{M_0} \right), \quad (13.2)$$

bu yerda  $T_b$  va  $T_0$  – bug‘lanish qismining boshi va oxirida bug‘lanayotgan fraksiyalarning qaynash haroratlari, K;  $M_b$  va  $M_0$  – yuqoridagi fraksiyalarning molekulyar massalari.

Y.G. Sorokinning tadqiqotlaridan ma‘lum bo‘ldiki, neft va yarim mazutni qizdirish paytida  $1/\rho_b \approx 3500$ , mazutni qizdirishda esa  $1/\rho_b \approx 2000$ .

Zmeyevik bug‘lanish qismining uzunligini aniqlash uchun quyidagi tenglama taklif etilgan:

$$L_{\delta} = \frac{i_{i_2} - i_{i_6}}{i_{i_2} - i_{i_0}} L_{p.3}, \quad (13.4)$$

bu yerda  $i_{i_2}, i_{i_6}, i_{i_0}$  – o‘z navbatida xom ashyoning pechdan chiqishdagi, bug‘lanish qismining boshlanishidagi va radiant quvurlarga kirishdagi entalpiyalari;  $L_{p.e}$  – radiant quvurlarining ekvivalent uzunligi:

$$L_{p.e} = L_h + L_{q.e}, \quad (13.5)$$

bu yerda  $L_h$  – radiant quvurlarining haqiqiy uzunligi,  $L_{q.e}$  – pechdagi qo‘sh quvurlarni birlashtiruvchining ekvivalent uzunligi.

Pechdagi bitta qo‘sh quvurlarni birlashtiruvchining ekvivalent uzunligi quyidagi qiymatlarga teng bo‘ladi: oqimning bir meyorda burilishida 30d, oqimning tez burilishida (50÷60)d; oqimning tez burilishi va torayishi paytida 100d.

## Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Quvurli pechlarning neft va gazni kayta ishlash texnologiyasi uchun ahamiyatini qanday izohlash mumkin?
2. Zamonaviy quvurli pechlarning tuzilishi haqida nimalarni bilasiz?
3. Quvurli pechning prinsipial sxemasi qanday ko'rinishga ega?
4. Quvurli pechlarda issiqlikning kirim va sarflanish bandlari nimalardan iborat?
5. Quvurli pechlar qanday tuzilishga ega va ular qanday tamoyillar asosida sinflanadi?
6. Radiant va konveksiya kameralarida quvurlar gorizonta joylashgan pechning ishlash prinsipini qanday tushuntirish mumkin?

## 14-AMALIY MASHG‘ULOT

### 14.1. Suyuqliklarni haydash umumiy tushunchalar

Ikki yoki bir necha komponentlardan tashkil topgan bir jinsli suyuqlik aralashmalarini ajratishda haydash (distillyatsiya va rektifikatsiya) usuli keng ishlatiladi.

Agar boshlang‘ich aralashma uchuvchan va uchmaydigan komponentlardan iborat bo‘lsa, bunda bug‘latish orqali suyuqlikni tashkil etuvchi komponentlarga ajratish mumkin. Haydash yo‘li bilan esa komponentlar turli uchuvchanlikka ega bo‘lgan holda ham suyuq aralashmalarni ajratish mumkin. Haydash yo‘li bilan suyuqliklarni ajratish bir xil haroratlarda aralashma komponentlarining turlicha uchuvchanlikka ega bo‘lishiga asoslangan. Shu sababli haydash paytida aralashma tarkibidagi hamma komponentlar o‘zlarining uchuvchanlik xususiyatiga mutanosib ravishda bug‘ holatiga o‘tadi.

Haydash jarayonidan ajralib chiqqan bug‘ kondensatsiyaga uchraydi, hosil bo‘lgan kondensat distillyat yoki rektifikat deb ataladi. Bug‘lanmay qolgan va qiyin uchuvchan komponentdan tashkil topgan suyuqlik esa qoldiq deb yuritiladi.

Bug‘ fazasining yengil uchuvchan komponent bilan boyish darajasi asosan haydash usuliga bog‘liq. Suyuqliklarni haydashning ikkita usuli bor: 1) oddiy haydash (distillyatsiya); 2) murakkab haydash (rektifikatsiya).

Aralashma komponentlarining uchuvchanligi o‘rtasidagi farq ancha katta bo‘lsa, bunda oddiy haydash usulidan foydalaniladi. Oddiy haydash paytida suqlikning bir marta qisman bug‘lanishi yuz beradi. Odatda bu usul suyuq aralashmalarni birlamchi ajratish hamda murakkab aralashmalarni keraksiz qo‘shimchalardan tozalash uchun ishlatiladi.

Suyuq aralashmani komponentlarga to‘la ajratish uchun rektifikatsiya usulidan foydalaniladi. Rektifikatsiya jarayoni aralashmani bug‘latishda ajralgan bug‘ va bug‘ning kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo‘lgan suyuqlik o‘rtasida ko‘p marotabalik kontakt paytidagi modda almashinishga asoslangan.

Suyuq aralashmalarni rektifikatsiya yordamida ajratish kolonnali uskunalarda olib boriladi, bunda bug' va suyuqlik fazalari o'rtasidagi uzluksiz va ko'p marotabalik kontakt yuz beradi. Bunday holatda fazalar o'rtasida modda almashinish yuz beradi. Suyuq fazadan yengil uchuvchan komponent bug' tarkibiga o'tadi, bug' fazasidagi qiyin uchuvchan komponent esa suyuqlikka o'tadi. Rektifikatsion kolonnaning yuqorigi qismidan chiqayotgan bug' asosan yengil uchuvchan komponentdan iborat bo'lib, u kondensatsiyaga uchragandan so'ng ikki qismga ajraladi. Kondensatning birinchi qismi distillyat yoki rektifikat (yuqorigi mahsulot) deb ataladi. Kondensatning ikkinchi qismi esa kolonnaga qaytariladi va u flegma deb yuritiladi. Uskunaga qaytarilgan suyuqlik (flegma) pastdan ko'tarilayotgan bug' bilan uchrashadi. Kolonnaning pastki qismidan, asosan qiyin uchuvchan komponentdan tashkil topgan qoldiq modda uzluksiz ravishda chiqarib turiladi.

Neft va gazni qayta ishlash sanoatida rektifikatsiya usuli keng ishlatiladi. Rektifikatsiya jarayoni yordamida neftdan turli mahsulotlar (benzin, kerosin, dizel yonilg'isi, mazut, moy fraksiyalari va boshqalar) olinadi. Suyultirilgan gazlarni rektifikatsiya qilish orqali etilen, etan, propan, butan va boshqa komponentlar ajratib olinadi. Aralashma komponentlarining qaynash haroratlari bir-biriga yaqin bo'lsa, bunday aralashmalarni ajratish ancha qiyin hisoblanadi. Bunday hollarda haydashning maxsus usullari: ekstraktiv rektifikatsiya, azeotrop rektifikatsiya, molekulyar distillyatsiya va past haroratli rektifikatsiya jarayonlaridan foydalaniladi.

#### **14.2. Rektifikatsion kolonnaning moddiy balansi**

Rektifikatsiya jarayonini hisoblash va tahlil qilishda fazalar tarkibi va miqdori mol ulushlarda ifodalanadi. Hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun quyidagi shartlar qabul qilinadi: 1) kolonnadan chiqib, deflegmatorga kirayotgan bug'ning tarkibi ( $y_d$ ) va kolonnaga qaytib tushayotgan flegmaning tarkibi ( $x_d$ ) bir xil qiymatga ega, ya'ni  $y_d=x_d$ ; 2) qaynatgichdan chiqib, kolonnada ko'tarilayotgan bug'ning

tarkibi kolonnaning pastki qismi (kub-bug'latgich) dan chiqayotgan suyuqlikning tarkibiga teng, ya'ni  $y_w = x_w$ .

14.1-rasmda ko'rsatilgan sxemaga ko'ra rektifikatsion kolonnaning moddiy balansini tuzamiz:

- oqimlar bo'yicha  $G_F = G_D + G_w$ ; (14.1)

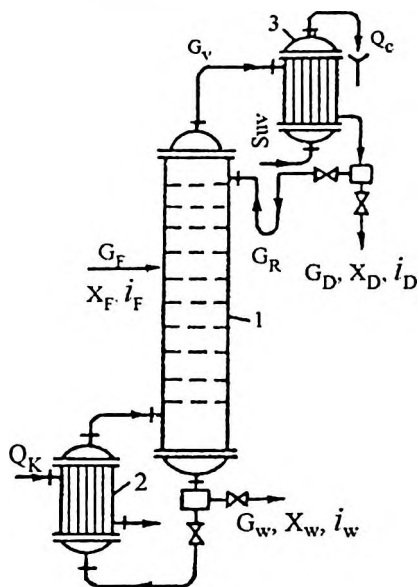
- yengil uchuvchan komponentlar bo'yicha

$$G F_{x_f} = G D_{x_d} + G W_{x_w}; \quad (14.2)$$

bu yerda  $G_F$ ,  $G_D$ ,  $G_w$  – dastlabki aralashma, distillyat va qoldiq mahsulotning massaviy yoki mol hisobidagi sarflari;  $x_f$ ,  $x_d$ ,  $x_w$  – yengil uchuvchan komponentning dastlabki aralashma, distillyat va qoldiq mahsulotdagi massaviy yoki mol ulushlari hisobidagi tarkibi.

14.1-rasm. Rektifikatsion kolonnaning moddiy balansini aniqlashga doir:

1-kolonna; 2-kub-bug'latgich; 3-deflegmator.



Kolonna yuqorigi qismining moddiy balansini. Ta'minlovchi likopchanning tepa qismi uchun quyidagi moddiy balans tenglamalarini yozish mumkin:

- oqimlar bo'yicha  $G_V = G_R + G_D$ ; (14.3)

- yengil uchuvchan komponentlar bo'yicha

$$G_{VY} = G_{RX} + G_{DXD}; \quad (14.5)$$

bu yerda  $G_V$ ,  $G_R$ ,  $G_D$  – kolonnada ko‘tarilayotgan bug‘, flegma va distillyatning mol hisobidagi sarflari;  $x$  va  $u$  – kolonnaning berilgan kesimiga to‘g‘ri kelgan suyuqlik va bug‘ tarkibidagi yengil uchuvchan komponentning uskuna balandligi bo‘yicha o‘zgaruvchan konsentratsiyalari (mol ulushlari hisobida);  $x_D$  – yengil uchuvchan komponentning distillyatdagi tarkibi (mol ulushlari).

Moddiy balans tenglamasini mol hisobidagi nisbiy sarflar bo‘yicha (1 kmol distillyatga nisbatan) qayta yechib,  $V = G_V/G_D$  va  $R = G_R/G_D$  deb olamiz. Bunday holatda  $V=R+1$ ,  $Vy=Rx+x_D$ . Natijada quyidagi ifodalarga erishamiz:

$$y = \frac{R}{V}x + \frac{x_D}{V} \quad \text{yoki} \quad y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_D}{R+1} . \quad (14.6)$$

(14.6) tenglik kolonnaning yuqorigi bug‘ tarkibini oshiruvchi qismi uchun ish chiziq tenglamasi deb ataladi. Bu tenglamada  $R/(R+1) = \text{tg}\alpha$  ish chizig‘ining absissa o‘qiga og‘ish burchagi tangensi;  $x_D/(R+1) = B$  chiziqning  $y$ - $x$  diagrammasidagi ordinata o‘qi bo‘yicha ajratilgan kesmasi. Demak, oxirgi tenglamadan quyidagicha yozish mumkin:

$$y = \text{tg}\alpha x + B. \quad (14.7)$$

(14.7) ifoda kolonnaning yuqorgi qismi uchun ish chizig‘i tenglamasi deb ataladi.

**Kolonna pastki qismining moddiy balansi.** Bunday holat uchun quyidagi moddiy balans tenglamalarini yozish mumkin:

$$- \text{oqimlar bo‘yicha} \quad G_V + G_W = G_F + C_R ; \quad (14.8)$$

- yengil uchuvchan komponentlar bo‘yicha

$$G_V y + G_W x_W = (G_F + G_R) x ; \quad (14.9)$$

bu yerda  $G_W$  – kub qoldig‘ining sarfi (mol hisobida);  $x_W$  – kub qoldig‘idagi yengil uchuvchan komponentning tarkibi (mol ulushlari).

(14.9) tenglamani mol hisobidagi nisbiy sarflar bo‘yicha (1 kmol distillyatga nisbatan) qayta yechib va  $W = G_W/G_D$ ,  $F = G_F/G_D$  deb belgilab, quyidagi ifodalarga ega bo‘lamiz:

$$V + W = R + F; \quad Vy + Wx_w = (R + F)x;$$

bundan 
$$y = \frac{R+F}{R+1}x + \frac{1-F}{R+1}x_w. \quad (14.10)$$

Bu tenglamalardan  $y = \frac{R+F}{R+1} = \text{tg}\beta, \frac{1-E}{R+1}x_w = C$  deb olamiz, bu yerda  $\text{tg}\beta$  – ish chizig‘ining absissa o‘qi bo‘yicha ajratgan kesmasi.

Shunday qilib, oxirgi tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$y = \text{tg}\beta x + C. \quad (14.11)$$

(14.11) ifoda kolonnaning pastki (suyuqlikdan yengil uchuvchan komponentni maksimal ajratuvchi) qismi uchun ish chizig‘i tenglamasi deb ataladi.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1.Suyuqliklarni haydash jarayonining neft va gazni qayta ishlash texnologiyasidagi roli. Suyuqliklarni haydash necha turga bo‘linadi?

2.D.P. Konovalovning sinflashi bo‘yicha suyuq aralashmalar necha xil bo‘ladi? Konovalovning birinchi va ikkinchi qonunlari qanday ta’riflanadi?

3.Qanday sharoitlarda oddiy haydash usuli ishlatiladi? Bu usul necha turga bo‘linadi?

4.Distillyatsiya va rektifikatsiya o‘rtasida qanday farq bor?

5.Binar aralashmalarni rektifikatsiya qilishni grafik orqali tushuntirish mkmkinmi?

6.Davriy ishlaydigan rektifikatsion qurilmaning sxemasi qanday ko‘rinishga ega?

## 15-AMALIY MASHG'ULOT

### 15.1. Flegma soni

Flegma miqdorining distillyat miqdoriga nisbati flegma soni deb ataladi. Bu son rektifikatsion kolonna ishlarini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega.

Distillyatning berilgan tarkibi  $x_D$  o'zgarmas bo'lsa,  $V$  kesmaning kattaligi (15.1)-rasm) faqat flegma soniga bog'liq bo'ladi, chunki  $B=x_D/(R+1)$ . Bunda  $R$  ning ko'payishi bilan  $B$  kesmasi kamayadi,  $v$  nuqtasi vertikal bo'yicha pastga tushadi va siljish ( $R=\infty$  bo'lganda) to diagramma dioganali bilan kesishguncha davom etadi ( $b$  nuqtasi). Bunda jarayonning harakatlantiruvchi kuchi ( $y^* - y$ ) maksimal qiymatiga ega bo'ladi.  $R$  ning kamayishi bilan  $b$  nuqtaning o'rni vertikal bo'yicha yuqoriga siljiydi. Bunday holatda jarayonning harakatlantiruvchi kuchi kamayadi va  $R$  ma'lum bir minimal qiymatga ega bo'lganda (qachonki  $b$  nuqtasi  $b //$  holatni egallaganda) harakatlantiruvchi kuch nulgga teng bo'lib qoladi.

Demak kolonnaning ishlashi uchun zarur bulgan flegma sonining qiymati  $R_{\min}$  va  $R=\infty$  chegaralari oralig'ida bo'lishi zarur. Bunda flegmaning ish sonini aniqlash uchun  $R_{\min}$  ning qiymati ma'lum bo'lishi kerak.

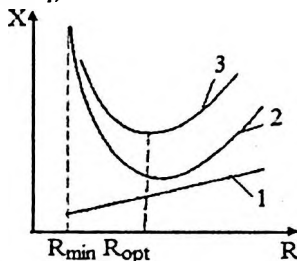
$R_{\min}$  ning qiymati odatda hisoblash yo'li bilan topiladi.  $R_{\min}$  ni aniqlash uchun  $b //$  нуқтасидан (15.1-рasm)  $a$  nuqtasining ordinatasi bilan kesushguncha gorizontal kesma  $b / e$  o'tkaziladi.  $R_{\min}$  bo'lganda yuqorigi kolonna ish chizig'i qiyalik burchagining tangensi  $ab/e$  uchburchagi  $ae$  va  $b/e$  katetlarining nisbati orqali aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_D - y_F^*}{x_D - x_F} = \frac{x_D - y_F^*}{x_D - x_F} \quad (15.1)$$

Yuqorigi kolonna ish chizig'ining tenglamasiga asosan va flegma soni minimal qiymatga ega bo'lganda  $\operatorname{tg} \alpha = R_{\min}/(R_{\min}+1)$ . Ikkala ifodalarni solishtirib, quyidagi tenglamaga erishamiz:

$$R_{\min} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F} \quad (15.2)$$

Kolonnaning o'lchamlari va issiqlik tashuvchi agentlarning miqdorlari (isitkich uchun suv bug'i, deflegmator uchun sovuq suvning sarfi) flegma soniga qarab o'zgaradi. Kapital mablag' va kolonnalarni ishlatish uchun zarur bo'lgan sarflar ham flegma soniga bog'liq. Shu sababli haqiqiy flegma sonini hisoblash katta ahamiyatga ega. Haqiqiy flegma sonini grafik usulda aniqlash mumkin. 15.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, kolonnalarni ishlatish uchun zarur bo'lgan harajatlar (X) flegma soniga (R) to'g'ri mutanosiblik ravishda ortib boradi (1-chiziq). Kapital mablag'lar va flegma soni oralig'idagi bog'liqlik ma'lum minimumga ega (2-egri chiziq).



**15.1-rasm. Flegma sonining maqbul qiymatini aniqlashga doir:**  
1-qurilmani ishlatish bilan bog'liq bo'lgan sarflar; 2-kapital harajatlar; 3-umumiy harajatlar.

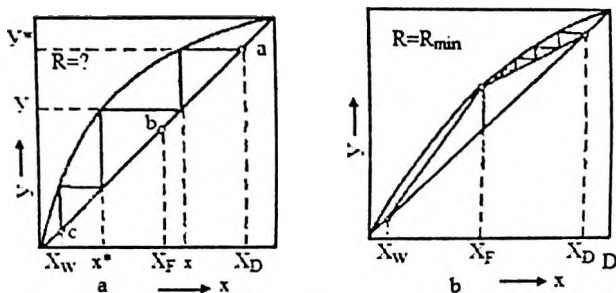
Umumiy sarflar va flegma soni o'rtasidagi bog'liqlik ham minimum nuqtasi bilan belgilanadi (3-egri chiziq), bu minimumga to'g'ri kelgan R haqiqiy flegma sonining maqbul (optimal) qiymati ( $R_{opt}$ ) ni tashkil etadi.

Amaliyotda ish flegma soni taxminiy hisoblashlar asosida aniqlanadi:  $R = \varphi R_{min}$ , bu yerda  $\varphi$  – flegmaning ko'proq olinishini hisobga oluvchi koeffitsiyent ( $\varphi > 1$ ). Agar ajratilayotgan sistemalar uchun  $\varphi$  ning qiymati aniq bo'lmasa, bunday holatda ish flegma sonini aniqlash uchun quyidagi empirik bog'liqlikdan foydalanish mumkin:

$$R = 1,3 R_{min} + 0,3 .$$

Ikki xil chegaralangan rejimlarda ( $R = R_{min}$  va  $R = \infty$ ) flegma soni, kolonnaning ish balandligi va rektifikatsiya uchun issiqlik sarfi o'rtalaridagi bog'liqlikni ko'rib chiqamiz. Kolonnaning ish balandligi konsentratsiya o'zgarishlarining nazariy soniga mutanosibdir.

$R = \infty$  bo'lganda ish chiziqlari diagrammaning diagonali bo'ylab joylashadi, jarayonning harakatlantiruvchi kuchi  $\Delta y = y^* - y$  yoki  $\Delta x = x - x^*$  eng katta qiymatiga ega bo'lsa, kerak bo'lgan nazariy pog'onalar soni esa eng kichik qiymatga teng bo'ladi (15.2-rasm, a). Demak  $R = \infty$  bo'lganda kolonna uchun ish balandligi eng kam bo'lishi kerak. Biroq flegma soni  $R$  faqat  $D = 0$  bo'lgandagina cheksiz qiymatga ega bo'ladi. Bunda distillyat olinmaydi, bug'larning to'la kondensatsiyalanishidan hosil bo'lgan hamma suyuqlik kolonnaga flegma sifatida qaytariladi.



15.2-rasm. Flegma soni bilan rektifikatsion kolonna balandligining o'zaro bog'lanishi:

a)  $R = \infty$  bo'lganda; b)  $R_{min}$  bo'lganda.

Bu rejimda kolonna o'zicha ishlaydi va tayyor mahsulot bermaydi. Shu sababli  $R = \infty$  bo'lgandagi rejim normal ishlab chiqarish sharoitlarida qo'llanilmaydi. Flegma sonining ko'payishi bilan qaynatkichdagi bug'lanishi lozim bo'lgan suyuqlik miqdori ortadi.  $R = \infty$  bo'lganda maksimal katta miqdordagi suyuqlik bug'lanishi kerak. Bu holat o'z navbatida eng katta miqdordagi isituvchi bug' sarfini talab qiladi.

$R_{min}$  bo'lgan rejimda ish chizig'i muvozanat chizig'i bilan kesishadi (15.2-rasm, b); bu nuqtada harakatlantiruvchi kuch nulgga teng bo'ladi. Bunda nazariy pog'onalar soni eng katta qiymatga ega bo'ladi. Demak,  $R_{min}$  bo'lgan rejim uchun rektifikatsion kolonna cheksiz katta balandlikka ega bo'lishi zarur. Bir xil sharoitlarda isituvchi bug'ning sarfi flegma soniga proporsional bo'lganligi uchun  $R_{min}$  rejimda isituvchi bug'ning sarfi eng kam qiymatga teng bo'ladi. Shunday qilib, flegma soni ortishi bilan kolonnaning balandligi kamayadi, isituvchi bug' sarfi esa ortadi. Shu bilan birga, flegma soni ortganda kolonnaga

qaytayotgan suyuqlik miqdori ham ortadi, bu hol o'z navbatida kolonna diametrining kattalashuviga olib keladi.

## **15.2. Rektifikatsiya jarayoniga ta'sir etuvchi omillar**

Suyuq aralashmalarni rektifikatsiyalash yo'li bilan ajratish jarayonining samaradorligi quyidagi asosiy omillarga bog'liq bo'ladi:

Suyuqlik va bug' fazalarining o'zaro ta'siri uchun kolonnaning yuqori qismini flegma bilan ta'minlash usullari;

Kolonnaning pastki qismiga issiqlikni berish usullari;

Rektifikatsion kolonnaga kiritilayotgan xom ashyoning harorati;

Bosimning rektifikatsiya jarayoniga ta'siri;

Rektifikatsion kolonnaga suv bug'ining kiritilishi.

Rektifikatsion kolonnaning normal ishlashini ta'minlash uchun uning yuqorigi qismidan, bug'larni qisman kondensatsiyalash va flegma oqimini tashkil etish maqsadida, ma'lum miqdordagi issiqlik uzatiladi. Sanoat amaliyotida kolonnaning yuqorigi qismidan issiqlik uzatishning uch xil asosidan foydalaniladi: yuzali parsial kondensator, suyuqlikning sovuq holatda sochib berilishi, suyuqlikning sirkulyatsiya yo'li bilan sochib berilishi.

**Parsial kondensator.** Ushbu usul qo'llanilganda, kolonnaning yuqorigi likopchasidan chiqayotgan bug'lar parsial kondensatorga kiradi va u yerda qisman kondensatsiyaga uchraydi. Kondensatorda hosil bo'lgan flegma oqimi to'g'ridan-to'g'ri kolonnaning yuqorigi likopchasiga oqib tushadi, rektifikat bug'lari esa uskunadan tashqariga uzatiladi. Kolonnaning yuqorigi qismini suyuqlik bilan ta'minlash usulida rektifikat bug'lari va flegma oqimi o'zaro muvozanat holatida bo'ladi, ya'ni parsial kondensator bitta nazariy likopchaga ekvivalent bo'ladi. Rektifikatsion kolonnalarning ish unumdorligi kichik bo'lgan sharoitlarda, ularning ustki qismidan issiqlikni uzatish uchun parsial kondensator ishlatiladi.

**Suyuqlikning sovuq holatda sochib berilishi.** Issiqlik uzatishning ushbu usuli neft va gazni qayta ishlash korxonalarida eng

ko'p qo'llaniladi. Bug'lar oqimi kolonnaning yuqorigi likopchasidan kondensatorga yuboriladi, u yerda bug'lar to'la kondensatsiyalanadi va soviydi. Hosil bo'lgan sovuq suyuqlik ikki qismga ajraladi: rektifikat oqimi, yuqorigi likopchaga qaytarilayotgan sovuq suyuqlik (flegma) oqimi. Flegma oqimi pastki likopchadan ko'tarilayotgan bug'lar bilan kontaktga uchraydi. Natijada bug'lar soviydi va qisman kondensatsiyaga uchrab, suyuqlikning pastga qarab yo'nalgan oqimini tashkil qiladi. Ushbu oqimning miqdori rektifikatsiyalash jarayonini ta'minlaydi. Kolonnaning yuqorigi qismiga kirayotgan suyuqlik to'la bug'lanadi va rektifikat bug'lari bilan birgalikda kondensatorga kiradi, u yerda esa bug'lar o'z issiqligini sovituvchi agentga beradi. Shunday qilib, ma'lum miqdordagi sovuq suyuqlik kolonnaning yuqorigi likopchasi va kondensator o'rtasida doimo sirkulyatsiya qilib, issiqlikni tashuvchi agent vazifasini bajaradi.

Issiqlikni uzatishning ushbu usulidan foydalanilganda, ishlatishga qulaylik yaratish maqsadida kondensator-sovitgichni rektifikatsion kolonnaning xohlagan balandligiga moslab o'rnatish imkoniyati yuzaga chiqadi. Biroq issiqlikni uzatish uchun nasos o'rnatilishi kerak bo'ladi hamda kolonnaning yuqori qismiga suyuqlikni uzatish uchun qo'shimcha energiya sarflanadi.

**Suyuqlikni sirkulyatsiya yo'li bilan sohib berish.** Neftni qayta ishlash korxonalarida bug'lanmaydigan suyuqlikni sirkulyatsiya usuli bilan sohib berish usuli keng ishlatiladi. Bunday holatda flegmaning bir qismi yuqorigi likopchadan sovutgichga yuboriladi va u yerda ma'lum haroratgacha sovitilib, yuqorigi likopchaga qaytariladi. Bu yerda sovuq flegma pastki likopchadan chiqayotgan bug'lar bilan kontaktga uchraydi. Natijada bug'lar sovib, qisman kondensatsiyalanadi, hosil bo'lgan flegma oqimi rektifikatsiyalash jarayonini amalga oshiradi. Yuqorigi likopchadan rektifikat bug'lari uzatiladi. Ayrim sharoitlarda, bug'larni sirkulyatsiya qilinayotgan flegma bilan kontaktini yaxshilash uchun bitta emas, balki ikki yoki uchta likopchadan foydalaniladi.

Issiqlikni uzatishning ushbu usulidan ko'pincha zaharli xom ashyolarni qayta ishlashda (ayniqsa suv bug'i ishtirok etganda)

foydalaniladi, chunki bunday sharoitlarda kondensator va sovutgichlar korroziyaga uchraydi.

Rektifikatsion kolonnaning yuqorigi qismidan issiqlikni uzatish uchun bayon qilingan usullardan tashqari boshqa usullar (flegmani o'ta sovutish bilan parsial kondensatsiyalash, suyuqlikni sirkulyatsiya bilan sohib berish konturidan distillyatning ikkinchi oqimini ajratib olish va hakoza) dan ham foydalanish mumkin. Har bir aniq sharoit uchun issiqlikni uzatishning eng maqbul usuli tanlab olinadi.

Rektifikatsiyalash jarayonini amalga oshirish uchun kolonnaning pastki qismiga issiqlik kiritiladi. Bunda pastki likopchadan oqib tushayotgan suyuqlikning bir qismi bug'lanadi, natijada rektifikatsiyalash jarayoni uchun zarur bo'lgan bug'larning yuqoriga yo'nalgan oqimi paydo bo'ladi. Kolonnaning pastki qismiga issiqlikni kiritishning quyidagi asosiy usullari mavjud: issiqlik almashinish quvurlarining zmeyevigi, bug' bo'shlig'i bo'lgan isitgich, sirkulyatsiya qilinayotgan issiq oqim.

Rektifikatsion kolonnaning normal ishlashi, ya'ni oldindan berilgan tarkibli rektifikat va qoldiqni olish, xom ashyoni kolonnaga qanday holatda berishga bog'liqdir. Xom ashyo odatda kolonnaga ikki xil – suyuq va bug' holatida beriladi. Rektifikatsion kolonnaning ishini tahlil qilish va jarayon uchun eng maqbul rejimni aniqlashda quyidagi omillar hisobga olinishi maqsadga muvofiqdir: issiqlik va sovuqlikning sarflari; tegishli issiqlik va sovuqlik tashuvchi agentlarning borligi; qaynatgich, xom ashyoni isitgich va kondensatorlarning zarur bo'lgan yuzalari; kolonnaning o'lchamlari va boshqalar.

Rektifikatsion kolonnadagi bosimni tanlash birinchi navbatda zarur bo'lgan harorat rejimi bilan bog'liqdir: agar kolonnadagi harorat ko'paytirilishi kerak bo'lsa, kolonnadagi bosimning qiymati atmosfera bosimiga nisbatan oshiriladi; kolonnadagi haroratni pasaytirish ko'zda tutilgan paytda, bosim vakuum hosil qilish orqali kamaytiriladi.

Qaynash haroratlari past bo'lgan va kichik molekullari uglevodorodlar (propan, butan, izobutan, pentan va boshqalar) ni ajratishda rektifikatsiyalash jarayoni yuqori haroratda (oqibat natijada yuqori bosimda) olib boriladi.

Kolonnaning yuqorigi qismida haroratning ko'tarilishi (o'z navbatida bosimning oshishi) kondensator yuzasining kamayishiga olib keladi, chunki bunday sharoitda kondensatsiyaga uchragan rektifikat bug'lari va sovituvchi agent haroratlarining o'rtacha farqi ortadi. Shu bilan birgalikda, kolonnada bosim ortgan paytda, uning pastki qismidan olinayotgan qoldiqning harorati ham ko'tariladi. Bunday holatda, issiqlik tashuvchi va pastki mahsulot (qoldiq) haroratlari o'rtacha farqining kamayishi tufayli isitgichning yuzasi ortib ketadi.

Vakuum hosil qilish yo'li bilan rektifikatsion kolonnadagi bosim qiymatini kamaytirish orqali kolonnadagi haroratni pasaytirish imkoniyati yuzaga chiqadi. Bunday holat, ayniqsa, o'ta yuqori qaynash haroratlariga ega bo'lgan yoki issiqlikka bardosh berolmaydigan komponentlarni ajratishda qo'l keladi. Masalan, atmosfera bosimida qaynash harorati 5000S dan yuqori bo'lgan moy distillyatlarini vakuum ostida 4000S dan past bo'lgan haroratda rektifikatsiyalash mumkin bo'ladi.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Uzluksiz ishlaydigan rektifikatsion qurilmaning afzallik tomonlari nimalardan iyuorat?

2. Rektifikatsion kolonna ish chiziqlari tenglamalarini qanday qilib tuzish mumkin?

3. Rektifikatsion kolonnadagi likopchalarning haqiqiy sonini grafik usul bilan aniqlasa bo'ladimi?

4. Flegma soni. Uni qanday chegaralarda o'zgartirish mumkin?

5. Flegma sonining o'zgarishi rektifikatsion qurilmaning ishlashiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

6. Rektifikatsion kolonnaning issiqlik balansini umumiy holatda qanday ifodalash mumkin?

7. Rektifikatsiyalash jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy omillar qatoriga qaysi kattaliklarni kiritsa bo'ladi?

## 16-AMALIY MASHG'ULOT

### 16.1. Absorbsiya umumiy tushunchalar

Gaz hamda bug'-gaz aralashmalaridagi bir yoki bir necha komponentlarning suyuqlikda tanlab yutilish jarayoni absorbsiya deb ataladi. Yutilayotgan gaz absorbtiv, yutuvchi suyuqlik absorbent deyiladi. Absorbtiv bilan absorbentning o'zaro ta'siriga ko'ra absorbsiya jarayoni ikki xil bo'ladi: fizik absorbsiya va kimyoviy absorbsiya (xemosorbsiya). Fizik absorbsiyada yutilayotgan gaz bilan absorbent o'zaro bir-biri bilan kimyoviy birikmaydi.

Agar yutilayotgan gaz absorbent bilan o'zaro birikib, kimyoviy birikma hosil qilsa, xemosorbsiya deyiladi. Absorbsiya jarayonida gazning yutilmay qolgan qismi inert gaz deb ataladi.

Fizik absorbsiya ko'pincha qaytar jarayondir, ya'ni suyuqlikka yutilgan gazni ajratib olish mumkin bo'ladi, bunday jarayon desorbsiya deyiladi. Absorbsiya bilan desorbsiya jarayonlarini uzluksiz olib borish natijasida yutilgan gazni toza holda ajratib olish va yutuvchi absorbentni bir necha marta qayta ishlatish imkoni paydo bo'ladi. Odatda absorbtiv va absorbent arzon va ikkilamchi mahsulot bo'lgani uchun, ular absorbsiya jarayonidan keyin ko'pincha qayta ishlatilmaydi.

Sanoatda absorbsiya jarayoni turli maqsadlarda qo'llaniladi: 1) gaz aralashmalaridan qimmatbaho komponentlarni ajratib olishda; 2) gaz aralashmalarini zaharli moddalardan tozalash uchun; 3) gazlarni quritish; 4) tayyor mahsulotlar olishda va hakoza.

Har bir aniq sharoit uchun tegishli absorbent tanlab olinadi; bunda yutilishi lozim bo'lgan komponentning absorbentdagi eruvchanligi hisobga olinadi. Tajriba yo'li bilan aniqlanganki, absorbsiya jarayonida har doim issiqlikning ajralib chiqishi yuz beradi. Gazlarning suyuq absorbentlardagi eruvchanligi quyidagi omillardan bog'liq bo'ladi: 1) gaz va suyuq fazalarning fizikaviy va kimyoviy xossalari; 2) harorat; 3) gazning aralashmadagi bosimi.

Absorbentlarni tanlashda quyidagi omillarga ahamiyat beriladi: ajratilishi lozim bo'lgan gazning tarkibi; jarayonning bosimi va harorati; uskunaning ish unumdorligi; absorbentning tanlab ta'sir qiluvchanligi va uning yutish qobiliyati, korroziyaga uchrashish faolligi, narxi, zaharlik darajasi va hakoza.

Neft va gaz sanoatida absorbsiya jarayoni uglevodorodli gazlarni ajratish, quritish va tozalashda ishlatiladi. Tabiiy va yoʻldosh gazlardan absorbsiya usuli bilan etan, propan, butan va benzin komponentlari ajratib olinadi. Absorbsiya yordamida tabiiy gazlarni nordon komponentlar (oltingugurt vodorodi, oltingugurt uglerodi, uglerod dioksidi, merkaptanlar va hakoza) dan tozalanadi. Absorbsiya yordamida piroliz va katalitik kreking gazlari ajratiladi va gazlar zararli qoʻshimchalardan tozalanadi.

Uglevodorodli gazlarni ajratishda absorbent sifatida benzin yoki kerosin fraksiyalari hamda gaz kondensati ishlatiladi; bunday gazlarni quritishda esa dietilenglikol va trietilenglikoldan foydalaniladi. Gazlarni nordon komponentlardan tozalash uchun N-metil-2-pirrolidon, glikollar, propilenkarbonat, tributilfosfat, metanol ishlatiladi.

Absorbsiya jarayonini oʻtkazishga moʻljallangan uskunalarni absorberlar deb yuritiladi.

## 16.2. Absorbsiya tezligi

Absorbsiya jarayonining tezligi quyidagi modda oʻtkazish tenglamalari orqali ifoda qilinadi:

$$M = K_y F \Delta Y_{or} \tau; \quad (16.1)$$

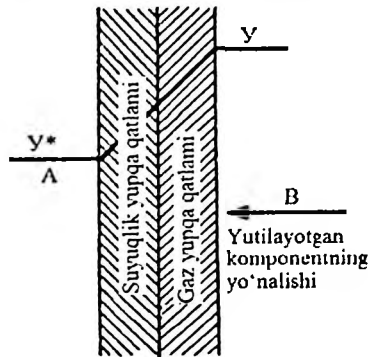
$$M = K_x F \Delta X_{or} \tau; \quad (16.2)$$

bu yerda  $M$  – gaz fazasidan suyuqlik fazasiga oʻtgan moddaning miqdori;  $F$  – fazalarning kontakt yuzasi;  $\tau$  – jarayonning davomiyligi;  $\Delta Y_{or}$ ,  $\Delta X_{or}$  – jarayonning harakatlantiruvchi kuchi, konsentratsiyalar yoki bosimlar farqi orqali ifodalanadi;  $K_y$ ,  $K_x$  – modda oʻtkazish yoki absorbsiya koeffitsiyentlari.

Absorbsiya jarayonining sxemasi 16.1-rasmda koʻrsatilgan. Suyuq faza A oqimining asosiy massasi (yoki markazi) va yupqa chegara qatlamidan iborat boʻladi.

B fazasi esa suyuq chegara qatlamiga tegib turgan gazning yupqa chegara qatlamiga ega. Ushbu chegara qatlamlarda yutilayotgan komponent faqat diffuziya taʼsirida tarqaladi.

Shunday qilib, modda o'tkazishga to'sqinlik qiladigan hamma qarshiliklar yupqa chegara qatlamlarida yig'ilgan bo'ladi.



16.1-rasm. Absorbsiya jarayonining sxemasi.

Suyuq chegara qatlamidagi modda o'tkazishga bo'lgan qarshilikni  $1/\beta_c$ , gaz chegara qatlamidagi qarshilikni esa  $1/\beta_r$  bilan belgilab, quyidagi tenglamalarga erishamiz:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_r} + \frac{m}{\beta_c}} ; \quad (16.3)$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{\beta_c} + \frac{1}{m\beta_r}} ; \quad (16.4)$$

bu yerda  $\beta_r$  – gaz fazasidagi modda berish koeffitsiyenti;  $\beta_c$  – suyuq fazadagi modda berish koeffitsiyenti;  $m$  – muvozanat chizig'i qiya burchagining tangensi (yoki mutanosiblik koeffitsiyenti).

Modda berish koeffitsiyentlarining qiymatlari suyuqlik va gaz fazalari o'rtasida kontakt hosil qilish usuliga, gaz va suyuqlikning fizik xossalari va ularning harakat tezliklariga bog'liq. Modda berish koeffitsiyentlarining miqdorlari kriterial va empirik tenglamalar yordamida topiladi.

Agar gaz suyuqlikda juda yaxshi eruvchan bo'lsa, mutanosiblik koeffitsiyenti  $m$  ning qiymati juda kichik bo'ladi. Xuddi shuningdek, suyuq fazadagi diffuzion qarshilik ham juda kam bo'ladi. Bunda  $1/\beta_r \gg 1/\beta_c$  bo'lgani uchun  $K_y = \beta_r$  bo'ladi.

Suyuqlikda yomon eruvchan gazlar uchun gaz fazasidagi difruzion qarshilikni hisobga olmasa ham bo'ladi (chunki  $m$  va  $\beta_1$  ning qiymati juda katta). Shuning uchun  $1/\beta_c \gg 1/\beta_1 m$  bo'lgani sababli  $K_x = \beta_c$  bo'ladi.

(16.4) tenglamadagi gaz fazasining mol konsentratsiyalarini gazning parsial bosimi bilan almashtirib, uni umumiy bosim ulushlarida ifodalasak, modda o'tkazishning asosiy tenglamasi quyidagi ko'rinishni egallaydi:

$$M = K_p F \Delta P_{or} \tau \quad (16.5)$$

bu yerda  $\Delta P_{or}$  – bosim birliklarida ifodalangan jarayonning o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi;  $K_p$  – harakatlantiruvchi kuchga nisbatan olingan yuruvchi gazning parsial bosimi bilan ifodalangan modda o'tkazish koeffitsiyenti.

Absorbsiya koeffitsiyentining qiymati gaz bilan suyuqlik o'rtasidagi kontakt qilish usuliga, ikkala fazaning fizik xossalari va ularning harakat tezligiga bog'liq bo'ladi.  $K_y$  va  $K_x$  ning son qiymatlari odatda tajriba natijalarini o'xshashlik nazariyasi asosida qayta ishlab olingan kriterial tenglamalar yordamida aniqlanadi. Ikkita misol keltiramiz. Agar suyuqlik birorta yuza bo'ylab yupqa qatlam ustida uchrashsa, bunday sharoitda gaz yupqa qatlamidagi modda berish koeffitsiyenti  $\beta_r$  ni quyidagi kriterial tenglama bilan topish mumkin:

$$Nu_r^1 = A Re_r^m (Pr_r^1)^n, \quad (16.6)$$

bu yerda  $Nu_r^1$  va  $Pr_r^1$  – gaz uchun Nusselt va Prandtl diffuzion mezonlari;  $Re_r$  – gaz uchun Reynolds mezonlari.

$Re_r = 100 \div 10000$  va  $Pr_r^1 = 0,5 \div 2$  bo'lganda:

$$Nu_r^1 = 0,027 Re^{0,8} (Pr_r^1)^{0,33}. \quad (16.7)$$

Nasadkali absorberlarda suyuq fazadagi modda berish koeffitsiyenti  $\beta_c$  quyidagi kriterial tenglama yordamida aniqlansa bo'ladi:

$$Nu_c^1 = 0,00595 Re_c^{0,67} (Pr_r^1)^{0,33} Ga_c^{0,33}, \quad (16.8)$$

bu yerda  $Nu_c^1$  – suyuqlik uchun Nusselt diffuzion mezoni;  $Re_c$  – suyuqlik uchun Reynolds soni;  $Pr_c^1$  – suyuqlik uchun Prandtl diffuzion mezoni;  $Gr_c$  – suyuqlik uchun Galiley mezoni.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Neft va gazni kayta ishlash sanoatida absorbsiya jarayonidan qanday maqsadlar uchun foydalaniladi?

2. Absorbsiya jarayonining mohiyatini qanday ifoda qilish mumkin va ushbu jarayon necha turga bo'linadi?

3. Genri qonuni. Genri koeffitsiyenti qanday kattaliklarga bog'liq va qaysi tenglama yordamida aniqlanadi?

4. Absorbsiya jarayonining moddiy balansi qanday qilib tuziladi?

5. Absorbentning solishtirma va minimal sarflari qanday topiladi?

6. Absorbsiya jarayonining tezligi qaysi tenglama orqali ifodalanadi?

7. Absorbsiya koeffitsiyentlari qanday o'lchov birliklariga ega?

## 17-AMALIY MASHG'ULOT

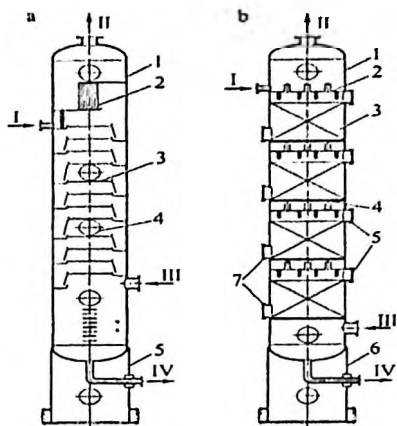
### 17.1. Absorberlarning tuzilishi

Absorbsiya jarayoni fazalarni ajratuvchi yuzada ro'y beradi. Shu sababdan absorberlarda iloji boricha gaz va suyuqlik o'rtasidagi kontakt (to'qnashuv) yuzasini ko'paytirish zarur. Fazalarning to'qnashuv yuzasini hosil qilish usuliga ko'ra, absorberlar shartli ravishda quyidagi turlarga bo'linadi: 1) plenkali; 2) nasadkali; 3) likopchali; 4) suyuqlikni sochib beruvchi.

Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida likopchali va nasadkali absorberlar eng ko'p tarqalgan. 17.1-rasmda likopchali va nasadkali absorberlarning sxematik ko'rinishlari tasvirlangan. Likopchali absorber (17.1. a-rasm) vertikal joylashgan uskunadan iborat bo'lib, qobiq 1 ning yuqorigi qismida absorbentning gaz oqimi bilan chiqib ketmasligi uchun tomchi ajratgich 2 o'rnatilgan. Likopchalar 3 ning ustida gaz oqimi bilan absorbentning to'qnashuvi yuz beradi. Absorberni ta'mirlash va uning ichki qismlarini montaj qilish uchun 4-5 ta likopchalarning oralig'iga qopqoqli tuynuklar 4 joylashtirilgan. Qobiqning pastki qismi tayanch gardishi 5 ga payvand qilingan.

Nasadkali absorber (17.1, b-rasm) ning yuqorigi qismida regeneratsiya qilingan absorbent uchun taqsimlovchi likopcha 2 o'rnatilgan. Nasadkali qatlam tayanch panjarasi 4 ning ustiga joylashtirilgan. Absorberni nasadka bilan yuklash va uni tushirish tuynuklar 5 va 7 orqali amalga oshiriladi.

Neftga yo'ldosh bo'lgan gazlarni ajratishda absorberlardagi bosim 1,6-2,0 MPa, tabiiy gazning komponentlarini ajratishda esa 4,0-7,5 MPa ni tashkil etadi. Absorberdagi harorat ishlatiladigan sovituvchi agentning haroratiga bog'liq bo'ladi, masalan, propanni ajratib olishda minus 40°C, etanni ajratib olishda esa minus 80-100°C atrofida bo'ladi. Sanoatda ishlatiladigan absorberlarning diametri ish unumdorligiga bog'liq bo'lib, 3 metrgacha bo'lishi mumkin. Uskunadagi likopchalarning soni 30-40 tani tashkil etadi. Gazni qazib olish konlarida xom ashyoni tozalash va quritish uchun ishlatiladigan bitta absorberning ish unumdorligi bir kechayu-kunduzda 10-35 mln.m<sup>3</sup> ni tashkil etadi.



### 17.1-rasm. Absorberlar:

a-likopchali: 1-qobiq; 2-tomchi ajratgich; 3-likopcha; 4-qopqoqli tuynuk; 5-tayanch gardishi; b-nasadkali: 1-qobiq; 2-taqsimlovchi likopcha; 3-nasadka; 4-tayanch panjarasi; 5-qopqoqli yuklash tuynuklari; 6-tayanch; 7-qopqoqli tushirish tuynuklari. Oqimlar: I-to'yinmagan absorbent; II-quruq gaz; III-ho'l gaz; IV-to'yinmagan absorbent.

## 17.2. Desorbsiya

Absorberdan chiqib ketayotgan suyuq yutuvchi tarkibidagi erigan gazlarni ajratib olish jarayoni desorbsiya deb ataladi. Desorbsiyaning asosiy maqsadi ishlatilgan absorbentni regeneratsiya qilish hamda yutilgan gazni haydash yoki rektifikatsiya usuli bilan ajratib olishdan iboratdir. Sanoatda desorbsiyaning turli usullari qo'llaniladi. Aralashmaning tabiatiga ko'ra desorbsiyaning u yoki boshqa usuli tanlab olinadi. Suyuqlikda yutilgan komponent quyidagi usullarda desorbsiya qilinadi: 1) inert gaz yoki suv bug'i yordamida ajratib olinadi; 2) absorbentga issiqlik berish bilan ajratib olinadi; 3) absorbsiya jarayonidan keyin absorbentning bosimini kamaytirish natijasida ajratib olinadi.

**Inert gaz yoki suv bug'i ta'sirida desorbsiya qilish.** Bu usulda yutilgan gazni desorbsiya qilish uchun inert gaz yoki suv bug'i ishlatiladi. Bunda inert gaz yoki suv bug'i suyuqlik bilan bevosita bir-biriga ta'sir qiladi. Taqsimlanayotgan komponentning parsial ish bosimi suyuqlik ustidan desorbsiya qilinayotgan agent bosimiga qaraganda yuqori bo'lgani uchun bu komponent suyuqlikdan gaz oqimiga yoki suv bug'iga o'tadi. Yutilgan gazni suyuqlikdan ajratib olish uchun desorbsiya jarayoni inert gaz va suv bug'i ta'sirida qarama-qarshi yo'nalishda nasadkali kolonnalarda olib boriladi. Inert gaz sifatida havo ishlatiladi, yutilgan gaz esa u bilan aralashib ketadi. Bunday

desorbsiya usuli gaz aralashmasidan ajratib olingan komponent boshqa maqsadlarda ishlatilmagan hollarda qo'llaniladi.

**Absorberga issiqlik berish yo'li bilan yutilgan gazni ajratib olish.** Desorberga issiqlik berilganda, masalan, u suv bug'i bilan isitilganda, suyuqlikda desorbsiya qilinayotgan komponent bilan absorbentning ham bir qismi bug'lanadi. Hosil bo'lgan aralashmalardan kerakli komponentni ajratib olish uchun rektifikatsiya usuli qo'llaniladi.

**Absorberning bosimini kamaytirib yutilgan gazni ajratib olish.** Bu desorbsiya usuli juda oddiy bo'lib, absorbsiya jarayoni atmosfera bosimidan yuqori bosimlarda olib borilganda kolonnadagi bosimni atmosfera bosimigacha kamaytirish natijasida yutilgan gaz desorbsiya qilinadi. Agar absorbsiya jarayoni atmosfera bosimida olib borilsa, u holda desorbsiya qilinuvchi komponent vakuum-nasos yordamida tortib olinadi. Eritma tarkibidagi desorbsiya qilinadigan komponentni butunlay ajratib olish uchun ko'pincha desorbsiya jarayonlari issiqlik berish bilan birgalikda past bosim ostida olib boriladi.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Nasadkali absorberlarda suyuq fazadagi modda berish koeffitsiyentini qaysi kriterial tenglama yordamida aniqlash mumkin?
2. Desorbsiya jarayoni qanday maqsadlar uchun qo'llaniladi?
3. Suyuqlikda yutilgan komponent qanday usullar bilan desorbsiya qilinadi?
4. Absorbsion qurilmalar necha turga bo'linadi? Qarama-qarshi yo'nalishli va retsirkulyatsiyali absorbsion-desorbsion qurilmalar o'rtasida qanday umumiy va xususiy tomonlar bor?
5. Tabiiy va neftga yo'ldosh gazlarni ajratishga mo'ljallangan absorbsion qurilmalarning sxemasini qanday tasvirlash mumkin?
6. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida qanday absorberlar eng ko'p tarqalgan? Ularning sxemalari qanday ko'rinishga ega?

## **18-AMALIY MASHG‘ULOT**

### **18.1.Rektifikatsion va absorbsion kolonnalarning asosiy rusumlari va kolonnali uskunalarni sinflash**

Rektifikatsiya va absorbsiya jarayonlarida bug‘ (gaz) va suyuqlik oqimlarining kontaktini amalga oshirish uchun turli tuzilishga ega bo‘lgan uskunalar ishlatiladi, ularning ichida kolonna rusumidagi vertikal uskunalar eng ko‘p tarqalgan. Ushbu rusumdagi uskunalar ishchi bosim, texnologik vazifasi va kontakt moslamalarining rusumiga qarab sinflanadi.

Ishchi bosimning miqdoriga ko‘ra kolonnali uskunalar atmosfera bosimida, vakuum ostida va bosim ta‘sirida ishlaydigan uskunalarga bo‘linadi.

Texnologik vazifasiga binoan kolonnali uskunalar quyidagi turlarga bo‘linadi: neft va mazutni atmosfera bosimida va atmosfera bosimi – vakuum ta‘sirida ajratishga mo‘ljallangan qurilmalarning kolonnalari; benzinlarni ikkilamchi haydash qurilmalarining kolonnalari; katalitik krekning qurilmalarining kolonnalari; gazlarni ajratish qurilmalarining kolonnalari; moylarni deparafinizatsiya qilishda erituvchilarni regeneratsiyalaydigan qurilmalarning kolonnalari va boshqalar.

Ishchi kontakt moslamalarining rusumiga ko‘ra kolonnali uskunalar to‘rtta turga bo‘linadi: likopchali, nasadkali, plenkali va suyuqlikni sohib beruvchi uskunalar. Kontakt moslamalarini tanlash quyidagi omillarga bog‘liq bo‘ladi: ajraladigan aralashmalarning xossalari; uskunadagi ishchi bosim; bug‘ (gaz) va suyuqlikning sarflari va hakoza.

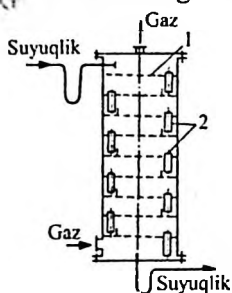
### **18.2. Likopchali kolonnalar**

Neft va gazni qayta ishlash sanoatida asosan likopchali va nasadkali kolonnalar ishlatiladi.

Likopchali kolonnaning ichki qismiga uning balandligi bo'ylab bir xil oraliqda bir necha gorizontal to'siqlar, ya'ni likopchalar o'rnatiladi. Likopchalar orqali gaz va suyuqlik bir-biri bilan o'zaro to'qnashib, ularning harakati boshqariladi. *Gazlarning suyuqlikdan o'tkazib, va natijada tomchi hamda ko'piklarning hosil bo'lishi barbotaj deyiladi.*

Sanoatda konstruktiv tuzilishi turlicha bo'lgan likopchalar ishlatiladi. Suyuqlikning bir likopchadan ikkinchi likopchaga quyilishiga qarab likopchali kolonnalar quyilish moslamasi bor va quyilish moslamasi yo'q bo'ladi.

Quyilish moslamasi bor likopchali kolonnalarda suyuqlik bir likopchadan ikkinchi likopchaga quyiluvchi quvur yoki maxsus moslama orqali o'tadi. Bunda quvurning pastki qismi pastki likopchadagi stakanga tushirilgan bo'lib, gidravlik zatvor vazifasini bajaradi, ya'ni bir likopchadan ikkinchi likopchaga faqat suyuqlikni o'tkazib gazni o'tkazmaydi. 18.1-rasmda quyilish moslamasi bor likopchali absorberning sxemasi ko'rsatilgan.



**18.1-rasm. Quyilish moslamasi bo'lgan likopchali kolonna:**  
1-g'alvorsimon likopcha; 2-quyilish quvuri.

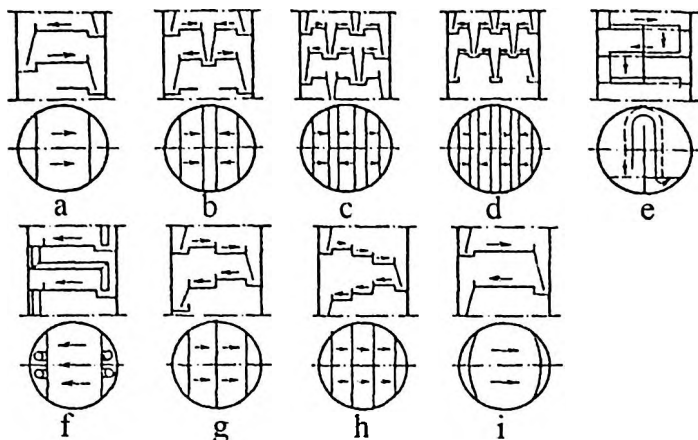
Bunda suyuqlik kolonnaning yuqorigi qismidagi likopchaga berilib, bu suyuqlik likopchadan likopchalarga maxsus moslama orqali o'tib, kolonnaning pastki qismidan chiqib ketadi. Gaz esa kolonnaning pastki qismidagi likopchalarning teshikchalaridan pufakchalar holida taqsimlanib, likopchalardagi suyuqlik qatlamida ko'pik hosil qilib yuqoriga harakat qiladi. Likopchada hosil bo'lgan gaz ko'piklari modda va issiqlik almashinish jarayonining asosiy qismini tashkil qiladi. Tozalangan gaz esa kolonnaning yuqorigi qismidan chiqadi. Quyilish

quvurlari shunday joylashtiriladiki, bunda qo'shni likopchadagi suyuqlik qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi.

Quyilish moslamasi bor kolonnalarda elaksimon, qalpoqchali, S – simon elementli, klapanli, kapsulali, plastinali, tez harakat qiladigan oqimli va boshqa turdagi likopchalar o'rnatiladi. Bunday likopchalarda suyuqlik oqimi harakatini tashkil etishda quyidagi usullar ishlatiladi: bir oqimli, ikki oqimli, uch oqimli, to'rt oqimli, halqasimon harakat, tutash likopchalarda bir tomonga yo'nalgan harakat, pog'onalar bo'ylab harakat, o'roqsimon quyilish to'sig'i orqali harakat (18.2-rasm). Turli xildagi quyilish moslamasi bo'lgan likopchalarning samarali ishlashi gidrodinamik harakat rejimiga bog'liq. Gazlarning tezligi va suyuqlikning likopchalarda taqsimlanishiga qarab likopchali absorberlar uch xil: pufakli, ko'pikli, ingichka oqimli gidrodinamik rejimda ishlaydi. Bu rejimlar barbotaj qatlamining tarkibiga qarab bir-biridan farq qilishi bilan birga, kontakt yuzasining kattaligi, gidravlik qarshilik miqdori va balandligini aniqlaydi (18.3-rasm). Ushbu rasmda quyilish moslamasi bor likopchaning gidravlik qarshiligi bilan kolonnadagi gaz oqimi tezligining o'zaro bog'lanishi ko'rsatilgan.

Gazning tezligi kichik bo'lganda, u suyuqlik qatlamidan alchida pufakchalar holida o'tadi. Bu likopchalardagi gaz bilan suyuqlikning kontakt yuzasi kichik bo'ladi. Bunday holat pufakli rejimni tashkil etadi.

Gazning sarfi ortganda alohida pufakchalar bir-biri bilan birlashib, bir chiziqli oqim hosil qiladi. Keyinchalik, gaz tezligining ortishi bilan, oqimda barbotaj qatlamining qarshiligi natijasida oqimning bir chiziqchiligi buzilib, katta pufakchalar hosil bo'ladi. Bu vaqtda likopchada suyuqlik – gaz dispers sistemasi yoki ko'piklar yuzaga keladi. Bu sistema beqaror bo'lib, gazning berilishi to'xtatilishi bilan ko'piklar hosil bo'lmaydi. Bu ko'pikli rejimda gaz bilan suyuqlikning kontakti gaz pufakchalarining yoki gaz oqimlarining yuzasida, shuningdek, suyuqlik tomchilarining sirtida yuz beradi. Ko'pikli rejimda ishlaydigan likopchali absorberlarda gaz bilan suyuqlikning kontakt yuzasi miqdori katta bo'ladi.



18.2-rasm. Quyilish moslamasi bo'lgan likopchalarning ustida suyuqlik oqimining sxemalari:

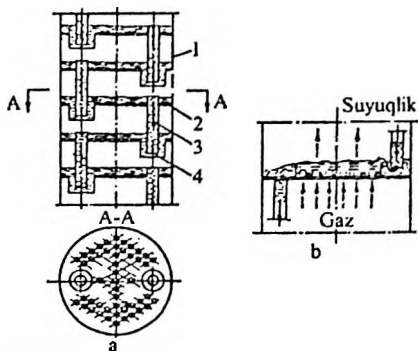
a-bir oqimli; b-ikki oqimli; v-uch oqimli; g-to'rt oqimli; d-halqa bo'ylab xarakter; ye-tutash likopchalarda bir tomonga yo'nalgan harakat; j,z-pog'onasimon harakat; i-o'roqsimon quyilish to'sig'i orqali harakat.

Gaz tezligi yana ham ko'paytirilsa, gaz oqimlarining o'lchami kattalashib, ular barbotaj qatlamidan chiqib ketadi, lekin sistema barqaror bo'lib, bunda juda ko'p miqdorda tomchilar hosil bo'ladi. Ushbu holat ingichka oqimli rejimni tashkil etadi. Bu gidrodinamik rejimda fazalarning kontakt yuzasi birdan kamayib ketadi.

Likopchadagi bir rejim ikkinchisiga asta-sekin o'tadi. Ammo barbotaj jarayonining likopchalardagi gidrodinamik rejimlarining chegarasini umumiy hisoblash usullari ishlab chiqilmagan. Shuning uchun likopchali uskunalarni loyihalashda kolonnaning pastki va yuqorigi qismidagi likopchalarga to'g'ri keladigan gaz tezligi aniqlanadi, so'ngra gazning ish tezligi tanlanadi.

18.3-rasmda elaksimon likopchali kolonnaning ishlash sxemasi ko'rsatilgan. Bu turdagi uskunalarda vertikal silindrsimon qobiq bo'lib, uning ichiga gorizontal likopchalar o'rnatiladi. Likopchalarning butun yuza qismi 2-8 mm li teshikchalardan iborat bo'ladi. Suyuqlikning bir likopchadan ikkinchisiga o'tishi va likopchadagi suyuqlik qatlamining

balandligi quyi qismi stakanga o'rnatilgan quyilish quvurlari orqali rostlanadi.



18.3-rasm. Elaksimon likopchali kolonna:

Gaz likopcha teshiklaridan o'tib, suyuqlik qatlamida pufakchalalar holida taqsimlanadi. Gaz tezligi juda kam bo'lsa, bunda yuqorigi likopchadagi suyuqlik teshiklar orqali quyi likopchaga oqib tushib ketadi, natijada gaz bilan suyuqlikning modda almashinish samaradorligi juda ham kamayib ketadi. Shuning uchun berilayotgan gaz tezligining qiymati va uning bosimi likopchadagi suyuqlik qatlamining bosimidan yuqori bo'lib, likopchadan suyuqlikning oqib tushishiga yo'l quymasligi kerak. Odatda g'alvirsimon likopcha yuzasidagi suyuqlik qatlamining balandligi 25-30 mm bo'ladi.

Elaksimon likopchanning tuzilishi sodda, montaj qilish, ta'mirlash va kuzatib turish oson, gidravlik qarshiligi juda kam. Elaksimon likopchalar gazning tezligi katta intervalda o'zgarganda ham barqaror ishlaydi. Bundan tashqari, bu likopchalar gaz va suyuqlikning berilgan ma'lum qiymatlarida eng samarali ishlash qobiliyatiga ega.

Elaksimon likopchalarning teshiklari ifloslanadi va cho'ng'aymalar ta'sirida tez berkilib qoladi. Agar gazning tezligi yoki bosimi kamayib ketsa yoki to'xtatib quyilsa, likopchalardagi suyuqlikning hammasi quyi likopchalarga oqib tushadi va jarayonni davom ettirish uchun kolonna qaytadan to'ldiriladi.

Elaksimon likopchali kolonnalarga nisbatan qalpoqchali likopchali kolonnalar gaz aralashmalari iflos bo'lganda ham uzoq

murdatda barqaror ishlaydi. Gaz likopchalarga patrulkalar orqali kirib, bir necha alohida oqim holida qalpoqchalarning teshigi bo'ylab taksimlanadi (18.5-rasm). Qalpoqchalarning teshiklari tishli bo'ladi va ular uchburchaklik to'g'ri burchak shaklida tayyorlanadi. Keyin esa gaz quyish moslamasi orqali bir likopchadan ikkinchi likopchaga quyilayotgan suyuqlik qatlamidan o'tadi. Suyuq qatlamlardagi harakat davomida ba'zi mayda oqimchalarning bir qismi bo'linib ketadi, gaz esa suyuqlikda pufakchalar holida taqsimlanadi. Qalpoqchali likopchalardagi gaz ko'piklari va pufakchalarning hosil bo'lishi samaradorligi gaz harakatining tezligiga va qalpoqchalarning suyuqlikka tushirilgan balandligining o'lchamiga bog'liq.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida qaysi rusumdagi rektifikatsion va absorbsion kolonnalardan foydalaniladi?

2. Likopchali kolonnalar necha turga bo'linadi? Quyilish moslamasi bor yoki yo'q bo'lgan likopchalar o'rtasida qanday prinsipial farq mavjud?

3. Quyilish moslamasi bo'lgan likopchalar necha xil gidrodinamik rejimda ishlaydi? Barbotaj degan so'zning ma'nosi nimadan iborat?

4. Elaksimom va plastinali likopchalar o'rtasida qanday umumiy va xususiy tomonlar bor? Bunday likopchalarning samaradorligini qanday yo'llar bilan oshirish mumkin?

5. Nasadkali kolonnalarning gidrodinamik rejimlari. Qaysi rejimda uskuna yuqori samaradorlikka ega?

## 19-AMALIY MASHG'ULOT

### 19.1. Adsorbsiya umumiy tushunchalar

Gaz, bug' yoki eritmalar aralashmalari tarkibidagi bir yoki bir necha komponentlarni qattiq jism (adsorbent) yuzasi va g'ovaklari hajmi bilan yutib olish jarayoni adsorbsiya deb ataladi. Adsorbsiya paytida yutilayotgan modda adsorbent deb yuritiladi. Adsorbent tarkibiga yutilib bo'lgan modda esa adsorbat deyiladi.

Neft va gazni qayta ishlash sanoatida adsorbsiya jarayonlari tabiiy va qo'shimcha uglevodorodli gazlarni benzinsizlantirish, neftni qayta ishlashda hosil bo'ladigan gazlardan vodorod va etilen olish, gaz va suyuqliklarni quritish, benzin fraksiyalaridan kichik molekullari aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol, ksilol)ni ajratish, faollashtirilgan ko'mir yordamida moylarni va oqova suvlarni tozalash va boshqa maqsadlar uchun qo'llaniladi.

Bu usul yordamida xom ashyo va mahsulotlarning sifatini ham yaxshilash mumkin. Sanoat gazlarini turli zaharli moddalardan adsorbentlar yordamida tozalash atrof muhitni muhofaza qilishga xizmat qiladi.

Adsorbsiya jarayonlari odatda desorbsiya bilan chambarchas bog'langan bo'ladi. Adsorbent tarkibidagi yutilgan moddani ajratib chiqarish va uni adsorbsiya jarayonida qaytadan ishlatish desorbsiya deyiladi.

Qattiq jismning yuzasiga ta'sir qilayotgan kuchlarning tabiatiga ko'ra adsorbsiya ikki xil bo'ladi: fizik adsorbsiya va xemosorbsiya. Fizik adsorbsiya molekulyar kuchlarning o'zaro ta'sir e.ishiga asoslangan. Xemosorbsiya esa kimyoviy kuchlarning o'zaro ta'sirlanishi orqali yuz beradi.

Yutilish jarayonlari qatoriga ion almashinish ham kiradi. Ion almashinish qattiq jism va suyuqlik o'rtasida yuz beradigan murakkab diffuzion jarayon hisoblanadi. Bu jarayonda qattiq jism (ionit) o'zining tarkibidagi ionlarni eritmadagi tegishli ionlar bilan almashtiradi. Ionitlar ikki xil bo'ladi: 1) kationitlar; 2) anionitlar. Eritma tarkibidan ajratib

olinishi lozim bo'lgan ion ionitda yutiladi va so'ngra regeneratsiya yo'li bilan ajratiladi.

## 19.2. Adsorbentlarning turlari va ularning xossalari

Sanaot miqyosida ishlatiladigan adsorbentlar quyidagi talablarga javob berishlari kerak: 1) tanlovchanlik-aralashma tarkibidagi tegishli komponentni yutib olish va boshqa komponentlarga esa ta'sir qilmaslik; 2) maksimal adsorbsion hajm yoki faollik-adsorbentning massa yoki hajm birligida yutilgan adsorbentning miqdori; 3) adsorbentni regeneratsiya qilish paytida yutilgan moddaning to'la ajralib chiqishi; 4) adsorbent donalarining kerakli mustahkamlikka ega bo'lishligi, chunki donalarning buzilib ketishi jarayonning gidrodinamik holatini yomonlashtiradi; 5) yutilayotgan moddalarga nisbatan kimyoviy inertlikka ega bo'lishlik; 6) narhi arzon.

Adsorbentning tanlovchanligi va uning adsorbsion hajmi adsorbent va adsorbentning tabiatiga va molekullarning tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Bunda adsorbentning solishtirma yuzasi (massa yoki hajm birligidagi adsorbentning yuzasi) va adsorbent g'ovaklarining o'lchamlari muhim ahamiyatiga ega. Bu ikkala kattalik bir-birlari bilan uzviy bog'langan. G'ovaklarning o'lchamlari qanchalik kichik bo'lsa, adsorbentning solishtirma yuzasi shunchalik katta bo'ladi. Bu holat adsorbent faolligini kuchaytiradi.

Adsorbentning faolligi adsorbsiya jarayonining shart-sharoitlari (harorat, bosim, adsorbentning muhitdagi konsentratsiyasi) ga ham bog'liq bo'ladi. Haroratning kamayishi, bosimning ko'payishi (gaz va bug'lar uchun) va aralashmadagi kerakli komponent konsentratsiyasining ortishi bilan adsorbentning faolligi kuchayadi.

Adsorbentlar zarracha ichidagi kapillyar kanallarning kattaligiga qarab shartli ravishda makro ( $r > 10^{-7}$  m), oraliq ( $10^{-9} < r < 10^{-7}$  m) mikrog'ovakli ( $r < 10^{-9}$  m) bo'ladi. Adsorbsiya jarayonida tegishli komponent asosan mikrog'ovaklarning yuzasida yutiladi. Oraliq va makrog'ovaklar asosan yutilishi lozim bo'lgan komponentni mikrog'ovaklar yuzasiga uzatish uchun xizmat qiladi.

Sanoatda adsorbent sifatida faollashtirilgan ko'mir, qattiq g'ovaksimon moddalar, silikagel, sellyuloza, seolitlar, tuproq jinslari, ion almashinuvchi sun'iy smolalar (ionitlar) ishlatiladi.

Faollashtirilgan ko'mir odatda turli aralashmalar tarkibidan organik moddalarni yutish hamda suyuqlik va gazlar (bug'lar) ni ajratish uchun keng qo'llaniladi. Faollashtirilgan ko'mirlar har xil organik xom ashyolar (yog'och, tosh ko'mir, qipiq hamda teri, qog'oz va g'isht ishlab chiqarishlari qoldiqlari) ni quruq haydash va so'ngra bug' yoki kimyoviy reagentlar ta'sirida qayta ishlash natijasida olinadi. Faollashtirilgan ko'mirlarning asosiy ko'rsatgichlari ularning turlariga qarab quyidagicha chegaralarda o'zgaradi: solishtirma yuza  $6 \cdot 10^5$ – $17 \cdot 10^5$  m<sup>2</sup>/kg, uyilgan zichlik 200–900 kg/m<sup>3</sup>. Bunday ko'mirlar noaniq shaklli zarrachalar (o'lchami 1–7 mm), silindsimon zarrachalar (diametri 2–3 mm, balandligi 4–6 mm) va kukun sifatida (zarrachaning o'lchami 0,15 mm dan kichik) ishlatiladi. Kukun holatidagi adsorbentlar eritmalarni ajratish uchun qo'llaniladi. Faollashtirilgan ko'mirning kamchiliklari bor: yonuvchanlik; mexanik mustahkamligi yetarli emas.

Silikagellar (kremniy kislotasining suvsizlantirgan geli) polyar birikmalarni adsorbsiya qilish uchun ishlatiladi. Bunday adsorbentlardan gaz va suyuqliklarni suvsizlantirish, organik moddalarni gaz fazasida ajratish uchun hamda xromotografiyada foydalaniladi. Silikagellarning solishtirma yuzasi  $4 \cdot 10^5$ – $7,7 \cdot 10^5$  m<sup>2</sup>/kg, uyilgan zichligi esa 400–800 kg/m<sup>3</sup>. Noaniq shaklli zarrachalarining o'lchami keng intervalda o'zgaradi (0,2–7 mm), granula holatidagi zarrachalarning o'lchami esa 2–7 mm atrofida bo'ladi. Silikagellarning afzallik tomonlari: yonmaydi; mexanik mustahkamligi yuqori. Kamchiliklari: solishtirma yuzasi kamroq; namlik bo'lgan paytda adsorbentning organik moddalarga nisbatan yutish qobiliyati pasayib ketadi.

Adsorbentlar sifatida seolitlar ham ko'p ishlatiladi. Bunday adsorbentlar tarkibida ishqor va ishqoriy-yer metallarning oksidlarini ushlagan alyumosilikatlardan iborat. Seolitlar yuqori tanlovchanlikka ega. Seolitlar suyuqliklarni tozalash uchun mayda donali kukun sifatida, gazlarni tozalash uchun esa o'lchamlari 1–5 mm bo'lgan sharsimon yoki granulalar holida ishlatiladi. Ba'zi seolitlarning g'ovaklari juda ingichka

bo'lib, ularning kattaligi yutilayotgan modda molekularining kattaligiga teng bo'ladi. Bu xildagi seolitlar molekulyar elak sifatida, ya'ni o'lchamlari g'ovaklarining kattaligidan kichik bo'lgan molekullarni yutish uchun ishlatiladi. Seolitlarning suvni yutish qobiliyati katta bo'lgani sababli ular gazlarni quritishda hamda suyuqlik va gazlarni tozalash uchun ishlatiladi. Seolitning tarkibida yutilgan suv juda harakatchandir, bu suv qizdirish orqali yo'qotiladi va bu adsorbent sovganidan so'ng qaytadan suvni yutish qobiliyatini tiklaydi. Seolitlarning uyilish zichligi  $600\text{--}800\text{ kg/m}^3$  bo'ladi. Seolitlarning yutish qobiliyati g'ovaklarning solishtirma yuzasi bilan emas, balki g'ovaklarni adsorbat bilan hajmiy to'ldirish qiymati bilan belgilanadi ( $0,2\text{--}0,25\text{ sm}^3/\text{g}$ ).

Sanoatda eritmalarni har xil pigmentlardan tozalash uchun adsorbent sifatida tuproq jinslari ham ishlatiladi. Tuproq jinslari tabiatda ko'p tarqalgan bo'lib, narxi arzon, uyilish zichligi  $400\text{--}450\text{ kg/m}^3$ . Tuproq jinslarining solishtirma yuzasi boshqa sanoatda ishlatiladigan adsorbentlarga nisbatan ancha kichik ( $35\text{--}150\text{ m}^3/\text{g}$ ).

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Neft va gazni qayta ishlash sanoati korxonalarida adsorbsiya jarayonlaridan qanday maqsadlarni amalga oshirish uchun foydalaniladi?

2. Adsorbsiya jarayonining mohiyati. Ushbu jarayon necha turga bo'linadi? Adsorbsiya va adsorbsiya jarayonlari o'rtasida qanday farq bor?

3. Sanoatda ishlatiladigan adsorbentlar. Ularning asosiy xossalari. Adsorbentlarni tanlashda qanday ko'rsatgichlar inobatga olinadi?

4. Zarrachalar ichidagi kapillyar kanallarining o'lchamlariga ko'ra adsorbentlar necha turga bo'linadi?

5. Adsorbentlarning statik va dinamik faolliklarini qanday izohlash mumkin?

## 20-AMALIY MASHG'ULOT

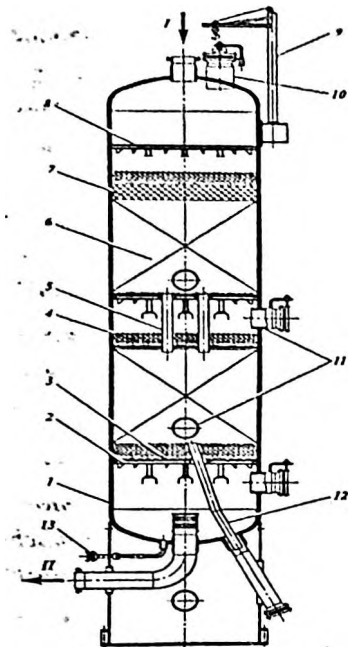
### 20.1. Adsorberlarning tuzilishi

Ish rejimiga ko'ra adsorberlar davriy va uzluksiz bo'ladi. Adsorbent qatlamining tuzilishiga ko'ra davriy adsorberlar o'zgarmas va mavhum qaynash qatlami bo'ladi. Uzluksiz ishlaydigan adsorberlar esa harakatchan va mavhum qaynash qatlami bo'lishi mumkin.

Neft va gazni qayta ishlash sanoatida adsorberlarning quyidagi asosiy rumumlari ishlatiladi: 1) qo'zg'olmas qatlamli; 2) harakatchan qatlamli; 3) mavhum qaynash qatlamli.

20.1-rasmda tabiiy gazni oltingugurt vodorodi va merkaptanlardan tozalashga mo'ljallangan qo'zg'olmas qatlamli adsorber ko'rsatilgan. Diametri 3,6 m bo'lgan uskuna qobig'i 1 da NaX seolitidan iborat bo'lgan ikkita adsorbent qatlami (balandligi 3,6 m) joylashtirilgan. Har bir seolit qatlami 6 tayanch panjarasi 2, uning ustida joylashtirilgan teshikli list 3 va ikki qator metall to'rlari yordamida ushlab turiladi. Gazlarni quritish uchun yuqorigi seolit qatlamining ustiga qo'shimcha alyumogel qatlami 7 joylashtirilgan. Gaz oqimining dinamik ta'sirini kamaytirish va uni bir meyorda taqsimlash uchun adsorbent qatlamining ustiga balandligi 300-600 mm dan iborat bo'lgan chinnidan qilingan sharlar joylashtirilgan. Adsorbentni yuklash paytida shtutser 10 va maxsus kran 9 dan foydalaniladi. Adsorbentni uskunaga yuklash paytida uni bir zonadan ikkinchi zonaga o'tishi hamda tushirish quvur 5 yordamida amalga oshiriladi. Adsorbentni uskunadan tushirish esa quvur 12 orqali bajariladi.

Davriy ishlaydigan uskunalarda adsorbentning yutish sig'imidan to'la foydalanilmaydi. Desorbsiya jarayoni ham ushbu adsorberlarning o'zida olib boriladi. Natijada uskunadan foydalanish darajasi kam bo'ladi. Bu kamchiliklardan uzluksiz ishlaydigan uskunalar holidir. Odatda davriy adsorbsiya jarayoni to'rtta bosqich bilan olib boriladi: 1) adsorbsiyaning o'zi; 2) desorbsiya; 3) adsorbentni quritish; 4) adsorbentni sovitish.

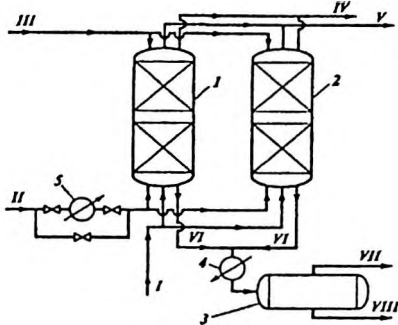


**20.1-rasm. Qo'zg'olmas adsorbent qatlami adsorber:**

1-qobiq; 2-tayanch panjarasi; 3-teshiklari bo'lgan metall listi va ikki qator to'r; 4-chinni sharlari; 5-adsorbentni yuklash(tushirish) uchun quvurlar; 6-seolit qatlami; 7-alyumogel qatlami; 8-panjara; 9-maxsus kran; 10-adsorbentni yuklash uchun shtutser; 11-qopqoqli; 12-adsorbentni tushurish uchu quvur. Oqimlar: I-dastlabki gaz; II-ishlatilgan.

20.2-rasmda ikkita adsorberli adsorbsion qurilmaning sxemasi keltirilgan. Gaz aralashmasi I birinchi adsorber 1 ga beriladi, bu yerda yutilishi lozim bo'lgan komponentlar adsorbsiya qilinadi, quruq gaz V esa uskunadan chiqib ketadi. Shu paytning o'zida, ikkinchi adsorber 2 da adsorbsiya bosqichi tamom bo'lib, unga yutilgan komponentlarni desorbsiya qilish uchun suv bug'i III beriladi. Ikkinchi adsorber 2 da hosil bo'lgan suv bug'i va adsorbat aralashmasi VI sovitgich 4 orqali suv ajratgich 3 ga yuboriladi. Suv ajratgichning yuqorigi qismidan adsorbat, uning pastki qismidan esa suv ajratib olinadi. So'ngra uskunadagi adsorbentni quritish uchun qizdirilgan havo, keyinchalik uni sovitish uchun sovuq havo yuboriladi. Shunday qilib, adsorbent keyingi adsorbsiya sikli uchun tayyorlanadi. Adsorberlarni bir rejim (adsorbsiya) dan keyinga rejim (desorbsiya, adsorbentni quritish, adsorbentni sovitish) ga o'tkazish avtomatik yo'l bilan regulyator yordamida amalga oshiriladi.

Xarakatchan adsorbent qatlamli adsorberlar uch komponentli (etilen, vodorod va metan) aralashmadan etilenni va gazlar aralashmasidan vodorodni ajratib olish uchun ishlatiladi. Bunda jarayon uzluksiz ravishda olib boriladi, uning har bir bosqichi ma'lum bir uskunada yoki uskunaning bir qismida olib boriladi.

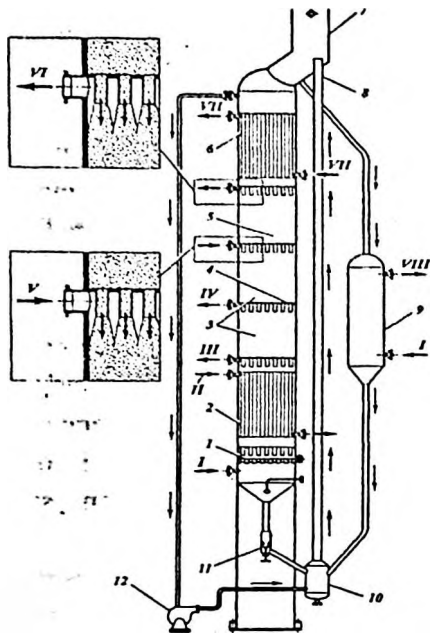


20.2-rasm. Ikki adsorberli adsorbsion qurilma sxemasi:

1,2- adsorberlar; 3-suv ajratgich; 4- sovutgich; 5-isitgich. Oqimlar: I- dastlabki gaz; II-quritish va sovutish uchun havo; III-desorbsiya uchun suv bug'i; IV- desorberlardan chiqayotgan havo; V- quruq gaz; VI-bug'lar, suv va adsorbent aralashmasi; VII-adsorbent; VIII-suv.

. Adsorbent alohida olingan uskunalar oraliq'ida pnevмотransport yordamida uzluksiz ravishda harakat qiladi. Adsorbent sifatida ko'pincha granula holatidagi faollashtirilgan ko'mir ishlatiladi. Gazlar aralashmasini harakatdagi adsorbent qatlami yordamida ajratib olishga mo'ljallangan adsorbsion qurilmaning sxemasi 20.3-rasmda ko'rsatilgan. Uskuna bir necha zonalardan iborat bo'lib, ularda adsorbsiya, desorbsiya, adsorbentni isitish va sovutish jarayonlari olib boriladi. Uskunaga bunker 7 dan granula holatidagi adsorbent beriladi, u og'irlik kuchi ta'sirida yuqoridan pastga qarab yaxlit qatlam sifatida harakat qiladi. Adsorbent uskunaning tegishli zonalarini orqali harakat qilganida u yoki bu jarayon amalga oshiriladi.

Ishlatiladigan adsorbent uskunaning pastki qismidan ta'mirlanish uchun 1 orqali pnevmoko'targichning yig'gichi 10 ga tushadi, u erga gazoduvka 12 yordamida gaz yuboriladi. So'ngra adsorbent gaz oqimining ta'sirida yuqorigi bunker 7 ga tushadi.



20.3-rasm. Gazlarni ajratish uchun harakatchan adsorbent qatlamli adsorbsion qurilma:

1-ta'minlagich; 2-isitgich; 3-  
 rektifikatsiya zonasi; 4-taqsimlovchi  
 likopcha; 5-adsorbsiya  
 zonasi; 6-sovitgich; 7-bunker; 8-  
 pnevmoko'targich; 9-reaktivator;  
 10-yig'gich; 11-boshqaruvchi  
 zavvika; 12-gazoduvka.

Oqimlar: I- suv bug'i; II- isituvchi  
 agant; III-og'ir fraksiya; IV-oraliq  
 fraksiya; V-dastlabki gaz; VI-yengil  
 fraksiya; VII-sovituvchi suv; VIII-  
 reaktivatsiya mahsulotlari va suv  
 bug'i.

Uskunaning turli kesimlarida 4 ta taqsimlovchi likopchalar 4 bo'lib, ular adsorbent va gazning qarama-qarshi oqimlarini uskunaning to'la kesimi bo'yicha bir meyorda taqsimlanib turishini ta'minlaydi. Ushbu taqsimlovchi likopchalar adsorbentdan ajralib chiqqan gazlarni yig'ib, ularni uskunadan chiqarish uchun ham xizmat qiladi.

Shartli ravishda yengil va og'ir fraksiyadan iborat bo'lgan dastlabki gaz V taqsimlovchi likopchani pastki qismiga berilib, uskunaning to'la kesimi bo'ylab bir xil meyorda tarqaladi va harakat qilayotgan adsorbent qatlam bilan kontaktga uchraydi.

Gaz taqsimlovchi likopchani naychalari orqali yuqorigi adsorbsion zona 5 ga o'tadi, u yerda adsorbent bilan qarama-qarshi yo'nalishda bo'ladi va adsorbsiya jarayoni yuz beradi. Ushbu zonaning yuqorigi qismidan yengil fraksiya chiqib ketadi. Adsorbsion zonada gazning yuqoriga qarab harakat qilishida modda almashinish yuz beradi, oqibat natijada ajralishi lozim bo'lgan gazning molekullari adsorbent yuzasidagi yengil fraksiyaning faol bo'lmagan molekullarini siqib chiqaradi. Shunday qilib, ushbu zonaning yuqorigi qismida tarkibida

faolligi pastroq komponentlarni ko'p ushlagan (ya'ni yuqori konsentratsiyali) toza yengil fraksiya hosil bo'ladi.

Ajratib olinadigan komponentlar o'rtacha toza bo'lishligi uchun adsorbent yuzasidagi yengil fraksiyalarni yo'qotish zarur. Ushbu jarayon rektifikatsiya zonasida amalga oshiriladi. Bu zonadagi modda almashinish rektifikatsion kolonnaning pastki qismida yuz beradigan jarayonga o'xshaydi.

Rektifikatsion zona 3 ning pastki qismiga og'ir fraksiyaning isitkich 2 da desorbsiya qilingan komponentlari kiradi va qarama-qarshi yo'nalish bo'ylab harakat qilayotgan adsorbent oqimi bilan uchrashadi, natijada modda almashinish jarayoni yuz beradi. Ushbu jarayonda adsorbat tarkibida bo'lgan yengil fraksiya komponentlari og'ir fraksiyaning ancha faol bo'lgan molekullari tomonidan siqib chiqariladi.

Shunday qilib, gaz fazasi pastdan yuqoriga qarab harakat qilganida borgan sari yengil fraksiya komponentlari bilan to'yib boradi, adsorbentning yuqoridan pastga qarab harakat qilganida esa, adsorbat og'ir fraksiyaning komponentlari bilan to'yib boradi. Pastki taqsimlovchi likopchadan isitkich 2 ga uzatilayotgan adsorbentning tarkibidagi adsorbat asosan og'ir fraksiyaning komponentlari bilan to'yingan bo'ladi. Isitkichda adsorbent isitiladi va og'ir fraksiya desorbsiya qilinadi.

Desorbsiya jarayonining yaxshi ketishi uchun uskunaning pastki qismiga suv bug'i beriladi. Isitkich 2 ning quvurlararo bo'shligiga berilgan suv bug'ining issiqligi adsorbentni isitish va desorbsiya uchun sarflanadi. Desorbsiya qilingan og'ir fraksiyaning bir qismini pastki taqsimlovchi likopchadan tayyor mahsulot sifatida uzatiladi. Uning qolgan qismi esa ichki sirkulyatsiya qiluvchi oqim sifatida taqsimlovchi likopchanning naychalari orqali rektifikatsion zonasiga yuboriladi. U yerda adsorbent bilan kontaktga uchraydi.

Yuqorigi va pastki mahsulotning tozaligini oshirish uchun rektifikatsion zonasining o'rtacha qismidan oraliq fraksiya ajratib olinadi.

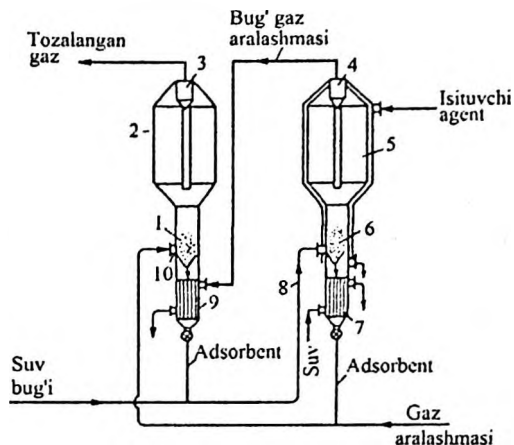
Isitilgan adsorbent pnevmoko'targich 8 yordamida bunker 7 ga yuboriladi, u yerda tashuvchi gazdan ajralgandan so'ng sovitgich 6 ga tushadi.

Daslabki gazning tarkibida yuqori adsorbsion qobiliyatga ega bo'lgan hamda qiyinlik bilan desorbsiya qilinadigan komponentlarning bo'lishi adsorbent faolligining kamayishiga olib keladi. Adsorbent faolligini bir xil darajada ushlab turishlik uchun qurilma sxemasiga reaktivator 9 qo'shiladi va ushbu uskuna orqali adsorbentning bir qismi sirkulyatsiya qiladi. Reaktivator da desorbsiya qilish uchun ancha qattiq sharoit (yuqori harorat, suv bug'ining ortiqcha sarfi va hakoza) yaratiladi.

Ayrim sharoitlarda sirkulyatsiya qilinayotgan adsorbentning bir qismini desorbsiya qilish uchun qattiq sharoitni yaratish maqsadida alohida uskuna (reaktivator) dan foydalanish, adsorbentning barcha oqimini uchun isitgichda qattiq sharoitni yaratishga nisbatan, iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Bunday sharoitda isitgichning o'lchamlarini hamda isituvchi agent va desorbsiya uchun suv bug'i sarflarini oshirish kerak bo'ladi. Gaz aralashmalarini ushbu uslub bilan ajratish gipersorbsiya deb ataladi.

Gaz va qattiq fazalar zichliklari o'rtasida katta farq borligi sababli oxirgi yillari adsorbsiya jarayonlarini adsorbentning mavhum qaynash holatida olib borish keng tarqalmoqda. Adsorbent sifatida mayda granulalar (odatda o'lchami 500 mkm dan kichik bo'lgan) ishlatiladi. Bunday jarayonlarda adsorbentni uzatish uchun pnevmotransport, gaz oqimlaridan qattiq zarrachalarni ajratish uchun esa siklonlar qo'llaniladi. 20.4-rasmda uzluksiz ishlaydigan mavhum qaynash qatlamli qurilmaning sxemasi berilgan. Bu qurilmaning tarkibiga adsorber I va desorber 6 kiradi.

Daslabki gaz aralashmasi regeneratsiya qilingan adsorbent bilan birgalikda shtutser 10 orqali adsorberga kiradi. Adsorberning yuqorigi qismidan yutilmagan gaz chiqadi, uning tarkibidagi adsorbentning zarrachalari separatsion bo'shliq 2 va siklon 3 da ajratiladi. O'zida gaz fazasidan bir yoki bir necha komponentlarni yutib olgan adsorbent isitgich 9 ga tushadi.



**20.4-rasm. Uzlüksiz ishlaydigan mavhum qaynash qatlamli adsorbtsion qurilmaning sxemasi:**

1-adsorber; 2,5-separatsion bo'shliqlar; 3,4-siklonlar; 6-desorber; 7-issiqlik almashgich; 8-quvur; 9-isitgich; 10 shtutser.

Isitgichda adsorbent desorberdan chiqayotgan bug'-gaz aralashmasi bilan isitiladi va so'ngra desorbsiya qiluvchi agent (odatda suv bug'i) yordamida quvur 8 orqali desorberga uzatiladi. Desorber isituvchi qobiq, separatsion bo'shliq 5 va siklon 4 bilan ta'minlangan.

Regeneratsiya qilingan adsorbent issiqlik almashgich 7 da soviydi va adsorberga qaytariladi. Mavhum qaynash qatlamli uskunalar bir qator afzalliklarga ega: adsorbsiya va desorbsiya jarayonlari uzluksiz ravishda boradi; fazalar o'rtasidagi kontakt yuza katta; adsorbent zarrachalari uskunaning ichida jadal aralashadi; ish unumdorligi yuqori va ... ozo. Mavhum qaynash qatlamli uskunalarining ishini samarali olib borish uchun bir qator murakkab texnikaviy vazifalarni hal qilishga to'g'ri keladi. Bular qatoriga quyidagilar kiradi: adsorbentning uzluksiz harakatini uyushtirish; adsorbent zarrachalarining yeyilib ketishini minimumga keltirish; adsorbentning chang holatidagi mayda zarrachalarini uskunadan chiqib ketishiga yo'l qo'ymaslik. Bunday kamchiliklarni yo'qotish uchun, birinchidan yuqori darajadagi mustahkam adsorbentlardan foydalanish, ikkinchidan esa adsorber va desorberni konstruktiv jihatdan mukammal qilib tayyorlash zarur.

## 20.2.Desorbsiya

Yuqori faollikka ega bo'lgan adsorbentlar qimmatbaho materiallar qatoriga kiradi, shu sababli ulardan bir necha marotaba foydalanish lozim. Buning uchun adsorbsiya jarayonidan so'ng adsorbent regeneratsiya qilinadi, ya'ni unda yutilgan modda ajratib chiqariladi. Adsorbsiyaga teskari bo'lgan jarayon desorbsiya deb ataladi.

Adsorbent quyidagi usullar yordamida regeneratsiya qilinishi mumkin: 1) adsorbentning haroratini oshirish yoki uning ustidagi bosimni kamaytirish; 2) adsorbent qatlami orqali isitilgan gaz yoki qizdirilgan bug'ni haydash; 3) adsorbentda yutilgan komponentlarni adsorbsion xossasi yuqori bo'lgan boshqa modda yordamida siqib chiqarish.

Harorat qancha yuqori bo'lsa desorbsiya jarayoni shuncha tez va to'la bo'radi. Haroratni to'g'ri tanlash katta ahamiyatga molik. Tanlangan harorat yutilgan komponentlarni adsorbentdan to'la ajratib chiqarishni va adsorbentning o'ta qizib, parchalanib ketmasligini ta'minlashi zarur. Regeneratsiya paytida adsorbentning faolligi biroz kamayadi.

Yuqori haroratlarda oson parchalanib ketadigan moddalarni desorbsiya qilishda boshqa modda yordamida siqib chiqarish usulini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday usuldan harorat 40-800S bo'lganda foydalanish yaxshi samara beradi.

Xar bir sharoit uchun tegishli harorat chegaralari qabul qilinadi. Masalan, gazlarni seolitlar yordamidan quritilgandan so'ng, desorbsiya jarayoni (namlikni adsorbentdan ajratib chiqarish) ni amalga oshirish uchun harorat 300-400°C dan ortmasligi kerak.

Adsorbentni to'la regeneratsiya qilish uchun desorbsiyadan keyin adsorbentni quritish va so'ngra sovitish zarur. Shundan so'ng adsorbsiyaning yangi siklini boshlash mumkin.

Desorbsiya jarayoni adsorbsiyaga ko'ra ancha yuqori haroratlarda olib boriladi, shu sababdan desorbsiyaning vaqti adsorbsiyanikiga nisbatan kam bo'ladi.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Neft va gazni qayta ishlash sanoati korxonalarida adsorbsiya jarayonlaridan qanday maqsadlarni amalga oshirish uchun foydalaniladi?

2. Adsorbsiya jarayonining mohiyati. Ushbu jarayon necha turga bo'linadi? Adsorbsiya va adsorbsiya jarayonlari o'rtasida qanday farq bor?

3. Sanoatda ishlatiladigan adsorbentlar. Ularning asosiy xossalari. Adsorbentlarni tanlashda qanday ko'rsatkichlar inobatga olinadi?

4. Zarrachalar ichidagi kapillyar kanallarining o'lchamlariga ko'ra adsorbentlar necha turga bo'linadi?

5. Adsorbentlarning statik va dinamik faolliklarini qanday izohlash mumkin?

## 21. AMALIY MASHG'ULOT

### 21.1. Suyuqliklarni ekstraksiyalash umumiy tushunchalar

Eritmalar tarkibidagi bir yoki bir necha komponentlarni tanlab ta'sir qiluvchi erituvchilar yordamida ajratib olish jarayoni suyuqliklarni ekstraksiyalash deb yuritiladi. Suyuq aralashma bilan erituvchi o'zaro aralashirilganda erituvchida faqat kerakli komponentlar yaxshi eriydi, qolgan komponentlar esa juda yomon yoki butunlay erimaydi.

Ekstraksiyalash jarayoni ham rektifikatsiyalash kabi suyuqlik aralashmalarini ajratish uchun qo'llaniladi. Bu usullarning qaysi birini tanlash aralashmalar tarkibidagi moddalarning xossalariga bog'liq. Rektifikatsiyalash jarayoni odatda issiqlik ta'sirida boradi. Ekstraksiyalashni amalga oshirish uchun issiqlik talab etilmaydi. Rektifikatsiyalash aralashma komponentlarining har xil uchuvchanliklariga asoslanadi. Agar aralashma komponentlarining qaynash haroratlari bir-biriga yaqin yoki ular yuqori haroratlarga beqaror bo'lsa, bunday hollarda ekstraksiyalash jarayoni qo'llaniladi.

Dastlabki eritma va erituvchi o'zaro ta'sir ettirilganda ikkita faza (ekstrakt va rafinat) hosil bo'ladi. Ajratib olingan moddaning erituvchidagi eritmasi ekstrakt, dastlabki eritmaning qoldig'i esa rafinat deb yuritiladi. Rafinat tarkibida biroz miqdorda erituvchi ham bo'ladi. Olingan ikkita suyuqlik fazasi (ekstrakt va rafinat) bir-biridan tindirish, sentrifugalash yoki boshqa mexanik usullar yordamida ajratiladi. So'ngra ekstrakt tarkibidan tegishli mahsulot ajratib olinadi, rafinatdan esa erituvchi regeneratsiya qilinadi.

Suyuqliklarni ekstraksiyalash boshqa usullar (rektifikatsiyalash, bug'latish va hakoza) ga nisbatan birmuncha afzalliklarga ega: jarayon past haroratda olib boriladi; eritmaning bug'lanishi uchun issiqlik talab qilinmaydi; tanlab ta'sir qilish xususiyatiga ega bo'lgan istalgan erituvchini ishlatish imkoni bor. Bu usul kamchilikdan holi emas; qo'shimcha komponent (erituvchi) ni ishlatish va uni regeneratsiya qilishni tashkil etish qurilma sxemasini murakkablashtiradi va ekstraksiyalash jarayonini qimmatlashtiradi.

Neftni qayta ishlash korxonalarida ekstraksiyalash jarayonlaridan surkov moylari va dizel yonilg'ilarini tozalashda, og'ir neft qoldiqlarini deasfaltizatsiya qilishda, piroliz benzinlaridan, riforming mahsulotlaridan yoki kokslashning yengil gazoyllaridan aromatik uglevodorodlarni ajratib olishda, oqova suvlardan yuqori haroratda qaynovchi yoki nouchuvchan komponentlarni ajratib olishda va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Sanoat miqyosida suyuq holatdagi turli neft mahsulotlarini ekstraksiyalash yordami bilan ajratishda fenol, furfurool, N-metil-2-pirrolidon, dietilenglikol, suv, suyuq propan, benzol, dimetilsulfoksid, morfolin hosilalari va boshqa erituvchilar ishlatiladi. Tog' jinslardan ozokerit va serezinni ekstraksiya qilib olishda erituvchi sifatida benzin qo'llaniladi. Oxirgi yillari zaharlik darajasi yuqori bo'lgan fenol va furfuroolning o'rniga N-metil-2-pirrolidan ishlatilmoqda.

Ayrim sharoitlarda ekstraksiyalash jarayoni rektifikatsiyalash bilan birgalikda olib boriladi. Suyuqlik aralashmasi rektifikatsiyalashdan oldin birlamchi ekstraksiyalash yo'li bilan qisman ajratilsa, rektifika-siyalash uchun issiqlik harajatlari ancha kamayadi.

Suyuqliklarni ekstraksiyalash uchun ishlatiladigan uskunalar ekstraktorlar deb ataladi.

## 21.2. Ekstragentlarni tanlash

Suyuqlik aralashmasidan kerakli komponentni ajratib oladigan modda erituvchi yoki ekstragent deb ataladi. Erituvchilarga bir qator talablar qo'yiladi. Bular qatoriga quyidagilar kiradi: 1) kerakli komponentga nisbatan tanlab ta'sir qilish xususiyatiga ega bo'lishlik; 2) erituvchining kerakli komponentni o'zida eritib, yutib olish qobiliyati; 3) erituvchi tarkibidan yutilgan komponentni yengil ajratib olish, ya'ni reeks-traksiyalash imkoniyati borligi; 4) fazalarning qatlamlarga oson ajralishi; 5) erituvchi bilan ishlash havfsiz bo'lishligi uchun, u zaharli, uchuvchan, portlab ketish xossalariga ega bo'lmasligi kerak; 6) saqlash va ish davomida (ekstraksiyalash va reekstraksiyalash) parchalanib ketmaslik; 7) narhi arzon; 8) oson topiladigan, ya'ni kamyob

bo'lmashligi kerak; 9) erituvchi-ning zichligi ekstraksiyalanishi lozim bo'lgan suyuqlik zichligidan kam bo'lishi shart.

Suyuqliklarni ekstraksiyalashni o'rganishda tarqalish koeffitsiyenti va ajratish omili tushunchalaridan foydalaniladi. Ekstrakt tarkibidagi kerakli komponentning muvozanat holatdagi konsentratsiyasini ushbu komponentning rafinatdagi muvozanat konsentratsiyasiga nisbati tarqalish koeffitsiyenti deb ataladi:

$$m = \frac{y^*}{x} \quad (21.1)$$

bu yerda  $y^*$  - tarqalayotgan komponentning ekstraktdagi muvozanat ulushi;  $x$  - tarqalayotgan komponentning rafinatdagi muvozanat ulushi.

Tarqalish koeffitsiyentining qiymatiga ko'ra erituvchining ekstraksiyon qobiliyatini aniqlash mumkin.  $m$  ning qiymati qancha katta bo'lsa, bunday erituvchining suyuqlik aralashmasidan kerakli komponentni ajratib olish qobiliyati shuncha yuqori bo'ladi. Ekstraksiyon sistemalarda  $m$  - ning qiymati 1 dan 10000 gacha o'zgaradi.

Erituvchining ajratish qobiliyatini baholash uchun quyidagi nisbatdan foydalaniladi:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{y_1^*}{x_1}}{\frac{y_2^*}{x_2}} = \frac{y_1^* x_2}{y_2^* x_1} = \frac{y_1^*}{y_2^*} \cdot \frac{x_2}{x_1} = \beta \quad (21.2)$$

bu yerda  $m_1$  - aralashmadagi birinchi komponentning tarqalish koeffitsiyenti;  $m_2$  - aralashmadagi ikkinchi komponentning tarqalish koeffitsiyenti.

Kattalik  $\beta$  ekstraksiyalashdagi ajratish koeffitsiyenti yoki omili deb ataladi. Ushbu koeffitsiyent ajralayotgan komponentlarning ekstraktdagi muvozanat konsentratsiyalari rafinatdagi muvozanat konsentratsiyalaridan necha marta kattaligini bildiradi. Bu koeffitsiyent rektifikatsiyalash jarayonidagi komponentlarning nisbiy uchuvchanligiga o'xshaydi. Haqiqiy sharoitlarda  $\beta$  ning qiymati 2 dan

kam bo'lmisligi maqsadga muvofiq bo'ladi.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Suyuqliklarni ekstraksiyalash jarayonining mohiyati. • Suyuq aralashmalarni bug'latish, haydash va ekstraksiyalash o'rtasida qanday prinsipial farq bor?

2. Neftni qayta ishlash korxonalarida ekstraksiyalash jarayonlaridan kandy maqsadlarni amalga oshirishda foydalaniladi?

3. Har bir aniq sharoit uchun kerakli erituvchini qanday qilib to'g'ri tanlash mumkin?

4. Tarqalish va ajratish koeffitsiyentlarining fizik mazmuni.

Suyuqliklarni ekstraksiyalash jarayonida bu koeffitsiyentlarning qiymatlari qaysi chegaralarda o'zgaradi?

5. Suyuqlik-suyuqlik sistemalari uchun izoterma chiziqlari necha turga bo'linadi?

6. Bunday izotermalar  $u - x$  diagrammada qanday tasvirlanadi?

7. Suyuqliklarni ekstraksiyalash jarayonini hisoblashda nima sababdan uchburchakli diagrammadan foydalaniladi?

## 22-AMALIY MASHG'ULOT

### 22.1. Q u r i t i sh umumiy tushunchalar

Nam materiallarni qurituvchi agent yordamida suvsizlantirish jarayoni quritish deb ataladi. Bu jarayonda namlik bug'lani yo'li bilan qattiq faza tarkibidan gaz (yoki bug') fazasiga o'tadi. Nam materiallarni quritish jarayonining sanoatda tashkil etish katta ahamiyatga ega. Quritilgan materiallarni transport vositasida uzatish arzonlashadi, ularning tegishli xossalari yaxshilanada, uskuna va quvurlarning korroziyaga uchrashi kamayadi.

.. Materiallarni uch xil usul (mexanik, fizik-kimyoviy va issiqlik yordamida) bilan suvsizlantirish mumkin. Mexanik usul bilan suvsizlantirish – tarkibida ko'p miqdorda suv tutgan materiallarni quritish uchun ishlatiladi. Bu usul bilan suvsizlantirishda namlik siqish yoki sentrifugalarda markazdan qochma kuch ta'sirida ajratib olinadi. Odatda mexanik yo'l bilan namlikni ajratish – materiallarni suvsizlantirishda birinchi bosqich hisoblanadi. Mexanik suvsizlantirishdan so'ng yana bir qism namlik qoladi, bu qolgan namlikni issiqlik yordamida, ya'ni quritish yo'li bilan ajratib chiqariladi.

Fizik-kimyoviy usul bilan materiallarni suvsizlantirish laboratoriya sharoitlarida ishlatiladi. Bu usul suvni o'ziga tortuvchi moddalar (masalan, sulfat kislotasi, kalsiy xloridi) dan foydalanishiga asoslangan. Yopiq idish ichida suvni tortuvchi modda ustiga nam materialni joylashtirish yo'li bilan uni suvsizlantirish mumkin.

.. Issiqlik ta'sirida suvsizlantirish (quritish) sanoatning turli sohalarida keng ishlatiladi. Quritish ko'pchilik ishlab chiqarishlarning oxirgi, ya'ni tayyor mahsulot olishdan oldingi jarayoni hisoblanadi. Ayrim ishlab chiqarishlarda materiallarni suvsizlantirish ikki bosqichdan iborat bo'lib, namlik avval arzon jarayon hisoblangan mexanik usul bilan, so'ngra qolgan namlik esa quritish yo'li bilan ajratiladi. Bunda jarayonning samaradorligi ortadi.

Quritish ikki xil (tabiiy va sun'iy) yo'l bilan olib boriladi. Materiallarni ochiq havoda suvsizlantirish tabiiy quritish deyiladi, bu jarayon uzoq vaqt davom etadi. Sanoatda materiallarni suvsizlantirish

uchun sun'iy quritish usuli ishlatiladi, bu jarayon maxsus quritgich uskunalarida olib boriladi.

Quritilishi lozim bo'lgan materiallar uch turga bo'linadi: qattiq (donali, bo'lak-bo'lakli, zarrachali); pastasimon; suyuq (eritmalar, suspenziyalar).

Issiqlik tashuvchi agentning quritilayotgan material bilan o'zaro kontakt qilish usuliga ko'ra quritish quyidagi turlarga bo'linadi: 1) konvektiv quritish – nam material bilan qurituvchi agent to'g'ridan-to'g'ri o'zaro aralashadi; 2) kontaktli quritish – issiqlik tashuvchi agent va nam material o'rtasida ularni ajratib turuvchi devor bo'ladi; 3) radiatsiyali quritish – issiqlik infraqizil nurlar orqali tarqaladi; 4) dielektrik quritish – material yuqori chastotali tok maydonida qizdiriladi; 5) sublimatsiyali quritish – material muzlagan holda, yuqori vakuum ostida suvsizlantiriladi. Oxirgi uchta usul sanoatda nisbatan kam ishlatiladi va odatda quritishning maxsus usullari deb yuritiladi.

Neft va gazni qayta ishlash sanoatida nam materiallarni suvsizlantirish uchun ko'pincha konvektiv va kontaktli quritish usullari ishlatiladi.

## 22.2. Quritish uskunalarining tuzilishi

Sanoatda konvektiv usul bilan ishlaydigan quritish uskunalari (tasmali, barabanli, pnevmatik, mahsulotlar sochib beriladigan, maymum qaynash qatlamli) keng tarqalgan. Kontaktli quritish usulidan barabanli-rotorli vakuum quritgichlar, aylanuvchi barabanli vakuum quritgichlar va valsovkali quritgichlar ko'proq ishlatiladi.

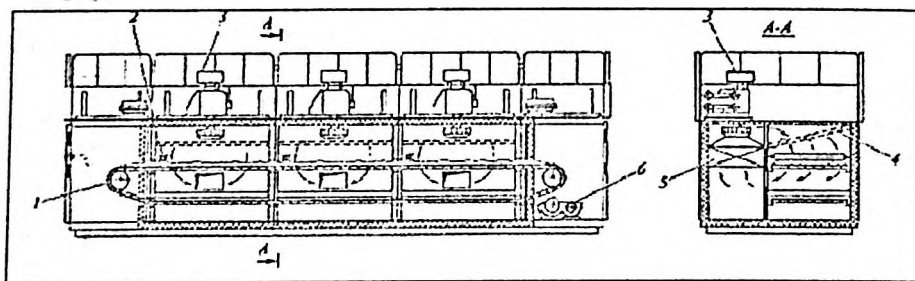
**Tasmali quritgichlar.** Bunday quritgichlar dastlabki namligi 75 % gacha bo'lgan, portlash va yonish havfiga ega bo'lmagan, zaharsiz, sochiluvchan (donador, granula holatidagi, tolali) mahsulotlarni issiq havo bilan atmosfera bosimida uzluksiz ravishda quritishga mo'ljallangan. 22.1-rasmda ko'rsatilgan tasmali quritgich to'g'ri burchakli qutiga o'xshaydi, u uzunligi bo'yicha bir necha (3 dan 10 gacha) seksiyalarga ajratilgan, kengligi bo'yicha esa ikkita koridorga bo'lingan. O'ng tomondagi (mahsulotning siljishi bo'yicha) koridorning ichiga uzluksiz ishlaydigan transport konveyyeri (lentasi)

joylashtirilgan. Lentaning ustida quritilishi lozim bo'lgan mahsulot harakat qiladi. Chap tomonidagi koridorda esa bug' kaloriferlari, sirkulyatsiya qiladigan ventilyatorlar va gaz kanallari joylashtirilgan.

Nam material perforatsiya qilingan va doimo harakat qilib turuvchi lenta 1 ga beriladi. Ushbu lenta to'qilgan metall to'rdan yoki perforatsiya qilingan (ya'ni teshilgan) plastinalardan tayyorlangan. Ayrim holatlarda lenta sifatida tarkibida rezinani ushlagan maxsus materiallardan ham foydalanish mumkin.

Lentani harakatga keltirish va uni tarang qilib ushlab turish uchun quritgich uzatma va tarang tortish qurilmalari bilan ta'minlangan, ularning oralig'ida ventilyatorlar 3 va kaloriferlar 5 bilan jihozlangan oraliq seksiyalari mavjud. Lenta ustidagi qatlamning balandligi bo'yicha material namligini baravarlamoq uchun aralashtirgichlar 3 joylashtirilgan.

Oraliq seksiyalarining kaloriferlarida qizdirilgan havo sirkulyatsion ventilyatorlar yordamida lentaning ustida joylashgan taqsimlovchi panjara 4 orqali mahsulot qatlamining tepasidan pastga qarab beriladi. Qizdirilgan havo oqimi qatlamdan o'tib ikki qismga bo'linadi: birinchi qism kalorifer orqali ventilyatorga boradi, ikkinchi qismi esa – ishlatilgan havo kanali orqali uskunadan tashqariga chiqariladi.



**22.19-rasm. Tasmali quritgich:**

1-tasmali konveyr; 2-aralashtirgich; 3-sirkulyatsion ventilyatorlar; 4-havoni taqsimlovchi panjara; 5-bug' kaloriferi; 6-quritilgan materialni tushirish uchun shnek.

Toza va ishlatilgan havo kanallarida o'rnatilgan zaslonlar yordamida havo va mahsulot harakatlarini to'g'ri, qarama-qarshi va aralash sxemalari asosida tashkil etish mumkin.

Lenta uzatma stansiyasida joylashgan motor-variator, reduktor va zanjirli uzatma yordamida harakatga keltiriladi; bu yerda shneksimon tushirish qurilmasi ham joylashgan. Lentaning tezligi shunday tanlab olinadiki, bunda nam material kerakli darajada qurishi zarur. Lentaning tezligi variator yordamida amalga oshiriladi. Lentaning kengligi 1,2 yoki 2 m bo'ladi, uning ish yuzasi 7,2 dan 40 m<sup>2</sup> gacha, talab qilinadigan quvvat esa 22-137 kVt atrofida o'zgarishi mumkin. Turli rusumdagi tasmali quritgichlarning bug'langan namlik bo'yicha ish unumdorligi 35 dan 600 kg/soat gacha o'zgaradi.

Tasmali quritgichlar ko'p joyni egallaydi va ularni ishlatish ancha murakkab (lentalarning cho'zilishi va barabanda noto'g'ri joylanish holatlari ro'y berishi mumkin). Bunday quritgichlarning solishtirma ish unumi kichik, solishtirma issiqlik sarfi esa katta, pastsimon materiallarni quritish mumkin emas.

## MUSTAQIL ISHLASH UCHUN SAVOLLAR

1. Nam materiallarni quritishning sanoatdagi roli. Materiallarni necha xil usul bilan suvsizlantirish mumkin?

2. Issiqlik tashuvchi agentning nam material bilan o'zaro ta'sirlashuv usuliga ko'ra quritish necha turga bo'linadi?

3. Nam havoning asosiy xossalari. Havoning ushbu xossalari J-x diagrammada qanday tasvirlanadi?

4. Namlik material bilan qanday usullar yordamida bog'langan bo'ladi?

5. Quritish paytidagi material namligining o'zgarishini grafik usul bilan ifodalash mumkinmi?

6. Namlikning bug'lanish tezligi qanday omillarga bog'liq?

7. Nam materialning quritish jarayoni necha bosqichdan iborat?

8. Quritish va quritish tezligining egri chiziqlari o'rtasida qanday bog'liqlik bor?

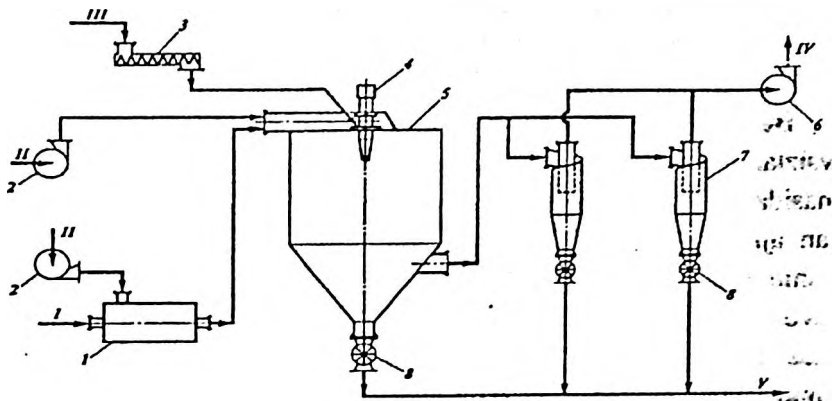
9. Quritishning davrlari va kritik nuqtalari qanday ta'riflanadi?

## 23 –AMALIY MASHG‘ULOT

### 23.1.Mahsulotlar sochib beriladigan quritgichlar.

Bunday quritish uskunalari turli eritmalar va suspenziyalarni suv-sizlantirish uchun ishlatiladi. Bunday uskunaning issiqlik ta'sir qilish zonalarida mahsulot qisqa vaqt davomida bo'lib, undan namlik jadallik bilan ajralib chiqadi. Hosil bo'lgan mahsulot kukun holatida bo'lib, qo'shimcha maydalashni talab qilmaydi, keyingi qayta ishlash jarayonlarida yaxshi eriydi. Ushbu rusumdagi quritgichlar ichi bo'sh va konus tubli silindrsimon uskunadan iborat bo'lib, uning yuqorigi qismidan suyuq modda sochib beriladi va parallel oqimda harakat qilayotgan qurituvchi agent (issiq havo yoki tutunli gazlar) bilan to'qnashadi, natijada katta tezlik bilan bug'lanadi. Sochib beruvchi quritgichlarda bug'lanishning solishtirma yuzasi katta bo'ladi, shu sababli quritish jarayoni qisqa vaqt (taxminan 15–30 s) davom etadi. Quritish qisqa vaqt davom etganligi sababli jarayon past haroratlarda olib boriladi, natijada sifatli kukunsimon mahsulot olinadi. Agar nam material oldin qizdirib olinsa, sovuq holdagi qurituvchi agentdan ham foydalansa bo'ladi. Materialni sochish uchun mexanik va pnevmatik forsunkalar hamda markazdan qochma disklar (aylanishlar soni minutiga 4000–20000) ishlatiladi.

- Ushbu turdagi uskunada (23.1-rasm) nam material quritish kamerasiga forsunka yordamida sochib beriladi. Qurituvchi agent (tutunli gaz yoki havo) ventilyator yordamida quritgichga beriladi, u kamera ichida material bilan parallel harakat qiladi. Qurigan materialning mayda zarrachalari kameraning pastki qismiga cho'kadi va shlyuzli ta'minlagich yordamida kerakli joyga yuboriladi. Ishlatilgan qurituvchi agent siklonlarda mayda chang zarrachalardan tozalanadi, so'ng atmosferaga chiqarib yuboriladi. Sochib beruvchi quritgichlarda material va qurituvchi agent oqimlari to'g'ri, qarama-qarshi va aralash yo'nalishda bo'lishi mumkin, biroq ko'pincha to'g'ri (yoki parallel) yo'nalishli oqim keng ishlatiladi. Bunday quritgichlarning ish unumdorligi dastlabki material bo'yicha 32000 kg/soat gacha bo'lishi mumkin.



**23.1-rasm. Mahsulot sochib beriladigan quritgich:**

1-pech; 2-ventilyator; 3-vintsimon nasos-dozator; 4-markazdan qochma sochib beruvchi; 5-quritish kamerasi; 6-tutun tortuvchi ventilyator; 7-siklon; 8-shlyuzli ta'minlagich. Oqimlar: I-gaz; II-havo; III-dastlabki mahsulot; IV-namlik bug'lari va issiqlik tashuvchi aralashmasi; V-tayyor mahsulot

Sochib beruvchi quritkichlar yuqorida aytib o'tilgan afzalliklardan tashqari bir qator kamchiliklarga ham ega: 1) nam materialning uskuna devorlariga yopishib qolmasligi uchun kameraning diametri ancha katta (12,5 m gacha) bo'ladi; 2) kamerada solishtirma bug'lanish qiymati kichik (1 m<sup>3</sup> kameradan soatiga 10–25 kg suv ajraladi); 3) havo oqimining tezligi nisbatan kichik (0,2–0,4 m/s), agar havo tezligi katta bo'lsa mayda zarrachalarning cho'kishi qiyinlashadi va ularning havo oqimi bilan ketib qolishi ko'payadi.

### 23.2.Mavhum qaynash qatlamli quritkichlar.

Bunday quritkichlarda jarayon mavhum qaynash qatlamida olib borilganligi sababli material zarrachalari va qurituvchi agent o'rtasida kontakt yuzasi ko'payadi, namlikning materialdan bug'lanib chiqish tezligi ortadi, quritish vaqti esa ancha qisqaradi. Hozirgi kunda mavhum qaynash qatlamli quritkichlar sochiluvchan donasimon materialdan tashqari, qovushib qolish xususiyatiga ega bo'lgan materiallar,

pastasimon moddalar, eritmalar, qotishmalar va suspenziyalarni suvsizlantirish uchun ham ishlatilmoqda.

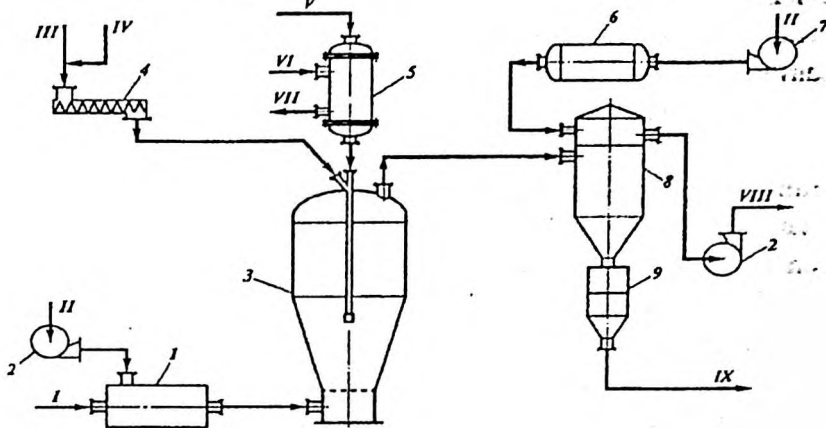
Mavhum qaynash qatlamli quritgichlarda odatda o'lchami 5 mm gacha bo'lgan donador materiallar quritiladi. Qurituvchi agent sifatida qizdirilgan havo, tutunli gazlar, qizdirilgan inert gazlar ishlatiladi. Bunday quritgichlarda mavhum qaynash holati gaz fazasi yordamida yuzaga chiqadi.

Ayrim sharoitlarda mavhum qaynash holati boshqa inert material yordamida ham hosil qilinishi mumkin. Bunday sharoitda quritilishi lozim bo'lgan material qizdirilgan qurituvchi agent oqimida inert material bilan kontaktga uchraydi.

2.3.2-rasmda suspenziya va eritmalarini inert materialning mavhum qaynash holatida suvsizlantirishga mo'ljallangan quritgichning sxemasi keltirilgan. Dastlabki mahsulot ta'minlagich 4 yordamida quritgichning ichiga joylashtirilgan pnevmatik forsunkaga beriladi. Forsunka isitish uskunasi 5 da isitilgan va siqilgan havo yordamida dastlabki mahsulotni sochib beradi. Uskunaning ichiga solib qo'yilgan inert material (masalan, ftorplastning mayda zarrachalari) yonish kamerasi 1 da hosil bo'lgan tutunli gazlar yordamida mavhum qaynash holatiga keltirilgan bo'ladi. Bu yerda mahsulotning mayda tomchilari (changlari) inert material granulalarining ustiga yopishib qoladi. Mavhum qaynash holatida granulalarning o'zaro jadal to'qnashuvi ta'sirida qurigan mahsulot granulalardan ajraladi va issiqlik tashuvchi bilan birgalikda yangli-filtr 8 ga yuboriladi. Tutunli gazlardan ajralgan mahsulot ikki qatlamli chang zatvori 9 orqali qurilmadan tashqariga chiqariladi. Ishlatilgan issiqlik tashuvchi agent yangli filtrda tozalangandan so'ng atmosferaga chiqariladi. Yangli filtrni regeneratsiya qilish uchun kompressor 7 yordamida resiver 6 orqali havoning teskari oqimidan ( $0,04 \div 0,06$  MPa) foydalaniladi.

Mavhum qaynash qatlamli quritgichlarning asosiy qismi silindrsimon, konussimon yoki silindr-konussimon bo'lishi mumkin. Silindrsimon qobiqli quritgichlarda ba'zan quritish jarayoni bir meyorda bormaydi, chunki qatlamda jadal aralastirish mavjud bo'lganligi

sababli ayrim zarrachalarning quritgichda bo'lish vaqti o'rtacha qiymatdan ancha farq qiladi.



23.2-rasm. Mahsulotlarni inert materialning mavhum qaynash holatida suvsizlantiradigan qurilmaning sxemasi:

1-tabiiy gazning yonish kamerasi; 2-havo haydagich; 3-quritgich; 4-ta'minlagich; 5-issilik almashgich; 6-resiver; 7-kompressor; 8-yengli filtr; 9-ikki qavatli chang zatvori. Oqimlar: I-tabiiy gaz; II-havo; III-suspenziya; IV-suv; V-siqilgan havo; VI-suv bug'i; VII-kondensat; VIII-issilik tashuvchi va namlik bug'lari; IX-tayyor mahsulot.

Shu sababli o'zgaruvchan kesimli (masalan, konussimon) quritkichdan foydalaniladi. Bunday konussimon quritgichning pastki qismida gazning harakatlanish tezligi eng katta zarrachaning cho'kish tezligidan katta, tepa qismida esa eng kichik zarrachaning cho'kish tezligidan kam bo'ladi. Bunday holatda qattiq zarrachalarning nisbatan tartibli sirkulyatsiyasi mavjud bo'lib, zarrachalar quritgichning markaziy qismida ko'tariladi, uning chekka qismlarida esa pastga qarab tushadi. Natijada material bir meyorda isiydi va kameraning ish bajarilishi kamayadi.

Mavhum qaynash qatlamli quritkichlarning samarali ishlashi uchun nam material va qurituvchi agentni quritgichning ko'ndalang kesimi bo'yicha bir meyorda tarqalishiga erishish kerak. Buning uchun nam materialni quritgichga berib turadigan ta'minlagich, quritilgan

materialni quritgichdan chiqarib turadigan va gaz tarqatuvchi moslamalarning konstruksiyasini to'g'ri tanlash zarur.

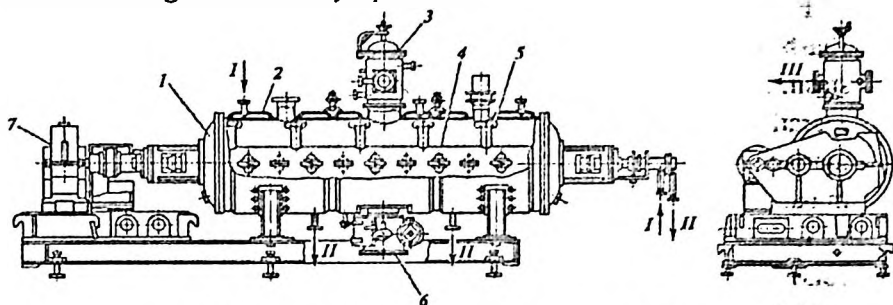
**Barabanli rotorli vakuum-quritgichlar.** Bunday quritgichlar portlash va yong'in chiqish jihatdan havfli, zaharli, sochiluvchan yoki pastasimon mahsulotlarni suvsizlantirishga mo'ljallangan. Zaharli preparatlar, gerbitsidlar, polimer materiallari va bo'yoqlar ishlab chiqarishlarda issiqlikka chidamsiz mahsulotlarni suvsizlantirish uchun ham barabanli rotorli vakuum-quritgichlar keng ishlatiladi.

Bu turdagi kontaktli quritgichlarda material sekin aylanuvchi, gorizontol holda joylashgan taroqli aralashtirgich yordamida aralashtiriladi, natijada uskuna davriy ishlasa ham quritish tezligi ancha yuqori bo'ladi. Taroqli vakuum-quritgichlar qo'l mehnatini talab qilmaydi.

Quritgich gorizontol bug' g'illofli silindsimon qobiqdan tashkil topgan (23.4-rasm). Uskuna tepasida nam materialni yuklaydigan, pastki qismida esa qurigan materialni tushiradigan tuynuklar bor. Qobiqning ichida taroqlari bo'lgan aralashtirgich joylashtirilgan. Aralashtirgichning taroqlari o'qda o'zaro perpendikulyar qilib o'rnatilgan; baraban uzunligining birinchi yarmida aralashtirgichning taroqlari bir tomonga egilgan bo'lsa, ikkinchi yarmida esa qarama-qarshi tomonga egilgan bo'ladi. Bundan tashqari, aralashtirgich har 5-8 minutda reversiv moslama yordamida aylanish yo'nalishini o'zgartiradi. Shu sababli uskunaga tushgan material davriy ravishda barabanning ichki devori yaqinidan uning markaziga qarab va teskari yo'nalishda harakat qiladi. Aralashtirgich o'qining ichida bo'shliq bo'lishi ham mumkin, bunday holda bu bo'shliq orqali isituvchi agent yuborilib, material qo'shimcha ravishda qizdiriladi. Taroqlar o'rtasida erkin harakat qiluvchi quvurlar materialni tezroq aylantirish uchun xizmat qiladi. Quritgichning qobig'i kondensator vakuum-nasos bilan tutashgan.

Aralashtirgichli vakuum-quritgichlarning asosiy afzalligi – boshqa uskunalariga nisbatan quritish jarayoni past haroratda olib boriladi. Unga xizmat ko'rsatish uchun ishchi kuchi kam talab qilinadi, bunday quritgichlarda portlash havfi bo'lgan va zaharli materiallarni quritish maqsadga muvofiqdir. Bunday uskunalar material tarkibidan suvsiz

erituvchilarni ajratib olish uchun ham ishlatilishi mumkin. Quritilgan materiallarning sifati ancha yuqori bo'лади.



23.3-rasm. Barabanli rotorli vakuvm-quritgich:

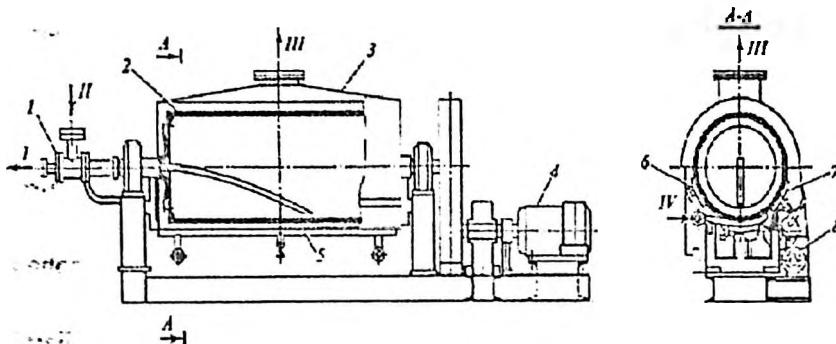
1-baraban; 2-bug' g'ilofi; 3-yuklash uchun tuynuk; 4-rotor; 5-taroq; 6-tushirish uchun tuynuk; 7-uzatma. Oqimlar: I-suv bug'i; II-kondensat; III-gazlar.

Quritgich qobig'ining nominal hajmi 0,16 dan 10 m<sup>3</sup> gacha o'zgarishi mumkin. Silindrsimon qobiqni material bilan to'ldirish koeffitsiyenti odatda 50 % ni tashkil etadi. Portlash havfi bo'lgan materiallar bilan ishlaganda, havfsizlikni ta'minlash maqsadida havoning kirishi mumkin bo'lgan joylar (rotorni zichlantirish, tushirish uchun tuynuk, filtr)ga past bosim bilan azot yuboriladi. Bundan tashqari barabanga yemirilib ketadigan membrana o'rnatiladi. Bug'-havoni material changlaridan tozalash uchun uskuna filtrlar bilan jihozlanadi.

**Valsovkali quritgichlar.** Bu turdagi uskunalar turli suyuqliklar va oquvchan pastasimon materiallarni atmosfera bosimida yoki vakuum ostida quritish uchun ishlatiladi. Quritish jarayoni uzluksiz ravishda olib boriladi va qo'l mehnati talab qilinmaydi. Bu turdagi quritkich bitta yoki ikkita barabandan iborat. 23.4-rasmda bitta barabanli quritkichning sxemasi keltirilgan. Bunday quritkichda tog'araning ichida bitta baraban aylanib turadi. Tog'araga material uzluksiz ravishda berib turiladi.

Barabanning ichi bo'sh bo'lib, u suv bug'i yoki boshqa issiqlik tashuvchi agent yordamida isitiladi. Baraban aylanayotganda uning tashqi yuzasi materialning yupqa qatlami bilan qoplanadi. Baraban isitib turilganligi sababli material qatlami quriydi, so'ngra kurakchali

moslama bilan qir qiladi va shnek yordamida uskunadan tashqariga chiqariladi. Qurigan material kukun, yupqa qatlam (plyonka) yoki paraxa holatida bo'ladi. Quritkichning hamma ish qismlari umumiy qobiqning ichiga joylashtirilgan va vakuum hosil qiluvchi qurilma bilan bog'langan.



**23.4-rasm. Bitta valsokali quritgich:**

1-bo'sh sapfa; 2-ichi bo'sh baraban; 3-tortuvchi qalpoq; 4-uzatma; 5-tog'ora; 6-aniq bir o'lchamga keltiruvchi moslama; 7-kurakchali moslama; 8-shnek. Oqimlar: I-kondensat; II-suv bug'i; III-havo va namlik bug'i aralashmasi; IV-dastlabki mahsulot.

Valsovkali uskunalar yordamida yuqori haroratlarga chidamsiz bo'lgan materiallarni yupqa qatlam bilan quritish mumkin. Quritish vaqti barabanning aylanishlar soni orqali boshqariladi. Quritkichning ish unumi barabanning diametri, uzunligi va aylanishlar tezligiga mutanosib. Uskunaning ish unumi odatda material yupqa qatlami (yoki plyonkasi) qalinligining kamayishi va baraban aylanishlar sonining ortishi bilan ko'payadi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, uskunadagi plyonkaning qalinligi  $0,1 \div 0,4$  mm. barabanning aylanish tezligi esa  $1 \div 10 \text{ min}^{-1}$  bo'lganda 1 kg namlikni bug'latish uchun  $1,2 \div 1,6$  kg suv bug'i sarf bo'ladi.

## Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Quritish va quritish tezligining egri chiziqlari o'rtasida qanday bog'liqlik bor?
2. Quritishning davrlari va kritik nuqtalari qanday ta'riflanadi?
3. Quritkichlarning moddiy va issiqlik balanslari qanday tartibda tuziladi?
4. Quritish jarayonlarini J-x diagrammada tasvirlash. Nazariy va haqiqiy quritkichlar o'rtasida qanday farq bor?
5. Quritish uskunalarning umumiy turlari. Sanoatda qaysi turdagi quritkichlar ko'proq ishlatiladi?
6. Barabanli quritkichning tuzilishi. Ularning ishlatilish sohalari, afzalliklari va kamchiliklari qanday ifoda qilinadi?
7. Mavhum qaynash qatlamli pnevmatik quritkichlar. Ularning umumiy va xususiy tomonlari nimalardan iborat?

## 24-AMALIY MASHG‘ULOT

### 24.1. Quritgichlarni sinflash

Sanoatda xar xil quritgichlar ishlatiladi. Quritgichlar bir-biridan turli belgilari bilan farq qiladi. Nam materialga issiqlik berish usuliga ko‘ra qurigichlar konvektiv, kontaktli va maxsus quritgichlarga bo‘linadi. Issiqlik tashuvchi agent sifatida havo, gaz yoki bug‘ ishlatilishi mumkin. Quritish kamerasidagi bosimning qiymatiga ko‘ra atmosfera bosimi bilan yoki vakuum ostida ishlaydigan quritgichlar bo‘ladi. Jarayonni tashkil qilish bo‘yicha uskunalar davriy va uzluksiz ishlaydigan quritgichlarga ajraladi. Konvektiv quritgichlarda material va qurituvchi agent bir-biriga nisbatan to‘g‘ri, qarama-qarshi yoki perpendikulyar yo‘nalishda harakat qilishi mumkin. Quritilishi lozim bo‘lgan material donasimon, changga o‘xshash, pastasimon yoki suyuq holda bo‘ladi. Qurituvchi agentning bosimini hosil qilish uchun tabiiy yoki majburiy sirkulyatsiya ishlatiladi. Donasimon materiallar ishlatilganda qatlam zich, kengaytirilgan, harakatchan, mavhum qaynash; favvora hosil bo‘lish kabi holatlarda bo‘ladi. Qurituvchi agent bug‘, issiq suv, olov bilan ishlaydigan kaloriferlarda yoki elektr toki yordamida isitiladi. Quritish jarayonining har xil variantlaridan keng foydalaniladi: ishlatilgan qurituvchi agentni quritgichdan chiqarib yuborish, qurituvchi agentdan takror foydalanish, qurituvchi agentni quritish kameralari oraliq‘ida qizdirish, qurituvchi agentni quritish kameralariga bo‘lib berish, qurituvchi agentni quritish kamerasida qo‘shimcha ravishda qizdirish, o‘zgaruvchan issiqlik maydonidan foydalanish (issiqlik va sovuqlik havoni material qatlamiga ketma-ket almashtirib berish) va hakoza.

Konstruktiv tuzilishga ko‘ra quritgichlar har xil bo‘ladi. Sanoatda shkafli, kamerali, koridorli (tunelli), shaxtali, tasmali, barabanli, quvurli, shnekli, silindrsimon, turbinali, kaskadli, karuselli, konveyyerli, pnevmatik, sochib beruvchi va shu kabi bir qator quritgichlar ishlatiladi.

Sanoatda konvektiv usul bilan ishlaydigan quritgichlar keng tarqalgan. Bunday quritgichlarda quritish jarayoni nam material bilan qurituvchi agentning to‘g‘ridan-to‘g‘ri kontakti orqali boradi. Konvektiv quritgichlar ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan barcha quritish

uskunalarining taxminan 80 % ini tashkil etadi. Hozirgi kunda ishlatiladigan maxsus (termoradiatsiyali, dielektrik va sublimatsiyali) quritgichlarning nisbiy ulushi taxminan 1 % ni tashkil etadi.

## 24.2. Quritish jarayonlarini jadallashtirish

Bir qator ishlab chiqarishlarda tayyor mahsulotning sifatiga bo'lgan yuqori talablarni bajarishda quritish jarayoni alohida ahamiyatga ega. Shu sababdan ham quritgichlarning ishini jadallashtirish (ya'ni qurilmaning 1 m<sup>3</sup> hajmidan ajratib olinadigan namlik miqdorini ko'paytirish) muhim muammolar qatoriga kiradi. Quritish jarayonini jadallashtirish va quritgichlarning iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun quyidagi usullarni tanlash mumkin: 1) yuqori haroratli issiqlik tashuvchi agentlarni qo'llash; 2) pulsatsiyalangan gaz oqimlarini ishlatish va material zarrachalarini vibratsiya qilib turish; 3) elektr va magnit maydonlarini ishlatish; 4) issiqlik tashuvchi sifatida materialdan bug'lanib chiqayotgan suyuqlikning o'ta qizdirilgan bug'larini (suv bug'lari, organik erituvchilarning bug'lari va hakoza) qo'llash; 5) bitta uskunada quritishning murakkab usullaridan foydalanish va bu paytda turli texnologik jarayonlarni olib borish; 6) ishlab chiqarishning ikkilamchi energetik va issiqlik resurslaridan (qurilmalardan chiqib ketayotgan gazlarning issiqligi hamda bug' qozonlari, quritgichlar va boshqa issiqlik uskunalarning issiqligi va hakoza) foydalanish.

### Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Namlikning bug'lanish tezligi qanday omillarga bog'liq?
2. Nam materialning quritish jarayoni necha bosqichdan iborat?
3. Qanday sharoitlarda materialni sochib beradigan quritgichlar ishlatiladi?
4. Ularning afzalliklari qanday tushuntiriladi?
5. Qanday mahsulotlarni suvsizlantirishda tasmali quritgichlardan foydalaniladi?
6. Bunday uskunalarning kamchiliklari bormi?

7. Suspenziya va eritmalarini inert materialning mavhum qaynash holatida suvsizlantirishga mo'ljallangan quritgichning sxemasini qanday tasvirlash mumkin?

8. Barabanli rotorli vakuum-quritgichlar va valsovkali quritgichlar o'rtasida qanday umumiy va xususiy tomonlar mavjud?

## 25-AMALIY MASHG'ULOT

### 25.1. Neftkimyoviy jarayonlarning nazariy asoslari va umumiy tushunchalar

Neftni qayta ishlash va neft kimyosi sanoatida bir qator muhim neft mahsulotlarini olish va ularning sifatini yaxshilash uchun turli kimyoviy jarayonlardan foydalaniladi. Kimyoviy jarayonlarni qo'llash orqali neftni chuqurroq qayta ishlashga erishiladi va dastlabki neftning tarkibidagiga nisbatan 1,5–2 barobar ko'proq tiniq neft mahsulotlarini olish imkoniyati paydo bo'ladi.

Kimyoviy jarayonlar yordamida neftkimyoviy ishlab chiqarishlar uchun turli xom ashyolar, jumladan, to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, propilen, butilenlar, butadiyen) va aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol, etilbenzol, ksilollar, izopropilbenzol) olinadi. Ushbu xom ashyolar asosida plastik massalar, sintetik kauchuklar, sintetik tolalar, yuvuvchi vositalar va boshqa muhim mahsulotlar ishlab chiqariladi.

Bir qator kimyoviy jarayonlardan foydalanish orqali tiniq neft mahsulotlari va moylarning sifatini yaxshilash (oltingugurtsizlantirish, antidetonatsion xossalari va barqarorlikni oshirish, kokslanishni kamaytirish, rangini yaxshilash va hakoza) mumkin.

Neftni qayta ishlash va neft kimyosi ishlab chiqarishlarida qo'llaniladigan eng asosiy kimyoviy jarayonlar qatoriga katalitik riforming, katalitik krekning, izomerlash, gidrotozalash, gidrokrekning, kokslash, piroliz, alkillash, vodorodsizlantirish, polimerlanish kabi jarayonlar kiritiladi.

**Katalitik riforming.** Jarayon benzin fraksiyalaridan yuqori oktanli benzinlarni olish, aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol, etilbenzol, ksilollar) ni ajratish va texnik vodorodni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Jarayon tarkibida 70-80 % (hajm bo'yicha) vodorodni ushlagan gaz bilan sirkulyatsiya qilish orqali amalga oshiriladi. Harorat 450-530°C va bosim 1,5-4,0 MPa atrofida o'zgaradi. Ushbu jarayon turli katalizatorlar (asosan, platinali katalizator) ishtirokida olib boriladi. Riforming paytida tarkibida katta miqdorda vodorodni ushlagan gaz ham

olinadi. Bu gazdan neft mahsulotlarini oltingugurtsizlantirish, ya'ni gidrotozalashda foydalaniladi.

**Katalitik kreking.** Ushbu jarayon orqali (harorat 420-530°C; bosim 0,1-0,3 MPa; alyumosilikat, seolit ushlovchi va boshqa katalizatorlar ishtiroki bilan) turli distillyatlar va qoldiq xom ashyodan yuqori oktanli benzinlar va tarkibida yuqori konsentratsiyali propan-propilen hamda butan-butilen fraksiyalarini ushlagan gaz olinadi.

**Izomerlash.** Normal uglevodorodlar (pentan, butan, benzin fraksiyasi) ni izomerlash yo'li bilan alkillash uchun ishlatiladigan izobutan yoki sintetik kauchuk va benzinning yuqori oktanli komponentlarini olish uchun xom ashyo hisoblangan izopentan olinadi. Jarayon harorat 120-150°C va bosim 1 MPa gacha bo'lgan sharoitda olib boriladi.

**Gidrotozalash.** Neft fraksiyalarini oltingugurtsizlantirish hamda ikkilamchi neft mahsulotlari tarkibida bo'lgan to'yinmagan uglevodorodlarni vodorod bilan to'yintirish uchun ishlatiladi. Ushbu jarayondan moy va parafinlarni to'la tozalash uchun ham foydalaniladi. Jarayon harorat 300-420°C va bosim 3-4 MPa bo'lganda amalga oshiriladi.

**Gidrokreking.** Yuqori haroratda qaynaydigan distillyat fraksiyalaridan qo'shimcha miqdordagi tiniq neft mahsulotlari olish uchun ishlatiladi. Jarayon harorat 370-420°C va bosim 14-20 MPa chegarasida o'zgarganda amalga oshiriladi. Tarkibida ko'p miqdorda oltingugurtli ushlagan mazutlarni gidrokreking qilish orqali bug' qozoni yonilg'isidagi oltingugurt miqdorini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Bunday sharoitda atrof muhitni ifloslantirishga sababchi bo'ladigan oltingugurt ikki oksidining miqdori kamayadi.

**Kokslash.** Ushbu jarayon yordamida neft qoldiqlari va yuqori haroratda qaynovchi ikkilamchi distillyatlardan tarkibida kam miqdorda kulni ushlagan neft koksi olinadi. Hosil bo'lgan koksli distillyatlar tiniq neft mahsulotlari olish uchun qayta ishlashga jalb etiladi. Kokslash jarayoni bosim 0,1-0,3 MPa va harorat 480-540°C atrofida o'zgargan paytda amalga oshiriladi.

**Piroliz.** Neft distillyatlari (benzin, kerosin) yoki gaz (etilan, propan) ni piroliz qilish neft kimyosi uchun muhim ashyo bo'lgan to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, propilen, butadiyen) ni ishlab chiqarishda asosiy jarayon hisoblanadi. Piroliz paytida aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol) va pirokondensat ham olinadi. Ushbu jarayon bosim 0,01 MPa dan past bo'lganda va haroart 650-700°C atrofida o'zgarganda amalga oshiriladi.

**Alkillash.** To'yinmagan uglevodorodlar (propilen, butilenlar, amilenlar) yordamida izoparafinni uglevodorodlar (izobutan, izopentan) ni alkillash orqali benzinlarning yuqori oktanli komponentlari olinadi. Masalan, izobutanni butilen bilan alkillash natijasida izooktan hosil bo'ladi. Alkillash reaksiyasi harorat 0 dan - 10°C gacha o'zgarganda (katalizator sifatida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ishlatilganda) yoki harorat 25-30°C bo'lganda (katalizator sifatida NF ning suvdagi eritmasi qatnashganda) amalga oshiriladi.

Benzolni to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, propilen) bilan alkillash jarayonida katalizator sifatida fosfor yoki sulfat kisloti, alyumosilikatlar va boshqalar ishlatiladi. Katalizatorning turiga ko'ra, jarayon harorat 50 dan 450°C gacha va bosim 1 dan 3 MPa gacha o'zgarganda amalga oshiriladi.

**Vodorodsizlantirish.** To'yinmagan uglevodorodlardan to'yinmagan uglevodorodlarni olish (masalan, butandan butilen, butandan butadiyen, izopentandan izoamilen, izoamilendan izopren olish va hakozi) maqsadida molekula tarkibidan vodorodni ajratib chiqarish vodorodsizlantirish jarayonining asosini tashkil etadi. Jarayon xromalyuminiyli katalizatorlar ishtirokida, harorat 530-600°C bo'lganda, atmosfera bosimida yoki vakuum ostida olib boriladi. Vodorodsizlantirish yo'li bilan etilbenzoldan stiro, izopropilenbenzoldan esa  $\alpha$  - metilstirol olinadi.

**Polimerlanish.** Kichik molekularli moddalar (monomerlar) ning katalizatorlarning ishtiroki bilan o'zaro ta'siri natijasida yuqori molekularli modda (polimer) ni olish polimerlanish jarayoni deb yuritiladi. Ushbu jarayon katalizatorlar ishtirokida olib boriladi. Plastmassalar, sintetik kauchuklar, moylar va boshqa mahsulotlarni

olishda polimerlanish jarayonidan foydalaniladi. Masalan, katalizator (fosfor kislotasi) ishtirokida propilenning polimerlanishi orqali yuvuvchi vositalar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan propilen tetrameri olinadi. Propilenning polimerlanishi natijasida yuqori sifatli plastmassa (polipropilen) ishlab chiqariladi. Izobutilenning polimerlanishi orqali qattiq poliizobutilen (molekulyar massasi 200000 atrofida) yoki suyuq poliizobutilen (molekulyar massasi 10000 atrofida) olinadi.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Neftkimyoviy jarayonlarning neft va gazni qayta ishlash texnologiyasidagi rolini qanday tushuntirish mumkin?

2. Katalitik riforming va katalitik krekning jarayonlari o'rtasida kanday umumiy va xususiy tomonlar mavjud?

3. Izomerlash, kokslash, piroliz, alkilash va polimerlanish jarayonlarining mohiyatlari nimadan iborat?

4. Hidrotozalash, gidrokrekning va vodorodsizlantirish jarayonlari. Ushbu jarayonlarning umumiy prinsipini qanday tushuntirish mumkin?

5. Gamogen va geterogen reaksiyalarning umumiy va xususiy tomonlarini qanday izohlasa bo'ladi?

## 26-AMALIY MASHG'ULOT

### 26.1. NEFTKIMYOVIY JARAYONLARNI SINFLASH

Neft va gazni kimyoviy yo'l bilan qayta ishlash texnologiyasida har xil reaksiyalardan foydalaniladi. Ularning ko'pchiligi sanoat reaktorlarida amalga oshiriladi. Kimyoviy reaksiyalar odatda umumiy alomatlarga asoslangan holda sinflanadi.

Kimyoviy reaktor konstruksiyasi va jarayonni boshqarish usullarini tanlash uchun reaksiyon sistemaning fazaviy tarkibi muhim ahamiyatga ega. Reagentlar va mahsulotlarning fazaviy tarkibiga ko'ra, kimyoviy reaksiyalar gomogen va geterogen bo'lishi mumkin. Gomogen reaksiyalarda reagentlar va mahsulotlar bitta faza (suyuq yoki gazsimon) da bo'ladi. Masalan, gazsimon uglevodorodlarni piroliz qilish gomogen reaksiyani tashkil etadi.

Geterogen reaksiyalari yuz berganda eng kam bilan bitta reagent yoki mahsulot reaksiyada qatnashayotgan boshqa komponentlardan farq qiladigan fazaviy holatda bo'ladi. Agar ikki fazali sistemalar «gaz-suyuqlik», «gaz-qattiq modda», «suyuqlik-qattiq modda», «suyuqlik-suyuqlik» (ikkita o'zaro aralashmaydigan suyuqliklar), «qattiq modda-qattiq modda» holatida bo'lsa, uch fazali reaksiyon sistemalar esa turli variantlarda uchrashishi mumkin. Qattiq katalizatorlarning ustidagi bug' fazasida yuz beradigan jarayonlar geterogen reaksiyalarga misol bo'la oladi.

Reaksiyalarning amalga oshirish mexanizmi bo'yicha ham kimyoviy jarayonlar sinflanadi. Ushbu prinsipga binoan, reaksiyalar oddiy (bir bosqichli) va murakkab (ko'p bosqichli), jumladan parallel, ketma-ket va ketma-ket-parallel yo'nalishda bo'lishi mumkin. Agar oddiy reaksiyalar bitta bosqichdan iborat bo'lsa, murakkab reaksiyalar esa bir necha parallel yoki ketma-ket bosqichlardan tashkil topgan bo'ladi.

Reaksiyalarda qatnashayotgan molekullarning soniga ko'ra, kimyoviy jarayonlar mono-, bi- va uchmolekulali reaksiyaga ajratilishi mumkin. Kinetik tenglamaning ko'rinishi (reaksiya tezligining reagentlar konsentratsiyalaridan bog'liqligi) kimyoviy jarayonlarning

tartib bo'yicha sinflanishi uchun alomat hisoblanadi. Reaksiyalarning tartibi deganda kinetik tenglamadagi reagentlar konsentratsiyalari daraja ko'rsatgichlarining yig'indisi tushuniladi. Ushbu alomat bo'yicha kimyoviy reaksiyalar birinchi, ikkinchi, uchinchi, kasriy tartibli bo'lishi mumkin.

Kimyoviy reaksiyalar tezligini o'zgartirish uchun maxsus moddalar – katalizatorlar ishlatilishi yoki ishlatilmasligiga ko'ra, bunday reaksiyalar katalitik yoki nokatalitik jarayonlar deb ataladi. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida uchraydigan kimyoviy jarayonlarning ko'pchiligi katalitik reaksiyalardan tashkil topgan. Bunday jarayonlarda katalizatorlardan foydalanish orqali bir necha ijobiy holatlar yuzaga chiqadi: reaksiyalar ancha past haroratlarda olib boriladi; reaksiyalarni kerakli yo'nalishlar bo'yicha olib borish mumkin; xom ashyolardan asosiy mahsulotlarni ajratib olish darajasi yuqori; qo'shimcha reaksiyalarning borish tezligini susaytirish imkoniyati mavjud.

Nokatalitik jarayonlar yuqori haroratlar ta'sirida olib boriladi. Bunday jarayonlar qatoriga quyidagilarni kiritish mumkin: suyuq va gazsimon uglevodorodli xom ashyoni piroliz qilish; kokslash; termik kreking va boshqalar.

Har qanday kimyoviy reaksiya paytida issiqlik effekti yuz beradi. Issiqlikning yutilishi bilan boradigan reaksiyalar endotermik, issiqlikning ajralib chiqishi bilan yuz beradigan reaksiyalar esa ekzotermik deb ataladi. Murakkab kimyoviy jarayonlarda ikkala xil reaksiyalar ham yuz berishi mumkin. Bunday holatlarda yakuniy kattalik, ya'ni umumiy issiqlik effekti hisoblab chiqiladi. Kreking, piroliz, katalitik riforming endotermik reaksiyalar hisoblansa, gidrogenizatsiya, alkillash, polimerlanish reaksiyalari esa ekzotermik jarayonlarga misol bo'la oladi.

### **Mustaqil ishlash uchun savollar**

1. Katalitik va nokatalitik jarayonlar. Katalizatorlardan foydalanish orqali qanday ijobiy holatlarga erishish mumkin?

2. Endotermik va ekzotermik reaksiyalar. Issiqlik effektining mohiyati qanday izohlanadi?

3. Kimyoviy kinetika tushunchasining mohiyati nimadan iborat?

4. Kimyoviy reaksiyaning tezligini qaysi tenglamalar orqali ifoda qilinadi?

5. Neftni qayta ishlash texnologiyasining kimyoviy jarayonlarida issiqlik effektining qiymatlari qanday chegaralarda o'zgaradi?

## 27-AMALIY MASHG'ULOT

### 27.1. Kimyoviy reaktorlar va reaktorlarni sinflash

Turli neftkimyoviy jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan kimyoviy reaktorlar bir-biridan konstruktiv tuzilishi, o'lchamlari, tashqi ko'rinishlari jihatidan farq qiladi. Biroq ular o'rtasidagi mavjud bo'lgan farqlarni hisobga olmagan holda, reaktorlarni umumiy sinflash uchun kerak bo'lgan belgilarni ajratish mumkin. Bunday holat reaktorlar haqidagi ma'lumotlarni tartibga solish, ularning ish rejimlarini matematik yo'l bilan ifoda etish va hisoblash uslubini tanlashni osonlashtiradi.

Kimyoviy reaktorlarni sinflash va ularning ish rejimlarini aniqlash uchun quyidagi prinsiplar eng ko'p ishlatiladi: 1) reaksiyon muhitning harakat rejimi (reaktordagi gidrodinamik sharoit); 2) reaktordagi issiqlik almashinish shart-sharoitlari; 3) reaksiyon aralashmaning fazaviy tarkibi; 4) jarayonni tashkil etish usuli; 5) jarayon ko'rsatgichlarining vaqt davomidagi o'zgarish xususiyati; 6) konstruktiv aloqalar.

#### **Reaktorlarni gidrodinamik sharoit bo'yicha sinflash.**

Gidrodinamik sharoitga ko'ra barcha reaktorlarni ikkita guruhga bo'lish mumkin: aralashtirish va o'rin almashinish reaktorlari.

Aralashtirish reaktorlari – mexanik aralashtirgichi yoki sirkulyatsion nasosi bo'lgan sig'imli uskunalar. O'rin almashinish reaktorlari – uzunroq kanalga ega bo'lgan quvursimon uskunalar.

Kimyoviy reaktorlar nazariyasida odatda oldin ikkita ideal uskunalar (ideal aralashtirishga ega bo'lgan reaktorlar va ideal o'rin almashinish reaktorlari) ko'rib chiqiladi.

Ideal aralashtirish paytida uskunaning hajmi bo'yicha reaksiyani tavsiflovchi barcha ko'rsatgichlarning absolyut to'la baravarlashuvi yuz beradi.

Ideal o'rin almashinishda esa reagentlar va mahsulotlarning xohlagan miqdori reaktor orqali qattiq porshen sifatida siljiydi.

Haqiqiy reaktorlar ma'lum bir darajada ideal aralashtirish yoki ideal o'rin almashinish modellariga yaqinlashadi. Ushbu nazariy

modellarga tegishli tuzatish koeffitsiyentlarini kiritish orqali ulardan haqiqiy reaktorlarni hisoblashda foydalaniladi.

### **Reaktorlarni issiqlik almashinish shartlari bo'yicha sinflash.**

Reaktorlarda olib boriladigan kimyoviy reaksiyalar paytida issiqlik effektlari yuz beradi. Issiqlikning ajralib chiqishi yoki uning yutilishi sababli harorat o'zgaradi, oqibat natijada reaktor hamda atrof muhit o'rtasida haroratlarning farqi, ayrim sharoitlarda esa reaktorning ichida harorat gradiyenti paydo bo'ladi. Haroratlarning farqi issiqlik almashinishning harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi.

Agar atrof muhit bilan issiqlik almashinish yuz bermasa, bunday uskuna adiabatik reaktor deb ataladi. Bunday holatda kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lgan yoki yutilgan issiqlik reaksion aralashmani isitish yoki sovitish uchun sarflanadi.

Atrof muhit bilan issiqlik almashinish orqali reaktorda bir xil harorat ushlab turilsa, bunday uskuna izotermik reaktor deb yuritiladi. Reaktorning xohlagan bir nuqtasida ajralib chiqayotgan yoki yutilayotgan issiqlik tashqi muhit bilan yuz berayotgan issiqlik almashinish ta'sirida kompensatsiya qilinadi, natijada haroratning bir xilligi ushlab turiladi.

Yuqori issiqlik effektiga ega bo'lgan reaksiya paytida reaktorda haroratning katta o'zgarishi yuz berishi mumkin. Bunday holatning oldini olish uchun reaktorning tashqi muhit bilan issiqlik almashinishi, ya'ni politropik jarayon amalga oshiriladi.

Oraliq issiqlik rejimli reaktorlarda kimyoviy reaksiya issiqlik effektining bir qismi atrof muhit bilan bo'lgan issiqlik almashinishini kompensatsiya qilish uchun, qolgan qismi esa reaksion aralashma haroratini o'zgartirish uchun sarflanadi.

Avtotermik reaktorlarda jarayonning zarur bo'lgan harorati, tashqi manbalar issiqligidan foydalanilmagan holatda, faqat kimyoviy jarayonning issiqlik effekti hisobiga ushlab turiladi. Ayniqsa, katta hajmli ishlab chiqarishlarda ishlatiladigan kimyoviy reaktorlar avtotermik rejim bilan ishlashi maqsadga muvofiq bo'ladi.

### **Reaksion aralashmaning fazaviy tarkibi bo'yicha sinflash.**

Gomogen jarayonlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan reaktorlar

ikkatiga bo'linadi: gaz fazali reaksiyalar uchun uskunalar; suyuq fazali reaksiyalar uchun uskunalar. Geterogen jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan uskunalar esa bir necha xil bo'ladi: gaz-suyuqlik reaktorlari, gaz-qattiq modda, suyuqlik-qattiq modda sistemalari uchun reaktorlar va hakozi. Geterogen-katalitik jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan reaktorlar alohida o'rinni egallaydi.

#### **Reaktorlarni jarayonni tashkil qilish usuli bo'yicha sinflash.**

Reagentlarni uskunaga kiritish va mahsulotlarni uskunadan chiqarish usuliga ko'ra, reaktorlar davriy, uzluksiz va yarim uzluksiz (yoki yarim davriy) rejimida ishlaydigan uskunalar bo'linadi.

Davriy ishlaydigan reaktorda barcha bosqichlar turli vaqtlarda ketma-ket olib boriladi. Barcha reagentlar reaksiyaning boshlanishidan oldin uskunaga kiritiladi, jarayon tamom bo'lganidan so'ng, mahsulotlar aralashmasi uskunadan chiqariladi. Reaksiya davomiyligini to'g'ridan-to'g'ri o'lchash mumkin, chunki reaksiya vaqti reagentlarning reaksiya hajmda bo'lish vaqti bilan bir xildir. Davriy rejimda ishlaydigan reaktorlardagi texnologik jarayonning ko'rsatgichlari vakt davomida o'zgarib turadi.

Uzluksiz ishlaydigan reaktorda yuz beradigan kimyoviy jarayonning barcha bosqichlari (reaksiyaga uchrashishi ko'zda tutilgan moddalarning uskunaga berilishi, kimyoviy reaksiya, tayyor mahsulotning reaktordan chiqarilishi) bir vaqtda parallel ravishda olib boriladi, demak yuklash va tushirish bosqichlari uchun sarflanadigan vaqtga ehtiyoj qolmaydi. Shu sababdan uskunalar uchun yuqori unumdorlik talab qilinadigan zamonaviy neft-gazni qayta ishlash korxonalarida olib boriladigan jarayonlar uzluksiz rejimda ishlaydigan reaktorlarda olib boriladi.

Yarim uzluksiz (yarim davriy) rejimda ishlaydigan reaktorda reagentlardan bittasi uskunaga uzluksiz rejimda berib turilsa, ikkinchisi esa davriy ravishda berib turiladi. Boshqacha variantda ham bo'lishi mumkin: reagentlar uskunaga davriy berib turiladi, reaksiya mahsulotlari esa uskunadan uzluksiz ravishda chiqarib turiladi (yoki teskarisi).

**Jarayon ko'rsatgichlarining vaqt davomida o'zgarish xususiyati bo'yicha sinflash.** Kimyoviy reaktorning ichidagi xohlagan

bir nuqtani ko'rib chiqamiz. Agar ushbu nuqtadagi ko'rsatgichlar (reagentlar yoki mahsulotlar konsentratsiyalari, harorat, tezlik va boshqa ko'rsatgichlarning qiymatlari) kimyoviy reaksiya vaqtining xohlagan momentida bir xil qiymatlarga ega bo'lsa, bunday sharoitda reaktorning rejimi turg'un bo'ladi. Turg'un rejimda reaktordan chiqayotgan oqim ko'rsatgichlari vaqtdan bog'liq bo'lmaydi. Odatda reaktorga kirishdagi ko'rsatgichlarning vaqt davomidagi bir xilligi natijasida undan chiqishdagi ko'rsatgichlarning ham vaqt davomida o'zgarimasligiga erishiladi. Turg'un rejim uzluksiz ishlaydigan reaktorlarda xosil bo'lishi mumkin.

Agar erkin ravishda tanlangan nuqtada kimyoviy jarayon ko'rsatgichlarining vaqt davomida ma'lum qonuniyat bilan o'zgarishi yuzaga chiqmasa reaktorning ishlash rejimi noturg'un bo'ladi. Barcha davriy ishlaydigan reaktorlarda noturg'un jarayonlar yuz beradi.

Turg'un rejimda ishlaydigan reaktorlarni modellashtirish oson, chunki ular oddiy tenglamalar orqali ifoda qilinadi. Bunday reaktorlarda amalga oshiriladigan jarayonlarni esa avtomatlashtirish qulay. Jarayonning noturg'unligi reaktorni matematik uslub bilan ifoda qilish va uni boshqarishda bir oz qiyinchilik tug'diradi. Biroq bunday reaktorlarning ishini optimal (maqbul) holatga keltirish qiyin emas.

### **Reaktorlarni konstruktiv alomatlarga asosan sinflash.**

Kimyoviy reaktorlar bir-biridan bir qator konstruktiv alomatlar bo'yicha farqlanadi, chunki bunday ko'rsatgichlar uskunalari hisoblash va tayyorlashga ta'sir ko'rsatadi. Ushbu prinsipga asosan reaktorlar quyidagicha sinflanadi: idishsimon reaktorlar (avtoklavlar; reaktorlar-kameralar; silindrsimon vertikal va gorizonta konvertorlar va h. k.); kolonnali reaktorlar (nasadka va likopcha rusumidagi kolonnalar-reaktorlar; katalizatorning qo'zg'olmas, harakatlanuvchi, mavhum qaynash qatlami bo'lgan katalitik reaktorlar; polkali reaktorlar); issiqlik almashgich rusumidagi reaktorlar; reaksiya pech rusumidagi reaktorlar (shaxtali, polkali, kamerali, aylanuvchi pechlar va hakoza).

## Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Kimyoviy reaktorlarning neftkimyoviy jarayonlarni amalga oshirishdagi roli. Reaktorlar qanday prinsiplarga asosan sinflanadi?
2. Izotermik va avtotermik reaktorlar. Ushbu reaktorlarning umumiy va xususiy tomonlari nimalardan iborat?
3. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida qanday rusumdagi reaktorlar eng ko'p ishlatiladi?
4. Katalitik riforming qurilmasidagi xom ashyo radial yo'nalish bo'yicha harakat qiladigan reaktorning ishlash prinsipi. Uning qanday afzallik tomonlari bor?
5. Harakatchan nasadkali katalitik riforming reaktori qanday tuzilgan?
6. Ushbu reaktorning ishlash prinsipini qanday tushuntirsa bo'ladi?

## 28-AMALIY MASHG'ULOT.

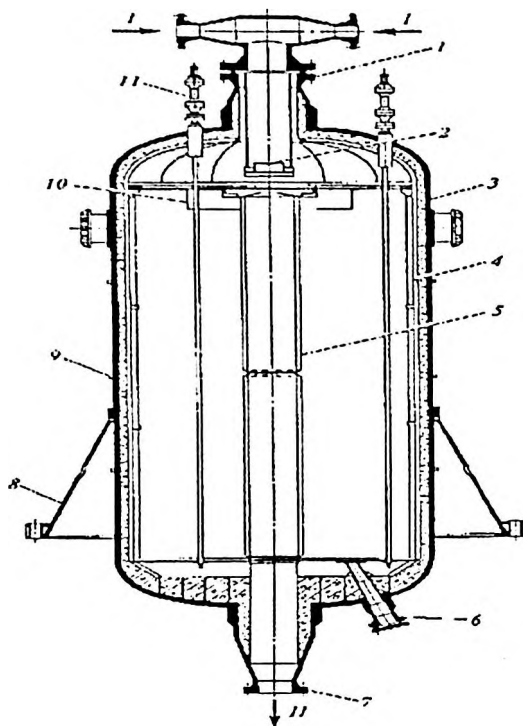
### 28.2. Reaktorlarning tuzilishi

Berilgan neftkimyoviy jarayonni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan reaktor rusumini tanlashda quyidagi omillar hisobga olinadi: katalizatorni ishlatilishi, uning xossalari va sarfi; jarayonning termodinamik holati – kimyoviy reaksiyani adiabatik, izotermik yoki politropik sharoitda olib borilishi; reaksiya zonasida berilgan harorat rejimini ta'minlash uchun qo'llaniladigan issiqlik almashinish uslublari; issiqlik tashuvchi agentlarning xossalari; jarayonni amalga oshirish rejimi (davriy yoki uzluksiz).

Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida katalitik jarayonlar uchun adiabatik reaktorlar, etilenning polimerlanishi uchun politropik rejimda ishlaydigan reaktorlar, izobutanni butilen bilan alkillashga mo'ljallangan reaktorlar, katalitik jarayonlar uchun harakatchan nasadkali reaktor bloklari, vakuum-distillyatlarni qayta ishlash uchun changsimon katalizatorli reaktorlar, katalitik kreking qurilmasi uchun reaktor-regenerator bloklari va boshqalar keng ishlatiladi.

Sanoatda ishlatiladigan ba'zi reaktorlar bilan tanishib chiqing. Masalan, xom ashyo radial (ya'ni radius bo'ylab) harakat qiladigan katalitik riforming reaktori 28.1-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu reaktor qobiq 3 va elliptik ko'rinishidagi yuqorigi va pastki tublardan iborat bo'lib, uning ichki qismi 100 mm qalinlikdagi torkret-beton bilan qoplangan. Reaktorning chekkasi bo'ylab 60 ta vertikal qutichalar 4 joylashtirilgan bo'lib, ularning katalizatorga qaratilgan devorlari perforatsiya qilingan, ya'ni qo'tichalar devorlarida teshiklar ochilgan. Uskunaning o'qi bo'ylab reaksiya mahsulotlarini tashqariga chiqarib turish uchun perforatsiya qilingan quvur sifatida tayyorlangan yig'gich 5 joylashtirilgan. Yig'uvchi quvurning tashqi tomoni, katalizatorni quvurga kirib ketmasligi uchun, katta va mayda to'rlar bilan qoplangan. Xom ashyo reaktorning yuqori tomonida joylashgan taqsimlagich 2 ga beriladi va barcha perforatsiya qilingan qutichalar 4 ga kiradi, so'ngra radial yo'nalishda katalizator qatlamidan o'tib, yig'gich 5 da to'planadi

va uskunaning pastki qismida joylashgan shtutser 7 orqali tashqariga chiqariladi.



**28.1-rasm. Xom ashyo radial xarakat kiluvchi katalitik riforming reaktori:**

1-xom ashyoning kirishi uchun shtutser; 2-xom ashyo taqsimlagichi; 3-qobiq; 4-qutiçha; 5-reaksiya mahsulotlari yig'gichi; 6-katalizatorni tushirish uchun shtutser; 7-reaksiya mahsulotlarini tushirish uchun shtutser; 8-tayanch; 9-termopara uchun mufta; 10-silindrsimon stakan; 11-ko'p zonali termopara.  
Oqimlar: I-xom ashyo; II-reaksiya mahsulotlari.

Katalizator qatlamining yuqori qismida silindrsimon stakan 10 o'rnatilgan bo'lib, uskunani ishlatish jarayonida katalizator qatlamining cho'kishi yuz bergan paytda ham stakan katalizator qatlamiga botib turgan holatda bo'ladi, bunday sharoitda muhitning katalizator qatlami ustidan o'tishining oldi olinadi. Katalizatorni almashtirish paytida uni

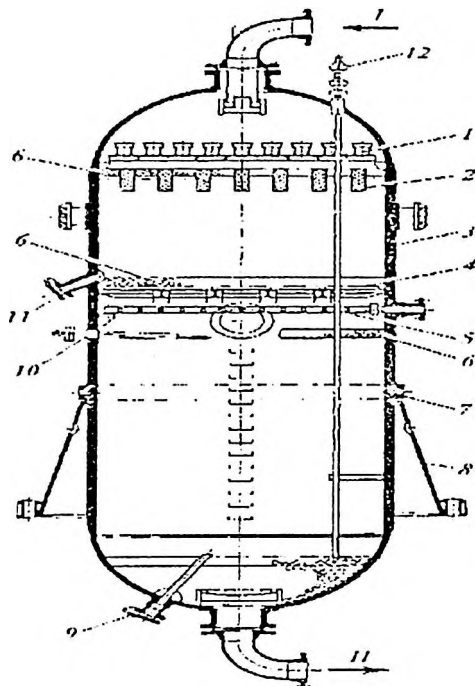
tushirish uchun uskunaning pastki tubida qiya shtutser 6 ko'zda tutilgan. Reaktorning ichidagi haroratni nazorat qilish uchun uchta ko'p zonali termoparalar 11 o'rnatilgan. Qobiq devoridagi haroratni termoparalar yordamida nazorat qilish uchun uning yuzasiga muftalar 9 payvandlangan. Reaktorning ichki qismlarini ko'rib chiqish, montaj qilish va katalizatorni yuklash ishlari xom ashyoni kiritish uchun ko'zda tutilgan yuqorigi diametri 800 mm bo'lgan shtutser 1 orqali amalga oshiriladi.

Xom ashyo aksial yo'nalish bilan harakat qiladigan dizel yonilg'isini gidrotozalash reaktori 28.2-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu reaktor tashqi tomonidan izolyatsiya qilingan qobiq 3 dan iborat bo'lib, uning ichiga katalizatorning ikkita qatlami joylashtirilgan. Xom ashyo katalizator qatlamlari orqali tepadan pastga qarab harakat qiladi. Katalizatorning har bir qatlamini oqimning dinamik ta'siridan himoya qilish uchun chinnidan yasalgan sharlar qatlamidan foydalanilgan. Reaktorning yuqorigi qismida patrubkalari bo'lgan taqsimlovchi likopcha 1 o'rnatilgan bo'lib, uning tagiga filtrlovchi moslama 2 joylashtirilgan. Ushbu moslama katalizator qatlamiga botirilgan silindsimon korzinalardan iborat. Korzinalar chiviqdan payvandlangan; ularning yon tomonlari va pastki qismi to'r bilan qoplangan. Korzinalarning yuqorigi qismi ochiq. Korzinalarda va katalizatorning yuqorigi qismida korroziya mahsulotlari va mexanik qo'shimchalar ushlab qolinadi.

Katalizatorning yuqorigi qatlami ikki qator to'r va chinni sharlar joylashtirilgan kolosnik panjara 4 yordamida ushlab qilinadi. Katalizatorning yuqorigi va pastki qatlamlari oralig'idagi bo'shliqda bug'ni kiritish uchun kollektor 5 bor. Reaktorning pastki qismida chinnidan yasalgan sharlar qatlami mavjud. Ushbu qatlam, birinchidan, katalizatorning pastki qatlami uchun tayanch hisoblansa, ikkinchidan, reaksiya mahsulotlarini uskunadan bir meyorda chiqarib turishga xizmat qiladi.

Yuqorigi tubda ko'p zonali termoparalar 12 ni o'rnatish uchun uchta shtutser bor. Ushbu termoparalar yordamida katalizator qatlamidagi harorat maydonini va reaktorning o'rta qismidagi haroratni

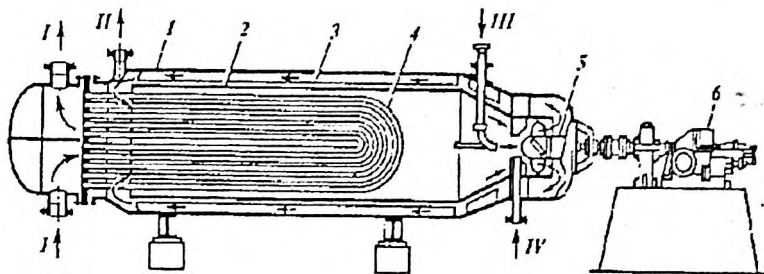
nazorat qilib turish mumkin. Yuqorigi qatlamdagi katalizatorni tushirish uchun uskuna devoridagi shtutser 11 orqali, pastki qatlamdagi katalizatorni tashqariga chiqarish uchun esa pastki tubda joylashgan shtutser 9 yordamida amalga oshiriladi.



**28:2- rasm. Xom ashyo aksial xarakat qiluvchi dizel yonilg'isini gidrotozalash reaktori:**

1-taqsimlovchi likopcha; 2-filtrlash moslamasi; 3-qobiq; 4-kolosnik panjarasi; 5-bug'ni kiritish uchun kollektor; 6-chinnidan tayyorlangan sharlar; 7-tayanch ha'qasi; 8-tayanch; 9,11-katalizatorni tushirish uchun shtutserlar; 10,12-termoparalar. Oqimlar: I- xom ashyo; II-reaksiya mahsulotlari.

Reaktordagi yuqorigi va pastki katalizator qatlamlari oralig'ida tuynuq o'rnatilgan. Xizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun qulaylik yaratish uchun uskunaning pastki qismida tutqichlar bor.



**28.3- rasm. Alkillash uchun turboaralastirgichli gorizontal reaktor:**  
 1-qobiq; 2-sirkulyatsiya uchun quvur; 3-qaytaruvchi to'siqlar; 4-quvurlar o'rami; 5-propellerli aralastirgich; 6-uzatma. Oqimlar: I-sovituvchi agent; II-reaksiya mahsulotlari; III-kislota; IV-xom ashyo.

Sulfat kislotasi bilan alkillashga mo'ljallangan gorizontal reaktor (yoki kontaktor) 28.3-rasmda ko'rsatilgan. Dastlabki xom ashyo va kislota uskunaning jadallashgan holatda aralastirish zonasiga beriladi, chunki bu yerda propellerli aralastirgich 5 o'rnatilgan. So'ngra xom ashyo va kislota aralashmasi qobiq I va sirkulyatsion quvur 2 oralig'idagi halqasimon bo'shliqqa kiradi va quvurlar o'ramidagi berk kontur bo'yicha sirkulyatsiya qiladi. Ekzotermik reaksiya paytida ajralib chiqayotgan issiqlikni yo'qotish uchun sirkulyatsion quvur ichiga U-simon issiqlik almashinish quvurlari 4 joylashtirilgan. Sovituvchi agent sifatida kislotadan ozod bo'lgan reaksiyaning bug'lanayotgan mahsulotlaridan foydalaniladi.

### Mustaqil ishlash uchun avollar

1.Kimyoviy reaktorlarning neftkimyoviy jarayonlarni amalga oshirishdagi roli. Reaktorlar qanday prinsiplarga asosan sinflanadi?

2.Izotermik va avtotermik reaktorlar. Ushbu reaktorlarning umumiy va xususiy tomonlari nimalardan iborat?

3.Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasida qanday rusumdagi reaktorlar eng ko'p ishlatiladi?

4. Katalitik riforming qurilmasidagi xom ashyo radial yoʻnalish boʻyicha harakat qiladigan reaktorning ishlash prinsipi. Uning qanday afzallik tomonlari bor?

5. Harakatchan nasadkali katalitik riforming reaktori qanday tuzilgan?

6. Ushbu reaktorning ishlash prinsipini qanday tushuntirsa boʻladi?

## 29- AMALIY MASHG'ULOTLAR, ASOSIY ATAMALARNING TA'RIFI

Absorbent (lot.) – gaz va bug'ni butun hajmicha tanlab yutuvchi suyuq modda.

Absorber (lot.) – absorbsiya jarayoni amalga oshiriladigan qurilmaning asosiy uskunasi. Unda gazlardagi moddalar (shu jumladan zararli moddalar) suyuqlikka yutiladi.

Absorbsiya (lot.) – eritma yoki gaz aralashmasidagi modda (absorbat)larning suyuqlik (absorbent)larga hajmiy yutilishi. Gazlarning suyuqliklarga absorbsiyalanishidan neftni qayta ishlash, kinyo va boshqa sanoat sohasida foydalaniladi. Gazlarning bug' va suyuqliklarda erish darajasining turliligiga asoslangan holda absorbsiyadan texnikada gazlarni tozalash va ajratishda hamda ularni bug'-gaz aralashmalaridan ajratishda foydalaniladi. Absorbsiyaga qarama-qarshi jarayon desorbsiya deyiladi, u eritma yutgan gazni ajratib olish va absorbentni regeneratsiya qilishda qo'llaniladi.

Avtoklav (frans.) – qizdirib va atmosfera bosimidan yuqori bosim ostida turli jarayonlar o'tkaziladigan uskuna.

Agregat (lot.) – mashinaning to'la o'zaro almashinadigan va texnologik jarayonda ma'lum vazifani bajaradigan yiriklashgan, unifikatsiyalangan elementi yoki birgalikda ishlaydigan bir qancha mashinalarning mexanik birikmasi.

Adsorbentlar (lot.) – tabiatda uchraydigan va sun'iy yo'l bilan tayyorlanadigan, disperslik darajasi yuqori bo'lgan juda katta tashqi (g'ovaksiz) yoki ichki (g'ovakdor) sirtli jismlar. Suyuq yoki gaz holidagi moddalar adsorbsiyasi xuddi shu adsorbent sirtida sodir bo'ladi. Adsorbentlar sifatida g'ovaktosh, gilmoyalar, faol ko'mir, silikagel, alyumogel, seolitlar va boshqa jismlar ishlatiladi.

Adsorber (lot.) – adsorbsiya jarayoni amalga oshiriladigan qurilmaning asosiy uskunasi. Unda gaz va suyuqlik aralashmalaridagi moddalar qattiq jism (adsorbent) ning sirtiga yutiladi.

Adsorbsiya (lot.) – qattiq moddalar (adsorbentlar) sirtiga suyuq yoki gaz holidagi modda (absorbat)larning konsentrlanishi (yutilishi).

Ushbu jarayon adsorbent sirtidagi molekulararo kuch ta'sirida sodir bo'ladi. Adsorbat molekulari adsorbent sirtiga yaqinlashib, unga tortiladi va adsorbatning bir (mono-), ikki (bi-) va hakoza ko'p (poli-) molekulari adsorbsion qavati hosil bo'ladi. Adsorbatning adsorbsion qavatdagi konsentratsiyasi ma'lum darajaga yetganidan keyin desorbsiya boshlanadi. Yutilgan modda adsorbsion qavatda o'z xususiyatini saqlab qolsa, fizik adsorbsiya, o'zgarsa, ya'ni adsorbent bilan kimyoviy biriksa, kimyoviy adsorbsiya deyiladi. Gaz va suyuq aralashmalarni ajratishda, havoni iflos gazlardan tozalashda, eritmalarni har xil qo'shilmalardan holi qilishda, ulardan erigan moddalarni ajratib olishda adsorbsiyadan keng foydalaniladi.

Apparat (lot.) – asbob, texnik qurilma, moslama, uskuna. Darslikda apparat atamasi o'rniga uskuna so'zi ishlatildi.

Barbotaj (frans.) – aralashtirish, suyuqlik qatlamidan gaz yoki bug'ni bosim bilan o'tkazish.

Barbotyor (frans.) – idishning ichiga suv bug'i yoki gaz berishga mo'ljallangan bo'lib, turli shaklga ega bo'lgan teshikli quvur.

Gazoduvka (rus.) – havo yoki boshqa gazlarni siqish va haydash uchun, o'rtacha bosim (0,01 dan 0,3 MPa gacha) hosil qiladigan gidravlik mashina.

Gazlift (rus.) – suyuqliklarni ularga aralashtirilgan gaz energiyasi hisobiga ko'tarish uskunasi. Agar uskunada gaz o'miga siqilgan havo ishlatilsa erlift deb ataladi.

Gidrogenizatsiya (lot.) – oddiy yoki murakkab kimyoviy birikmalarga, asosan, katalizatorlar ishtirokida vodorod biriktirish. Ushbu jarayondan yuqori sifatli motor yonilg'isi, qattiq parafinlar, spirtlar va boshqa organik birikmalar olish uchun foydalaniladi.

Gidrokreking (ing.) – tarkibida oltingugurt va smolasimon moddalar ko'p bo'lgan neftni 350-450°C da, vodorodning 3-14 MPa bosimi ostida va katalizator (alyumosilikat) lar ta'sirida qayta ishlash.

Gidrotsiklon (yunon.) – bir-biridan o'lchamlari bilan fark qiladigan qattiq zarrachalarni suv muhitida markazdan qochma kuch ta'sirida ajratishga mo'ljallangan uskuna.

Gorelka (rus.) – gazsimon, suyuq yoki changsinton yonilg'ilarning havo yoki kislorod bilan aralashmasini hosil qilib, uni yoqish joyiga uzatadigan moslama.

Gradirnya (nem.) – suvni atmosfera havosi bilan sovitish uskunasi.

Degidratatsiya (lot.) – kimyoviy birikmalardan suvni ajratib olish; gidratatsiya reaksiyasiga teskari reaksiya. Degidratatsiya jarayoni neftlarni birlamchi tozalash paytida (ya'ni suvsizlantirishda) ishlatiladi. Neftni qayta ishlash sanoatida xom ashyoni suvsizlantirish va tuzsizlantirish uchun elektrodegidratatorlar va elektrokoalleserlar ishlatiladi.

Degidrogenizatsiya (lot.) – kimyoviy birikmalardan vodorodni ajratib olish reaksiyasi; gidrogenizatsiyaga teskari reaksiya. Degidrogenizatsiya jarayoni, masalan, butan va butilendan butadiyen, parafin uglevodorodlaridan aromatik uglevodorodlar, n-geksandan benzin ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Dezintegrator (lot.) – kam abraziv mo'rt materiallarni yanchish (dag'al maydalash) mashinasi.

Desorber (lot.) – yutilgan moddalarni adsorbent sirtidan yoki absorbent hajmidan harorat, bosim va boshqa omillar ta'sirida chiqarishga mo'ljallangan uskuna.

Distilyatsiya (lot.) – ko'p komponentli suyuq aralashmalarni qisman bug'latish va hosil bo'lgan bug'ni kondensatsiyalash yo'li bilan ularni tarkiban farq qiluvchi fraksiyalarga ajratish.

Diffuziya (lot.) – muhit zarrachalari (molekula, atom, ion va kolloid zarrachalar) ning harakati; moddaning ko'chishiga va muhitda muayyan xildagi zarrachalar konsentratsiyalarining tenglashish yoki ular konsentratsiyalarining teng taqsimlanishiga sabab bo'ladi. Muhitda makroskopik harakat (masalan, konveksiya) bo'lmaganda molekular (atomlar) diffuziyasi ularning issiqlik harakatiga bog'liq bo'ladi; bunday jarayon molekulyar diffuziya deb yuritiladi. Suyuqlikning uyurma harakati ta'sirida oqimda moddaning qo'shimcha tarqalishi yuz beradi; bu jarayon turbulent diffuziya deb ataladi. Muhitda harorat, elektr maydoni va shu kabilar doimo o'zgarib turganda diffuziya

konsentratsiyalarning tegishli gradiyent bo'yicha muvozanatli taqsimlanishiga olib keladi (termodiffuziya, elektrodifuziya va boshqalar).

Dozator (yunon.) – suyuq yoki sochiluvchan materiallar massasi yoki hajmini avtomatik o'lchab, ularni dozalaydigan uskuna.

Izomeriya (yunon.) – tarkibi va molekulyar massasi bir xil, biroq tuzilishi va xossalari har xil moddalar (izomerlar) borligidan iborat hodisa. Neftni qayta ishlashda normal uglevodorodlar (pentan, butan, benzin fraksiyasi) dan 120-1500S da, bosim 1 MPa gacha bo'lganda va katalizator (alyuminiy xlorati) ta'sirida izobutan va izopentan olish izomerlashga misol bo'la oladi.

Kataliz (yunon.) – kimyoviy reaksiyalar tezligining katalizatorlar ishtirokida o'zgarishi. Kataliz deganda, odatda, reaksiyaning tezlanishi (musbat kataliz) tushuniladi, biroq teskari hodisa – reaksiyaning sekinlashishi (manfiy kataliz) ham mumkin. Katalizda unchalik yuqori bo'lmagan haroratlarda reaksiyalar katta tezlikda boradi, yuzaga kelishi mumkin bo'lgan bir qancha mahsulotlar orasida, asosan, muayyan bir mahsulot hosil bo'ladi. Ko'pgina neftkimyoviy jarayonlar katalitik reaksiyalarga kiradi.

Katalizatorlar (yunon.) – kimyoviy reaksiyalar tezligini o'zgartiruvchi moddalar. Odatda kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiruvchi moddalar katalizatorlar deb, kimyoviy reaksiyalarni sekinlashtiruvchi katalizatorlar ingibitorlar deb ataladi. Sintetik alyumosilikatlar, platina guruhidagi metallar, kumush, nikel va boshqalar katalizatorlar xizmatini o'taydi.

Klapan (nem.) – mashinalar va quvurlarda gaz, bug' va yoki suyuqlik sarfini boshqaradigan detal. Klapan bosimlar farqini hosil qilish (droselli klapanlar), suyuqlikning teskari oqimi paydo bo'lishiga yo'l qo'ymaslik (teskari klapanlar), gaz bug' yoki suyuqlik bosimi belgilanganidan ortganda ularni qisman chiqarib yuborish (saqlash klapanlari), bosimni pasaytirish va uni maromida tutib turish (reduksion klapanlar) da ishlatiladi.

Kompressor (lot.) – havo yoki gazni 0,3 MPa va undan yuqori bosim bilan siqadigan gidravlik mashina.

Konveksiya (lot.) – muhit (gaz, suyuqlik) makroskopik qisilishining siljishi; massa, issiqlik va boshqa fizik miqdorlarning ko'chishiga sabab bo'ladi. Konveksiya muhitning har xil jinslilik (harorat va zichlik gradiyentlari) sababli yuzaga keluvchi tabiiy (erkin) va muhitga tashqi ta'sir (nasos, ventilyator va boshqalar) bo'lgandagi majburiy turlarga bo'linadi.

Konstruksiya (lot.) – biror qurilma, uskuna, mashina va ularning qismlarining tuzilishi, joylashish tartibi, tarkibi.

Kontakt (lot.) – turli holatdagi jismlarning bir-biriga tutash sirti, joyi, zonasi.

Konsentratsiya (lot.) – eritma, aralashma, qotishma tarkibidagi, uning massasi (yoki hajmi) birligidagi modda miqdori.

Korroziya (lot.) – qattiq jismlarning o'z-o'zidan yemirilishi; jism sirtida uning tashqi muhit bilan o'zaro ta'siri tufayli avj oluvchi kimyoviy va elektrokimyoviy jarayonlardan vujudga keladi.

Korpus (lot.) – mashina, mexanizm, asbob, uskunalarning boshqa detallar montaj qilinadigan asosiy qismi.

Kondensatsiya (lot.) – moddalarning gazsimon holatdan suyuq yoki qattiq holatga o'tishi. Ushbu jarayon faqat kritik haroratdan past haroratlarda bo'lishi mumkin. Berilgan doimiy haroratda kondensatsiya faqat haroratga bog'liq bo'lgan muvozanatli (to'yingan) bosim sodir bo'lgunga qadar davom etadi.

Kreking (ing.) – neft va uning fraksiyalarini, asosan, motor yonilg'ileri olish uchun qayta ishlash. Ikkita asosiy turga, ya'ni termik (yuqori harorat va bosim ta'siridagi) va katalitik (yuqori harorat, bosim va katalizator ta'siridagi) krekingga bo'linadi. Termik kreking, masalan, 450-550°C, 4-6 MPa bosim ostida o'tkaziladi. Katalitik kreking 450-520°C, 0,37 MPa gacha bosim ostida katalizator (alyumosilikat) lar bilan amalga oshiriladi.

Kristallanish (yunon.) – bug'lar, eritmalar, erigan metallar, boshqa kristall yoki amorf holatdagi moddalardan kristall hosil bo'lish jarayoni. Kristallanish biror chegaraviy sharoitda, masalan, suyuqlikning o'ta sovishi yoki bug'ning o'ta to'yinishi holatiga yetganida bosim bo'ladi. Moylarni deparafinizatsiya qilishda, oltingugurt, parafinlar va seratsinlar

ishlab chiqarishda va ksilollarni ajratishda kristallanish jarayonidan foydalaniladi.

• Mashina (frans.) – energiya, materiallar yoki informatsiyani o'zgartirish maqsadida mexanik harakat bajaruvchi qurilma. Kimyoviy texnologiyada – odatda material (yoki ishlov beriladigan narsa) ning shakli, xossasi, holati, vaziyatini o'zgartiradigan uskuna.

• Modellash (rus.) – murakkab obyektlar, hodisalar yoki jarayonlarni, ularning modellarida yoki haqiqiy uskunalarda tajriba o'tkazish va ishlashiga o'xshash modellarni qo'llab tadqiq qilish usuli.

• Model (rus.) – keng ma'noda olganda biror obyekt, jarayon yoki hodisa ning xayoliy yoki shartli har qanday timsoli: tasvir, bayon, sxema, grafik, reja va boshqalar. Masalan, ilmiy maqsadlarda biron bir uskuna (original)ning tuzilishi va ishlashini takrorlovchi, ko'rsatuvchi kichik o'lchamli qurilma.

• Monteju (frans.) – qopqoq yordamida zich yopilgan gorizontali yoki vertikal silindrsimon idish bo'lib, ifloslangan, agressiv va radiaktiv suyuqliklarni havo va inert gazlarning energiyasi yordamida uncha yuqori bo'lmagan balandlikka uzatish uchun ishlatiladigan uskuna.

• Nasadka (rus.) – ayrim uskunalarining ichiga solib qo'yiladigan har xil shaklli qattiq jismlar. Nasadkalarining turlari: Rashig halqalari, keramik buyumlar, koks, maydalangan kvarts, polimer halqalari, metallardan tayyorlangan to'rtlar, sharlar va boshqalar.

• Nasos (rus.) – suyuqliklar (jumladan, qattiq va gazsimon aralashmalar) ni bosim ostida haydaydigan gidravlik mashina.

• Optimallashtirish (rus.) – mavjud variantlardan eng yaxshisi, eng maqbulini tanlab olish jarayoni.

• Protsess (lot.) – hodisalarning izchil almashinib turishi, biror narsaning taraqqiyot holati, jarayon. Darslikda protsess atamasi o'rniga jarayon so'zi ishlatildi. Masalan, gidromexanik jarayonlar (cho'ktirish, filtrlash, sentrifugalash va boshqalar).

• Pech (rus.) – materiallar yoki buyumlarga qizdirib ishlov berishga yohud xonalarni isitishga mo'ljallangan qurilma. Qo'llanilish sohasiga ko'ra, sanoat va ro'zgor pechlariga, vazifasiga ko'ra, eritish, qizdirish,

kuydirish, quritish, isitish pechlariga va boshqa xillarga bo'linadi. Neftni qayta ishlash sanoatida quvurli pechlar keng tarqalgan.

Piroliz (yunon.) – moddalarni yuqori harorat ta'sirida parchalash. Neft distillyatlari (benzin, kerosin) yoki gaz (etan, propan) ni piroliz qiliish yo'li bilan neftkimyosining muhim xom ashyolari hisoblangan to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, propilen, butadiyen) olinadi. Piroliz paytida aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol) va pirokondensat ham olish mumkin. Jarayon 0,01 MPa dan past bo'lgan bosim va 650-900S haroratda olib boriladi.

Reaktor (lot.) – kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan uskuna. Alomatlariga ko'ra, gomogen va geterogen tizimlarda o'tkaziladigan reaksiyalar uchun past, o'rtacha va yuqori bosimli xillarga bo'linadi. Neftkimyosi sanoatida ishlatiladigan reaktorlar uch guruhga bo'linadi: termik jarayonlar (kreking, kokslash, piroliz) uchun reaktorlar; katalitik jarayonlar (kreking, riforming, gidrogenizatsiya-gidrotozalash, gidrokreking, gidrodealkillash) uchun reaktorlar; yengil uglevodorodlarni qayta ishlash jarayonlari (alkillash, polimerlanish) uchun reaktorlar.

Regeneratsiya (lot.) – texnikada ish bajarib bo'lgan (eski) mahsulotga dastlabki sifatlarini qaytarish. Masalan, iflos mashina moyini tozalash, eski rezinani suyultirib plastik massaga aylantirish, katalitik jarayonlarda ishlatilgan katalizatorning birlamchi xossalarini tiklash va boshqalar; issiqlik texnikasida – gazzimon yonish mahsulotlari issiqligidan yonilg'ini, havoni yoki ularning aralashmasini isitishda foydalanish (issiqlik uskunalarida).

Rektifikatsiya (lot.) – suyuq aralashma komponentlarini rektifikatsion kollonalarda haydash usulida ajratish. Ushbu jarayon aralashmani bug'latishda ajralgan bug' va bug'ning kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan suyuqlik o'rtasida ko'p marotabalik kontakt paytidagi modda almashinishga asoslangan. Rektifikatsiya jarayoni ichki qismi turli kontakt moslamalari (likopchalar, nasadkalar va boshqalar) bilan jihozlangan rektifikatsion kolonnalarda olib boriladi. Rektifikatsiya yo'li bilan neftdan turli mahsulotlar (benzin, kerosin, dizel yonilg'isi, mazut, moy fraksiyalari) olinadi. Suyultirilgan gazlarni

rektifikatsiya qilish paytida etilen, etan, propan, butan va boshqa komponentlar ajralib chiqadi.

Riforming (lot.) – neft mahsulotlari (asosan, neftning benzinli va ligroinli fraksiyalari) ni 470-540°C harorat va 0,7-3,5 MPa bosim ostida qayta ishlash. Ushbu jarayon yordamida yuqori oktanli avtomobil benzinlari, aromatik uglevodorodlar va texnik vodorod olinadi. Termik va katalitik riforming bo‘ladi; platina katalizatorlik qilgan riforming – platforming, molibdenlisi esa gidroforming deyiladi.

Separator (lot.) – aralashmalarni ajratuvchi uskuna; ishlash prinsipi aralashma komponentlari fizik xossalarning turlicha bo‘lishiga asoslangan.

Separatsiya (lot.) – suyuq yoki qattiq zarrachalarni gazlardan, qattiq zarrachalarni esa suyuqliklardan ajratish; qattiq yoki suyuq aralashmalarni tarkibiy qismlarga ajratish.

Soplo (rus.) – ichida gaz yoki suyuqlik tezligi oshadigan o‘zgaruvchan kesimli kanal (qisqa quvur).

Sorbent (lot.) – gaz, bug‘ va erigan moddalarni yutadigan qattiq va suyuq moddalar. Gaz va bug‘ni butun hajmicha yutuvchi suyuq sorbent, absorbent deyiladi. Yutilayotgan gaz, bug‘ yoki erigan moddalarni yuzasiga to‘playdigan qattiq sorbent adsorbent deb ataladi. Ion almashinuvchi smolalar (ionitlar) sorbentlarning alohida guruhiga mansub.

Sorbsiya (lot.) – gaz, bug‘ yoki erigan moddalarning qattiq jism yoki suyuqlikda yutilishi. Sorbsiyaning absorbsiya, adsorbsiya, xemosorbsiya, ion almashinuvchi sorbsiya, kapillyar kondensatsiya turlari mavjud. Sorbsion jarayonlar sanoatda mahsulotlar, gazlar va oqova suvlarni tozalashda keng qo‘llaniladi.

Standart (ing.) – norma, andoza, namuna, o‘lcham. Keng ma’nodda boshqa obyekt (mahsulot)larini taqqoslash uchun dastlabki obyekt deb qabul qilingan o‘ziga o‘xshash namuna, etalon, model. Standart bajarilishi lozim bo‘lgan bir qancha shartlardan iborat hujjat holida, kattaliklar birliklari yoki fizik konstantalar holida yoki taqqoslash uchun biron predmet holida bo‘lishi mumkin.

Skrubber (ing.) – changli gazlarni yuvish yo‘li bilan tozalaydigan uskuna.

Suspenziya (lot.) – suyuq dispersion muhitli va zarralari broun harakatiga to‘sqinlik qila oladigan darajada yirik bo‘lgan dispers fazali turli jinsli sistemalar.

Sxema (yunon.) – asbob, qurilma, uskuna, inshoot va boshqalarning asosiy g‘oyasini, ish prinsiplarini hamda jarayonlar ketma-ketligini izohlab beradigan chizma.

Texnologiya (yunon.) – ishlab chiqarish jarayonida tayyor mahsulotlar olish uchun ishlatiladigan xom ashyo, material yoki yarim fabrikatlarning holati, xossasi va shakllarini o‘zgartirish, ularga ishlov berish, tayyorlash uslublari majmui. Texnologiyaning fan sifatidagi vazifasi – eng samarali va tejamli ishlab chiqarish jarayonlarini aniqlash va amalda joriy qilish maqsadida fizikaviy, kimyoviy, mexanik va boshqa qonuniyatlarni topish.

Filtr (frans.) – qattiq va suyuq fazali har xil jinsli sistemani g‘ovak to‘siqlardan o‘tkazib tarkibiy qismlarga ajratadigan, quyultiradigan yoki tindiradigan uskuna.

Sentrifuga (lot.) – suspenziya va emulsiyalarni markazdan qochma kuch maydonida ajratadigan uskuna.

Siklon (yunon.) – gaz aralashmalarini qattiq zarrachalardan markazdan qochma kuch ta‘sirida tozalaydigan uskuna.

Emulsiya (lot.) – bir suyuqlikning mayda tomchilari (dispers faza) boshqa suyuqlik (dispersion muhit) da tarqalishi natijasida hosil bo‘lgan turli jinsli sistemalar. Qazib olingan neft suv bilan birgalikda emulsiya holatida bo‘ladi. Xom ashyoni birlamchi tozalash paytida neft-suv emulsiyasini parchalash uchun deemulgatorlardan foydalaniladi.

Ekstraksiyalash (lot.) – suyuq yoki qattiq moddalar aralashmasini maxsus (selektiv) erituvchi (ekstragent) lar yordamida to‘la yoki qisman ajratish. Ushbu jarayonning fizik mohiyati ajratib olinayotgan (ekstraksiyalanayotgan) moddaning to‘qnashuv paytida bir faza (suyuq yoki qattiq faza) dan ikkinchi faza – suyuq ekstragent fazasiga o‘tishidan iborat. Ekstraksiyalash quyidagi jarayonlarni: dastlabki modda aralashmasi bilan ekstragentni to‘qnashtirish (aralashtirish); hosil

bo'lgan ikki fazani mexanik ajratish; ekstragentni har bir fazadan ajratib olish va regeneratsiyalashni o'z ichiga oladi. Benzin fraksiyalaridan aromatik uglevodorodlarni ajratib olishda ekstraksiyalash jarayonidan foydalaniladi.

## ILMIY–TADQIQOT ISHLARINI OLIB BORISH UCHUN MAVZULAR

1. Nonyuton suyuqliklarning gidrodinamikasini tadqiq qilish va ularni uzatishning tejamkor usulini ishlab chiqish.
2. Neft va gaz kondensati aralashmalarining fizik-kimyoviy, gidrodinamik va diffuzion xossalarini aniqlash.
3. Mexanik aralastirish orqali yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan neftlarning reologik xossalarini yaxshilash.
4. Tarkibida neft mahsulotlarining qoldiqlarini ushlagan chiqindi suvlarni markazdan qochma kuch maydonida ajratish.
5. Hidrogenizatsion jarayonlarda ishlatiladigan katalizatorlarning gidrodinamikasini tadqiq qilish.
6. Siyraklashgan faza holatida ( $30 \text{ kg/m}^3$ ) bo'lgan changsimon katalizatorni pnevmatik yo'l bilan uzatishni o'rganish.
7. Zich fazali ( $250 \text{ kg/m}^3$ ) donador katalizator harakatchan qatlarning gidrodinamik rejimlarini aniqlash.
8. Tabiiy gaz tarkibidagi qattiq zarrachalar va suyuqlik tomchilarini gravitatsion maydonda cho'kishini jadallashtirish uslublarini ishlab chiqish.
9. Tarkibida neft mahsulotlarini ushlagan emulsiyalarni sentrifugada ajratishning nazariyasi va amaliyoti.
10. Tabiiy gazni ho'l usul bilan harakatchan nasadkali uskunda tozalashning gidrodinamikasi.
11. Tabiiy gazni suyuqlik va mexanik qo'shimchalardan birlamchi tozalash uchun separator yaratish.
12. Tabiiy gazni qattiq zarrachalar, suv va oltingugurtdan to'la tozalashni tadqiq qilish.
13. Neft emulsiyalarini kimyoviy reagentlar yordamida tashlab yig'ish jarayonini o'rganish va uni jadallashtirish yo'llarini ishlab chiqish.
14. Neft-suv emulsiyasini elektr maydonida ajratish jarayonini modellashtirish va optimallashtirish.

15. Ko'kdumaloq neftlarini qobiq-quvurli uskunada isitish jarayonida issiqlik berish va issiqlik uzatish koeffitsiyentlarining o'zgarishini tadqiq qilish.

16. Neftni qayta ishlash korxonalarida ishlatiladigan issiqlik almashinish uskunalarining samaradorligini tahlil etish.

17. Gazsimon uglevodorodlarni piroliz qilish uchun quvurli pechni tanlash, hisoblash va uning samaradorligi qaysi omillardan bog'liqligini aniqlash.

18. Neft moylarini xavo bilan sovitadigan qobiq-quvurli uskunadagi issiqlik almashinish jarayonini tadqiq qilish.

19. Plastinali issiqlik almashgich yuzasini neft qurumlaridan tozalash jarayonini o'rganish va uni jadallashtirish uchun tavsiya berish.

20. Vakuum-distillyatlarni katalizator ishtirokida gidrokrekinglash jarayonidagi issiqlik almashinishni o'rganish.

21. Gaz kondensatidan rektifikatsiya yo'li alifatik erituvchilar olish paytidagi modda almashinishni tadqiq qilish.

22. Neft va neft mahsulotlarining turli haroratlar ta'siridagi uchuvchanligini o'rganish va amaliyot uchun takliflar ishlab chiqish.

23. Neft fraksiyalarini ajratish jarayonida qo'llaniladigan rektifikatsion likopchalarning ishlash samaradorligini solishtirma tahlil qilish.

24. Gaz kondensatlarini katta idishlarda saqlash paytidagi uchuvchanlikni kamaytirish uchun yuqori samarali pontonlar yaratish.

25. Og'ir moy fraksiyasini furfurol yordamida pnevmatik aralashtirgichli ekstraktorda selektiv tozalash.

26. Quyilish moslamalari bo'lgan bir oqimli rektifikatsion kolonnada neftni fraksiyalarga ajratish jarayoniga turli omillar (harorat, bosim, flegma soni) ning ta'siri.

27. Neftni fraksiyalarga ajratishda ishlatiladigan nasadkali rektifikatsion kolonnalarning ish samaradorligini tahlil qilish.

28. Turli erituvchilarning neft moylarini ekstraksiya qilish tezligiga ta'sirini o'rganish va ushbu jarayon uchun eng maqbul sharoitni aniqlash.

29. Distillyat va deasfaltizatlarni fenol bilan ekstraksiya qilish orqali ularni tozalashni jadallashtirish va optimallashtirish.

30. Platformatlardan aromatik uglevodorodlarni erituvchilar yordamida ekstraksiya qilish paytidagi modda almashinishni o'rganish.

31. Tabiiy gazni sintetik seolitlar yordamida adsorbsion usul bilan tozalashning kinetikasi va ushbu jarayondagi modda almashinishni tadqiq qilish.

32. Bug'-havo aralashmasi tarkibidagi yengil uglevodorodlarni adsorbsion jarayonlar yordamida ajratib olishning gidrodinamikasi.

33. Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida hosil bo'ladigan bug'-havo aralashmasidan uglevodorodlarni adsorbsiya yo'li bilan ajratib olish paytidagi modda almashinish.

34. Bug'-havo aralashmasi tarkibidan uglevodorodlarni rekuperatsiya qilishni modellashtirish va optimallashtirish.

35. Neftni qayta ishlashda olingan koksni mavhum qaynash holatida quritishdagi gidrodinamik va modda almashinish jarayonlari.

36. Oltinugurtning kristallanish yo'li bilan olishning kinetikasini o'rganish va ushbu jarayon uchun yuqori samarali kristallizator tanlash.

37. Mahalliy uglevodorolli xom ashyolar asosida surkov moylari olish jarayonlarini modellashtirish, optimallashtirish va jadallashtirish.

38. Tabiiy gazdan suyultirilgan ekologik toza motor yoqilg'isi olishni tadqiq qilish va ushbu jarayon uchun yuqori samarali reaktor tanlash.

39. Dizel yonilg'isini katalitik gidrooltinugurtsizlantirish uchun eng faol katalizatorni tanlash va ushbu jarayonning kinetikasini o'rganish.

40. Benzin uchun detonatsiyaga qarshi qo'shimcha hisoblangan metil-tret-butil efiri olishni tadqiq qilish va uni jadallashtirish yo'llarini aniqlash.

41. Tabiiy gazdan izobutilen olishning kinetikasini o'rganish va ushbu jarayon uchun mos kelgan reaktorni hisoblash.

42. Tabiiy gazdan sintetik yonilg'i va parafinlarni olish bo'yicha adabiyotlarda keltirilgan barcha ma'lumotlarni tahlil qilish.

43. Etilendan etilen oksidi olishning kinetikasini o'rganish, ushbu kimyoviy jarayon uchun reaktor rusumini tanlash va uni hisoblash.

44. Oltinugurtli og'ir neft deasfaltizatini katalizator ishtirokida gidrogenizatsiya qilish jarayonini tadqiq qilish.

45. Qo'ng'ir ko'mirdan metanol va aromatik uglevodorlar ajratib olish jarayonlarini ishlab chiqish.

46. Qo'ng'ir ko'mirni haydash yo'li bilan undan avtobenzin va dizel yonilg'isi olish imkoniyatini o'rganish.

47. Angren ko'miridan faollashtirilgan ko'mir olish texnologiyasini yaratish.

48. Angren ko'miridan faollashtirilgan ko'mir olish uchun yuqori samarali uskuna yaratish va uni hisoblash.

49. Yonuvchi slanetslardan suyuq neft mahsulotlari olishning samarali usullarini ishlab chiqish.

50. Yonuvchi slanetslardan nodir va siyrak metallar olish imkoniyatlarini tadqiq qilish.

## TEST SAVOLLARIDAN NAMUNALAR

1. O'zbekiston neft va gaz sanoatiga nechanchi yil asos solingan?

- A) 1962. B) 1985. V) 1953. G) 1992. D) 1960.

2. Harakatlantiruvchi kuchi gidrostatik va gidrodinamik bosim bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarni ko'rsating?

- A) Issiqlik jarayonlari. B) Mexanik jarayonlar.  
V) Hidromexanik jarayonlar. G) Issiqlik almashinish jarayonlari.  
D) Kimyoviy jarayonlar.

3. Solishtirma hajmni qaysi ifoda orqali aniqlash mumkin?

- A)  $v = \frac{1}{\rho}$ . B)  $\gamma = \rho g$ . V)  $\gamma = \frac{G}{V}$ . G)  $\rho = \frac{m}{V}$ . D)  $\Delta = \frac{\rho}{\rho_0}$ .

4. Original va modeldagi zarrachalarning mexanik harakati qaysi o'xshashlik mezoni yordamida aniqlanadi?

- A)  $Re = \frac{wd\rho}{\mu}$ . B)  $Pr = \frac{c\mu}{\lambda}$ . V)  $K_v = \frac{N}{\rho m^2 d^3}$ .  
G)  $Fr = \frac{w^2}{gl}$ . D)  $Ne = \frac{fr}{mw^2}$ .

5. Suyuqlik va unga aralashmaydigan boshqa suyuqlik tomchilaridan tashkil topgan ko'p jinsli tizim qanday deb ataladi?

- A) Ko'pik. B) Emulsiya. V) Tutun. G) Suspenziya. D) Tuman.

6. Gravitatsion tozalash jarayoni qanday kuch ta'sirida amalga oshiriladi?

- A) Markazdan qochma kuch. B) Inersion kuch.  
V) Elektrostatik kuch. G) Og'irlik kuchi.  
D) Namlik gradiyenti.

7. Sentrifugalarning ajratish omili qaysi tenglama yordamida topiladi?

A)  $Ka = \frac{wd}{v}$ . B)  $Ka = \frac{mn^2}{R}$ . V)  $Ka = \frac{mg}{\mu}$ . G)  $Ka = \frac{w^2 R}{g}$ . D)  $Ka = \frac{mR}{g}$ .

8. Agar suspenziya filtrga porshenli nasos orqali uzatilsa, filtrlash jarayonining qaysi ko'inishi sodir bo'ladi?

A) O'zgarimas bosim farqi ostida. B) O'zgaruvchan tezlik ostida. V) O'zgaruvchan bosim farqi ostida. G) O'zgarimas tezlik ostida. D) O'zgaruvchan bosim farqi va tezlik ostida.

9. Venturi quvuri gazuyuvchi uskunalarning qaysi guruhiga kiradi?

A) Past naporli chang ushlagichlar. B) O'rta naporli chang ushlagichlar. V) Yuqori naporli chang ushlagichlar. G) Gravitatsion chang ushlagichlar. D) Markazdan qochma chang ushlagichlar.

10. Suyuqliklarni aralashtirishda avtomodel rejimiga erishish uchun quvvat mezoni qanday qiymatga ega bo'lishi kerak?

A)  $Re_M > 10^5$ . B)  $Re_M > 10^7$ . V)  $Re_M < 10^3$ . G)  $Re_M > 10^9$ . D)  $Re_M = 10^5$ .

11. Donador material qatlamidagi bo'sh hajmni qatlamning umumiy hajmiga nisbati qanday deb ataladi?

A) Solishtirma yuza. B) G'ovaklilik. V) Ekvivalent diametr. G) Zarracha shaklini belgilovchi kattalik. D) Donador qatlamning nisbiy qarshiligi.

**12. Qanday sharoitda donador materialning qatlamida mavhum qaynash holati hosil bo'ladi?**

- A) Materialning og'irligi gidrodinamik bosim kuchiga teng bo'lganda.
- B) Materialning og'irligi gidrodinamik bosim kuchidan katta bo'lganda.
- V) Materialning og'irligi gidrodinamik bosim kuchidan kichik bo'lganda.
- G) Qo'shimcha qarshilik kuchi hosil qilinganda.
- D) Qatlamning g'ovaklilik darajasi kamaytirilganda.

**13. Sharsimon zarrachali qatlamda mavhum kaynashning birinchi kritik tezligini topishda O.M. Todesning qaysi tenglamasidan foydalanish eng qulay hisoblanadi?**

A)  $Re = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,61\sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}}$ .      B)  $Re_c = \frac{w_c d \rho}{\mu}$ .      V)  $Re = \frac{wd \rho}{\mu}$ .

G)  $Re_c = \frac{d^2(\rho_s - \rho_w) \rho g}{\mu^2}$ .      D)  $Re_c = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}}$ .

**14. Qattiq materiallarni maydalashda bo'laklarning o'rtacha o'lchami maydalangandan so'ng 2÷10 mm teng bo'lishi uchun qaysi usuldan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi?**

- A) Mayda yanchish.    B) Yirik yanchish.    V) Yupqa maydalash.
- G) O'ta yupqa maydalash.    D) O'rtacha yanchish.

**15. Uzlüksiz jarayonlar uchun issiqlik uzatishning asosiy tenglamasi qaysi javobda to'g'ri ifodalangan?**

A)  $Q = KF\Delta t_{yp}\tau$ .    B)  $Q = F\Delta t_{yp}\tau$ .    V)  $Q = KF\Delta t_{yp}$ .    G)  $Q = KF\tau$ .    D)  $Q = KF(t_1 - t_2)\tau$ .

**16. Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentining o'lchov birligi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?**

A)  $\frac{Bm}{m \cdot K}$ , B)  $\frac{Bm}{m^2 \cdot K}$ , V)  $\frac{kka\lambda}{m \cdot \text{ч} \cdot \text{град}}$ , G)  $\frac{\kappa \mathcal{K}}{m \cdot K}$ , D)  $\frac{Bm}{m^3 \cdot K}$ .

17. Tushayotgan nurni to'liq yutuvchi jism qanday nom bilan ataladi?

- A) Absolyut qora jism. B) Absolyut oq jism. V) Diametrik jism.  
G) Kulrang jism. D) Absolyut ko'k jism.

18. Devor va suyuqlik haroratlari orasida 1 gradus farq bo'lganda 1 sekund maboytida 1 m<sup>2</sup> devor yuzasidan suyuqlikka tarqalgan issiqlik miqdorini aniqlovchi kattalik qanday nomlanadi?

- A) Issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti. B) Issiqlik almashinish koeffitsiyenti. V) Issiqlik berish koeffitsiyenti. G) Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. D) Harorat uzatish koeffitsiyenti.

19. Konvektiv issiqlik almashinishni o'rganishda qo'llaniladi-gan o'xshashlik mezonlaridan qaysi biri aniqlovchi mezon hisoblanadi?

- A) Furrye mezoni. B) Pekle mezoni. V) Nusselt mezoni.  
G) Reynolds mezoni. D) Frud mezoni.

20. Isituvchi quvurlar va uskuna qobig'i haroratlari o'rtasidagi farq 50°C dan katta bo'lganda qaysi turdagi issiqlik almashgichlar ishlatiladi?

- A) Zmeyevikli. B) Linzali kompensatorli. V) Namlanuvchi.  
G) Qo'sh quvurli. D) G'ilofli.

21. Qirrali issiqlik almashgichlarda issiqlik berish ko'effitsiyentining qiymati eng katta bo'lishligi zarur bo'lganda qirralar qaysi materialdan qilinishi maqsadga muvofiq bo'ladi?

- A) Po'lat. B) Cho'yan. V) Plastmassa. G) Mis. D) Temir.

22. Suyuqlikni isitish uchun sarflangan issiqlikning miqdorini qaysi tenglama yordamida aniqlash mumkin?

A)  $D = \frac{Q}{i - \theta}$ . B)  $Q = GC (t_1 - t_2)$ . V)  $Q = xGC (t_0 - t_6)$ .

G)  $K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \tau_x + \frac{1}{\alpha_2}}$ . D)  $\alpha = 1,15 \sqrt{\frac{\lambda^2 \rho^2 r g}{\mu \Delta t H}}$ .

23. Issiqlik almashgichning bitta yo'lidagi quvurlarning ko'ndalang kesimini topishda qaysi tenglamadan foydalanish kerak?

A)  $n_1 = \frac{f_r}{0,785 d_u^2}$ . B)  $f_T = \frac{G}{\rho v}$ . V)  $L = \frac{F}{\pi d_1 n_r}$ .

G)  $n_0 = 3a(a-1) + 1$ . D)  $n_0 = \frac{3}{4}(\delta^2 - 1) + 1$ .

24. Turbulent rejimda ( $2300 < Re < 10^4$ ) gidravlik tekis quvurlar uchun ishqalanish ko'effitsiyentining qiymatini aniqlashda qaysi tenglamadan foydalansa bo'ladi?

A)  $\lambda = \frac{64}{Re}$ . B)  $\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}}$ . V)  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[ \frac{\varepsilon}{3,7} + \left( \frac{6,81}{Re} \right)^{1/4} \right]$ .

G)  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{3,7}{\varepsilon}$ . D)  $\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25} \cdot Pr}$ .

25. Quvurli pechning radiant kamerasidan chiqayotgan yonish mahsulotlarining harorati necha gradus atrofida bo'ladi?

A) 400÷500°C. B) 1000÷1100°C. V) 1400÷1600°C.

G) 600÷900°C. D) 1100÷1200°C.

26. Gazlarning tutun quvuridagi tezligi, gidravlik qarshiliklarni hisobga olgan holda, tabiiy tortishda qanday qiymatga teng bo'ladi?

A)  $1,5 \div 2,0$  m/c. B)  $2,5 \div 3,5$  m/c. V)  $9 \div 12$  m/c. G)  $0,8 \div 1,2$  m/c. D)  $4 \div 8$  m/c.

27. Gazlarning tarkibidagi birorta komponentni suyuqliklar bilan tanlab yutish jarayoni qanday nom bilan yuritiladi?

A) Desorbsiya. B) Rektifikatsiya. V) Adsorbsiya.  
G) Ekstraksiya. D) Absorbsiya.

28. Gazlarning tarkibidagi bitta yoki ikkita komponentni qattiq jismlar yordamida yutish jarayoni qanday ataladi?

A) Absorbsiya. B) Xemosorbsiya. V) Adsorbsiya.  
G) Ekstraksiya. D) Desorbsiya.

29. Suyuqlik yoki qattiq jismda yutilgan komponentni haydab chiqarish jarayoni qanday nomga ega?

A) Desorbsiya. B) Gipersorbsiya. V) Absorbsiya.  
G) Adsorbsiya. D) Quritish.

30. Suyuqlikda erigan moddani boshqa suyuqlik bilan ajratib olish jarayoni qanday ataladi?

A) Absorbsiya. B) Ekstraksiya. V) Rektifikatsiya.  
G) Desorbsiya. D) Xemosorbsiya.

31. Bitta fazaning markazidan moddaning fazalarni ajratuvchi yuzagacha yoki teskari yo'nalishda (ya'ni, fazalarni ajratuvchi yuzadan fazaning markazi tomon) tarqalishi qaysi kattalik orqali ifoda qilinadi?

- A) Modda uzatish. B) Modda o'tkazish. V) Modda berish.  
G) Modda o'tkazuvchanlik. D) Modda tashish.

**32. Moddani bir muhitdan ikkinchi muhitga fazalarni ajratuvchi yuza orqali tarkalishi qanday nom bilan yuritiladi?**

- A) Modda berish. B) Modda o'tkazish. V) Issiqlik berish.  
G) Modda o'tkazuvchanlik. D) Termodiffuziya.

**33. Muhitlar tarkibini ifodalash uchun qo'llangan  $\text{kg/m}^3$  o'lchov birligi bilan ifodalangan kattalik qanday nomlanadi?**

- A) Mol ulushi. B) Og'irlik ulushi. V) Hajmiy konsentratsiya.  
G) Nisbiy konsentratsiya. D) Hajmiy ulush.

**34.  $M = K_y F \Delta Y_{o'r}$  tenglamasidagi  $K_y$  kattaligi qanday nom bilan yuritiladi?**

- A) Modda o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. B) Modda berish koeffitsiyenti.  
V) Modda o'tkazish koeffitsiyenti.  
G) Issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti.  
D) Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

**35. Quyidagi diffuzion o'xshashlik mezonlari ichida qaysi biri aniqlovchi mezon hisoblanadi?**

- A) Reynolds. B) Furrye. V) Pekle. G) Nusselt. D) Prandtl.

**36. Harakatlantiruvchi kuch birligiga to'g'ri kelgan muhitlar konsentratsiyasining o'zgarishi qanday nom bilan ataladi?**

- A) O'tkazish birligi soni.
- B) O'tkazish birligining balandligi.
- V) O'rtacha harakatlantiruvchi kuch.
- G) Modda o'zlashning hajmiy konsentratsiyasi.
- D) Jarayon omili.

**37.  $M = \beta F \tau \Delta c$  tenglamasidagi  $\beta$  kattaligi qanday nom bilan yuritiladi?**

- A) Modda o'tkazish koeffitsiyenti.
- B) Modda berish koeffitsiyenti.
- V) Modda o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.
- G) Termodiffuziya koeffitsiyenti.
- D) Issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti.

**38.  $M = K \alpha n V \Delta X_{or}$  tenglamasidagi « $\alpha$ » belgisi qanday fizik tushunchani bildiradi?**

- A) Uskunaning ish hajmi.
- B) Uskunaning balandligi.
- V) Fazalarning solishtirma kontakt yuzasi.
- G) Modda berish koeffitsiyenti.
- D) Muhitning konsentratsiyasi.

**39. Suyuqliklarni haydash jarayonida suyuqlik va bug' fazalaridan iborat bo'lgan ikki komponentli aralashmalarning erkinlik darajasi ko'rsatilsin?**

- A) 3.    B) 4.    V) 1.    G) 2.    D) 5.

**40. Deflegmatorda bug'larning kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan kondensatning rektifikatsion kolonnaga qaytarilgan qismi qanday nomlanadi?**

A) Distillyat. B) Rektifikat. V) Flegma. G) Kondensat. D) Deflegmat.

41. Nazariy likopchalar sonining haqiqiy likopchalar soniga nisbatining nomlanishi qaysi javobda to'g'ri keltirilgan?

- A) Kolonnaning foydali ish koeffitsiyenti.
- B) Bosqichning foydali ish koeffitsiyenti.
- V) Likopchalarning foydali ish koeffitsiyenti.
- G) Bosqichning samaradorligi.
- D) Konsentratsiya pog'onalari.

42. «Absorbktiv» atamasi nimani ifoda qiladi?

- A) Yutuvchi modda.
- B) Qattiq jism.
- V) Yutilayotgan modda.
- G) Yutilib bo'lgan modda.
- D) Suyuq muhit.

43. Absorbsiya paytidagi muvozanatni ifoda qiluvchi Genri qonuni qanday ko'rinishga ega?

- A)  $\ln E = -\frac{q}{RT} + c$ .
- B)  $P_A = E \cdot X_A$ .
- V)  $P_A = P \cdot Y_A$ .
- G)  $m = \frac{E}{p}$ .
- D)  $\ln E = -\frac{q}{RT}$ .

44. Absorbsiya jarayonini amalga oshirish uchun ishlatiladigan g'alvirsimon likopchalar yuzasidagi suyuqlik qatlamining balandligi necha millimetr bo'lgani maqbul hisoblanadi?

- A) 25–30 mm.
- B) 10–15 mm.
- V) 35–40 mm.
- G) 15–20 mm.
- D) 5–10 mm.

45. Rektifikatsion kolonnalarda qo'llaniladigan feramikadan tayyorlangan Rashig halqalarining solishtirma yuzasi ( $m^2/m^3$ ) qaysi chegaralarda o'zgaradi?

A) 110 – 500. B) 165 – 220. V) 90 – 330. G) 108 – 380. D) 115 – 310.

46. Makrog'ovakli adsorbent zarrachalari ichidagi kapillyar kanallarining o'lchami qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

A)  $10^{-9} < r < 10^{-7}$  m. B)  $r < 10^{-9}$  m. V)  $r > 10^{-5}$  m.  
G)  $r < 10^{-6}$  m. D)  $r > 10^{-7}$  m.

47. Faollashtirilgan ko'mirning solishtirma yuzasi ( $m^2/g$ ) qaysi chegaralarda o'zgarishi mumkin?

A) 600 – 1700. B) 300 – 350. V) 180 – 220. G) 450 – 500. D) 270 – 350.

48. Ekstrakt tarkibidagi kerakli komponentning muvozanat holat-dagi konsentratsiyasini ushbu komponentning rafinatdagi muvozanat konsentratsiyasiga nisbati qanday ataladi?

A) Foydali ish koeffitsiyenti. B) Ekstraksiklashdagi ajratish koeffitsiyenti. V) Tarqalish koeffitsiyenti. G) Ajratish omili. D) Reekstraksiyalash koeffitsiyenti.

49. Sanoatda nam materiallarni suvsizlantirishda quritishning qaysi usuli eng ko'p ishlatiladi?

A) Dielektrik quritish. B) Sublimatsiyali quritish. V) Radiatsiyali quritish. G) Konvektiv quritish. D) Kontaktli quritish.

50. Kristallanish jarayonini hisoblashda ishlatiladigan  $M=K(C_1-C_m)^2$  tenglamadagi «K» belgisi qanday nom bilan yuritiladi?

- A) Chegara qatlamdagi to'yingan eritmaning konsentratsiyasi. B) Modda o'tkazish koeffitsiyenti. V) Fazaviy o'zgarish tezligining doimiyligi. G) O'sayotgan kristallarni qoplab turgan diffuzion chegara qatlamining qalinligi. D) Modda o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

51. Neft distillyatlari yoki gazni yuqori harorat ta'sirida parchalash jarayoni qanday deb ataladi?

- A) Hidrogenizatsiya. B) Desorbsiya. V) Piroлиз. G) Kreking. D) Alkillash.

52. Neft mahsulotlarini yuqori harorat ( $470-540^{\circ}\text{C}$ ) va bosim ostida ( $0,7-3,5$  MPa) qayta ishlash jarayoni qanday deb yuritiladi?

- A) Riforming. B) Kreking. V) Termik kreking.  
G) Hidrogenizatsiya. D) Katalitik kreking.

53. Tarkibida oltingugurt va smolasimon moddalar ko'p bo'lgan neftni yuqori harorat ( $350-450^{\circ}\text{C}$ ), vodorodning 3-14 MPa bosimi ostida va katalizatorlar ishtirokida qayta ishlash jarayoni qanday nomlanadi?

- A) Hidrokreking.  
B) Degidrogenizatsiya.  
V) Izomerlanish.  
G) Degidratatsiya.  
D) Termik kreking.

**54. Kimyoviy reaksiyalarni sekinlashtiruvchi katalizatorlar qanday nom bilan ataladi?**

- A) Musbat katalizatorlar.
- B) Kimyoviy katalizatorlar.
- V) Ingibitorlar.
- G) Reaksiyon katalizatorlar.
- D) Neftkimyoviy katalizatorlar.

**55. Kimyoviy reaksiyalarni amalga oshirishga mo'ljallangan uskunalar qanday umumiy nom bilan yuritiladi?**

- A) Regeneratorlar.
- B) Reaktorlar.
- V) Reaktor-regenerator.
- G) Katalitik qurilma.
- D) Kreking qurilmasi.

**56. Kreking katalizatoridagi koksni kuydirish jarayonining issiqlik effekti (kJ/kg) qanday chegarada o'zgaradi?**

- A) 28000 – 32000.
- B) 300 – 1000.
- V) 1400 – 2000.
- G) 200 – 550.
- D) 750 – 1000.

**57. Issiqlikning yutilishi bilan boradigan kimyoviy reaksiyalar qanday nom bilan ataladi?**

- A) Ekzotermik reaksiyalar.
- B) Geterogen reaksiyalar.
- V) Endotermik reaksiyalar.

- G) Avtotermik reaksiyalar.
- D) Politropik reaksiyalar.

**58. Komponentlarning reaksiyaga uchragan mollari sonining komponentlardagi mollarning dastlabki soniga nisbati qanday katalitik orqali ifoda qilinadi?**

- A) O'zgartirish darajasi.
- B) Komponentlarning kontakt vaqti.
- V) Kimyoviy reaksiyaning tezligi.
- G) Taqsimlanish omili.
- D) Jarayonning foydali ish koeffitsiyenti.

**59. Katalitik riforming reaktorida changsimon harakatchan katalizatorni suyultirilgan fazada pnevmotransport qilish uchun uning ko'taruvchi-ustundagi konsentratsiyasi ( $\text{kg/m}^3$ ) qanday qiymatga ega bo'lishi kerak?**

- A) 50 – 60.
- B) 70 – 100.
- V) 10 – 20.
- G) 100 – 150.
- D) 25 – 35.

**60. Reaktor tizimida changsimon harakatchan katalizatorni zich fazada pnevmotransport qilishda gaz oqimining ko'taruvchi-ustundagi tezligi ( $\text{m/s}$ ) qanday chegarada o'zgarishi eng maqbul hisoblanadi?**

- A) 7 – 10.
- B) 1,5 – 3,0.
- V) 12 – 15.
- G) 0,9 – 1,2.
- D) 5 – 6.

## ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning "Puxta o'ylangan tashabbuslar va istiqbolli loyihalar xalqimiz farovonligini yuksaltirishga xizmat qiladi" ma'ruzasi. Xalq so'zi. 14 dekabr' 2018 y. №259 (7217).

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning PQ -4275. qarori. Farg'ona neftni qayta ishlash zavodining to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalarni jalb qilgan holda modernizatsiya qilish chora tadbirlari to'g'risida. Toshkent. 2019 y.

3. Ахметов С А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. — Уфа: Гилем, 2002. — 672 С

4. Баннов П. Г. Процессы переработки нефти: В 3 т. — М.: Изд-во ЦИНТИхимнефтьемаш, 2000—2003. — Ч. I, 2000. — 224 С; Ч. II, 2002. — 551 С; Ч. III, 2003. — 504 С

5. Бекиров Т. М. Первичная переработка природных газов.— М.: Химия, 1987.— 256 С

6. Богданов Н.Д., Переверзев А.Н. Депарафинизация нефтяных продуктов. М: Химия, 1978, 248 С

7. Бардик, Д. Л. Нефтехимия [Текст] / Д. Л. Бардик, У. Л. Леффлер; пер. с англ. — М.: Олимп-Бизнес, 2003. — 416 С: ил.

8. Бараз, В. И. Сбор, подготовка и транспортирование нефтяного газа [Текст]: Справочник / В. И. Бараз. — М.: Недра, 1987. — 260 С

9. Гольдберг Д.О., Крейн СЭ. Смазочные масла из нефти восточных месторождений. М: Химия, 1982, 77 С

10. Глазов Г.И., Фукс И.Г. Производство нефтяных масел. М: Химия, 1985, 192 С

11. Гуреев А. А., Азев В. С Автомобильные бензины. Свойство и применение. — М.: Нефть и газ, 1996.— 444 С

12. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа (теоретические основы переработки нефти и газа). Кн. 1.-М.: Химия, 1989.

13. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов: В 2 кн. — М.: Химия, 1995.

14. Дехтерман, А. Ш. Переработка нефти по топливному варианту [Текст]: учеб. пособие / А. Ш. Дехтерман. — М.: Химия, 1988. — 96 С

15. Ispolzovaniye poputnogo gaza v Rossii // Otchet PFC po energetike, Vsemirniy bank, dekabr 2007 g. - 166 s. [http://www.cenef.ru/file/FINAL\\_EE\\_report\\_rus.pdf](http://www.cenef.ru/file/FINAL_EE_report_rus.pdf).

16. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. М: Химия, 1988, 370 С

17. Каминский Э. Ф., Хавкин В. А. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты — М.: Техника, 2001.— 384 С

18. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. — М.: Химия, 1991. — 783 С

19. Каталог выпускаемого оборудования - ОАО «Уралтехнострой-Туй-мазыхиммаш». Т. 2. — Уфа, 2005. — 343 С

20. Коршак, А. А. Основы нефтьгазового дела [Текст]: учебник для вузов / А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. — 2-е изд., доп. и испр. — Уфа: ДизайнПолиграф Сервис, 2002. — 544 С: ил.

21. Капустин В.М., Сайдахмедов Ш.М., Хамидов Б.Н., Фозилов С.Ф., Мухторов Н.Ш. // Нефтни қайта ишлаш кимёси ва технологияси. Тошкент. — Paradigma. 2017. 487 б.

22. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. — М.: Химия, 1991. — 783 С

23. Капустин В. М., Кукес С Г., Бертолусини Р. Г. Нефтеперерабатывающая промышленность США и бывшего СССР. — М.: Химия, 1995.— 304 С

24. Kislenco N.N. « Noviyе etapi razvitiya gazopererabativayushey pod otrasli», Jurnal «Gazovaya promishlennost» №7 2000 g., s. 44-46.

25. Klimova G.N., Litvak V.V., Yavorskiy M.I. Perspektivi energeticheskogo ispolzovaniya poputnogo neftyanogo gaza // Promishlennaya energetika, 2002, №8. s. 2-4.

26. Kokorin A. O., Safonov G. V. Chto budet posle Kiotskogo protokola? Mejdunarodnoye soglasheniye ob ogranichenii vibrosov pami kovix gazov posle 2012 g. / WWF Rossii, GOF, 2007. - 24 s. <http://wwf.ru/data/pub/dimate/post-kioto-screen.pdf>

27. Korshak A.A. Osnovi neftegazovogo dela: uchebnik dlya studentov VUZov po napravleniyu "Neftegazovoye delo" –M.: Nedra, 2011. - 311 s.

28. Kuzmin V., Zavrajin K. Sjigat ili ne sjigat// «Rossiyskaya gazeta» - Federalniy vipusk, 24 marta 2010 g. - № 5139 (60) <http://www.rg.ru/2010/03/24/medvedev.html>

29. Леффлер, У. Л. Переработка нефти [Текст]: учеб. пособие / У. Л. Леффлер. – 2-е изд., пересмотр.; пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 224 С: ил.

30. Мановян, А. К. Технология переработки природных энергоносителей [Текст]: Учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – М.: КолосС, 2004. – 456 С: ил.

31. Мановян А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов. — М.: Химия, 1999. — 568 С

32. Магарил Р.З. Механизм и кинетика гомогенных термических превращений углеводов. М: Химия, 1980, 224 с  
Бекиров Т.М. первичная переработка природных газов. М: Химия, 1987, 262 С

33. Осипова, О. О. Технология переработки нефти и газа [Текст]: метод. указания / О. О. Осипова. – Ухта: УГТУ, 2010. – 26 С: ил.

34. «O merax po stimulirovaniyu sokrasheniya zagryazneniya atmosfernogo vozduha produktami sjiganiya poputnogo neftyanogo gaza na fakelnix ustanovkax» <http://base.garant.ru/12164540/>

35. Nenaxov V. "Prakticheskoye primeneniye polojeniy Kiotskogo protokola v povishenii nefteotdachi mestorojdeniy Zapadnoy Sibiri» Jurnal «Gazoviy biznes» 2007 g., s. 66-67.

36. Процессы и аппараты нефтьгазопереработки и нефтьехимии: Учебник для вузов/А. И. Скобло, Ю. К. Молканов, В.

А. Владимиров, В. А. Щелкунов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недр-Бизнесцентр, 2000. — 677 С.

37. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник: — 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Альфа-М, 2006. — 608 С

38. Рядов В. Д. Химия нефти и газа. — М.: Нефть и газ, 1998. — 373 С

39. Rachevskiy B.S. «Sjijenniye uglevodorodniye gazi», Moskva, Izd-vo «Neft i gaz», 2009.-640 s., il.

40. Rachevskiy B.S. «Effektivniye tehnologii utilizatsii nizkonapornix i fakelnix poputnix gazov neftyanix i gazovix mestorojdeniy». Doklad na XI Mejdunarodnoy konferensii «Sovremenniye tehnologii i oborudovaniye, promishlennoye stroitelstvo v neftegazopererabotki i nefteximii Rossiya 6-7 iyunya 2007 g., Moskva, Fondi VNIPINEFT 2007 g., s. 52-66.

41. Справочник нефтепереработчика / Под ред. Г. А. Ластовкина, Б. Д., Радченко, М. Г. Рудина. — М.: Химия, 1986. — 648 С

42. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Кн. 2.- М.: Химия, 1980. 328 С

43. Смирнов А.Г. Установки первичной переработки нефти. М: Химия, 1985, 245 С

44. Сулимов А.Д. Каталитический риформинг бензинов. М: Химия, 1986, 152 С

45. Суняев З.И. Производство, облагораживание и применение нефтяного кокса. М: Химия, 1985, 296 С

46. Технология переработки нефти и газа. В 2-х ч. Ч. 1: первичная переработка нефти: Учеб. пособие для вузов / Под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина. — М.: КолосС, 2005. — 400 С: ил.

47. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа / С А. Ахметов, М. Х. Иштияров, А. П. Веревкин, и др. / М.: Химия, 2005. — 796 С.

48. Тронов В. Я. Промысловая подготовка нефти. — М.: Фэн, 2000. — 415 С.

49.Тимонин А. С Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник: В 3 т. — Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2002. — Т. 2 — 968 С

50.Tolumbayev A. Resheniye problem utilizatsii NPG v Kazaxstane: horosho prorobotanniye zakoni//Neftegazovaya vertikal, 2006, №16, s.120

51.Chirikov K.Y. « Ispolzovaniye sjjennogo prirodnogo gaza na transporte» SINTIXIMNEFTEMASH, Moskva,1987 g., 48 str.

52.Churkin N.P. Energeticheskaya bezopasnost i ohrana okrujayushey sredi //Analiticheskij vestnik Soveta Federatsii FS RF, 2009 g. - № 7(374)

53. Shurupov S., Kessel I. “ Pererabotka prirodnogo gaza v sinteticheskiye jidkiye uglevodorodi” (SJU). Jurnal Avtoqazozapravochniy kompleks + Alternativniye toplivo» №1 (13) 2004 g , s. 49-51.

54.Yuldashev T.R. Konlarda neft, gaz, suvni yig'ish va tashish. “Qashqadaryo ko'zgis OAV” nashriyoti, 2017 y. 470 bet.

55. Yuldashev T.R., Raxmatov X.B.,Do'stqobilov E.N., Yuldashev N.T. //Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi – 1 (d) - Toshkent. Voris nashriyoti. Darslik - 2020, 514 bet.

56.Yuldashev T.R., Raxmatov X.B.,Do'stqobilov E.N., Yuldashev N.T. //Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi – 2 (d)- Toshkent. Voris nashriyoti . Darslik - 2020, 388 bet.

57.Yuldashev T.R., Do'stqobilov E.N., Yuldashev N.T. //Suyultirilgan sintetik yoqilg'ini olish texnologiyasi va jihozlar. Qarshi. Qashqadaryo ko'zgusi OAU nashriyoti. Darslik - 2019, 400 bet.

58.Yuldashev T.R., Shukurov A.SH.//Suyultirilgan gazlarni va motor yoqilg'isini olishning innovatsion texnologiyasi – Toshkent. Voris nashriyoti. Monografiya - 2020, 150 bet.

59.Yuldashev T.R., Raxmatov E.A., E.N.,Do'stqobilov, Yuldashev N.T. //Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi – 2 (d)- 2 (nashr)”. Qarshi – “INTELLEKT”nashriyoti-2021. – 588 bet.

60. T.R. Yuldashev, E.N. Do'stqobilov, E.A. Raxmatov, F.I. Murtazayev. // Gazdan sun'iy yoqilg'i olish texnologiyasi. Darslik - Qarshi – "INTELLEKT" nashriyoti-2021. – 542 bet.

61. Хаққулов К.Ж. Современное состояние и перспективы развития нефтегазовой промышленности Узбекистана. Узб. журн. нефти и газа, 1998/3, с 30-31.

62. Химия нефти и газа: учеб. пособие для вузов [Текст] / Под ред.

В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1989. – 424 С.

63. Flanner M.G., Zender C.S. & Randerson J.T. Present-day climate forcing and response from black carbon in snow JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, D11202, 17 PP., 2007.

63. Flared Gas Utilization Strategy Opportunities for Small-Scale Uses of Gas//The World Bank, May 2004.

65. Hansen J., et. al., Efficacy of climate forcings. Modelniye otsenki, govoryashiye o vozmojno bolshem vklade sajevix chastits v globalnoye izmeneniye klimata. Journal of Geophysical Research, Vol. 110, D18104, 2005, 45 pp.

66. Natural gas flaring and venting. Opportunities to Improve Data and Reduce Emissions// Committee on Energy and Natural Resources, U.S. Senate, July 2004.

67. Preparing for potential opportunities/GGFR The news flare № 8, January-June 2009.

68. Sasol Chevron. Escravos Gas to Liquids project. <http://www.Sasolchevron.com>. 2006.

69. Tapping a Hidden Resource. Energy Efficiency in the Middle East and North Africa// Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), February 2009. - 38p.

