

622
7 87

Jumaev Q.K.

NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH ZAVODLARI JIHOZLARI VA LOYIHALASHTIRISH

Darslik



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

BUXORO MUHANDISLIK TEHNOLOGIYA INSTITUTI

Jumaev Q.K.

Neft va gazni qayta ishlash zavodlari jihozlari va loyihalashtirish

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi oliy o'quv yurtlari
bakalavriatining «Neft-gazkimyo sanoati texnologiyasi» yo'nalishi bo'yicha ta'lim oladigan
talabalar uchun darslik sifatida tavsiya etgan

**BUXORO - 2021
«DURDONA» nashriyoti**

35.514

66.011:665.612(075)

J 87

Jumayev, Q.K.

Neft va gazni qayta ishlash zavodlari jihozlari va loyihalashtirish [Matn] : darslik / Q.K. Jumayev. -Buxoro : "Sadriddin Salim Buxoriy" Durdona,2021.-? b.

UO*K 66.011:665.612(075)

KBK 35.514

"Neft va gazni qayta ishlash zavodlari jihozlari va loyihalashtirish" fani 5321400 – "Neft-gazkimyo sanoati texnologiyasi" yo'nalishi talabalari uchun asosiy maxsus fanlardan biri bo'lib hisoblanadi. Mazkur darslikda neft va gazni qayta ishlash korxonalarida ishlatiladigan asosiy jihozlar va qurilmalar haqida umumiy tushunchalar, ularni tayyorlashda ishlatiladigan asosiy konstruksion materiallar haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Korxonalarda keng tarqalgan jihozlarning ishlash prinsipi, tuzilishi, ularni ishlatish qoidalari batafsil yoritilgan. Shuningdek, mazkur jihozlarni ishlatish mobaynida ularda ro'y beradigan korroziya hodisasi va undan himoyalash usullariga ham alohida o'rin berilgan.

Курс "Оборудование нефте-газоперерабатывающих заводов и проектирование" является основным предметом для студентов направления 5321400- Технология нефте-газохимической промышленности". В данном учебнике рассмотрены основные типы технологического оборудования нефте-газперерабатывающих заводов, а также конструктивные элементы и материалы, применяемые для изготовления этого оборудования. Специальные главы посвящены трубопроводам, трубопроводной арматуре, а также коррозионному износу и путям защиты от коррозии.

Equipment and designing of oil and gas refineries" is one of the main disciplines for students majoring 5321400 - "Technology of petrochemical industry". This handbook provides an overview of the basic equipment and machinery used in oil and gas refineries, as well as the basic construction materials used for their manufacture.

The principle of operation, structure, rules of operation of common equipment in enterprises is detailed. Also, special attention is paid to the corrosion phenomena and methods of protection of such equipment during operation.

TAQRIZCHILAR:

X.F.Djo'raev

-Buxoro muhandislik texnologiya instituti
"Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlar" kafedrası professori:

H.B.Do'stov

-Buxoro muhandislik texnologiya instituti
"Neft va gaz ishi" kafedrası professori:

Latipov.X.R.

-Buxoro neftni qayta ishlash zavodibosh texnologiya o'rinbosari:

86817

ISBN978-9943-7595-3-4

© Jumaev Q.K.

So'z boshi

Neft va gazni qayta ishlash sanoati korxonalarida uglevodorodli 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 echimlarni 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.

O'zbekistonda neft-gazni qayta ishlash sanoati yahshi rivojlanayotgan tarmoqlardan biri bo'lib, uning xalq xo'jaligidagi salmog'i mamlakatimiz mustaqillikka erishgandan so'ng yildan yilga ortib bormoqda. Ushbu sohaga tegishli sanoat korhonalari 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, olingugurt va boshqalar) olinmoqda.

Yuqori samarali texnologik qurilmalarni ishlab chiqish, asbob-uskuna va jihozlarni korroziya va emirilishdan saqlashning samarali yo'llarini topish, ishlab chiqarishning suyuq va gazsimon chiqindilarini yahshi tozalaydigan zamonaviy uskunalarni taklif etish kabi masalalarni talabalarga o'rgatishda mazkur fan alohida ahamiyat kasb etadi.

Oliy o'quv yurtlari talablari uchun "Neft va gazni qayta ishlash zavodlari jihozlari va loyihalashtirish" fani bo'yicha hozirgi kungacha o'zbek tilida zamonaviy darsliklar yaratilgani yo'q. Bu fan talablarga o'z ixtisosliklarini chuqur egallashga, ularning texnikaviy bilimlarini mustahkamlashga, qanday qilib ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va texnologik uskunalaridan unumli va muqobil rejimda foydalanish mumkinligini o'rgatadi.

Darslik asosan 5321400 - "Neft-gazkimyo sanoati texnologiyasi" yo'nalishi bo'yicha ta'lim oladigan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, undan turdosh ixtisosliklar bo'yicha tahsil oluvchi talabalar, aspirantlar, doktorantlar, ilmiy xodimlar, o'qituvchilar, loyihachilar va muhandis-texnik xodimlar, shuningdek shu sohaga qiziqqan barcha kitobxonlar ham foydalanishi mumkin.

BIRINCHI QISM. JIHOZLAR HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

I BOB. KIRISH. "NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH ZAVODLARI JIHOZLARI VA LOYIHALASHTIRISH" FANINING VAZIFASI VA MAQSADI

Neft va gazni qayta ishlash zavodlarida neft va gaz xom-ashyosidan turli xildagi mahsulotlar, ya'ni benzin, gaz, kerosin dizel' yoqilg'isi, moylar, parafin, bitum, mazut, naften kislotalar, sul'fokislotalar, deemul'gatorlar, koks va hokazolar qayta ishlab olinadi. Buning asosida esa turli fizik va kimyoviy jarayonlar yotadi. Bunday jarayonlarga misol qilib gazlar, suyuqlik va qattiq jismlarning transportirovkasi, mahsulotlarni isitish, sovitish, aralashtirish, quritish, bir jinsli bo'lmagan suyuq-gaz aralashmasini ajratish, qattiq moddalar ustida olib boriladigan turli mexanik va fizik-kimyoviy jarayonlarni aytishimiz mumkin. Keyingi yillarda neftni qayta ishlash sanoatida kimyoviy jarayonlardan neft xom-ashyosini qayta ishlashning asosi sifatida keng qo'llanilmoqda. Umumiy holda neftni qayta ishlash va kimyo sanoatida borish qonuniyatlariga ko'ra 5 turdagi jarayonlardan foydalaniladi. Bular quyidagilar:

1. Gidromexanik jarayonlar (gaz va suyuqliklarni aralashtirish, ularni siqish, uzatish, turli jinsli sistemalarni ajratish);

2. Issiqlik almashinish jarayonlari (isitish, sovitish, bug'latish, kondensatsiyalash);

3. Modda almashinish jarayonlari (suyuqliklarni haydash, rektifikatsiya, absorbsiya, adsorbsiya, ekstraktsiya, kristallizatsiya va quritish);

4. Mexanik jarayonlar (qattiq jismlarni maydalash, tashish, ezish, elash, aralashtirish);

5. Kimyoviy jarayonlar (kimyoviy reaksiyalar).

Gidromexanik jarayonlarni amalga oshirish uchun quyidagi apparat va mashinalar ishlatiladi: nasoslar, kompressorlar, fil'rlar, tindirgichlar, aralashtirgichlar, sentrifugalalar va boshqa apparatlar.

Issiqlik almashinish jarayonlari uchun: quvurli pechlar, barcha issiqlik almashinish apparatlari.

Modda almashinish jarayonlari uchun: kolonnali apparatlar – rektifikatsiyalovchi kolonnalar, absorberlar, adsorberlar, desorberlar, ekstraktorlar, kristalizatorlar, quritgichlar va hokazolar.

Mexanik jarayonlar uchun: maydalash tegirmonlari, presslar, elaklar, aralashtirgichlar va boshqalar.

Kimyoviy jarayonlar turli reaksiya apparatlar, ya'ni reaktorlarda olib boriladi. Barcha apparatlar jarayonni tashkil qilish usuliga ko'ra davriy ishlovchi va uzluksiz ishlovchi apparatlarga bo'linadi. Davriy ishlaydigan apparatlarda ma'lum ajratilgan vaqt mobaynida muayyan miqdordagi xom-ashyo va materiallarga ishlov beriladi. Jarayon amalga oshirilgach, apparat ishdan to'htatilib, hosil bo'lgan mahsulotlar chiqariladi. Apparatga xom-ashyoning navbatdagi miqdori kiritiladi. Davriy ishlaydigan apparatlar mana shu siklda ishlaydi.

Uzluksiz ishlaydigan apparatlarga doimiy ravishda xom-ashyo kirib, hosil bo'lgan mahsulotlar chiqarilib turiladi. Bu turdagi apparatlarda jarayon uzluksiz ravishda amalga oshiriladi.

Mazkur fanda neft va gazni qayta ishlash korxonalari asosiy uskunalarining tuzilishi, ishlash prinsipi, ularni hisoblash va loyihalashning usullari o'rganiladi.

1.1. Mashina va apparatlar haqida umumiy tushunchalar

Korxonalarda tayyor mahsulot ishlab chiqarish texnologik jarayonning yakuniy natijasidir. Mashina va insonlarning xom-ashyo, materiallardan muayyan sifatli tayyor mahsulot ishlab chiqarish uchun bajargan harakatlar yig'indisiga ishlab chiqarish jarayoni deyiladi. Texnologik jarayon ishlab chiqarish jarayonining bir qismi bo'lib, u xom-ashyo shakli, xossalari va holatini o'zgartirish bilan bevosita bog'liqdir.

Texnologik jarayon bir ish joyida bajariladigan bir qancha texnologik operatsiyalardan iborat.

Texnologik operatsiya inson va mashina ishtirokisiz ham amalga oshirilishi mumkin. Ammo mashina va apparatlarining qo'llanilishi operatsiyalarini tezlatib, ularni boshqarish va kam vaqt, mehnat sarflab yuqori sifatli mahsulot olish imkonini beradi.

Mashina - energiya, material shaklini o'zgartirish uchun zarur ma'lum maqsadli harakatlarni amalga oshiradigan mexanik qurilmadir.

Mashinaning asosiy vazifasi - ishni engillashtirish va unumdorlikni oshirish maqsadida inson ishlab chiqarish funksiyasini to'liq yoki qisman almashtirishdir.

Bajaradigan funksiyasiga ko'ra energiya shaklini o'zgartiradigan energetik mashinalar, predmet shakli, holatini o'zgartiradigan ish mashinalari mavjud.

Energetik mashinalarga elektrodvigatellar, trubinalar, bug' mashinalari, kompressorlar kiradi.

Mashina uch qismidan iborat: energiya qabul qiluvchi qism (elektrodvigatel, bug' trubinasi), uzatish mexanizmi (richag, zanjirli, tasmali, tishli) va ijro etuvchi mexanizm.

Apparatlarda mashinalardan farqli holda energiya bir ko'rinishdan ikkinchisiga aylanmaydi.

Agregat - birgalikda ishlaydigan bir necha mashinaning mexanik birikmasidir.

Uzluksiz liniya - o'zaro bog'liq va sinhron ishlaydigan jihozlar to'plamidir. Bunda har bir ish joyida ma'lum tartibda alohida texnologik operatsiyalar amalga oshiriladi. Uzluksiz liniyalar texnologik jarayonni uzluksiz tashkil qilish, ularni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirish imkonini beradi.

Jarayon, hodisa, sistema va texnik qurilma biror xossasini xarakterlovchi kattalikka parametr deyiladi. Mexanik, elektr, texnologik parametrlar mavjud. Shuningdek bosh, asosiy va yordamchi parametrlar ham bo'lishi mumkin.

Bosh parametrlarga jihozning ish unumdorligi, ish hajmi, ish yuzasi misol bo'ladi.

Istish yoki sovitish temperaturalari, mahsulot namligi va konsentrsiyalari asosiy parametrlardir. Ishchi organing aylanishlar soni, elektrodvigatel' quvvati, suv, bug' sarfi, mashina o'lchamlari yordamchi parametrlardir.

Barcha mashina va apparatlar yig'ma birlik va guruhlariga birlashgan ma'lum sondagi detallardan iborat.

Ishlab chiqarish korxonasida tayyorlanadigan har qanday detal' yoki ularning to'plamiga buyum deyiladi.

Nomi va markasi jihatdan bir jinsli bo'lgan materiallardan tayyorlangan buyum detal' deyiladi. O'zaro payvandlash, kavsharlash, burash yo'li bilan biriktiriladigan detallar to'plamiga yig'ma birlik deyiladi. Yig'ma birlik ajraladigan va ajralmaydigan bo'lishi mumkin.

O'zaro bog'liq funksiyalarni bajarish uchun mo'ljallangan ikki yoki ortiq buyumlar to'plami kompleks deyiladi.

Har qanday mashina yoki mexanizm ishlaganda uning detallari ma'lum turdagi harakatni amalga oshiradi: aylanma, ilgirilanma-qaytma, tebranma, planetar.

Bir jismning ikkinchisiga nisbatan ma'lum harakatchan birikmasi kinematik juftlik deyiladi.

Alohida zvenolar orasidagi kinematik bog'lanishni izohlash maqsadida kinematik sxemalar tuziladi.

1.2.Uskunalarning asosiy sinflari va ularning tarkibi

Ishlab chiqarish sanoatida jihozlarni 5 ta asosiy sinflarga ajratish mumkin.

1. Mashina dvigatellari va energiya hosil qiluvchi mashinalar va qurilmalar;

2. Ko'tarish va tashish mashinalari va uskunalari;

3. Texnologik jihozlar;

4. Analitik hisoblash mashinalari va EHM;

5. Boshqaruvchi mashinalar.

Texnologik jihozlar mahsulotga ta'sir qilish xarakteriga ko'ra shartli ravishda apparat va mashinalarga bo'linadi.

Apparatlarda asosan issiqlik almashinuv, fizik-kimoviy jarayonlar olib boriladi. Apparatni xarakterlovchi asosiy qismlaridan biri ishlov yoki jarayon olib boruvchi sig'im hisoblanadi. Unda mahsulotning kimyoviy yoki fizikaviy xossalari o'zgaradi.

Mashinalarda mahsulotga mexanikaviy ta'sir ko'rsatib ularning shakl ko'rinishi, o'lchamlari va ba'zi bir fizikaviy parametrlari o'zgartiriladi. Mashinalarda mahsulotga ishlov beruvchi qismi ta'sir ko'rsatuvchi hisoblanadi.

Texnologik jihozlarning qismlari:

1. Elektrodvigatel';

-
2. Ishlov beruvchi qurilma;
 3. Bajaruvchi mexanizm-ishlov beruvchi qurilmani berilgan qonun bilan harakatga keltiruvchi qismi;
 4. Transmission uzatmalar;
 5. Jarayonni boshqarish (nazorat va rostdash) qurilmalari.

1.3. Ishlab chiqarish uskunalariga qo'yiladigan asosiy talablar

Ishlab chiqarish jihozlari va apparatlariga quyidagi talablar qo'yiladi:

a) Ishlab chiqarish jihozlari va apparatlari yuqori texnikaviy iqtisodiy ko'rsatkichlarga ega bo'lishi kerak. Masalan: og'irligi, gabarit o'lchamlari, jihoz egallaydigan maydon, elektr energiya, suv va bug' sarfi, ishlatish va ta'mirlash bilan bog'liq harajatlarni, jihozning bahosi va boshqa ko'rsatkichlar ratsional bo'lishi lozim;

b) Jihozlarni progressiv texnologiya talablarini qondirishi kerak. Bu jihozlarda xom-ashyoning isrof miqdori juda kam bo'lishiga intilish kerak;

v) Mashinalarning konstruksiyalari mexanikaviy tomondan ishonchli bo'lishi kerak, mustahkam, barqaror va uzoq muddat ishlaydigan bo'lishi lozim;

g) Ishlov beruvchi qismlarining qaysi materialdan tayyorlanishi muhim ahamiyatga ega. Tanlangan material ishlov berayotgan mahsulot va muhit ta'siri ostida chidamli bo'lishi kerak. Bundan tashqari ishchi qismlar tayyorlangan materialning emirilish darajasi juda kichik bo'lishi kerak, hamda mahsulotning sifatiga ta'sir qilmasligi lozim;

d) Jihozlarni konstruksiyasi optimal texnologik jarayon talablarini hisobga olib tayyorlanishi kerak. Buning uchun yangi mashina va jihozlarni yaratishda asosan ikkita muhim masala hisobga olinishi lozim: yuqori ish unumdorligini va uzoq muddat ishlashini ta'minlash; tayyorlash, ta'mirlash va ishlatishda maksimal iqtisodiy tejamkorlikka erishish;

e) Ishlab chiqarishda ba'zi bir jarayonlarni jadallashtirish jihozlarning ishlov beruvchi qismlarning katta tezlikda harakatlanishini talab qiladi. Shuning uchun, aylanma harakatda

bo'ladigan qismlar statik va dinamik tomondan mukammal bo'lishi kerak. Tez aylanuvchi qism va detallar mukammal bo'lmasa, tayanchlar va inshootlarda tebranish hosil bo'ladi, podshipniklarda eyilish tezlashadi, energiya harajatlari oshadi, ish unumdorligi pasayadi, ta'mirlash ishlari ko'payadi;

z) Jihoz konstruksiyasi quyidagi talablarga javob berishi lozim: kinematik uzatish zanjirlari kam bo'lishi; avtomatlashtirish qulayligi; texnika havfsizligi va atrof muhitni muhofaza qilish qoidalariga rioya qilish; yuqori ishlab chiqarish suratiga ega bo'lishi;

1.4.Uskunalarni hisoblash metodlari

Har qanday apparat yoki mashinani tayyorlashdan oldin uning loyihasi ishlab chiqiladi. Jarayon uchun muhim, o'hashi bo'lmagan qurilmalarni loyihalash 2 bosqichda olib boriladi. Birinchi bosqich texnik loyihalash deb nomlanadi. Bu bosqichda prinsipial savollar va bir qancha katta-katta hisoblashlar echiladi. Texnik loyiha o'zida apparatni ishlatish maqsadini, konstruksiyalari to'g'risida to'liq ma'lumotni, foydali va zararli tomonlarini hisoblashlar natijasida hatoliklarga yo'l qo'ymaslikni mujassamlashtiradi. Barcha ma'lumotlarga ega bo'lib, hisoblashlar to'liq amalga oshirilgach, ikkinchi bosqichda apparatning eskiz chizmasi tayyorlanadi. Odatda quyida keltirilgan ma'lumotlar loyiha uchun asosiy hisoblanadi: apparatning ish rejimi, sarf normalari, normal ish sharoiti, xom-ashyoning korrozion va zaharli holati va texnika havfsizligiga bo'lgan talab. Ishlab chiqarish quvvati xom-ashyo, mahsulot, polufabrikat, reagent, issiqlik va sovuqlik tashuvchilarga nisbatan berilgan bo'ladi. Ish rejimi uzluksiz ishlaydigan qurilmalarning ish davomiyligiga va davriy ravishda ishlaydigan apparatlarning siklik ishlashi uchun ko'rib chiqiladi. Agar ba'zi ma'lumotlar berilmagan bo'lsa, ular hisoblab topiladi. Apparat va mashinalarni loyihalashda birinchi navbatda texnologik hisoblashlar amalga oshiriladi.

1.5.Texnologik hisoblash

Texnologik hisoblash apparatning optimal ish rejimini ta'minlaydigan asosiy o'lchamlarini aniqlashdan iborat. Buning uchun qayta ishlanadigan materiallarning modda oqimlari, energiya

sarfi aniqlanadi. Aparatning texnologik hisoblash ma'lum ketma-ketlikda olib boriladi. Birinchi navbatda modda va energiyaning saqlanish qonuniga asoslanib moddiy va issiqlik balans tenglamasi tuziladi.

$$\sum G_k = \sum G_{ch} + \sum G_{yo'm} \quad (1.1)$$

bu yerda: G_k - boshlang'ich moddalar massasi; G_{ch} - ohirgi moddalar massasi; $G_{yo'm}$ - yo'qotilgan mahsulotlarning e'tiborga olinmaydigan darajadagi miqdori.

Issiqlik balans tenglamasi:

$$\sum Q_k = \sum Q_{ch} + \sum Q_{yo'm} \quad (1.2)$$

bu yerda: $\sum Q_k$ - boshlang'ich issiqlik miqdori; $\sum Q_{ch}$ - hosil bo'lgan mahsulotlar bilan chiqib ketadigan issiqlik miqdori; $\sum Q_{yo'm}$ - atrof - muhitga yo'qotilgan issiqlik miqdori.

Agar jarayon issiqlik ajralishi bilan borsa, issiqlik effekti «+» ishora bilan belgilanadi. Agar issiqlik yutilishi bilan borsa, issiqlik effekti «-» ishora bilan belgilanadi. Qulay sharoit yaratish uchun material va issiqlik balanslari sxema va jadval shaklida beriladi. Murakkab apparatlarda moddiy va issiqlik balansi apparatlarning alohida qismlari uchun tuziladi. Moddiy va issiqlik balansini tuzib bo'lgach, ohirgi boshqa o'lchamlarni aniqlash uchun harakatlanuvchi kuch va jarayon tezligi aniqlanadi. Ma'lumki, sistema muvozanatga kelguncha jarayon davom etadi. Masalan: 2 ta turli temperaturali mahsulot o'rtasida issiqlik almashinish jarayoni ikkalasining temperaturasi bir xil bo'lguncha, ya'ni sistema muvozanatlashguncha davom etadi. Bu ikki mahsulot o'rtasidagi har xil temperatura issiqlik almashinish jarayonining harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi. Har qanday apparatni hisoblashda ishchi va muvozanat parametrlardan harakatlantiruvchi kuchni aniqlab olish kerak. Quyidagi tenglama bilan jarayonning harakatlantiruvchi kuchini aniqlash mumkin.

$$\frac{M}{F \cdot \tau} = \Delta K \quad (1.3)$$

bu yerda: M - berilayotgan mahsulot yoki issiqlik miqdori; F - issiqlik almashinish yuzasi; τ - jarayon kechishi uchun ketgan vaqt;

Δ - jarayonning harakatlantiruvchi kuchi; K - jarayon tezligini xarakterlovchi proporsionallik koeffisienti.

(1.3) tenglamadan apparatning ishchi yuzasi topiladi. Shu tenglamadan $F=Va$ ni bilgan holda apparatning ishchi hajmi V ni aniqlashimiz mumkin. Bu yerda: a - apparatning birlik hajmidagi yuzasi.

Apparatning ishchi hajmi va jarayon chiziqli tezligini bilgan holda ko'ndalang yuzasini aniqlash mumkin:

$$S = \frac{V_{sev}}{\omega} \quad (1.4)$$

Yuzani aniqlagach, silindrsimon apparatlar uchun diametr D ni topamiz.

$$D = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}}; \quad (1.5)$$

Apparatning uzunligi yoki balandligini

$$H = \frac{V}{S} \quad (1.6)$$

tenglamadan aniqlaymiz.

V - apparatning ishchi hajmi;

S – ko'ndalang kesim yuzasi;

N - apparat balandligi yoki uzunligi.

Davriy ravishda ishlaydigan apparatlarning ishchi hajmi V – quyidagi formula orqali topiladi:

$$V = \frac{V_{sut} \cdot \tau \cdot k}{24 \cdot \varphi} \quad (1.7)$$

bu yerda: V_{sut} – apparatlar guruhi yoki apparatlarning sutkalik ishlab chiqarish quvvati;

τ - texnologik sikl, ya'ni asosiy jarayon va yordamchi operatsiyalarning kechishi uchun ketgan vaqt;

k – ishlab chiqarish quvvatining zahira koeffisienti;

φ - apparatni to'ldirish koeffisienti. Bu kattalik odatda 0,4-0,9 ga teng deb olinadi. Agar hisoblash mobaynida juda katta ishchi hajm V hosil bo'lsa, bitta apparatning berilgan hajmi V_s orqali apparatlar soni aniqlanadi.

$$n = \frac{V}{V_0} \quad (1.8)$$

Quyida silindrsimon apparatlarning GOST ga ko'ra normal ishchi hajmlari keltirilgan. Ular 1m³ dan – 200 m³ gacha.

1,00 2,5 6,3 16,0 40,0 100

1,25 3,2 8,0 20,0 50,0 125

1,60 4,0 10,0 25,0 63,0 160

2,00 5,0 12,5 32,0 80,0 200

Agar apparatning hajmini hisoblab topsak, uning boshqa o'lchamlarni aniqlash qiyinchilik tug'dirmaydi. Buning uchun apparatning ko'ndalang kesimi berilgan bo'lsa, uning balandligini topish mumkin va aksincha apparat balandligi berilgan bo'lsa, ko'ndalang kesimi yuzasini topish mumkin. Bundan tashqari apparat diametrini ham topish mumkin. Texnologik hisoblashda apparatning asosiy o'lchamlari qatorida issiqlik rejimi, issiqlik tashuvchining sarfi, napor yo'qotilishi talab qilingan quvvat va boshqa parametrlar hisoblab topiladi yoki berilgan bo'ladi.

1.6.Mexanik hisoblash

Jarayonlar borishi uchun loyihalanadigan uskunalar ularga ta'sir qiluvchi parametrlar turlichaligi bilan farqlanadi. Temperatura, bosim va muhitning fizik-kimyoviy xossalari asosiy ishchi parametrlar bo'lib hisoblanadi. Texnologik qurilmalar ish sharoitida ishlov beriladigan muhit bilan doimiy ravishda kontaktda bo'lishi bilan xarakterlanadi. Qurilma ishlashi mobaynida unga muhitning fizik-kimyoviy xususiyatiga bog'liq holda kuchli agressiv ta'sirlar bo'ladi.

Qurilmalar foydalanishga mustahkam va havfsiz bo'lishi kerak. Yuqori ishlab chiqarish quvvati, muhitning yong'in va portlashga havfsizligi, qurilmaning uzluksiz ishlashi neftni qayta ishlash zavodlari qurilmalarini loyihalashga qushimcha talablar qo'yadi.

Avtomatik boshqarish va jarayonning berilgan rejimini ushlab turish qurilmani har qanday vaziyatda ishlashini ta'minlaydi. Qurilmaning yaroqliligi birinchi navbatda uning konstruksiyasiga va to'g'ri foydalanishga bog'liq. Konstruksiyalar foydalanish,

ta'mirlashlardan keyin ham o'zining yarokliligini saqlagan holda qurilmaning uzoq muddat ishlashini ta'minlashi zarur. Qurilmaning uzoq muddat ishlashini ta'minlash uchun konstruksiyalarning ishlash muddatini uzaytirish (apparat devorini qalinrok qilish, mashinalar valining diametrini katta qilish va boshqalar) yoki yuqori sifatli konstruksion materiallardan foydalanish mumkin. Lekin bu qurilma narhining ortishiga olib keladi. Qurilma konstruksiyalari tashish, montaj va ta'mirlash ishlariga qulay bo'lishi kerak, ya'ni material sarfining kamligi, arzon va noyobligi. Konstruksiyalarni mustahkamlikka hisoblash to'liq va aniq tartibda o'tkazilsa, ularga qo'yilgan barcha talablarni qoniqtirishi mumkin. Apparat yoki mashina konstruksiyalarining barcha o'lchamlarini to'liq aniqlab bo'lingach, mashinasozlik zavodlarida ularning ishchi chizmalari va qurilmaning o'zi tayyorlanadi. Keyingi yillarda neftni qayta ishlash sanoatida jarayonlar va qurilmalarning xilma-xil turlari ishlatilishiga qaramasdan, apparat va mashinalar, ularning detallari qatorining unifikatsiyasi borasida katta ishlar olib borilmoqda. Bu esa ularni loyihalashni, tayyorlashni va ulardan foydalanishni engillashtiradi.

II BOB. APPARAT VA JIHOZLARNI TAYYORLASH UCHUN ISHLATILADIGAN ASOSIY MATERIALLAR VA ULARNI TANLASH

Neft va gazni qayta ishlash sanoatining qurilmalarini loyihalash jarayonida paydo bo'ladigan qurilmaning tarkibiy qismlari uchun loyiq va mos materiallarni tanlash eng asosiy va o'ta mas'uliyatli masalalardan biridir.

Materiallarni tanlashda ularning quyidagi asosiy xususiyatlari hisobga olinishi kerak:

- mustahkamligi;
- issiqlikka bardoshliligi;
- emirilishga qarshi kimyoviy chidamliligi;
- fizik xossalari;
- texnologik xarakteristikalari, tarkibi va tuzilishi;
- narhi va uni ishlab chiqarish mumkinligi.

Materialning xossalari qo'llanilish sohasiga, ya'ni undagi muhitlarga chambarchas bog'liqdir. Muhitning temperaturasi o'zgarishi bilan materialning hamma mexanik xossalari - korroziyaga chidamliligi, qayta ishlashga moyilligi keskin o'zgaradi. Shuning uchun materialni tanlashda korroziyaga chidamliligiga alohida e'tibor berishi kerak, chunki bu ko'rsatkichga uning uzoq muddat davomida ishlatilishi uzviy bog'liqdir. Undan tashqari, korroziya natijasida emirilgan material olinayotgan mahsulot sifatini pasaytiradi, rangini yomonlashtiradi. Yana shuni nazarda tutish kerakki, qurilmaning materiali qo'shimcha reaksiyalar uchun katalizator ham bo'lib qolishi mumkin.

Odatda, asosiy talablarga mos va loyiq materiallar bir nechta bo'ladi. Bunday hollarda, qo'shimcha shart va fikrlar e'tiborga olinib, qurilma uchun material tanlanadi.

Shuning uchun, qurilmalarni yasash uchun asosiy materiallarni tanlashni loyihachi nuqtai nazaridan ko'rib chiqamiz.

Konstruksion material sifatida temir (Fe) texnik toza holda umuman qo'llanilmaydi, chunki qimmat turadi va qayishqoqliga yuqori. Ayrim hollarda uni yuqori bosimli qurilmalarda qistirma sifatida ham ishlatiladi.

Lekin, temirning uglerod bilan qotishmalari, ya'ni cho'yan va po'latlar kimyo va boshqa sanoat qurilmalarini tayyorlashda juda

ko'p ishlatiladi. Ma'lumki, kimyo sanoatida 85-90% qurilmalar cho'yan yoki po'latdan yasalgan.

CHO'YAN. Temirning uglerod va kremniy, fosfor hamda marganes va oltingugurt bilan ko'p komponentli qotishmasi kul rang cho'yandir.

Cho'yan tarkibidagi uglerod miqdori 2,8-3,7% bo'ladi. Boshqa komponentlarning esa miqdori quyidagicha: C=3,0-3,6; Si=1,6-2,4%; Mn=0,5-1,0 %; P<0,8%; S<0,12%.

Cho'yanlarning fizik xossalari quyidagi ma'lumotlar bilan xarakterlanadi:

- zichligi -6600 - 7700 kg/m³
- erish temperaturasi -1050 - 1573 K;
- issiqlik o'tkazuvchanligi- 25 - 59 Vt/m K;
- solishtirma issiqlik sig'imi- 0,5 - 4,5 kJ/kg K;
- chiziqli kengayish koeffisienti -(16,7 - 17,6) 10⁻⁶ 1/K.

Cho'yanlar narxi past va o'rtacha mexanik xossalarga ega bo'lgani uchun texnikaning turli sohalarida keng qo'llanishiga olib keldi.

PO'LAT. Bu materialsiz texnika hozirgi kundagi yuqori mavqeiga erishmagan bo'lardi. Bunga sabab, po'latning mustahkamligi, dinamik yuklamalarga bardoshliligi, quyilish, bolg'alanish, shtamplash va payvandlanish qobiliyatiga egaligi, stanoklarda qayta ishlanishga moyilligi, arzonligi va mo'lligidir.

Po'latlarda uglerod miqdori 1,5% gacha bo'lsa, konstruksion po'latlarda esa 0,7% dan ortmaydi.

Po'latlarning fizik xossalari quyidagi ma'lumotlar bilan xarakterlanadi:

- zichligi -7790 - 7900 kg/m³
- erish temperaturasi -1400 - 1500 K;
- issiqlik o'tkazuvchanligi- 46,5 - 58,2 Vt/m K;
- solishtirma issiqlik sig'imi- 0,454 kJ/kg K;
- chiziqli kengayish koeffisienti -(11,7 - 12,3) 10⁻⁶ 1/K.

Legirlovchi qo'shimchalar ta'siri. Muhim legirlovchi elementlarga quyidagilar kiradi: xrom, nikel, molibden, marganes, kremniy, titan, niobiy, vol'fram, vanadiy. Ayrim hollarda alyuminiy va mislar ham qo'shimcha sifatida po'latlarga qo'shiladi.

Kimyoviy tarkibiga ko'ra po'latlar uglerodli va legirlangan turlarga bo'linadi. Bu elementlar po'lat sifatini yaxshilaydi va maxsus xossali qiladi.

Legirlangan po'latning kimyoviy tarkibi uchun yagona shartli belgilar (harf va raqamlar) qabul qilingan.

Dastlabki ikki raqam uglerodning o'rtacha miqdorini (konstrukcion po'lat uchun foizning yuzdan bir ulushi miqdorida, asbobsozlik va zanglamaydigan po'latlar uchun foizning o'ndan bir ulushi miqdorida); harflar legirlovchi elementlarni (jadvalga qarang); harflarning o'ng tomonidagi raqamlar esa elementlarning o'rtacha miqdorini ko'rsatadi.

Po'lat komponentlarining shartli belgilari

U* - uglerodli asbobsozlik po'latlar markalarida.

Masalan, H18N12M2T markali po'latda 18% xrom, 12% nikel, 2% molibden va 1% ga yaqin titan borligini ko'rsatadi.

YUQORI LEGIRLANGAN PO'LAT. Tarkibida 18-20% xrom va 8-10% nikel bo'lgan po'latlar yuqori legirlangan po'latlar deb yuritiladi. Ular korroziya va issiqlikka bardoshliligi, mustahkamligi uchun turli sanoatlarda keng qo'llanilmoqda.

Hozirgi kunda mamlakatimiz korxonalarida qurilmalarni yasashda quyidagi legirlangan po'latlar ishlatiladi: 1H18N9T, 1H18N11B H16N25M6, HN35VT, H22N26, 1H18N12M2T, 1H18N12M2T, H18N9T va boshqalar.

RANGLI METALLAR. Kimyo sanoatida rangli metallardan alyuminiy, mis, nikel, qo'rg'oshin, titan qurilmalar yasashda qo'llaniladi. Rangli metallardan yasalgan qurilma devorlarining temperaturasi quyidagidan oshmasligi kerak:

Alyuminiy uchun - 200 °S

Mis va uning qotishmalari uchun - 250 °S

Nikel uchun - 500 °S

Qo'rg'oshin uchun - 140 °S

Tantal uchun - 1200 °S.

ALYUMINIY - kumushsimon, oq, engil va bolg'alanuvchan, korroziyaga bardoshli metalldir. Kimyoviy qurilmalarni yasashda A00 (99,7%), A0(99,7%), A1(99,5%), A2(99,0%), u hamda uning AD1, AD2 qotishmalari ishlatiladi.

Alyuminiyning yuqorida ko'rsatilgan markalari quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi- 2700 kg/m³;

- erish temperaturasi -675 - 950 °S;

- issiqlik o'tkazuvchanligi - 206 - 218 Vt/m K;

- solishtirma issiqlik sig'imi -0,913 kJ/kg K;

- chiziqli kengayish koeffitsienti - 2,4 10⁻⁶ 1/K.

Agressiv muhitlar ta'siriga alyuminiy juda chidamli, shu jumladan konsentrasionalangan azot, fosfor va sirka kislotalar, quruq xlor va vodorod xloridlar, oltingugurt bug'lariga ham uzoq muddat davomida bardosh bera oladi.

MIS - pushti-qizil rangli metall. Eng qimmat konstruksion materiallardan biri bo'lib, texnik toza holda 5 xil markada ishlab chiqariladi. Kimyoviy qurilmalarda, asosan M2 (99,7%) va MZ (99,5%) markalari keng miqyosda ishlatiladi.

Misning xossalari quyidagi ma'lumotlar bilan xarakterlanadi:

- zichligi -2980 kg/m^3 ;
- erish temperaturasi -1083°S ;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $-1596 - 2233 \text{ Vt/(m K)}$;
- solishtirma issiqlik sig'imi $-0,44 - 0,62 \text{ kJ/(kg K)}$;
- chiziqli kengayish koeffisienti $-16,7 - 22,3 \cdot 10^{-6} / \text{K}$.

Mis alyuminiyga o'hshab himoya qiluvchi oksid qoplama hosil qilmaydi. Shuning uchun, kislota va tuzlarga nisbatan korrozion chidamlikka ega emas. Lekin, past va kriogen temperaturalarda mustahkamligi ortib boradi. Masalan, -196°S da misning mustahkamlik chegarasi 20 dan 38 kg/mm^2 gacha ortadi.

QO'RG'OSHIN - ko'kimtir, kul rang, bolg'alanuvchan metall. Bir paytlar bu material qurilmalar qurishda katta va muhim ahamiyatga ega bo'lgan. Bunga sabab, unda tuz va sul'fat kislotaga nisbatan chidamli himoya qoplamasining hosil bo'lishidir. Lekin uning juda yumshoqligi, oson va past temperaturada erishi, katta zichligi va qimmatligi borgan sari kamroq qo'llanishiga sabab bo'lmoqda.

Hozirgi kunda uning o'rniga zamonaviy temir qotishmalar ishlatilmoqda. Sanoatda qo'rg'oshinning 6 xili CV, CO, C1, C2, CZ, C4, C5 markalari keng qo'llaniladi. Ular tarkibidagi qo'rg'oshin miqdori 99, 90-99, 95%. Qo'rg'oshin quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi $-10130 - 11350 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi -327°S ;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $-14,9 - 34,9 \text{ Vt/(m K)}$;
- solishtirma issiqlik sig'imi $-0,13 \text{ kJ/(kg K)}$;
- chiziqli kengayish koeffisienti $-(12,3 - 14,9) \cdot 10^{-6} / \text{K}$.

Qo'rg'oshinni sanoatda qo'llashda shuni nazarda tutish kerakki, uning mustahkamligi juda pastdir.

NIKEL - kumushsimon, oq metall, qiyin eriydi va havoda o'zgarmaydi. Kimyo sanoatining qurilmalari uchun (HO markali

99,99%) nikel ishlatiladi. U juda mustahkam, issiqlik va korroziyaga chidamli va yahshi texnologik xossali bo'lgani sababli mashinasozlik sohasi uchun qulay material hisoblanadi. Nikelning fizik xossalari quyidagicha:

- zichligi-8830 - 8850 kg/m³;
- erish temperaturasi-1452 °S;
- issiqlik o'tkazuvchanligi -55,0 - 56,0 Vt/(m K);
- solishtirma issiqlik sig'imi-0,575 - 0,586 kJ/(kg K);
- chiziqli kengayish koeffisienti -(18,2 - 18,3)10⁻⁶ 1/K.

TITAN - kumush rang, engil, qiyin eruvchan metall. Zichligi po'latnikidan 2 marta kam bo'lishiga qaramasdan uning mustahkamligi po'latnikiga tengdir. Titan azot, fosfor, xrom va sirka kislotalariga, nitrit, nitrat, xlorid va sul'fidlarga nisbatan kimyoviy chidamli. 200°S temperaturada gazlarni yutish qobiliyatiga ega. Titan 40%-li N₂SO₄ kislotasida qattiq korroziyaga uchraydi. Lekin, shuni unutmaslik kerakki, titandan yasalgan qurilma, po'latdan yasalganga nisbatan 8-10 barobar qimmatdir. Titan quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi - 4320 - 4500 kg/m³;
- erish temperaturasi-1710 - 1750 °S;
- issiqlik o'tkazuvchanligi- 15,1 - 19,4 Vt/(m K);
- solishtirma issiqlik sig'imi- 0,543 - 0,635 kJ/(kg K);
- chiziqli kengayish koeffisienti -(8,0 - 8,4)10⁻⁶ 1/K.

TANTAL - kul rang - oq metall. O'ta mustahkamligi va qiyin suyuluvchanligi bilan boshqa metallardan ajralib turadi. Undan tashqari, yuqori temperaturalarda, titanga nisbatan ko'proq gazlarni yutish qobiliyatiga ega. Tantal yahshi bolg'alanuvchan, shtamplashga moyil, ichki ishqalanish koeffisienti juda katta bo'lgan metallidir. U sul'fat, azot, fosfor, vodorod xlorid kislotalariga, hamda nitratlarga chidamli metallidir. Ammo, natriy va kaliy ishqorlari ta'siriga yaxshi bardosh berolmaydi.

Tantal juda ham qimmat metall va u tahminan xrom-nikelli po'latdan 100 marta qimmatdir. Albatta, uni faqat o'ta agressiv muhitli qurilmalarda, ya'ni boshqa metallar kimyoviy bardosh berolmagan hollarda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Tantal quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi -16440 - 16600 kg/m³;
- erish temperaturasi -3000°S;
- issiqlik o'tkazuvchanligi -48,0 - 100 Vt/(m K);
- solishtirma issiqlik sig'imi-0,136 - 0,2 kJ/(kg K);

- chiziqli kengayish koeffisienti-(5 - 99) 10⁻⁶ 1/K.

LATUN - mis va ruhdan iborat qotishma. Ko'p komponentli latun tarkibiga mis va ruhdan tashqari, alyuminiy, kremniy, qo'rg'oshin, nikel, temir, marganes va qalaylar kirishi mumkin.

Latun bosim ostida yahshi ishlov beriladigan, ancha mustahkam, qayishqoqligi (plastikligi) yuqori va korroziyaga chidamli qotishma. Undan tashqari, latunning elektr o'tkazuvchanligi juda yuqori. Temperatura pasayishi bilan latunning xossalari yahshi tomonga o'zgaradi. Kimyo sanoatida qurilmalar yasashda L60, L62 va L68 markali latunlar keng qo'llaniladi.

Latunlar quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi- 8500 kg/m³;
- erish temperaturasi- 940 °S;
- issiqlik o'tkazuvchanligi-105 - 116,3 Wt/(m K);
- solishtirma issiqlik sig'imi-0,385 kJ/(kg K);
- chiziqli kengayish koeffisienti-20 10⁻⁶ 1/K.

BRONZA - mis va qalaydan iborat qotishma. Ushbu kimyoviy elementlardan tashqari, uning tarkibiga kremniy, alyuminiy, berilliyalar ham kirishi mumkin.

Bronza mustahkamligi, qayishqoqligi, korroziyaga bardoshligi, antifriksion xossalari bilan ajralib turadi.

Bu material ushbu fizik xossalari bilan xarakterlanadi:

- zichligi -935 - 1140 kg/m³;
- erish temperaturasi-935 - 1140 °S;
- issiqlik o'tkazuvchanligi-32,0 - 105 Wt/(m K);
- solishtirma issiqlik sig'imi-0,385 kJ/(kg K);
- chiziqli kengayish koeffisienti -(1,5 - 1,95) 10⁻⁶ 1/K.

PLASTMASSA - yuqori korroziyon bardoshlikka va mustahkamlikka ega yangi konstruksion materialdir. Plastmassalarni ishlab chiqarish jarayonida mustahkamligini, qayishqoqligini, rangini, yumshash temperaturasini, issiqlik o'tkazuvchanligini yaxshilash va arzonlashtirish maqsadida unga plastifikator, to'ldiruvchi, rang beruvchi moddalar qo'shiladi.

Hamma plastmassalar 2 guruhga bo'linadi:

- 1) termoplastlar;
- 2) reaktoplastlar.

Termoplastlar isitilganda yumshash, sovitilganda qotish xossasiga ega va bu jarayonni bir necha marta qaytarsa bo'ladi.

Reaktoplastlar esa, isitilganda eriydi va ma'lum bir temperaturagacha qizdirilsa - qotib qoladi va qayta yumshamaydi, erimaydi.

SHISHA PLASTIKLAR - poliefir smolalar va shisha tolalaridan tashkil topgan sun'iy material. Undan yirik, o'lchamlari katta distillyasion kolonnalar, skrubberlar, omborlar, diametri 4,5 m, balandligi 6 m li idishlar yasash mumkin. Shisha plastiklar 20°S yoki undan ozgina yuqori temperaturada qizdirilsa, polimerizasiya bo'ladi.

FTOROPLAST-4. Qayishqoqligi yuqori, elektr tokni o'tkazmaydigan, issiqlikka chidamli, -200+500°S temperaturada ishlatilishi mumkin. Kimyoviy muhitlarga o'ta chidamliligi, uning yahshi xossalaridan biridir. Bu ko'rsatkich bo'yicha plastmassalar, Au, Rt, emal, maxsus qotishma va boshqa materiallardan ustundir.

Ftoroplast-4 dan har xil qalinlikdagi listlar, quvurlar, yupqa devorli silindrsimon idishlar, membranalar, sil'fonlar va boshqa turli mahsulotlar tayyorlash mumkin.

Ayniqsa, qurilmalar uchun qistirma sifatida foydalanishda unga teng keladigan material yo'qdir.

To'ldiruvchisiz plastmassalarning chidamliligi quyidagi xossalar bilan xarakterlanadi:

1. Penoplastlar past konsentrasiyali kislota, eritmalarga nisbatan chidamli. Ammo, H_2SO_4 , konsentrlangan ishqorlarga bardosh bera olmaydi;

2. Shisha plastiklar benzin, metanol, butanol, etil asetat, 10% li azot, fosfor va vodorod xlorid kislotalarga nisbatan chidamli;

3. Ftoroplastlar hamma kislota va ishqorlarga nisbatan past va yuqori temperaturalarga chidamli.

Ammo, natriy yoki kaliy, ftor va uchlamchi ftor xloridlar ta'sirida emiriladi.

Plastmassalarni metallar bilan taqqoslash shuni ko'rsatadiki, plastmassalar quyidagi afzalliklarga ega:

a) solishtirma og'irligi kichik; b) solishtirma mustahkamligi yuqori; v) texnologik xossalari yahshi; g) korrozion bardoshliligi yuqori.

III BOB. Uskunalarining yedirilishi

Kimyo va neftni qayta ishlash sanoatida amalga oshiriladigan texnologik jarayonlar parametrlarning turli-tumanligi bilan ajralib turadi. Uskunalarining ekspluatatsiya qilish sharoitlari asosan temperatura, bosim va muhitning fizik-kimyoviy xossalari orqali belgilanadi. Ishchi parametrlarining keng oralig'i ko'pincha uskunalarining ishchi hajmini to'ldirib turgan muhitning kuchli agressiv ta'sirida kuzatiladi.

Uskunalarining katta unumdorligi, yuqori darajadagi portlashga va yonishga xavfliligi, to'xtovsiz ishlashining davomiyligi kabi sharoitlarning bajarilishi, uskunalar konstruksiyalariga va ekspluatatsiya sharoitida uning holatini o'zgartirishiga qo'yiladigan qo'shimcha talablar kelib chiqadi.

Puxtalik. Uskunalarining puxtaligi deganda, ularning detal va qismlarining barcha konstruksiyalarining ishga yaroqliligi, buzulishi va muddatidan avval yaxlitligini yo'qotish ehtimollarini hisobga olmaganda, qabul qilingan parametrlar chegaralarida texnologik yo'nalishlariga to'liq mos kelishi tushuniladi.

Avvalo uskunalar puxtaligi, uskuna konstruksiyasi va ekspluatatsiya jarayonida uning qarovi orqali aniqlanadi. Puxtalikni abadiy bo'ladi deb aytib bo'lmaydi, chunki vaqt o'tishi bilan u asta-sekin kamayib boradi. Puxtalikni dastlabki holatiga qayta tiklash ta'mirlash yo'li orqali erishiladi. Navbatdagi ta'mirlash orqali uskunalarining etarli darajada puxtaligini kafolatlanmagan holatlarda ularni hisobdan chiqariladi.

Uzoq muddatga chidamlilik. Uskuna (qism, detal)larni ekspluatatsiya qilish jarayonida mumkin bo'lgan puxtalikni minimal saqlab qolish davomiyligi va qabul qilingan xizmat ko'rsatish sistemasini (ta'mirlash va qarov) uskunalarining (qism va detallarning) uzoq muddatga chidamliligi deyiladi.

Uskunalarining (qism va detallarning) uzoq muddatga chidamliligini oshirishga, ularni ekspluatatsiya sharoitlarini yaxshilash (muhitni neytrallashtirish, temperatura rejimlarini yumshatish va h.) orqali amalga oshiriladi va asosan uskunaning konstruktiv echimlarini topishda bo'lgani kabi uning tarkibiy

elementlarini ham konstruktiv echimlarini echish, ya'ni o'lchamlarini kattalashtirish (uskuna devorlari qalinligi, val diametri va h.) va yuqori sifatli konstruktiv materiallarni qo'llash orqali erishiladi.

«Uzoq muddatga chidamlilik» va «amortizatsiya muddati» tushunchalarini bir-biridan farqlay bilish kerak. Amortizatsiya muddati deganda, uskunalarni to'xtovsiz ekspluatatsiya qilish davrida uning boshlang'ich narxini qoplash vaqti tushuniladi (ta'mirlash sababli qisqa vaqt harakatsiz turib qolish yoki ishlab chiqarish sabablariga ko'ra turib qolishlar hisobga olinmaydi).

3.1.Yedirilishning asosiy turlari

Uskunalarining puxtaligining pasayishi va uzoq muddatga chidamliligining kamayishi fizik va ma'naviy yedirilish natijasida ularning holatlarini yomonlashishi bilan bog'liq.

Fizik yedirilish deganda detal va qismlar shakli va o'lchamlari yaxlitligining o'zgarishi tushuniladi. Buni ko'z bilan chamalab yoki o'lchab ko'rish va tahlil qilish bilan aniqlanadi.

Fizik yedirilishning quyidagi turlari mavjud: mexanik, korrozion va issiqlik turlari. Ba'zi bir hollarda ular alohida-alohida sodir bo'ladi, lekin kimyo va neftni qayta ishlash sanoatlarida ko'pincha ularning birgalikdagi yuzaga kelish holatlariga duch kelinadi. Turli yedirilishning mexanizmlari, ulardan kelib chiqadigan asoratlar, ularni aniqlash, ogohlantirish va oldini olish turlichadir. Shuning uchun har bir fizik yedirilishini alohida-alohida ko'rib chiqish maqsadga muvofiqdir.

Uskunalarining yillar o'tib eskirishi, ma'naviy eskirishi ularning texnik va konstruktiv ko'rsatkichlarining orqada qolish darajasiga qarab aniqlanadi. Ma'naviy yedirilish belgilari bo'lib, masalan, past unumdorlik, ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifati, foydali ish ko'effisienti, quyi puxtalik va hokazolar hisoblanadi.

Mexanik yedirilish. Mexanik yedirilish – sinish, yuzalarning eskirishi va ko'rilayotgan detalning mexanik xususiyatlari ko'rinishida ifodalanadi.

Sinish. Detalning butkul sinishi yoki unda darzlar paydo bo'lishi – ruxsat etilgan yuklamalarning ortib ketishi natijasida

(odatda konsentratsiya kuchlanishlari joylarida yoki eskirishning boshqa turlaridan kuchsizlanib qolgan kesimlarda) sodir bo'lishi mumkin. Ba'zida sinishga uskunalarni tayyorlash texnologiyalariga rioya qilmaslik ham sabab bo'ladi (sifatsiz quymalar, pokovkalar, payvandlar va h.).

Sinishga olib keladigan sabablarni, yuklamalarni chegaralash va mo'tadillash yo'li bilan oldini olish mumkin. Bundan tashqari, rejaviy kuzatishlar va nazorat o'tkaziladi, buning natijasida, yormalar va darzlar boshlang'ich bosqichdayoq aniqlanadi.

Yuzalarning yedirilishi ekspluatatsiyaning istalgan sharoitlarida va qarov vaqtlarida boshqa detal yoki muhitga tegib turgan detallarda yuzalar yedirilishi paydo bo'lishi mumkin. Yedirilishning xarakteri va o'lchami turli omillarga bog'liqdir. Bulardan asosiysi – ishqalanayotgan detal yoki muhit fizik-mexanik xususiyatlari, detallarning o'zaro ta'siri vaqtida kuzatiladigan solishtirma kuchlanishlar va harakatning nisbiy tezligi.



3.1-rasm. Ishqalanayotgan yuzalarning tutashish turlari:

a-harakat boshlangungacha, b-egrilarning egiluvchan va plastik deformatsiyalari, v-deformatsiya vaqtidagi zarrachalarning ajralishi.

Yuzalarning yedirilishi – bu kinematik juftliklarda ishqalanishlar natijasidir, shuningdek, texnologik oqim tarkibidagi qattiq chiqindilarning detal yuzasini abraziv yo'nish natijasidir.

Ishqalanish kuchi ta'siridagi yedirilish: ishqalanayotgan jismlar yuzalaridan zarrachalar ajralishi bilan boradigan material yuzasining muntazam emirilishi, bir jism zarrachalarining tutashayotgan jism yuzasiga o'tishi va material yuza qatlamlarining o'zgarishi ko'rinishida bo'ladi.

Ishqalanish natijasida yedirilishni ishqalanuvchi detallar materiallarining o'zaro mexanik, issiqlik, kimyoviy va elektr ta'siri, shuningdek, ishqalanuvchi yuzaga chetdan kirib qolgan qattiq zarrachalar ta'sirida yuzaga keladi deb qabul qilishga odatlanilgan. Bu ta'sirlar natijasida quyidagi jarayonlar vujudga keladi.

Eyilish bir-biriga jipslashgan detallarning nisbiy harakati ularning eyilishi bilan borishi mumkin. Eyilish mexanizmi ishqalanayotgan jismlarning kimyoviy, fizik-mexanik xususiyatlaridan aniqlanadigan aniq shartlarga, shuningdek ishqalanish rejimiga (kontakt yuzadagi solishtirma bosim, harakatning nisbiy tezligi va h.) bog'liq.

Ishqalanuvchi yuzalar ularning qayta ishlanishining istalgan sifatlarida g'adir-budurliklarga egadir, ya'ni qaysidir o'rta yuzaga nisbatan do'nglik va chuqurlik (3.1a-rasm). Bu yuzalarning do'ngliklari ularning o'zaro harakati natijasida silliqlanadi, bunda jarayon tezligi ishqalanayotgan jism materiali xususiyatiga va solishtirma bosimga bog'liq. Silliqlanish do'ngliklarning egiluvchanlik va plastik deformatsiyalari hisobiga bo'lishi mumkin; deformatsiyalanayotganda do'ngliklar o'sha yuzaga yonma-yon joylashgan chuqurliklarni to'ldirishi yoki yuzadan ajralib chiqib ketishi mumkin (3.1b-rasm).

Yedirilishga olib keluvchi boshqa sabablardan mustasno qilganda (amalda bu mumkin emas), ishqalanayotgan yuzalarning muntazam ishlashi natijasida ishqalanish ishi kamayadi va yedirilish jarayoni to'xtaydi. Xuddi shuning uchun ham yangi uskunalarni chiniqtirishning o'rnatilgan rejimiga amal qilish kerak, qaysiki, ishqalanayotgan detallarga berilayotgan yuklamani bir tekis va sekin-asta oshirishni nazarda tutadigan rejim.

Eyilishning yana bir sababi taxmin qilinishicha, payvandlanib biriktiriladigan alohida uchastkalaridagi yuzalarning molekulyar yaqinlashuvi hisoblanadi. Yuzalarning nisbiy harakati vaqtida payvandlangan joylar buziladi va ko'pgina zarrachalar ishqalanishi yuzasidan uzilib qoladi.

Ishqalanish vaqtida ishqalanayotgan yuzalar qizib ketadi. Buning natijasida ishlatilgan yuzalarning amorf qatlamlari ma'lum sharoitlarda yumshaydi, ishqalanayotgan yuzalar orqali ma'lum bir masofaga ko'chadi va botiqliklarga tushib qotib qoladi.

Tirnalish. Agar eyilish tutashayotgan jismlardan birining yuzasidan ma'lum miqdorda metallning bug'lanishi bilan borsa yoki bir metall yuzasida boshqa metallning paydo bo'lishi bilan borsa, tirnalish deb ataladigan jarayon paydo bo'ladi. Buning natijasida

yuzalarda chuqur ariqchalar paydo bo'ladi, bu esa keyingi intensiv tirnalish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Tirnalishning sababini ishqalanayotgan yuzalarning joyidagi mustahkam ilashishidan yoki ishqalanayotgan yuzaga yirik abraziv zarrachalar tushib qolishidan qidirish kerak. Ko'p hollarda ishqalanayotgan juftlik tirnalishi bir xil metallardan tayyorlangan detallarda kuzatiladi. Tirnalish natijasida yedirilish ishqalanayotgan yuzalarning tez ishdan chiqishiga olib keladi.

Abraziv yedirilish. Eyilish vaqtida ishqalanayotgan yuzalarga qattiq zarrachalardan tashqari ko'pgina mayda zarrachalar ham chang, qum, qurum, kuyindi ko'rinishida tushib qoladi. Ular atrof muhitdan moylovchilar bilan birga kirib qoladi yoki ma'lum ekspluatatsiya sharoitlarida hosil bo'ladi. Bu zarrachalar ta'siri sezilarli emas, agar ularning o'lchamlari moylovchi qatlam qalinligidan kam bo'lsa. Aks holda, ishqalanayotgan juftlikning eyilishi sodir bo'ladi.

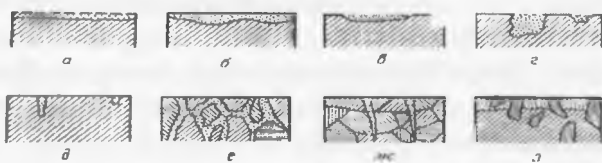
Erozion yedirilish. Uskunalarining detallari tegib turgan ko'pgina muhitlar, qattiq zarrachalardan tashkil topgan (masalan, neft va neft mahsulotlari oqimlaridagi tuzlar, qum, koks va h.). Ba'zi hollarda muhit butkul shunday zarrachalardan yoki ko'proq va kamroq yirik bo'laklardan tarkib topgan bo'ladi (masalan, katalizator, turli adsorbentlar, chang ko'rinishidagi yoki granula ko'rinishidagi tayyor mahsulot va h.). Qattiq jismlarning detalga nisbatan harakatga kelganda yuzaga tegib turgan joylarida, uning abraziv eyilishi yoki yo'nilishi kuzatiladi. Xuddi shunday yedirilish, tarkibida abraziv ulashlar bo'lmagan suyuq va bug'li oqimlar yuzalariga kuchli urilishlar vaqtida ham kuzatiladi. Ishchi muhit tomonidan ishqalanish va urilish ta'sirida sodir bo'ladigan detal yuzasining buzilishi erozion yedirilish deyiladi.

Erozion yedirilish kattaligi detal va muhit yuzalarining fizik-mexanik xususiyatlariga, kontakt yuzasidagi solishtirma bosim yoki nisbiy tezlikning urilish kuchiga muhitning o'zaro harakati xarakteriga va detal yuzasiga, shuningdek, qattiq jism o'lchamlariga bog'liq.

Toliqishdan yedirilish - uzoq muddat davomida o'zgaruvchan yuklamalar beriladigan detal yoki bir necha detallarning detal materiali mustahkamligi chegaralaridan birmuncha kichik

kuchlanishlar vaqtida sinish holatlari uchrab turadi. Bunday hollarda o'zgaruvchan kuchlanishlar deganda, o'lchamlari yoki yo'nalishi bo'yicha takror-takror o'zgarib turadigan kuchlar ta'sirida yuzaga keladigan yuklamalar tushuniladi. O'lchamlari mustahkamlik chegaralaridan kichik bo'lgan detallarning kuchlanishi ostida qisman yoki butkul buzilishi toliqishdan yedirilish deyiladi.

Korrozion yedirilish – kimyo va neftni qayta ishlash zavodlari uskuna yedirilishining ko'p tarqalgan ko'rinishidir. Uning oldini olish yoki kamaytirish ekspluatatsiya sharoitida uskunalar holatini o'zgartirmasdan ushlab turishga imkon beradi.



3.2-rasm. Korrozion yedirilishning shakllari va xarakteri.

a-bir tekis sidirg'a, b-notekis sidirg'a, v-joydagi, g-yarali, d-nuqtali, e-kristallararo, j-transkristallik, z-tarkibiy tanlangan.

Korroziya sidirg'a, joydagi, kristallararo va selektiv turlarda bo'ladi (3.2-rasm).

Korroziya deganda – kimyoviy va elektrokimyoviy jarayonlar bo'lib o'tgandan keyin metall yuzasida paydo bo'ladigan buzilishlar tushuniladi. Bu jarayonlarning mohiyati va ulardan keyingi natijalar metallning muhit bilan o'zaro ta'siridan aniqlanadi. Korroziyani metallarni turli kislotalarda maxsus eritishdan farqlay bilish kerak (texnologik jarayonning bir qismi).

Sidirg'a korroziyada detal yuzasi (qism, qurilmalar) nisbatan bir tekis ediriladi. Bir tekislik darajasiga ko'ra bir tekis sidirg'a (3.2a-rasm) va notekis sidirg'a (3.2b-rasm) korroziyalarga bo'linadi. Bir tekis korroziya tuz va kislotalarning kuchsiz kislotali eritmalardan sodir bo'ladi, shuningdek, muhitning detal yuzasi bilan kontakti uyurmasiz bo'lgan hollarda sodir bo'ladi.

Joydagi korroziyada muhit bilan yuza kontaktida buzilish butun yuza bo'ylab emas, balki alohida yuzalarinigina qamrab oladi va ularda maxalliyashadi. Bunda kraterlar va chuqurliklar hosil bo'ladi, Ularning o'sishi ochiq teshiklar paydo bo'lishiga olib keladi.

Joydagi korroziyaning turlari alohida dog'li (3.2b-rasm), yarali (3.2ж-rasm) va nuqtali (3.2d-rasm) bo'ladi. Kristallararo yoki interkristallit-korroziya – metallarning donador chegaralari bo'ylab buzilishi (3.2e-rasm). Korroziyaning bu turi xromnikelli austenit po'latlar uchun xarakterli bo'lib, ular kimyo mashinasozligida keng qo'llaniladi. Chuqur kirib boruvchi kristallararo korroziya transkristallit korroziya deyiladi (3.2ж-rasm). Bir vaqtning o'zida bitta yoki bir nechta metallni tarkibini tashkil etuvchilarni buzadigan korroziya selektiv yoki strukturaviy – tanlanuvchan korroziya deyiladi (3.2з-rasm).

Harakat mexanizmiga ko'ra kimyoviy va elektrokimyoviy korroziyalar mavjuddir.

Kimyoviy korroziyalar – metallni kimyoviy aktiv moddalarda eyilishidir (kislotalarda, ishqorlarda, tuzlarning eritmalarida va h.).

Elektr toki ta'sirida nam gaz va ishqoriy muhitda, elektrolitlarda boradigan korroziya - **elektrokimyoviy korroziya** juda keng tarqalgandir. Bunda metall ionlari elektrolit eritmalariga o'tadi. Detal yuzasini yuvib turgan muhit – elektrolit bo'lib hisoblanadi.

Ko'pgina texnologik jarayonlar vodorod olish yoki uni qo'llash bilan bog'liq; yuqori bosim va temperaturalarda u vodorodli korroziyani yuzaga keltirib, ular qurilma, truba va boshqa detallar qobiqlarining yuza qatlamlarida har xil chuqurliklarda qatlamlangan ko'rinishda paydo bo'ladi.

Er osti korroziyasi – tuproqning metallga ta'siri natijasida yuzaga keladi. Muhitning elektr o'tkazuvchanligini oshiradigan tuzlardan tarkib topgan tuproq bo'lsa, tuproqning korrozion harakati tezlashadi. Tuproq er osti suvlari sathida juda faoldir; nam er qo'zg'almas elektrolit vazifasini bajaradi. Ko'pgina hollarda tuproq korroziyasi aeratsiya vaqtida sodir bo'ladi (ya'ni kislorodning doimiy kelib turishi).

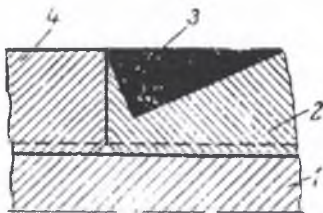
Er osti korroziyasi intensivligi, ayniqsa daydi toklar bor bo'lganda (turli elektr manbalaridan tarmoqlangan, er va er osti inshootlariga kirib boradigan toklar) sezilarli darajada oshib ketadi. Doimiy daydi toklar ko'proq xavfli hisoblanadi. O'zgaruvchan daydi toklar ta'siridagi korroziya kuchsizroq hisoblanadi. Bunday korroziya ular tramvay yo'llari yaqinidagi er osti po'lat

kommunikatsialar payvandlash maydonchalarida va elektroliz sexlarida bo'ladi.

Tuproq korroziyasining boshqacha turi – bu **biokorroziyadir** (mikrobiologik korroziya). U mikroorganizmlar tomonidan hosil qilinadi. Ko'pincha u tuproqda, ariqchalarda, dengiz va anhor sohillarida paydo bo'ladi.

Uskunalarining, truba quvurlarning, metallkonstruksiyalarning tashqi yuzalari atmosfera korroziyasiga uchraydi, ya'ni atmosfera sharoitida, oshiqcha kislorod miqdori bo'lganda metallga namlik va quruq havo o'zgaruvchan ta'siri bo'lganda yuzaga keladigan korroziya. Atmosfera korroziyasi atrof muhitdagi havo, tarkibida SO_3 , SO_2 va H_2S bo'lgan hududlarda kuchayib ketadi. Bu gazlar bilan birgalikda kislotalarni hosil qiladi. Bu kislotalar esa, metalldagi tabiiy himoya plyonkalarini buzadi va korrozion buzilishining davomiyligini ta'minlaydi. Korroziya intensivligi kontinental iqlimli hududlarda dengiz iqlimli hududlarga nisbatan kamroq. Birinchi holatda buzilish xarakteri jihatdan kimyoviy korroziyaga yaqin, ikkinchisida esa - elektrokimyoviyga.

Kimyoviy uskunalarda kontaktli korroziya ham uchraydi. U har xil holatdagi ikkita har xil yoki o'xshash metallar kontakti uchastkasida sodir bo'ladi. Bunday korroziyaning vujudga kelishi uchun metallardan birida legirlangan qo'shimcha bo'lishining o'zi kifoyadir. Kontaktli korroziyaning taqsimlanish xarakteri 3.3-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu holatda elektrokimyoviy korroziyaga ko'maklashuvchi elektrolit bo'lib, atmosfera havosidagi muhit yoki namlik xizmat qiladi.



3.3-rasm. Kontaktli korroziyaning taqsimlanish sxemasi:

1-asosiy detal, 2,4-har xil metallardan yasalgan tutashtiriluvchi detallar, 3-korroziya zonasi.

Har xil turdagi korroziyalarni ko'rib chiqish shuni ko'rsatadiki, korroziyaning intensivligini asosan metall xususiyati, uning kimyoviy tarkibi va tuzilishi, mahsulotning buzilayotgan yuzasi holati, agressiv muhit xususiyatlari, elektrolit eritmalar tarkibiy komponentlari xarakteri, aeratsiya darajasi, himoya qatlamlari hosil qilish qobiliyatini aniqlab beradi. Korrozion yedirilishning oldini olish uchun birinchi navbatda korroziya kelib chiqish sabablarini, jarayonning borish mexanizmini va korroziya hosil bo'lishi mumkin bo'lgan buzilish turlarini aniqlash kerak.

Issiqlik ta'sirida yedirilish. Kimyo va neftni qayta ishlash zavodlari uskunalarining ko'pgina qismi yuqori temperaturalarda ishlaydi. Bunday sharoitlarda kuchlanish holatida bo'lgan po'lat konstruksiyalar vaqt o'tishi bilan siljувchanlikka va relaksatsiyaga duch keladi. Bundan tashqari metall tarkibining buzulishi ham mumkin.

Siljувchanlikning paydo bo'lishi konstruktiv elementning o'zgarmas yuklama ta'sirida asta-sekin plastik deformatsiyaga uchrashida namoyon bo'ladi. Agar, kuchlanish katta bo'lmasa, vaqt o'tishi bilan bu deformatsiyalar o'sishi to'xtashi mumkin. Yuqori kuchlanishlarda deformatsiyalar mahsulot buzilgunga qadar davom etadi.

Relaksatsiya deganda – yuqori temperatura ta'sirida detaldagi o'zgarmas deformatsiya o'lchamlarida kuchlanishning o'z-o'zidan kamayishi tushuniladi. Relaksatsiyaga, ayniqsa kuchli zo'riqish holatidagi detallar (boltlar, shpilkalar, muhofaza klapanlari, prujinalari va h.) sezgirroqdir. Relaksatsiya uskunalarni germetikligini yo'qotishga va halokatlarga olib kelishi mumkin.

3.2. Yedirilish miqdorini o'lchash va nazorat qilish usullari

Korrozion buzulishni baholash uchun sifat va miqdoriy usullar qo'llaniladi.

Sifat usuli namunani ko'z bilan ko'rik o'tkazish muhit bilan yuvilib turgan yuza holatini tekshirish maqsadida mikroskop ostida tekshirib ko'rish, bu yuzalarda yoki muhitda korroziya paydo

bo'lganligini aniqlash, bo'yoq o'zgarganligini aniqlash va muhitning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganishni o'z ichiga oladi.

Miqdoriy usullar – korroziya tezligini va metallning shu ondagi mexanik xarakteristikasini aniqlashdan iborat. Korroziya tezligini og'irlik yoki hajmiy usullarda baholanadi, ya'ni uskuna metall birlik yuzasida ma'lum bir vaqt davomida (hafta, oy, yil) korroziya mahsulotlarining og'irligini yoki hajmini aniqlash yo'li bilan baholanadi. Bir qator holatlarda namuna og'irligining o'sib qolishi holi aniqlanadi. Korroziya mahsulotlarini tahlil qilib, korroziyaga uchragan detallning miqdorini belgilash mumkin. Tadqiqot qilinayotgan metallning aniq xususiyatlarini aniq baholash uchun yordam beradigan boshqa usullar ham qo'llaniladi (mexanik xususiyatlarning o'zgarishi, ajralib chiqqan vodorod yoki yutilgan kislorod miqdori va h.).

Ko'pincha korroziya kattaligi ko'rsatkichi sifatida maxsus nuqtalarda metall jarohati chuqurligi xizmat qiladi, uni maxsus asboblarda aniqlanadi.

Korroziya xarakterini va uning tezligini uskunalarni oxirgi xizmati, muddati davomida vaqti-vaqti bilan sistematik ravishda o'lchash va kuzatish yo'li bilan aniqlanadi. Ammo, bunday kuzatishlar uskunalarni tez-tez o'chirib turishni, ularni tayyorlashni, ochishni talab etadi. Bu esa, ish unumdorligining kamayishiga olib keladi. Bundan tashqari, muhitning turli uchastkalaridagi korrozion xususiyatlarini uning uskunaga ta'siri natijalaridangina ko'rinadi (ya'ni, korrozion emirilishdan keyin), bu esa, korroziyaning tarqalishini oldini olish chora-tadbirlarini o'z vaqtida amalga oshira olmaslikka olib keladi.

Zondlar yordamida to'xtovsiz nazorat qilish usuliga alohida e'tibor berish kerak. Korroziyani nazorat qilish uchun zondlar ishchi sharoitida oqimlarning agressivligini aniqlash, korroziya tezligi yuqori bo'lgan uchastkalarni belgilash imkonini beradi. Ushbu ko'rsatkichlar asosida korroziyadan himoyalalanishning ishonchliroq bo'lgan variantini tanlash mumkin, shuningdek ingibitorning va neytralizatorlarning optimal belgilangan miqdorini ham tanlash mumkin.

Zondlarning ishlash prinsipi tadqiqot o'tkazilayotgan uskuna materialidan tayyorlangan namunaning elektr qarshiligining o'zgarishini nazorat qilishga asoslangandir.

Ma'lum bir o'lchamdagi va shakldagi namunani uskuna ichidagi metall korroziyasi yoki muhit agressivlik xususiyati ko'proq tekshirilayotgan uchastkalariga joylashtiriladi. Barcha zondlar ko'rsatkichlari bitta asboblarda o'rnatilgan taxtachaga olib chiqilishi mumkin. Zondlarni o'rnatish va tayyorlash qoidalariga rioya qilinganda, shuningdek o'lchash aniqligiga amal qilinganda zondlash uskunalar korroziyasining aniq tasvirini beradi. SHuni ta'kidlash kerakki zondlash bilan bog'liq bo'lgan ishlarni yuqori malakada va maxsus xizmat orqali o'tkazish zarur.

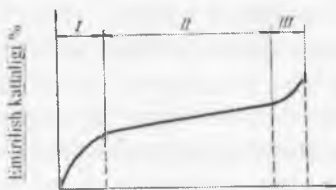
Kimyo va neftni qayta ishlash zavodlarida qo'llaniladigan nometall materialning korrozion emirilishini nazorat qilish qiyinroq. Uskunalar va truba quvurlarning konstruksion materiallarining umumiy hajmida nometall materiallarning ulushi o'sib bormoqda. Polimer materiallarning emirilishi mexanizmi metallar korroziyasidan farq qiladi va u etarli darajada o'rganilmagan. Buning qiyinchiligi shundaki, bunday materialning ishdan chiqishi, metallarda bo'ladigan fazalar ajralishi yuzasidan boshlanmaydi: polimer iviydi va tezda erib ketadi. Bu jarayonlar diffuziya hisobiga polimer material ich-ichiga tarqalib ketadi.

Mexanik emirilish kattaligi agressiv muhitga tegib turgan yuzaga perpendikulyar yo'nalishdagi detallning chiziqli o'lchamlarining kichiklashish darajasi bilan xarakterlanadi. Bunday emirilish chiziqli emirilish deyiladi.

Chiziqli emirilish kattaligi Δh ning emirilish sodir bo'lgan masofa ΔS ga nisbatini chiziqli emirilish intensivligi deyiladi, Δh ning uskuna ishdan chiqishiga ketgan vaqt $\Delta \tau$ ga nisbati esa, chiziqli emirilish tezligi deyiladi.

Har qaysi ishqalanayotgan juftlik ishida uch bosqich ko'p yoki oz aniqlikda ajraladi: ishqalanib moslashish, normal ishlash va o'sib boruvchi emirilish (3.4-rasm). Ishqalanib moslashish bosqichida emirilish kattaligining o'sishi, tutashtirilayotgan yuzalardagi notekislikning mo'tadil g'adir-budirlikka erishilguncha va kontakt maydoni doimiyligiga erishilgunga qadar silliqlash bilan tushuntiriladi. Ishqalanib moslashishning normal qoidalariga rioya

qilish zarur. Chunki bu uskunaning muddatidan ilgari ishdan chiqishini oldini olish imkonini beradi. Normal ishlash bosqichi nisbatan kamroq emirilish kattaligi va emirilishning doimiy tezligi bilan xarakterlanadi. Umumiy emirilish kattaligi ma'lum qiymatdan oshib ketsa, kuchli o'sib boruvchi emirilish bosqichi boshlanadi, bu ishqalanayotgan juftlikning butkul ishdan chiqishiga olib keladi. Uskunalarni bunday holatgacha olib bormaslik kerak; uni emirilish maksimal qiymatga etgunga qadar ta'mirlashga to'xtatib turish kerak. Bunga erishish uchun profilaktik ko'rik va ta'mirlash grafigiga qat'iy rioya qilishi kerak, bu jarayonda emirilish kattaligi xaqida aniq ko'rsatkichlarni olish mumkin.



Ish davomiyligi, s

3.4-rasm. Emirilish kattaligining birikmalar ishlash davomiyligiga bog'liqligi:

I-ishqalanib moslashish bosqichi; II-normal ishlash bosqichi; III-o'sib boruvchi emirilish bosqichi.

Emirilish kattaligini aniqlashning eng sodda va keng tarqalgan usuli – mikrometraj hisoblanadi, ya'ni detalning haqiqiy o'lchamlarini aniqlash (diametr, uzunlik, devor qalinligi, chiziqlilikdan chetlashish va h.) va ularni boshlang'ich o'lchamlar bilan solishtirish yoki tutashtirilgan detallar orasidagi tirqishni aniqlash.

Mikrometraj uchun turli uskunalar qo'llaniladi. Silliqlik o'qlarni o'lchash uchun, masalan, shtangensirkul, mikrometr, kalibrlar (skobalar), kronsirkul, vtulkalar bo'lganda – xuddi shu uskunalar ishlatiladi, faqatgina kalibrlar sifatida, tiqinlar va indikatorlar ishlatiladi. Rezbali birikmalar o'lchamlarini rezbali kalibr yordamida silindrik shesternyalarni – tish o'lchagich, shablonlar yordamida aniqlanadi. To'g'ri chiziqlilikni – indikatorlar, reysmuslar,

chizg'ichlarda tekshiriladi; podshipniklardagi tutashuvlarni – shuplarda va hokazolarda tekshiriladi.

Emirilishning umumiy kattaligini yanada aniqroq topish uchun emirilish natijasida namunaning og'irligi yo'qotishini aniqlash o'z ichiga olgan usuldan foydalaniladi. Bu usulda detallarni o'ta tozalash, yuvish va yuqori aniqlikdagi tarozilar kerak bo'ladi.

Ba'zi hollarda, agar uskuna emirilishini uning ishlab turgan vaqtida nazorat qilish talab etilsa, integral usuldan foydalaniladi. Bunda ishqalanish yuzalari emirilishi natijasida surkov moylariga o'tib qoladigan po'lat yoki cho'yan mikdorini aniqlash ko'zda tutiladi. Buning uchun mashina karteridan vaqti-vaqti bilan kimyoviy tahlil qilish uchun surkov moylar namunasi olib turiladi. Bu usul yuqori aniqlikda o'lchashga mo'ljallangan sun'iy izotoplar usuliga o'xshash. Metallga kiritilgan izotoplar, eritish jarayonida detallning emirilishi darajasida surkov moylariga o'tadi, ularning moydagi miqdorini maxsus hisoblagichda aniqlanadi.

Detall yuzasining ma'lum uchastkasidagi chiziqli emirilishni iz qo'yish usuli bilan baholash qulaydir. Tadqiqot qilinayotgan yuzaga olmos piramida yordamida kvadrat kesimli iz qilinadi. Iz qo'yish usuli metallni qattiqlikka sinash vaqtidagi usulga o'xshashdir. Izning diagonal o'lchamlari o'zgarishiga qarab qoldiq chuqurlik aniqlanadi, undan esa – emirilish kattaligi aniqlanadi. Ba'zan iz o'rniga tadqiq qilinayotgan yuzaga uch qirrali olmos keskich bilan o'tkir burchakli o'yiq kesiladi.

Normal emirilishdan tashqari, amalda ba'zan katta tezlikda emirilish deb ataluvchi emirilish ham uchrab turadi, bunda emirilish bir zumda (sinib tushish) ham sodir bo'ladi. Katta tezlikda emirilishni sodir bo'lishini mumkin qadar tez aniqlash lozim, shundagina halokat (avariya) larning oldini olgan bo'lamiz. Buning uchun tashqi kuzatishning barcha mumkin bo'lgan usullaridan va qo'l bilan seziladigan tekshiruvlardan foydalaniladi.

Tashqi kuzatish vaqtida mashina detal va qismlarning o'zaro bir-biri bilan to'g'ri joylashganligi, konstruktiv elementlarning holatlari, birikmalarning zichligi va mustahkamligi, poydevorga mahkamlanganligi va h. tekshirib ko'riladi. Qo'l bilan ushlab ko'rilganda esa ishqalanuvchi detallning temperaturasi va mashina yoki uning alohida qismlarining titrashi aniqlanadi. YUqori

temperatura va ruxsat etilmagan titrash ham boshqa sabablar qatori kuchli emirilishga asos bo'lishi mumkin.

Harakatlanayotgan detallarning singanligini, ba'zi hollarda esa yuqori emirilish borligini ularga urib ko'rilganda yoki eshitalayotgan shovqinga qarab yoki maxsus eshitish asboblari (stegoskop) orqali aniqlash mumkin. Buzilganlikni shovqinning o'zgarishidan (yoki bir tekis taqillashdan) bilish mumkin.

Yuzadagi teshiklarning borligini uni yaxshilab yuvib tozalangandan so'ng, ko'z bilan ko'rib (iloji bo'lsa lupa orqali) ko'rilgandan so'ng aniqlanadi. Bo'r eritmasi surkab aniqlash usuli ishonchli usul hisoblanadi. Tekshirilayotgan yuzani kerosin bilan ho'llab olinadi, keyin quruq qilib artiladi va spirtida eritilgan bo'r surkaladi. Spirt uchib ketgandan so'ng mel yuzasida kerosin konturlari yaqqol chiqib qoladi.

3.3. Yedirilish oldini olish usullari

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, emirilishning har bir turi, uning xarakteri va kattaligi, materialning xususiyatiga va yuzalarga ishlov berish sifatiga, detal va qismlarning konstruktiv xossalariga, emirilayotgan yuzalarga tegadigan muhit xususiyatlariga va bir-biriga tegish shartlariga ishqalanayotgan detallar xarakteriga (nisbiy harakat tezligi, solishtirma bosim); moylash usuliga va moylovchi material sifatiga va boshqalarga bog'liq. Bunday murakkab bog'liqliklarga duch kelinganda, materiallarning emirilishiga chidamliligi yoki emirilishiga qarshi kurash usullari haqida aniqlash ekspluatatsiya omillarini nazarda tutmay turib, gapirish mumkin ham emas.

Emirilishga qarshi kurash - uni keltirib chiqarayotgan sabablari avvaldan ma'lum bo'lgandagina samara beradi.

Emirilishga qarshi kurashning turli usullari mavjud: quyida kimyo mashinasozligida va kimyo va neftni qayta ishlash zavodlari uskunalarining ta'mirlash va ekspluatatsiya qilish texnikasida keng tarqalgan usullari keltirilgan.

Konstruksion materiallarni to'g'ri tanlash. Intensiv emirilishdan ogohlantiruvchi jiddiy usullar bu materialni va detal yuzalarining talab etiladigan fizik-mexanik xarakteristikalarini

ta'minlashdir. Muddatidan oldin mexanik emirilishning oldini olish uchun ishqalanuvchi yuzalar qattiq va tez-tez ishlov berilishi mumkin bo'lishi kerak.

Po'latdan yasalgan detallarga termik ishlov berish. Detaillarga va ularning yuzalari uchun kerakli xususiyatlarini ko'pincha termik ishlov berish orqali beriladi. Termik ishlov berishda detalning butkul hajmi bo'ylab bo'lgani kabi, uning qismlari (masalan, yuza qatlamlari)da ham xususiyatlarning o'zgarishiga erishish mumkin. Ko'pincha qo'llaniladigan termik ishlov berish usullari quyidagilar: kuydirib yumshatish, normallashtirish, toblash va toblab-bo'shatish.

Oxirgi vaqtda detallarni yuza bo'ylab toblash keng tarqalmoqda. Bunday toblash yuza qatlamini yuqori qattqlikka, mustahkamlikka va emirilishga chidamlilikka, shuningdek, po'latdan yasalgan detallarni yuqori toliqishga mustahkamlikka erishishga yo'l beradi. Bu toblashning oddiy hajm bo'ylab toblashdan farqi shundaki, bunda toblanayotgan qatlam chuqurligida faqat detal yuzasigina toblash temperaturasigacha qizdirilib, so'ngra tez sovitiladi.

Detailning hammasi qizib ketishini oldini olish uchun yuza qatlami tez qizdirilib tez sovitilishi shart. Qizdirish usuliga ko'ra, alangali yuza bo'ylab toblash va yuqori chastotali tok yordamida toblashga bo'linadi.

Alangali yuza bo'ylab toblashda gaz kislorodi alangasidan foydalaniladi. Yondirgich va suvli trubka bitta opravada bir-biridan ma'lum bir masofada joylashgan bo'lib, bu ularning sinxron harakatini ta'minlaydi.

Silindrik detallarni tokarlik dastgohida amalga oshirish qulaydir. Buning uchun detallar markazga mahkamlanadi, gorelka va suvli trubka esa, supportga mahkamlanadi.

Yuqori chastotali tok yordamida yuza bo'ylab toblashda jarayonning davomiyligi birmuncha qisqaradi (bir necha seksiyalargacha), unumdorlik oshadi va rostlash sharoitlari yaxshilanadi. Toblanayotgan detalni yoki detal uchastkasini induktorga joylashtiriladi. Induktor ushbu detal shakliga ega va mis trubkadan yasalgan spiraldan iborat bo'lib, bu trubka orqali katta kuch va past kuchlanishdagi o'zgaruvchan tok o'tkaziladi. Kuchli o'zgaruvchan magnit maydoni ta'sirida detaalda uyurmalangan

induktiv tok yuzaga keladi, bu tok detalning faqatgina yuzasidagina mujassamlangandir. Induktor mis trubkadan o'tayotgan suv yordamida sovitiladi.

Yuza bo'ylab toblanishdan o'tgan detallarni toblab bo'shatishga uzatiladi.

Detailarni kimyoviy-termik usullarda yuza bo'ylab mustahkamlash. Ta'mirlash texnikasida detallarni yuza bo'ylab mahkamlash uchun turli kimyoviy-termik ishlov berish usullari qo'llaniladi. Quyida ulardan asosiylari keltiriladi.

Sementitlash – bu detal yuzalarini uglerodlash (uglerodga to'yintirish) jarayonidir, bunda uglerod tarkibi yuza qatlamlarida 0,1-0,25 dan 1-1,2% gacha o'sadi. Sementitlash natijasida yuza qatlamining qattiqligi, mustahkamligi va emirilishiga chidamliligi keskin ortadi va detalning butkul toliqish mustahkamligi ham ortadi.

Qoidasiga ko'ra, sementitlangan detallar tob tashlash, ya'ni shaklini va o'lchamlarini o'zgartirishdan mustasno sharoitlarda navbatdagi termik ishlov berishdan (me'yorlashtirish, toblab bo'shatish, toblash) o'tadi.

Azotlash – po'latdan yasalgan detallarning yuza qatlamlarini azot bilan to'yintirish bo'lib, bu, ularning qattiqligini, mustahkamligini, mexanik va korrozion emirilishga qarshi bardoshliligini oshiradi. Azotlangan detallar yuqori toliqish mustahkamligi bilan xarakterlanadi, o'zgaruvchan belgili yuklamalarga qarshi mustahkam turadi. Azotlangan yuzalarni navbatdagi toblashga berish, azotlash faqatgina korrozion mustahkamlikni oshirish maqsadidagina qilinganligidan mustasno bo'lgan xollardagina amalga oshiriladi.

Sianlash – detal yuzasini uglerod va azot bilan to'yintirish, bu detalning qattiqligini, mustahkamligini, emirilishga chidamliligini va toliqish mustahkamligini oshiradi.

Alitirlash (alitirovanie) alyuminiylashning bir turi – ya'ni, po'latdan yasalgan detallarni issiqlikka bardoshliligini oshirish uchun qo'llaniladi. U detal yuza qatlamini alyuminiy bilan to'yintirishga asoslangan.

Xromlash – ko'zda tutilgan maqsad po'latdan yasalgan detallarni yuza qattiqligini, issiqlikka bardoshliligini va emirilishga

chidamliligini oshirishdir. Detal yuzasi xrom bilan tarkibida 60% metall xromi yoki ferroxrom, 37% glinozem va 3% konsentrlangan xlorid kislota bo'lgan kukunda diffuzion metallashtirish yo'li bilan to'yintiriladi. Kimyoviy-termik xromlashni detal yuzasini xrom bilan galvanik qoplashi jarayonidan farqlay bilishi kerak, bu usul umuman boshqacha texnologiya bo'yicha amalga oshiriladi.

Silitsitlash – yuqori temperaturalar sharoitida ishlaydigan po'latdan yasalgan detallar xosdir. Detailarning yuza qatlamlari kremniy bilan to'yintiriladi; 900 °S gacha qizdirilish natijasida po'latning oksidlanishga qarshiligi oshadi.

Detailarni yuza bo'ylab puxtalash orqali mustahkamlash. Sovuq holatdagi detalning plastik deformatsiyasida uning mustahkamlik xususiyatlari o'zgaradi, qattiqligi oshadi va qovushqoqligi kamayadi. Detalning mexanik emirilishiga chidamliligini oshirish uchun ularning yuzalarini mustahkamlanadi. Detalni chiniqtirish, juvalash yoki metall sharchalar oqimida ishlov berish usullari bilan amalga oshiriladi.

Juvalab chiniqtirish – silindrik va yassi, murakkab bo'lmagan shaklga ega bo'lgan detallar uchun qo'llaniladi. Dastgohlarda yoki qaytib kiruvchi harakatga keltiriluvchi detal, puxtalangan yuzalarga jipslashgan roliklar bilan chiniqtiriladi. Roliklar tokarlik yoki yo'nish dastgohlarning supportlariga mahkamlangan bo'ladi. Odatda, puxtalangan (mustahkamlangan) qatlam chuqurligi 2 mm. dan oshmaydi. Mahkamlash bilan bir vaqtda detal yuzasi yanada tozalanadi.

Metall sharchalar oqimida ishlov berish istalgan shaklli detallar uchun qo'llanilsa bo'ladi. Detal yuzasiga 3-5 minut davomida oqartirilgan cho'yandan iborat mayda pitra bilan ishlov beriladi. Bu pitrani 0,5-0,6 MPa bosim ostidagi havo oqimi orqali beriladi. Puxtalangan yuzalarni kuydirib yumshatilgandan so'ng mexanik ishlov berishga uzatilsa bo'ladi. Puxtalangan yuzalar korroziyon buzilishlarga chidamliligini yo'qotishini esdan chiqarmaslik lozim.

Detailarni qattiq qotishmalar bilan qoplash orqali emirilishga chidamliligini oshirish. Detailarning emirilishiga chidamliligini keskin oshirish uchun ularning yuzalarini quyma (VK-3, sormayt-1 va sormayt-2) va kukunsimon metallokeramik (vopar, stamenit) qattiq qotishmalarida suyultirib qoplanadi.

Sortmayt – xrom, uglerod va teirning tarkibida sezilarsiz darajada kremniy, marganets va nikeli bo'lgan qotishmasidir; u diametri 3 xil bo'lgan quyma chiviqlar yoki uzunligi 250 mm bo'lgan plastinalar ko'rinishida tayyorlanadi. Sormayt ko'pgina metallar uchun zarur bo'lgan issiqqa chidamliligi bilan xarakterlanadi.

Suyultirib qoplash quyidagicha amalga oshiriladi. Detal yetka yordamida yaltiraguncha tozalanadi, keyin uning sirti alohida qismlari yaltiroq plenka hosil bo'lganga qadar qizdiriladi; alanga zonasiga qattiq qotishmali chiviq kirgiziladi, u erib, detal yuzasini bir tekis qatlam bilan qoplaydi. Suyultirib qoplangan qatlamning qalinligi gorelka va chiviqni tegishli tezlik bilan siljitish orqali erishiladi.

Stalinit – bu ferroxrom va ferromarganetsning cho'yan qirindisi va neft koksi kukunlari bo'lgan aralashmasidir. Stalinitli suyultirib qoplash texnologiyasi shu bilan farq qiladiki, bunda detal yuzasiga toblantirilgan buraning yupqa qatlami joylashtiriladi, unga esa 5-6 mm qalinlikda kukun qatlami sepiladi, bu kukunni elektr yoyi alangasida suyultirilib olinadi. Suyultirib qoplangan qatlam qalinligi kukun qatlami qalinligidan taxminan ikki marta kichik.

Bundan tashqari, simli elektrodlar va qoplamalar, masalan temir xromli, temir marganetsli, shuningdek, trubali materiallar – maydalangan volfram karbidi bilan zichlab chegaralangan po'lat va nikel trubalari va boshqalar xam qo'llaniladi.

Qattiq qotishma bilan suyultirib qoplangan detal yuzasi, agar u qattiq qotishma bilan suyultirib qoplangan ikkinchi detal yuzasiga ishqalanayotgan bo'lsa, yoki umuman boshqa detal bilan tutashmagan bo'lsa (faqat muhit bilan tutashayotgan bo'lsa) detalning uzoqqa chidamliligini ta'minlaydi. Aksincha hollarda suyultirib qoplash samarasi hatto salbiy bo'lishi ham mumkin. Detallar ishqalanishi sharoitida somaytli suyultirib qoplash o'zini oqlaydi, erozion muhit sharoitida esa – stalinitli suyultirib qoplashlar. VK-3 dan tayyorlangan suyultirilgan qoplamalar detallarga issiqqa chidamlilikni beradi. Kerak bo'lib qolgan hollarda suyultirib qoplangan yuzalarga abraziv materiallar bilan mexanik ishlov beriladi.

Emirilishga qarshi kurashning konstruktiv chora-tadbirlari. Ko'pincha uskunalarning intensiv emirilishiga ularning u

yoki bu qismlarining konstruksiyalarini to'g'ri tanlanmagani sabab bo'ladi. Uskunalarining emirilishiga chidamlilik nuqtai nazaridan konstruktiv tarkib topmaganligini ham uning ish parametrlarini o'zgarishiga olib keladi (muhit bosimi, temperaturasi, fizik-kimyoviy xossalari) konstruksiyasi ushbu sharoitda ishlashga mos kelish kelmasligini tekshirib turishi lozim.

Harakatsiz zonalar hosil bo'lishini oldini olish. Bunday zonalar bo'lgan, agressiv muhit bilan to'ldirilgan uskunalarda korroziya hosil bo'lishi notekis aeratsiya mikrobug' hisobiga juda keskinlashadi, shuning uchun oqizib tashlash qurilmasi uskunaning eng quyi nuqtalarida joylashgan bo'lishi kerak, uskunaning o'zi esa ichini batamom evakuatsiya qilish mumkin bo'lgan qiyofaga ega bo'lishi lozim. Bunday uskunalarda shtutser patrubkasini ichkariga chiqishini yoki shtutser yoki lyukning noto'g'ri qiyaligining oldi olinishi kerak.

Uskuna devorlarida cho'kindining notekis qatlami paydo bo'lishi juda havflidir; bunday holatda korroziyani tezlatuvchi galvanik bug'lar yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun cho'kindi hosil bo'lganda uskunadan uni olib tashlash kerak, buning uchun tiqinli zonalar hosil bo'lishiga olib kelmaydigan tagliklar konstruksiyalarini qo'llash yoki maxsus qirg'ichli qurilmalarni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Qurilmani tashqi tomonidan, shuningdek, ichki qismlarida ham, masalan, tarelkalarda va rektifikatsiya kolonnasining burchaklarida qizdirish yoki sovitish uchun mo'ljallangan zmeeviklarda va g'iloflarda harakatsiz zonolari paydo bo'lishini oldini olish juda muhimdir.

Ingibitorlar yordamida korroziyon muhofazalash. Agar, muhit tarkibidan korroziyaga olib keluvchi moddalarni yo'qotsak, uskunalar korroziyasini ozginagina yoki butkul kamaytirishimiz mumkin. Buning iloji bo'lmagan hollarda agressiv muhitga korroziyani sekinlashtiruvchi, ingibitorlar deb ataluvchi maxsus moddalar qo'shiladi. Ingibitorlar metallarni kislota va ishqorlardan, shuningdek boshqa agressiv muhitlardan himoya qilishda qo'llaniladi.

Neftni qayta ishlash zavodlarida bug'latuvchi-kondensatsion va sovituvchi uskunalarni vodorod xlorid ta'sirida yuzaga keladigan korroziyadan himoyalash keng tarqalgan. Buning uchun

sovitilayotgan muhitga kaustik yoki kalsiylangan soda qo'shiladi, qurilmalar rektifikatsiya kolonnalarining yuqori qismiga esa neftni birlamchi haydash uchun ammiak beriladi.

Ingibitor miqdori qat'iy nazorat qilib turilishi lozim, chunki ortiqcha miqdorda qo'shilsa, u korroziyani sekinlashtirmasdan, aksincha tezlashtirib yuboradi. Ayniqsa, tioidiglikol va formaldegid ingibitorlari juda xavflidir. Ko'pincha, bitta metall korroziyasini sekinlashtiruvchi ingibitor, ikkinchisi uchun korrozion aktiv bo'lishi mumkin. Masalan, po'latdan yasalgan kolonnalarning korroziyasini to'xtatuvchi ammiak, kondensatorlardagi latun trubalar korroziyasini intensivlantiradi. Shuning uchun u yoki bu ingibitorni qo'llaganda barcha qurilmalar, mashinalar va truba quvurlarning muhitida o'tadigan texnologik ketma-ketliklarni nazarda tutish lozim.

Elektrokimyoviy muhofaza. Elektrokimyoviy muhofazalash korroziyani muhofazalanayotgan konstruksiyasini katodli yoki anodli qutblantirishga asoslangandir. Elektrokimyoviy muhofazalash ikki turga: katodli va protektorlilarga bo'linadi.

Katodli muhofazalash tashqi manbadan o'zgarmas tok berish orqali amalga oshiriladi. Tokning manfiy qutbini muhofazalanayotgan konstruksiyaga ulanadi, musbat qutbini esa - agressiv muhit bilan kontaktda bo'ladigan yordamchi elektrod (anodga) ulanadi. Katodli muhofazani erosti truba quvurlarida va metall konstruksiyalarida, dengiz suvlarida ishlaydigan uskunalariga, turli kimyoviy uskunalariga qo'llasa bo'ladi.

Protektorli muhofazada uskuna qobig'i muhofazalanuvchi yuzadan ko'ra manfiyroq potensialga ega bo'lgan elektrodga ulanadi. Protektor materiali sifatida rux, magniy, ml-4 va ml-5 magniy qotishmalari, alyuminiyning rux bilan birga qotishmasi va h. qo'llaniladi. Protektorlar shakllari (plastina yoki silindr), ularning o'lchamlari va soni, har bir alohida holat uchun metall markasi - muhofazalanayotgan konstruksiya o'lchamlariga, soniga va agressiv muhit xususiyatlariga bog'liq ravishda tanlanadi.

Elektrokimyoviy muhofaza - faqatgina yuqori elektr o'tkazuvchanlik bilan xarakterlanadigan muhitda ishlaydigan uskunalar uchungina xosdir.

Metall bilan qoplash. Kimyoviy uskunalarni korroziyadan muhofazalashda va mexanik emirilishga chidamliligini oshirish maqsadida ularning yuzalari korroziyaga va eroziyaga chidamli metallar bilan qoplanadi. Bu jarayon metall bilan qoplash deyiladi. Metall bilan qoplash turli usullarda amalga oshiriladi: qoplash, diffuziya, gaz fazadan kondensatsiyalash, mexanik qoplash, changlatish va h. metall bilan qoplashdan avval metall yuzasi yaltiroq holgacha tozalanadi; bunday tozalash uchun qumpurkagichlar ishlatiladi.

Purkash – metall bilan qoplashning keng tarqalgan va oson usulidir. Suyultirilgan metallni siqilgan bosim oqimida mayda zarrachalarga changlatiladi. Bu zarrachalar yuqori tezlikda (100-150 m/s) detal yuzasiga zarb bilan urilib unga yopishib qoladi. Changlantirish – maxsus asboblarda amalga oshiriladi, bunda changlatilayotgan metall (kukun yoki sim) gaz-kislorodli gorelka yoki elektr yoyi alangasida suyultiriladi, changlantirish jarayonida changlantirilayotgan mahsulotni qizdirib o'tirish uqart emas, bu esa, detalda ichki kuchlanishlar, deformatsiyalar va yoriqlar paydo bo'lishini oldini oladi.

Changlatish orqali metallni qoplashni detal yuzalarini korroziyadan saqlashda, quyish vaqtidagi defektlarni to'g'irlashda va ayniqsa – uskunalarining ishdan chiqqan detallarini qayta tiklash uchun qo'llaniladi.

Metall bilan qoplashning diffuzion usulida qoplama qatlam bilan asosiy metall orasidagi ilashishga, ularni birgalikda lozim bo'lgan temperaturagacha qizdirish yo'li orqali erishiladi. Detalni mayda (yuqori dispersli) kukun (upa) qilib taxlanadi va havo kiritilmasdan qizdiriladi. Shu usulda alitirlashni ham, ya'ni po'lat va mis detallarning yuzalarini alyuminiy bilan qoplashni ham olib boriladi.

Asosiy metallni korroziyadan saqlashning mukammal usuli bu qoplash – metall yuzasiga korroziyaga chidamli metall surtilib, keyin uni prokatlash hisoblanadi. Qisman diffuziyalanganda qoplanma qatlam asosiy metall bilan mahkam ilashib oladi. Ta'mirlash ustaxonalari sharoitida qoplashni amalga oshirish juda qiyin, shuning uchun sanoatda chiqarilayotgan bu metall tunuka material va trubalar qo'llash bilan kifoyalaniladi.

Uskunalar detallarini galvanik qoplash. Ta'mirlash texnikasida galvanik qoplashni yuzalarini korroziyadan saqlash, mexanik emirilishdan saqlash, shuningdek detallarning o'lchamlarini qayta tiklashda keng qo'llaniladi.

Qo'rg'oshinli, ruhli, kadmiyli, qalayli va nikelli qoplamalar korroziyaga chidamli hisoblanadi. Xromli, nikelli va temirli qoplamalar mexanik emirilishga qarshilikni keskin oshiradi. Xuddi shu metallar shuningdek misni detallarning o'lchamlarini qayta tiklashda foydalaniladi. Galvanik qoplamalar kichkinagina qalinlikka – odatda bir necha o'n mikrondan ko'p bo'lmagan qalinlikka ega. Galvanik qoplamalar qoplangan detallar yuzalari tashqaridan kiradigan qo'shilmalardan, metall kuyindisidan, g'adir-budurlardan obdon tozalanishi kerak, ularda havo pufakcha (rakovina) lari, chuqur o'yiqlar va h. bo'lmasligi kerak. Ishqalanayotgan bug'da ishlovchi detallar qoplanishidan oldin shliflanib, kerakli o'lchamga keltirilgan bo'lishi kerak.

Jarayon elektrolitlarda (tuzlarning, kislota va ishqorlarning suvdagi eritmalarida) yoki tuzlarning eritmalarida olib boriladi. Surkalayotgan metall anod vazifasini o'taydi, yuzasiga qoplama surilayotgan metall esa – katod vazifasini.

Metallmas qoplamalar bilan zanglashdan muhofazalash masalalari V bobda ko'rib chiqiladi.

IKKIINCHI QISM. GIDROMEXANIK JARAYONLAR VA JIHOZLAR

IV BOB. SUYUQLIK VA GAZLARNI UZATISH

4.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Neft va gazni qayta ishlash sanoatining barcha tarmoqlarida suyuqliklar, gazlar, bug'lar, plastik va sochiluvchan materiallar quvurlar yordamida uzatiladi. Suyuqlik va gazlarni uzatish uchun gidravlik mashinalar ishlatiladi. Mexanik ishni oqimning energiyasiga aylantiruvchi uskuna *gidravlik mashina* deb yuritiladi.

Gidravlik mashinaning energiyasi oqimga tezlik berishdan tashqari uzatish yo'lidagi qarshiliklarni yengish uchun ham sarf bo'ladi. Ushbu mashinalar asosan ikki guruhga bo'linadi: 1) nasoslar – suyuqliklarni uzatish uchun; 2) kompressorlar – gazlarni normal bosimdan yuqori bosimgacha siqish va ularni uzatish uchun.

Nasoslar asosan ikki turga: dinamik va hajmiy nasoslarga bo'linadi. Dinamik nasoslarda suyuqlik tashqi kuch ta'sirida harakatga keltiriladi. Nasos ichidagi suyuqlik nasosga kirish va undan chiqish quvurlari bilan uzluksiz bog'langan bo'ladi. Suyuqlikka ta'sir qiladigan kuchning turiga ko'ra dinamik nasoslar parrakli va ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan nasoslarga bo'linadi.

Parrakli nasoslar o'z navbatida markazdan qochma va propellerli (o'qli) nasoslarga bo'linadi. Markazdan qochma nasoslarda suyuqlik ish g'ildiraklarning markazidan uning chetiga qarab harakat qilsa, propellerli nasoslarda esa suyuqlik g'ildirakning o'qi yo'nalishida harakat qiladi.

Ishqalanish kuchiga asoslangan nasoslar ikki xil (uyurmaviy va oqimli) bo'ladi, Uyurmaviy va oqimli nasoslarda suyuqlik asosan ishqalanish kuchi ta'sirida harakatga keladi. Hajmiy nasoslarning ishlash prinsipi suyuqlikning ma'lum bir hajmini yopiq kameradan itarib chiqarishga asoslangan. Hajmiy nasoslar jumlasiga porshenli, plunjerli, diafragmali, tishli, plastinali va vintsimon nasoslar kiradi.

Sanoatda suyuqliklarni siqilgan gaz (yoki havo) yordamida uzatish uchun erliftlar va montejoylar ham ishlatiladi.

Quvurlarning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar

farqi quvurlardan suyuqlikning oqishi uchun harakatlantiruvchi kuch hisoblanadi. Nasos elektrdvigateldan mexanik energiya olib, uni suyuqlikning harakatlanayotgan oqim energiyasiga aylantirib, bosimni oshiradi. Xuddi suyuqliklar kabi gazlar ham bosimlar farqi bo'lgandagina uzatiladi. Siqilgan gaz bosimi P_2 ning siqilmagan gaz bosimi P_1 ga nisbati siqish darajasi deyiladi. Siqish darajasining kattaligiga qarab kompressor mashinalar quyidagi turlarga bo'linadi:

a) *ventilatorlar* ($P_2/P_1 < 1,1$) – ko'p miqdordagi gazlarni uzatish uchun foydalaniladi;

b) *gazoduvkalar* ($1,1 < P_2/P_1 < 3$) – gaz quvurlarida katta qarshilik bo'lganda ishlatiladi;

d) *kompressorlar* ($P_2/P_1 < 3$) – yuqori bosim hosil qilish uchun ishlatiladi;

e) *vakuum nasoslar* – bosimi atmosfera bosimidan past bo'lgan gazlarni so'rish uchun ishlatiladi.

Ishlash prinsipiga ko'ra kompressorlar hajmiy va parrakli bo'ladi.

Hajmiy kompressorlarda gaz bosimi uning hajmini majburiy kamaytirish hisobiga ko'payadi. Hajmiy kompressorlar jumlasiga porshenli, rotatsion va vintli kompressorlar kiradi.

Parrakli kompressorlarda gaz bosimi kompressorning g'ildiraklari aylanganida vujudga keladigan inersiya kuchlari ta'sirida ko'payadi. Ular *trubokompressorlar* ham deyiladi.

Nasoslar, ventilatorlar, gazoduvkalar, kompressorlar va vakuum nasoslardan foydalanish bir qator kattaliklar bilan xarakterlanadi: ish unumdorligi ($V \text{ m}^3/\text{s}$); bosim (H , m suyuqlik ustuni); iste'mol qiladigan quvvat (N , kVt).

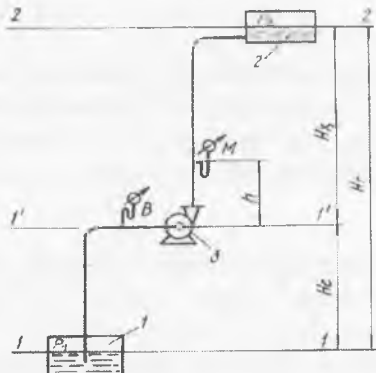
4.2. NASOS BOSIMI VA SO'RISH BALANDLIGI

Umumiy bosim. Suyuqlikni pastki idishdan (4.1-rasm) so'rish va haydash quvurlari orqali haydash uchun dvigatel nasosga zarur energiya berishi, ya'ni nasos bosimi (napor) hosil qilishi lozim.

Nasosning umumiy bosimini 4.1-rasmdagi nasos uskunasiidan aniqlash uchun so'rish va haydash quvurlari uchun Bernulli tenglamasining o'zgarishidan foydalanamiz. Buning uchun so'rish va haydash vaqtidagi ko'rsatkichlarning o'zgarishini quyidagi tartibda

aniqlaymiz:

P_1 – suyuqlik soʻrib olinayotgan idishdagi bosim; P_2 – yuqorida joylashgan idishdagi bosim; P_s, P_h – suyuqlikning nasosga kirishidagi va chiqishidagi bosimi; H_s – soʻrish balandligi; H_h – haydash balandligi; H_g – suyuqlikning geometrik koʻtarilish balandligi; h – vakuummetr va manometr oʻrnatilgan nuqtalar orasidagi vertikal masofa.



4.1- rasm. Nasosning umumiy bosimini aniqlash:

1 – suyuqlik uzatiladigan rezervuar; 2 – suyuqlikni qabul qiluvchi rezervuar; 3 – nasos; M – manometr; V – vakuummetr.

N

asosning bosimini aniqlash uchun pastki idishdagi suyuqlik balandligining tekisligiga nisbatan soʻrish vaqtidagi 1 – 1 va 1' – 1' kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = H_s + \frac{\omega_s^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + h_s \quad (4.1)$$

Xuddi shuningdek, nasos oʻqidan oʻtuvchi tekislikka nisbatan haydash vaqtidagi 1-1 va 2-2 kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$\frac{P_h}{\rho g} + \frac{\omega_h^2}{2g} = H_h + \frac{\omega_s^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + h_h, \quad (4.2)$$

bu tenglamalarda: ω_1, ω_2 – pastki va yuqorigi idishlardagi suyuqlikning tezligi; ω_s, ω_h – soʻrish va haydash quvurlaridagi suyuqlik tezligi; h_s, h_h – soʻrish va haydash quvurlaridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun ketgan bosim miqdori.

Soʻrish va haydash quvurlaridagi tezlikka nisbatan pastki va

yuqorigi idishlardagi suyuqlik tezligining o'zgarishi juda kichik bo'lib, u nolga teng ($\omega_1=0$; $\omega_2=0$).

Nasosning bosimi oqimning nasosga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g}, \quad (4.3)$$

(4.1) va (4.2) tenglamalardan ayrimlar farqini aniqlasak:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2g} + H_s + H_h + h_l + h_{fr}. \quad (4.4)$$

Bunda $\omega_s = \omega_h$, chunki haydash va so'rish quvurlarining diametri bir xil. $h_u = h_s + h_h$ quvurning umumiy gidravlik qarshiligi. Bundan tashqari, 3.1-rasmdan: $H_s + H_h = H_g$. Bu holda (3.4) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$H = H_g + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + h_{fr}. \quad (4.5)$$

Demak, nasosning umumiy bosimi suyuqlikni geometrik balandlikka ko'tarish uchun, pastki va yuqorigi idishlardagi bosimlar orasidagi farqni hamda so'rish va uzatish quvurlaridagi gidravlik qarshilikni yengish uchun sarflanadi. Agar pastki va yuqorigi idishlardagi bosim o'zaro teng bo'lsa, u holda nasosning umumiy bosimi:

$$H = H_g + h_{fr}. \quad (4.6)$$

Suyuqlik gorizontall quvurlar orqali uzatilsa ($H_g = 0$):

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + h_{fr}. \quad (4.7)$$

Xuddi shuningdek, nasosning umumiy bosimini manometr va vakuummetrning ko'rsatishi bo'yicha ham aniqlash mumkin:

$$H = \frac{P_m + P_{vak}}{\rho g} + h. \quad (4.8)$$

Shunday qilib, nasosning umumiy bosimi manometr va vakuummetrlar (uzatilayotgan suyuqlik ustuni metr hisobida) ko'rsatishlarining yig'indisi bilan asboblarning ulangan nuqtalar orasidagi vertikal masofaning (h) yig'indisiga teng.

So'rish balandligi. Pastki idishdagi suyuqlikning erkin sirtiga (4.1-rasm) atmosfera bosimi P_0 ta'sir etadi. Suyuqlik so'rish quvuri orqali balandlikka ko'tarilib, nasosning ish kamerasini to'ldirishi uchun bu kamerada siyraklanish (ya'ni vakuum) vujudga keltirish kerak. Bunda ish kamerasiga qoldiq absolyut bosim $P_s < P_0$ ta'sir

etadi. Bosimlar farqi ($P_0 - P_s$) hosil bo'lganligi sababli suyuqlik ustunining metrlarda ifodalangan bosimi $(P_0 - P_s)/\rho g$ hosil bo'ladi. Bu bosimning bir qismi suyuqlikni so'rish quvurida H balandlikka ko'tarish uchun, qolgan qismi esa suyuqlikning quvurda ω tezlik bilan harakatlanishiga yoki tezlik bosimini hosil qilish uchun va so'rilyotgan suyuqlik yo'lida uchraydigan barcha qarshiliklarni yengishga sarflanadi. U holda:

$$\frac{P_0}{\rho g} - \frac{P_s}{\rho g} = H + \frac{\omega^2}{2g} + h_s. \quad (4.9)$$

Uzatilayotgan suyuqlikning qaynab ketishini hisobga olgan holda (u doim so'rilihi uchun) so'rilihi quvurlaridagi bosim shu haroratdagi suyuqlikning to'yingan bug' bosimi P_t dan yuqori bo'lishi kerak. Bunda nasosning normal ishlashi uchun tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\frac{P_s}{\rho g} = \frac{P_0}{\rho g} - \left(H + \frac{\omega^2}{2g} + h_s \right) \geq \frac{P_t}{\rho g}.$$

Bu yerdan

$$H_s \leq \frac{P_0}{\rho g} - \left(\frac{P_t}{\rho g} + \frac{\omega^2}{2g} + h_s \right). \quad (4.10)$$

Harorat ortishi bilan suyuqlikning to'yingan bug' bosimi ham ortib, u qaynash haroratida tashqi atmosfera bosimiga tenglashadi, bu vaqtda so'rish balandligi nolga teng bo'ladi. Shuning uchun qovushoqligi yuqori va issiq suyuqliklarni uzatayotganda nasos qabul qiluvchi idishga nisbatan pastroq o'rnatilishi zarur.

Nasoslar so'rish balandligining uzatilayotgan suv harorati bilan bog'liqligi 4.1-jadvalda berilgan.

So'rish balandligining o'zgarishi

4.1-jadval

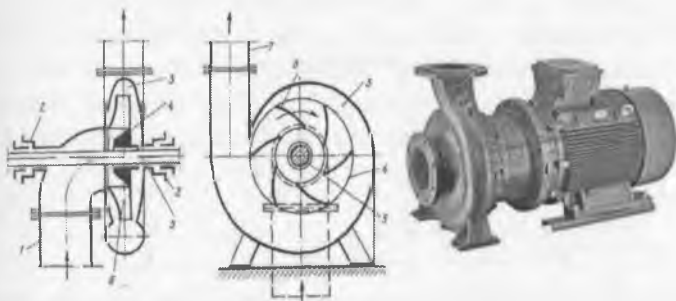
Suvning harorati, °S	0	0	0	0	0	0	5
So'rish balandligi, m							

Xuddi shuningdek, so'rish balandligini hisoblashda gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari, markazdan qochma nasoslarda kavitatsiya hodisasi, porshenli nasoslarda esa inersion kuch ta'sirida bo'ladigan bosim yo'qolishlari inobatga olinishi lozim.

4.3. Markazdan qochma nasoslar

Ishlash prinsipi. Markazdan qochma nasoslarda spiralsimon qobiq ichida parrakli ish g'ildirak joylashgan bo'ladi. Ish g'ildirakning aylanishida markazdan qochma kuch hosil bo'ladi. Bu kuch ta'sirida suyuqlikning so'rilishi va uni haydash bir me'yorda uzluksiz boradi. 4.2-rasmda markazdan qochma nasos sxemasi ko'rsatilgan. So'rish quvuri orqali ta'minlovchi idishdan ko'tarilgan suyuqlik ish g'ildirakning markaziy qismiga kiradi. So'ngra ish g'ildiragining kuraklari orasidan o'tib, nasos kamerasiga tushadi. Bu yerda markazdan qochma kuch ta'sirida hosil bo'lgan bosim suyuqlikni haydash quvuriga siqib chiqaradi. Bunda ish g'ildiragiga kirish oldida siyraklanish vujudga keladi. Kuraklar orasidagi kanallardan suyuqlik bir tekisda haydash quvuriga berilishi va suyuqlik tezligini asta-sekin kamaytirib, suyuqlik bosimini oshirish uchun qo'zgalmas qobiq spiralsimon shaklda tayyorlanadi. Suyuqlikning haydash quvurida ma'lum miqdordagi tezlik bilan oqishini ta'minlash uchun nasosning kamerasi yo'naltirgich va diffuzor kabi bir qancha moslamalardan foydalaniladi. Nasosdagi so'rilish qabul qiluvchi idishdagi suyuqlik sathiga ta'sir qiluvchi bosim bilan so'rish quvuridagi siyraklanish bosimi orasidagi farq hisobiga amalga oshadi.

Nasosning ishlashini tekshirib ko'rish uchun so'rish liniyasiga vakuummetr va haydash quvuriga esa manometr o'rnatiladi. Bundan tashqari, nasosda uzatilayotgan suyuqlikning miqdorini rostdlab turish uchun haydash quvuriga kran, ventil yoki zadviyka o'rnatiladi. Nasos qisqa muddatga to'xtatilganda, shuningdek, ish g'ildiragi suyuqlik bilan to'ldirilganda, suyuqlik tushib ketmasligi uchun so'rish quvuriga klapan o'rnatiladi.



4.2-rasm. Markazdan qochma nasos:

1 – so‘rish patrubbkasi; 2 – salnik; 3 – qobiq; 4 – ish g‘ildiragi; 5 – ish g‘ildiragining kuraklari; 6 – haydash patrubbkasi.

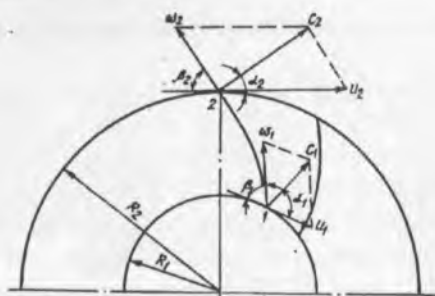
G‘ildiraklar soniga qarab markazdan qochma nasoslar bir va ko‘p bosqichli bo‘ladi. Bir bosqichli nasoslarda hosil bo‘ladigan umumiy bosim 50 metrdan (ayrim hollarda 70 metrdan) oshmaydi. Ko‘p bosqichli nasoslarda suyuqlik bir valga ketma-ket ulangan ish g‘ildiraklari orqali o‘tadi. Bunday g‘ildiraklarda bosim belgilangan miqdorlargacha asta-sekin ortib boradi. Hozirgi kunda ishlatilayotgan ko‘p bosqichli nasoslarning bosimi 20 MPa gacha boradi. Markazan qochma nasoslarning vali ham gorizontal ham vertikal joylashgan bo‘lishi mumkin.

Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari. Ish g‘ildiragining parraklari yordamida hosil bo‘lgan nazariy bosim H_b (metr hisobida) Bernulli tenglamasiga asosan quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$H_b = \frac{(U_2 C_2 \cos \alpha_2 - U_1 C_1 \cos \alpha_1)}{g}, \quad (4.11)$$

bu yerda, U – suyuqlik oqimchasing aylanma tezligi; C – g‘ildirak kanalidagi suyuqlikning absolyut tezligi, bu tezlik U va W tezliklarining geometrik yig‘indisi hisoblanadi (3.3-rasm); W – suyuqlikning nisbiy tezligi; α – suyuqlikning ish g‘ildiragini parragiga kirish burchagi; 1 va 2 ko‘rsatkichlar suyuqlikning kanalga kirishi va undan chiqishini belgilaydi.

(4.11) ifoda *Eyler* tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, markazdan qochma mashinalarning *asosiy tenglamasi* deb yuritiladi.



4.3-rasm. Markazdan qochma nasos ish g'ildiragi kanallaridagi suyuqlik harakatining chizmasi.

Maksimal qiymatdagi bosim olish uchun suyuqlik g'ildirakning parragiga $\alpha = 90^\circ$ burchak bilan, ya'ni radial yo'nalishda berilishi kerak. Bunday sharoitda (4.11) tenglama soddalashadi, chunki $\cos 90^\circ = 0$:

$$H_b = \frac{U_2 C_2 \cos \alpha_2}{g} \quad (4.12)$$

Nasos g'ildiragining ichidagi gidravlik qarshilikni yengish uchun va egri chiziqli kanalda suyuqlik oqimchalari traektoriyalarining har xil bo'lishligi sababli, haqiqiy bosim nazariy bosimga nisbatan doimo kam bo'ladi:

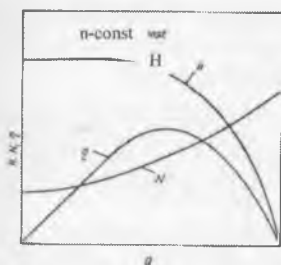
$$H = H_p \eta_r \eta_u \quad (4.13)$$

bu yerda, η_r - nasosning tuzilishi va o'lchamlariga bog'liq bo'lgan gidravlik foydali ish koeffitsiyenti ($\eta_r = 0,7 \div 0,9$); η_u - parraklarning soniga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent ($\eta_u = 0,56 \div 0,84$), o'rta hisobda $\eta_u = 0,8$).

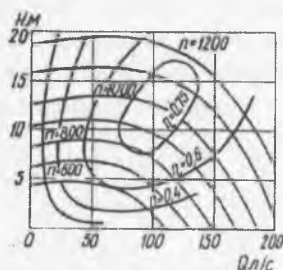
Gidravlik foydali ish koeffitsiyenti va nazariy bosimning qiymati parraklarning qiyalik burchagi β_2 va uning shakliga ham bog'liq bo'ladi (3.3-rasm). Orqa tomonga egilgan ($\beta_2 < 90^\circ$) parraklarning gidravlik qarshiligi kam bo'ladi. Odatda turli markazdan qochma nasoslar uchun $\beta_2 = 14 \div 60^\circ$, $\beta_1 = 20 \div 40^\circ$ bo'ladi, bunday sharoitda suyuqlik nasosga zarbasiz kiradi va bir tekisda chiqadi.

Ish g'ildirakning aylanishlar soni n o'zgarmas bo'lganda nasos ish unumdorligi Q ning bosim H , nasosning o'z quvvati N va foydali ish koeffitsiyenti η bilan grafik usuldagi bog'liqligi nasoslarning

xarakteristikalari deb yuritiladi (4.4- rasm). Bunday grafik bog'liqliklar markazdan qochma nasoslarni tekshirish paytida tuziladi. Bunda haydash liniyasidagi zadvijskaning ochilishi har xil qilib olinadi. Zadvijska berk bo'lganda (ya'ni $Q = 0$) nasos oladigan minimal quvvat uning salt ishlashiga mos keladi.



4.4-rasm. Markazdan qochma nasosning ish xarakteristikasi.



4.5-rasm. Markazdan qochma nasosning universal xarakteristikasi.

Bunday sharoitda foydali ish koeffitsiyenti ham $\eta = 0$ bo'ladi, chunki nasos suyuqlikni uzatishga oid foydali ish bajarmaydi, salt ishlash quvvati esa nasosdagi barcha ishqalanishlar (podshipniklardagi va o'q zichlagichlaridagi ishqalanishlar, nasos qobig'ini to'ldiruvchi suyuqlikning nasos parragiga ishqalanishi va boshqalar) ta'sirida vujudga keladigan mexanik isroflarni qoplashga sarflanadi.

Ish unumdorligini zadvijskani ochish bilan ko'paytirsak, nasosning bosimi kamayib, nasos oladigan quvvat ortib boradi va foydali ish koeffitsiyenti maksimal qiymatga ega bo'ladi. Bu hol shuni ko'rsatadiki, aylanish g'ildiragining tezligi o'zgarmas bo'lganda, nasosning xarakteristikasidan foydalanib energiyadan eng tejimli foydalanish rejimini topish mumkin.

Nasosning turli rejimda ishlash qobiliyatini universal xarakteristikadan aniqlash qulay. Ish g'ildiragining aylanish soni (n ayl/min) har xil bo'lganda bosim (H , m), foydali ish koeffitsiyenti (η , %) va ish unumdorligi (Q , m^3/s) o'rtasidagi bog'liqlik nasosning universal xarakteristikasi deb ataladi (4.5-rasm)

Bunday xarakteristikani hosil qilish uchun turli aylanish soni ($\eta_1, \eta_2, \eta_3 \dots$) da Q uchun xarakteristika tuzamiz. So'ngra bu

xarakteristikalarda biror foydali ish koeffitsiyentiga tegishli nuqtalarni ajratamiz (4.5- rasmdan ko'rinadiki, bitta foydali ish koeffitsiyentining qiymati uchun ikkita bosim miqdori to'g'ri keladi). Bu nuqtalarni tutash chiziq bilan birlashtiramiz. Shu ishni bir qancha η ($\eta_1, \eta_2, \eta_3 \dots$) lar uchun takrorlab, bir qancha tutash chiziqlar olamiz. Bu chiziqlar bilan chegaralangan sohada η chiziqdagi qiymatdan kichik bo'lmaydi. 0-85 % chizig'i berilgan aylanish sonlarida maksimal η ga to'g'ri keladi.

Universal xarakteristikadan foydalanib, nasosning (maksimal η ga tegishli) ishlash chegarasini topish va uning ishlashi uchun eng qulay rejim tanlash mumkin. Nasoslarning xarakteristikalari tegishli kataloglarda keltiriladi.

Nasos dvigatelining iste'mol qiladigan quvvati (N , kVt) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$N = \frac{Q\rho gH}{10^3 \eta}, \quad (4.14)$$

bu yerda, Q - nasosning hajmiy ish unumdorligi, m^3/s ; ρ - uzatilayotgan suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; H - nasosda hosil bo'lgan bosim, m suyuqlik ustuni; η - nasos uskunasiining umumiy foydali ish koeffitsiyenti.

Nasos uskunasiini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvatni aniqlashda quvvatning zahira koeffitsiyenti hisobga olinadi:

$$N_{zm} = \beta N. \quad (4.15)$$

bu yerda, β - quvvatning zahira koeffitsiyenti.

Quvvatning zahira koeffitsiyenti N ning qiymatiga ko'ra tanlab olinadi (4.2- jadval).

Quvvat zahira koeffitsiyentining qiymatlari

4.2-jadval

Nasos dvigatelining iste'mol qiladigan quvvati, kVt	1	1,5	5-50	50
Quvvatning zahira koeffitsiyenti	2-1,5	1,5-1,2	1,2-1,15	1,1

Mutanosiblik qonuni. G'ildirakning aylanishlar chastotasi o'zgarganda nasosning ish unumdorligi, bosimi va nasos iste'mol qiladigan quvvat o'zgaradi. G'ildirakning bir daqiqadagi maksimal aylanishlar chastotasi n_1 dan n_2 ga qadar oshirilsa, nasosning ish

unumdorligi Q_2 ham Q_1 ish unumdorligiga nisbatan mutanosib ravishda ortadi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}. \quad (4.16)$$

Suyuqlikning tegishli H_1 va H_2 bosimlari aylanishlar chastotasining kvadratlari nisbatiga mutanosib:

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2. \quad (4.17)$$

Nasos iste'mol qiladigan quvvat N suyuqlik sarfi Q ning suyuqlik bosimi N ga ko'paytmasiga mutanosib bo'lganligi sababli, g'ildirakning bir daqiqadagi aylanishlar chastotasi turlicha bo'lgandagi nasosning oladigan quvvati N_1 va N_2 bir daqiqadagi aylanishlar chastotasining kublari nisbatiga mutanosib bo'ladi:

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3. \quad (4.18)$$

Demak, nasos g'ildiragining aylanishlar chastotasi ortishi bilan uning ish unumdorligi birinchi darajada, talab qilinadigan quvvat esa uchinchi darajada oshadi. Ammo amalda mutanosiblik qonuni g'ildirak aylanishlar chastotasining ikki martadan kam o'zgargan sharoitdagina o'z kuchini saqlaydi.

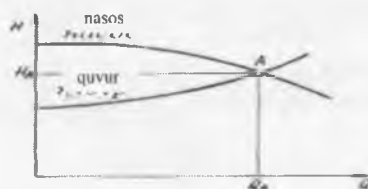
Kavitatsiya hodisasi. Nasos g'ildiragining tez aylanishida va issiq suyuqliklar markazdan qochma nasoslar yordamida uzatilganda *kavitatsiya hodisasi* yuz beradi. Bu vaqtda nasosdagi suyuqlik tez bug'lanadi. Hosil bo'lgan bug' suyuqlik bilan yuqori bosimli zonaga o'tib tezda kondensatsiyalanadi. Natijada nasos qobig'ida katta bo'shliq hosil bo'ladi, nasos qattiq silkinadi va taqillab ishlaydi. Nasos kavitatsiya rejimida ko'proq ishlasa, u tezda buziladi. Shuning uchun harorati yuqori bo'lgan suyuqliklarni uzatayotganda bu hodisa qo'shimcha kavitatsion koeffitsiyent bilan hisobga olinishi kerak.

Kavitatsiya oqibatida nasosning ish unumdorligi, bosimi va foydali ish koeffitsiyenti kamayadi. Kavitatsiya hodisasining oldini olish uchun ish g'ildiragining aylanish sonini kamaytirish kerak. Kavitatsiya ta'sirida nasos so'rish balandligining kamayishi (yoki kavitatsion koeffitsiyent) ni quyidagi tenglama orqali aniqlasa bo'ladi:

$$h_{kav} = 0,00125(Q_n^2)^{0,67}. \quad (4.19)$$

(4.19) tenglamadan ko'rinib turibdiki, kavitatsion koeffitsiyentning qiymati nasosning ish unumdorligi va aylanish chastotasining soniga bog'liq ekan.

Nasosning ish nuqtasi. Nasosni tanlashda suyuqlik uzatilayotgan quvurlarning yoki sistema tarmoqlarining xarakteristikalari e'tiborga olinadi. Quvurlarning xarakteristikasi suyuqlik sarfi bilan uning quvurlaridagi harakati uchun kerak bo'ladigan bosim orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.



4.6-rasm. Nasos va quvurning o'zaro bog'lanish xarakteristikasi.

Nasos va quvurning o'zaro bog'lanish xarakteristikasi 4.6-rasmda ko'rsatilgan. Ikkala xarakteristikaning kesishgan nuqtasi A nasosning ish nuqtasi deyiladi. Bu nuqtada nasos shu quvur tarmog'ida eng yuqori unumdorlikka ega bo'ladi. Bundan ham yuqoriroq unumdorlikka erishish uchun g'ildiraklarning aylanishlar chastotasini ko'paytirish yoki quvurdagi gidravlik qarshiliklarni kamaytirish kerak. Bu vaqtda nasosning ish nuqtasi nasos xarakteristikasining grafigida o'ng tomonga suriladi. Tanlangan nasosning ish nuqtasi talab qilinadigan unumdorlik va bosimga mos bo'lishi zarur.

4.6-rasmdan ma'lumki, berilgan quvur uchun nasosning ish unumdorligi Q_A va bosimi esa H_A ga teng bo'ladi. Agar Q_A ning qiymati oshirilsa, quvurning gidravlik qarshiligi ko'payib ketadi va natijada Q ning miqdori kamayadi.

Markazdan qochma nasoslarni boshqarish. Nasoslarning ish unumdorligini ularning aylanish chastotasini o'zgartirish yo'li bilan boshqarish mumkin. Ammo bu usuldan o'zgaruvchan tok bilan ishlaydigan asinxron elektr dvigatel bo'lganda foydalanish mumkin emas. Amaliyotda nasosning ish unumdorligi haydash quvurida o'rnatilgan zadviyka yordamida o'zgartiriladi. Markazdan qochma

nasoslar o'zini-o'zi boshqarish qobiliyatiga ega, ya'ni haydash quvuridagi qarshiliklarning ko'payib yoki kamayishiga ko'ra, ularning ish rejimlari o'zgarib boradi.

Nasoslarning ish unumdorligini oshirish uchun ularni parallel, agar bosimini ko'tarish kerak bo'lsa (ayniqsa, Q ning qiymati kam bo'lganda), - ketma-ket ulash maqsadga muvofiq bo'ladi. Kamchiligi: nasosni ishlatish uchun oldindan ish g'ildiraklarini suyuqlik bilan to'ldirish kerak, foydali ish koeffitsiyenti yuqori emas ($\eta = 0,6 \div 0,7$). Markazdan qochma nasoslar bir qator afzalliklarga ega: 1) mustahkam va uzoq vaqt ishlatish mumkin; 2) suyuqlik uzluksiz va bir me'yorda uzatiladi; 3) ish unumdorligi yuqori; 4) ishlatish qulay; 5) vazni yengil va o'lchamlari kichkina; 6) porshenli nasoslarga nisbatan arzon; 7) hamma qismlari quyma shaklda oddiy tayyorlangan; 8) unumdorligini haydash quvuridagi siljituvchi mexanizm yordamida o'zgartirish mumkin. Ana shu afzalliklar sababli markazdan qochma nasoslar sanoatning barcha tarmoqlarida ishlatiladi.

4.4. PORSHENLI NASOSLAR

Ishlash prinsipi. Porshenli nasoslarda suyuqlik haydash quvuriga ilgarilama-qaytma harakat qiluvchi mexanizmlar orqali uzatiladi. Porshenli nasoslar vositasida har qanday qovushoqlikdagi suyuqliklarni uzatish mumkin. Porshenli nasoslardan oz miqdordagi suyuqliklarni yuqori bosimda uzatishda va suyuqlik sarfi o'zgarmas bo'lib, bosim keskin o'zgaradigan hollarda foydalanish qulay. Bu nasoslarda porshen nasos qobig'ida gorizontaal va vertikal holatda joylashgan bo'lishi mumkin. Ishlash prinsipiga ko'ra porshenli nasoslar oddiy, ikki bosqichli va ko'p bosqichli bo'ladi.

Porshen suyuqlikni faqat old tomoni bilan siqib chiqaradigan nasos *oddiy* - *bir tomonlama ishlaydigan nasos* deyiladi. Agar nasos silindrida porshenning ikkala tomonida joylashgan ish kamerasi bo'lsa va porshen ulardan suyuqlikni ketma-ket siqib chiqarsa, bunday nasos ikki bosqichli yoki ikki tomonlama ishlaydigan nasos deyiladi. Oddiy porshenli nasosning ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz (4.7-rasm). Nasos porsheni so'rish jarayonida o'ng tomonga harakat qilganda ish kamerasining hajmi kattalashadi. Undagi bosim esa kamayadi va atmosfera bosimidan kichik bo'lib qoladi. Pastki rezervuardagi (nasos suyuqlikni so'rib oladigan

idishdagi) suyuqlikning erkin sirti atmosfera bosimi P ta'sirida bo'ladi. Atmosfera bosimi bilan pasaytirilgan bosim P_s orasidagi farq ta'sirida silindrning ish kamerasida siyraklanish vujudga keladi va suyuqlik rezervuardan so'rish quvuri bo'ylab silindrga ko'tariladi hamda so'rish klapanini ochib, nasosning ish kamerasi bo'shlig'ini to'ldiradi. Porshen o'ng chekka holatni egallagach, suyuqlik ish kamerasini to'ldiradi va so'rish klapanini berkitadi. Porshenning chapdan o'ngga tomon teskari harakatida porshen va ish kamerasi bo'shlig'ini to'ldiruvchi suyuqlikka bosim beradi va uni haydash klapani orqali uzatish quvuriga chiqarib beradi.

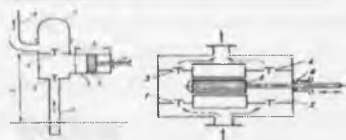
Suyuqlikning harakat tezligi va bosimlarning pulsatsiyalanishini tenglashtirish hamda suyuqlikning so'rish va haydash quvurlarida bir me'yorda tekis oqishini ta'minlash uchun nasosga maxsus uskuna (havo qalpoqchalari) o'rnatiladi.

4.8-rasmda ikki tomonlama ishlaydigan gorizontal plunjerli nasosning sxemasi ko'rsatilgan. Bunday nasos silindrining ikkala tomonida so'rish hamda haydash klapanlari bo'lgan ikkita mustaqil ish kamerasi bor. Plunjer o'ng tomonga qarab harakatlanganida suyuqlik klapan orqali chap kameraga so'riladi. Bir vaqtning o'zida plunjer ikkinchi o'ng kameradan suyuqlikni klapan orqali siqib chiqaradi. Plunjer chap tomonga qarab harakatlanganida o'ng kamerada so'rilish, chap kamerada esa haydaliş jarayonlari yuz beradi.



4.7- rasm. Porshenli nasos:

- 1—silindr; 2 — porshen; 3 — so'rish; 4—haydash klapani;
- 5—plunjer; 6—salnik; 7 — havo qalpoqchasi.



4.8-rasm. Ikki tomonlama ishlaydigan plunjerli nasos:

- 1, 2 — so'ruvchi klapanlar;
- 3, 4—uzatuvchi klapanlar;
- 5 — so'rish quvuri; 6—salnik.

Porshenli nasoslarda silindr orasidan suyuqlik siqib chiqmasligi uchun porshenning yon sirtiga metall yoki rezinadan ishlangan zichlash halqalari o'rnatiladi: ular silindrning ichki devoriga zich yopishib turadi. Plunjer esa zichlash halqalariga ega emas va uzunligining diametriga nisbati ancha katta bo'ladi. Plunjerli nasoslarda silindrning ichki yuzasi juda silliq bo'lishi shart

emas. Plunjerli nasoslar yordamida ifloslangan va qovushoqligi ko'p bo'lgan suyuqliklarni uzatish uchun va yuqori bosimlar hosil qilish uchun ishlatiladi.

Porshenli nasoslarning turlari. Valning aylanish soniga ko'ra porshenli nasoslar uch turga bo'linadi: sekin ishlaydigan (40–60 ayl/min); normal ishlaydigan ($n = 60\text{--}120$ ayl/min); tez ishlaydigan ($n = 120\text{--}180$ ayl/min va undan ko'p). Ish unumdorligining qiymatiga ko'ra porshenli nasoslar uch xil bo'ladi: kichik ($Q < 15 \text{ m}^3/\text{soat}$); o'rta ($Q = 15\text{--}60 \text{ m}^3/\text{soat}$); katta ($60 < Q < 150 \text{ m}^3/\text{soat}$). Bosimning qiymatiga ko'ra ham porshenli nasoslar uch turga bo'linadi: past bosimli ($P < 1 \text{ MPa}$); o'rtacha bosimli ($P = 1\text{--}2 \text{ MPa}$); yuqori bosimli ($P > 2 \text{ MPa}$).

Nasosning ish unumdorligi. Porshenning bir marta borib kelish vaqti birligi ichida nasos uzatib bergan suyuqlik miqdori *porshenli nasosning ish unumdorligi yoki boshqacha aytganda, uzatilishi* deyiladi.

Bir tomonlama ishlaydigan porshenli nasosning o'rtacha nazariy ish unumdorligi (Q , m^3/s) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = FS_n, \quad (4.20)$$

bu yerda, F – porshenning (yoki plunjerning) ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ; S – porshen yo'li, m ; n – krivoship – shatunli mexanizmning aylanish chastotasi, ayl/s.

Ikki tomonlama ishlaydigan porshenli nasosning o'rtacha nazariy ish unumdorligi:

$$Q = [FS + (F - f)S]n = (2F - f)S_n,$$

bu yerda, f – shtok ko'ndalang kesimining yuzasi, m^2 .

Shtok ko'ndalang kesimining yuzasi $2F$ ga nisbatan ancha kichikligini hisobga olib, quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$Q = 2FS_n. \quad (4.21)$$

Porshenli nasosning haqiqiy ish unumdorligi Q_h nazariy ish unumdorlikka nisbatan kam bo'ladi. Oddiy bir bosqichli porshenli nasos uchun:

$$Q_h = \eta_u FS_n, \quad (4.22)$$

bu yerda, η_u – uzatish koeffitsiyenti.

Uzatish koeffitsiyenti suyuqlikning nasosdan klapanlar va

boshqa zichmas joylar orqali sizib chiqishini, shuningdek, kameraga haydalayotgan suyuqlik bilan havo o'tib, uning to'ldirilishini kamaytirishni hisobga oladi. Bu koeffitsiyentning qiymati o'rta hisobda $0,8 \div 0,9$ oralig'ida o'zgaradi. Ikki bosqichli porshenli nasos uchun:

$$Q_h = 2\eta_v FSn. \quad (4.23)$$

Ko'p bosqichli nasoslar uchun:

$$Q_h = i\eta_v FSn. \quad (4.24)$$

Agar valning aylanish chastotasi ayl/min bo'yicha berilgan bo'lsa, u holda:

$$Q_h = 60i\eta_v FSn. \quad (4.25)$$

Porshenli nasoslar quyidagi afzalliklarga ega: ish unumdorligi yuzaga chiqayotgan bosimga bog'liq emas; yuqori bosimda ishlashi mumkin; oz miqdordagi suyuqliklarni katta bosim bilan uzatish imkoniyati bor; foydali ish koeffitsiyenti yuqori ($0,64 \div 0,9$). Shu bilan birga porshenli nasoslar ayrim kamchiliklarga ham ega: konstruksiyasi qo'pol va ko'p joyni egallaydi. Porshenning ilgari lama qaytma harakati sababli og'ir fundament talab qiladi; ta'mirlash talab qiluvchi bir necha klapanlarning bo'lishligi; so'rish va uzatish jarayonlari bir me'yorda bormaydi.

4.5. BOSHQA TURDAGI NASOSLAR

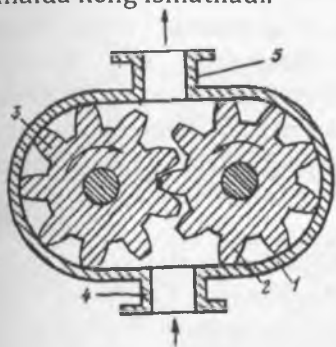
Ishlab chiqarishda suyuqliklarni uzatish uchun markazdan qochma va porshenli nasoslardan tashqari maxsus nasoslar ham ishlatiladi. Maxsus nasoslar qovushoqligi yuqori bo'lgan, juda ifloslangan, chuqur quduqdagi suyuqliklarni uzatish uchun qo'llaniladi. Maxsus nasoslar sifatida rotorli (tishli, plastinali, vintli), uyurmali, oqimli, propellerli nasoslar, liftlar va montejoylar ishlatiladi.

Qovushoqligi juda yuqori, ifloslangan va uzatilishi qiyin bo'lgan suyuqliklarni uzatish uchun rotorli nasoslardan foydalaniladi. Bu nasoslarda suyuqlik aylanuvchi mexanizmlar harakati vositasida uzatiladi. Rotorli nasoslar porshenli nasoslardan klapan va havo qalpoqchalarining yo'qligi bilan farqlanadi.

Tishli (shesternyali) nasoslar. Sanoatda ko'pincha tishli nasoslar ishlatiladi. Nasos qobig'ida o'zaro ilashgan holatdagi uzluksiz aylanib turuvchi shesternyalar jufti joylashgan (4.9-rasm). Shesternyalar aylanganida bir shesternyaning har qaysi tishi

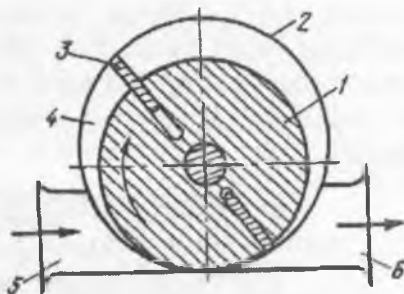
ilashgan holatdan chiqib, ikkinchi shesternyaning chuqurchasidagi tegishli hajmni bo'shatadi. Yig'gich rezervuaridagi atmosfera bosimi ta'sirida suyuqlik bo'shagan hajmga so'riladi. Shesternyalarning keyingi aylanishida tishlar orasidagi suyuqlik tishlar bilan birgalikda so'rish sohasidan haydash sohasiga o'tadi.

Shesternyalarning tishlari yana qaytadan ilashgan paytda ikkala shesternyaning tishlari orasidagi chuqurchalarni to'ldirgan suyuqlik siqib chiqariladi va haydash quvuriga o'tadi. Shesternyali nasoslar katta aylanishlar chastotasida (3000 ayl/min gacha) ishlay oladi, shuning uchun ularni tez aylanadigan dvigatelning valiga bevosita ulash mumkin. Ular tuzilishining soddaligi, ishonchli ishlashi, o'lchamlarining kichikligi va arzonligi bilan boshqa nasoslardan ajralib turadi. Shuning uchun shesternyali nasoslar amalda keng ishlatiladi.



4.9- rasm. Shesternyali nasos:

1-qobiq; 2, 3-bir-biriga ilashgan tishli shesternyalar; 4 - so'ruvchi patrubka; 5 - haydash patrubka.



4.10- rasm. Plastinkali nasos:

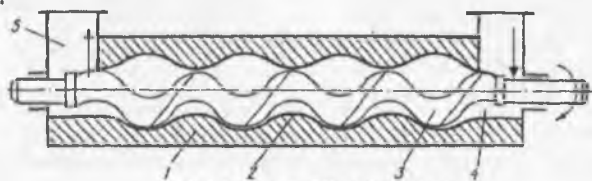
1 - rotor; 2 - qobiq; 3 - plastinalar; 4 - bo'shliq; 5 - so'ruvchi patrubka; 6 - uzatuvchi patrubkasi.

Plastinali nasoslar. Bu nasoslarning ham ishlash prinsipi porshenli nasoslar kabi ish bo'shlig'i hajmining kamayishiga asoslangan. Bu nasos katta silindrdan iborat bo'lib, uning kengligi bo'yicha eksentrik ravishda rotor joilashgan (4.10-rasm). Silindrning ichidagi qobiqqa to'g'ri burchakli plastinalar o'rnatilgan. Rotorning aylanishi natijasida bu plastinalar markazdan qochma kuch ta'sirida silindrning ichki yuzasiga mahkam zichlanib, o'roqsimon ish bo'shlig'ini qobiq va rotor orasidagi kameralar

ajratib turadi.

Plastinalar so'ruvchi patrubbkadan nasosning vertikal o'qiga tomon harakatlanganda har bir kameraning hajmi kengayadi, natijada kamerada siyraklanish hosil bo'lib, so'rish patrubbkasi orqali suyuqlik so'riladi. Plastinalar vertikal o'qdan rotor yo'nalishi bo'yicha aylanma harakat qilganda kameralarning hajmi kichiklashadi va suyuqlik nasosdan siqib chiqarilib, uzatish quvuriga beriladi. Rotor aylanishi natijasida plastinalar vertikal o'qqa tomon harakatlanganda jarayon yana takrorlanadi. Plastinali rotorli nasoslar toza holdagi, qovushoqligi yuqori bo'lgan suyuqliklarni uzatish uchun ishlatiladi.

Vintli nasoslar. Bu nasoslar shesternyali nasoslar singari ishlaydi. Suyuqlik so'rish sohasidan vint o'yiqlarining o'lchamlari o'rtasidagi oraliqqa kiradi va vintlarning aylanish o'qi yo'nalishi bo'yicha haydash sohasiga o'tadi (4.11-rasm). Vintli nasos suyuqlikni bir me'yorda uzatadi. Nasosning vali bevosita dvigatelning valiga biriktiriladi. Uzatilayotgan suyuqlik miqdorini oshirish uchun ikki va uch vintli nasoslar ishlatiladi. Bu nasoslar ham qovushoqligi yuqori bo'lgan suyuqliklarni uzatish uchun ishlatiladi.



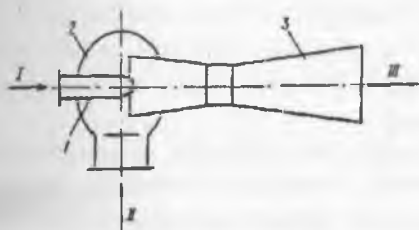
4.11-rasm. Vintli nasos:

1-qobiq; 2-silindr; 3-vint; 4-so'rish bo'shlig'i; 5-haydash patrubbkasi.

Ingichka oqimli nasoslar. Bunday nasoslarda suyuqliklarni uzatish uchun ish muhiti sifatida - suyuqliklar, gaz va bug' ishlatiladi. Ingichka oqimli nasoslardan uzatilayotgan suyuqliklarni gaz, bug' va kondensat bilan aralashib ketishi mumkin bo'lgan holatlardagina foydalaniladi. Ushbu nasoslar suyuqliklarni haydash uchun ishlatilsa *injektor*, ularni so'rib olish maqsadida ishlatilsa *ejektor* deb ataladi. Ingichka oqimli nasosning sxemasi 4.12-rasmda ko'rsatilgan. Ish suyuqligi torayib boruvchi soplodan o'tayotganida

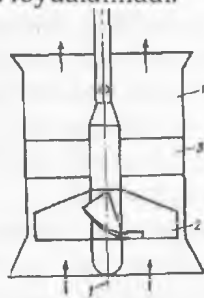
bosimning bir qismini yo'qotadi va natijada tezligi ortadi. Soplodan chiqish oldida ish suyuqligining oqimi atrofida siyraklashgan bosim vujudga keladi, quvur orqali haydalayotgan suyuqlik so'rish quvuri yordamida aralashtirgich kamerasiga so'riladi va ish suyuqligi bilan aralashadi. Shu yo'sinda olingan aralashma diffuzorga yuboriladi. U yerda suyuqlikning tezligi kamayadi, bosim ortib haydash quvuriga o'tadi.

Ingichka oqimli nasoslarning tuzilishi sodda, ularda harakatlantiruvchi detallarning yo'qligi bilan boshqa nasoslardan farq qiladi. Bunday nasoslarning foydali ish koeffitsiyenti yuqori emas (0,3), ular tez ishdan chiqadi, shu sababli qimmat turadigan nasoslarni ishlatish nomaqbul bo'lgan joylarda ulardan foydalaniladi.



4.12-rasm. Ingichka oqimli nasos:

1-soplo; 2 - ish va uzatilayotgan suyuqliklarni aralashtirish kamerasi; 3 - haydash quvuri; I-ish suyuqlik oqimi; II- uzatilayotgan suyuqlik oqimi; III - aralashma.



4.13-rasm. Propellerli nasos:

1 – val; 2 – kurakchalar; 3 – yo'naltiruvchi qism; 4 – haydash patrubkasi.

Propellerli nasoslar. Bu nasoslar kam bosimli ko'p miqdordagi suyuqliklarni uzatish uchun ishlatiladi. Propellerli nasoslar ko'pincha bug'latish qurilmalarida suyuqliklarni sirkulatsiya qilish uchun qo'llaniladi. Bu nasoslarning ish g'ildiraklari propeller parraklari shaklidagi bir necha vintsimon kurakchalardan iborat (4.13-rasm). Bu nasoslarni ba'zan o'qli nasoslar ham deyiladi, chunki suyuqlik ish g'ildiragidagi vintsimon kurakchalari bilan qamrab olinib, g'ildirak o'qining yo'nalishi bo'ylab aylanma harakat qiladi.

Propellerli nasoslar hosil qiladigan bosim unchalik katta emas

va ularning soʻrilish balandligi ham kichik (3 metrgacha), lekin ish unumdorligi yuqori boʻladi. Ularning tuzilishi oddiy, ixcham, vazni yengil, foydali ish koeffitsiyenti markazdan qochma nasoslarning foydali ish koeffitsiyentiga nisbatan birmuncha yuqori. Bunday nasoslar ifloslangan suyuqliklarni ham uzata oladi. Oʻqli nasoslarning xarakteristikasi markazdan qochma nasoslarning xarakteristikasidan farq qiladi: bunday nasoslarning unumdorligi $Q=0$ boʻlganda isteʼmol qiladigan quvvati maksimumga yetadi.

Uyurmali nasoslar. Bunday nasoslarda qobiq bilan ish gʻildiragi oʻrtasidagi tirqish juda kichik boʻladi (0,2 mm). Uyurmali nasoslar (4.14-rasm) tarkibida abraziv moddalarni ushlamagan va harorati 85°S dan kam boʻlgan suv va boshqa suyuqliklarni uzatish uchun ishlatiladi. Sanoatda VS va VK markali uyurmali nasoslar ishlatiladi. Bunday nasoslarning ish unumdorligi kichik boʻlib ($2\div 40$ m³ soat), bosimi esa ancha katta boʻladi ($12\div 250$ m suyuqlik ustuni). Bir xil oʻlchamga ega boʻlgan markazdan qochma nasoslarga nisbatan uyurmali nasoslarda hosil boʻlgan bosim qiymati 2–5 barobar kattadir.

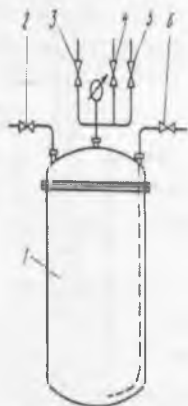
Montejyu. Ifloslangan, zaharli va radiofaol suyuqliklarni siqilgan havo yoki inert gazlarning energiyasi yordamida uncha yuqori boʻlmagan balandlikka uzatish uchun montejoyu ishlatiladi. Montejoyu gorizontal yoki vertikal silindrsimon rezervuardan iborat. U qopqoq yordamida zich yopilgan boʻlib (4.15- rasm), qopqoqqa uchta patrubka oʻrnatiladi. Bu patrubkalar yordamida montejoyuga uzatilayotgan suyuqlik, siqilgan havo beriladi. Uchinchi patrubka esa montejoyu ichidagi uzatuvchi quvur bilan biriktiriladi.



4.14-rasm. Uyurmali nasos.

Montejoyuga suyuqlik quvur orqali kranning ochiq holatida atmosfera bosimi ostida berilsa, havo krani ochiq boʻlishi kerak. Agar montejoyuga suyuqlik vakuum ostida berilsa, bunda

montejoydagi vakuum krani ochiq bo'lishi kerak. Montejoyu suyuqlik bilan to'ldirilgandan keyin, suyuqlik tushayotgan hamda havo va vakuum liniyalari bilan ulangan kranlar berkitiladi. Suyuqlikni uzatish uchun montejoyga kran orqali siqilgan havo beriladi va uning bosimi manometr orqali kuzatib turiladi. Siqilgan havo bosimi ta'sirida suyuqlik oraliq haydash quvuri orqali yuqoriga ko'tarilib, ochiq kran orqali uzatiladi. Montejoydagi suyuqlikni uzatib bo'lgandan keyin siqilgan havo beruvchi va uzatuvchi kranlar berkitilib, havo krani ochiladi va jarayon takrorlanadi. Agar uzatilayotgan suyuqlikning bug'i havo bilan portlovchan, alangalanuvchan aralashma hosil qilsa, bunda siqilgan havo o'rniga inert gazlar ishlatiladi.



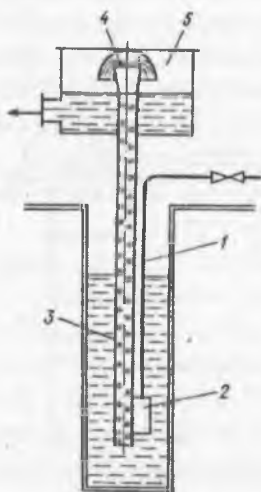
4.15-rasm. Montejoy: 1-idish; 2-suyuqlik kiradigan kran; 3-siqilgan gaz beriladigan kran;
4-atmosfera bilan bog'lanadigan kran; 5-vakuum bilan boglanuvchi kran; 6-uzatish quvurining krani.

Montejoyu ko'pincha suyuqlikni filtr uskunalarga uzatish uchun ishlatiladi, chunki suyuqlik bir xil me'yorda va gidravlik turtkisiz uzatiladi. Montejoyning tuzilishi oddiy, yasash oson, harakatlanuvchi qismlarining yo'qligi sababli korroziyaga uchramaydi, uskuna tez yedirilib ishdan chiqmaydi.

Erlifltlar. Bunday nasoslar katta chuqurlikdagi suyuqliklarni siqilgan havo yoki gaz yordamida yuqoriga ko'tarish hamda ayrim uskunalaridagi modda almashinish jarayonlarini tezlashtirish uchun

ishlatiladi. Erliftlar (havo yordamidagi ko'targichlar) ning ishlashi tutash idishlarning ishlash prinsipiga asoslangan. Erlift ko'tarish quvuridan, siqilgan havo beruvchi quvur va aralashtirgichdan iborat (4.16-rasm). Quvur orqali berilgan siqilgan havo aralashtirgichda suyuqlik bilan aralashib, hosil bo'lgan suyuqlik va havo aralashmasining solishtirma og'irligi idish ichidagi suyuqlikka nisbatan past bo'lgani uchun, ko'tarish quvurida yuqoriga qarab ko'tariladi.

Suyuqlik va havo aralashmasi ko'tarish quvuridan chiqayotganda ajratkichga urilib, havo ajralib chiqib ketadi va suyuqlik yig'gichga tushadi.



4.16-rasm. Erlift:

1-havo yoki gaz beriladigan quvur; 2-gaz taqsimlagich;
3-ko'tarish quvuri; 4-tomchi ushlagich; 5-suyuqlik yig'iladigan idish.

Erliftlar har xil suyuqliklarni, shu jumladan, kislota, ishqorlarni yuqoriga ko'tarish uchun ishlatiladi. Erliftlarning tuzilishi oddiy, ortiqcha mexanizmi va harakatlanuvchi qismlari yo'q. Bundan tashqari, yerliftlar yuqori haroratda ham ishlayveradi. Erliftlarning foydali ish koeffitsiyenti kichik ($\eta = 0,25 \div 0,35$), unumdorligi kam, siqilgan havo berish uchun ortiqcha kompressor mashinalari talab qilinadi.

4.6. GAZ SIQISHNING TERMODINAMIK ASOSLARI

Gaz siqilish jarayonida uning hajmi, bosimi va harorati o'zgaradi. Bu uchala kattalikning o'zaro bog'lanishi gazning bosimi 1 MPa gacha bo'lgan ideal gazlarning holat tenglamasi bilan ifodalanadi. Yuqori bosimli gazning hajmi, bosimi va harorati o'rtasidagi bog'lanish *Van-der-Vaals tenglamasi* bilan aniqlanadi:

$$\left(P + \frac{a}{b^2}\right)(v - b) = RT, \quad (4.26)$$

bu yerda, P – gaz bosimi, Pa; v – gazning solishtirma hajmi, m^3/kg ; $R = 8310/\text{M}$ – gazlarning universal konstantasi, $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$; M – gazning molar massasi, kg/kmol ; T – harorat, K.

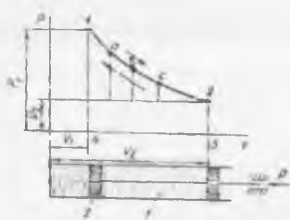
a va b koeffitsiyentlarning miqdori maxsus qo'llanmalarda berilmasa, u kritik harorat T_{kr} , kritik bosim P_{kr} orqali quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{27R^2T_{\text{kr}}^2}{64P_{\text{kr}}}, \quad b = \frac{RT_{\text{kr}}}{8P_{\text{kr}}}.$$

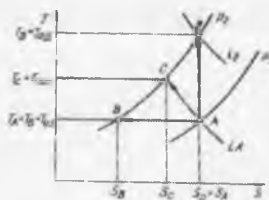
Gaz holatining vaqtning har qaysi paytida o'zgarishi PV diagrammada uzluksiz keladigan ketma-ket nuqtalar bilan ifodalanadi, bu nuqtalar bosim va hajmning vaqtning tegishli momentlaridagi o'rtacha qiymatlarini ko'rsatadi (4.17-rasm). Bu nuqtalarni birlashtiruvchi egri chiziq gazning jarayon boshlanishidagi va oxiridagi muvozanat holatini aniq ifodalaydi. Egri chiziqning ko'rinishi jarayonning xarakteriga bog'liq. Bunday egri chiziq termodinamik jarayon egri chizig'i deyiladi.

Gazlarni siqish natijasida uning hajmi, bosimi o'zgarishi bilan harorati ko'tarilib, issiqlik ajralib chiqadi. Nazariy jihatdan gaz ikki xil jarayonda siqiladi. Siqish vaqtida ajralib chiqqan issiqlik tashqi muhitga tortib olinsa izotermik, agar faqat isitish uchun sarflansa, adiabatik jarayon deyiladi.

Izotermik jarayonda issiqlik ajratib olingani uchun, gazning va jarayonning harorati o'zgarmas bo'ladi. Adiabatik jarayonda tashqi muhit bilan issiqlik almashinmaydi. Haqiqatda esa siqish vaqtida ajralgan issiqlikning bir qismi tashqi muhitga tarqaladi va qolgan qismi gazni isitishga sarflanadi. Gaz politropik jarayonda siqiladi.



4.17- rasm. Gaz holatining
R- V diagrammasi:
1-silindr; 2-porshen.



4.18-rasm. Gazlarni siqish
jarayonining T-S diagrammasi

Gazlarni kompressorlarda siqish jarayonlarida bajarilgan solishtirma ishning miqdori $T-S$ diagramma orqali aniqlanadi. $T-S$ diagrammada o'zgarish bosim va haroratga to'g'ri kelgan qiymatlar gorizontal chiziqlar bilan tasvirlangan (4.18-rasm). Diagrammada ordinata o'qiga absolyut harorat va abssissa o'qiga entropiyaning qiymatlari qo'yiladi.

Gazni bosimning P_1 dan P_2 gacha o'zgarishidagi izotermik siqish jarayoni $T-S$ diagrammada AV chizig'i bilan ifodalanadi. 1 kg gazni izotermik siqishdagi tashqi muhitga tortib olinishi zarur bo'lgan issiqlikning miqdori q_{iz} son jihatidan izotermik siqishdagi solishtirma ishning miqdori L_{iz} ga (J/kg) hisobida) teng. q_{iz} ning qiymati diagramma yordamida aniqlanadi:

$$q_{iz} = L_{iz} = T_A(S_A - S_B). \quad (4.27)$$

Adiabatik siqish jarayonida gaz bilan atrof-muhit orasida issiqlik almashinmaydi, ya'ni $dQ = 0$, $dS = 0$. Bu jarayonda gaz harorati ko'tarilib, AD vertikal chiziq bilan ifodalanadi. 1 kg gazni P_1 dan P_2 gacha adiabatik siqish paytida ajralib chiqqan issiqlik miqdori solishtirma ishning qiymatiga teng bo'lib, diagramma yordamida quyidagicha topiladi:

$$q_{ad} = L_{ad} = C_p(T_A - T_B). \quad (4.28)$$

Politropik jarayondagi gaz P_1 bosimdan P_2 gacha siqilganda $T-S$ diagrammada AS chiziq bilan ifodalanadi. Bunda solishtirma ishning miqdori politropik jarayonida 1 kg gazni siqishda ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi:

$$q_{pol} = L_{pol} = (S_A - S_C) \frac{T_A + T_C}{2} + C_p(T_A - T_C). \quad (4.29)$$

Agar bosimning oxirgi qiymati P_2 ma'lum bo'lsa, siqish

jarayonidagi solishtirma ishning miqdorini analitik usul bilan ham aniqlash mumkin. Bunday sharoitda:

izotermik siqish uchun

$$L_{iz} = P_1 v_1 \ln \frac{P_2}{P_1}; \quad (4.30)$$

adiabatik siqish uchun

$$L_{ad} = \frac{R}{R-1} P_1 v_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{R-1}{R}} - 1 \right]; \quad (4.31)$$

politropik siqish uchun

$$L_{pol} = \frac{m}{m-1} P_1 v_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{R-1}{m}} - 1 \right], \quad (4.32)$$

(4.30)-(4.32) tenglamalarda: P_1 va P_2 – gazning dastlabki va oxirgi bosimi, P_a ; v_1 – boshlang'ich sharoitlardagi (bosim P_1 va harorat T_1 bo'lganda) gazning solishtirma hajmi, m^3/kg ;

$R = \frac{C_p}{C_v}$ – adiabatik ko'rsatkichi; C_p va C_v – o'zgarmas bosim va

hajmdagi gazning issiqlik sig'imi, $J/kg \cdot K$; m – politropik ko'rsatkich.

Politropik ko'rsatkichning qiymati gazning xarakteristikalariga va atrof-muhit bilan issiqlik almashinish shartlariga bog'liq bo'ladi. Masalan, havoni sovitish uchun suv ishlatiladigan kompressorlar uchun taxminan $m=1,35$ deb olish mumkin. Sovitilmaydigan kompressorlarda siqish jarayoni adiabatik yoki politermik sharoitda borishi mumkin, bunday holat uchun $m > R$.

Gazlarni izotermik siqishda eng kam ish bajariladi, shu sababdan haqiqiy siqish jarayonini izotermik jarayonga yaqin bo'lgan sharoitda olib boriladi. Buning uchun siqish jarayonida ajralib chiqqan issiqlik gazni sovitish orqali tortib olinadi. Siqishdan keyingi gazning harorati T_2 izotermik jarayon uchun

$$T_2 = T_1; \quad (4.33)$$

adiabatik jarayon uchun

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{R-1}{R}}; \quad (4.34)$$

politropik jarayon uchun

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{R-1}{m}}. \quad (4.35)$$

Havoni kompressor bilan siqish uchun sarflanadigan nazariy quvvat ($N_n V_T$) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi

$$N_n = V \rho L, \quad (4.36)$$

bu yerda, V – kompressorning hajmiy ish unumdorligi, m^3/s ; ρ – gazning zichligi, kg/m^3 ; L – gazni siqish uchun sarflangan solishtirma ishning miqdori, J/kg ; L ning qiymatini (4.30), (4.31) yoki (4.32) tenglamalar yordamida hisoblash mumkin.

Agar kompressorning hajmiy ish unumdorligi va gazning zichligi so'rish sharoitiga keltirilgan bo'lsa (ya'ni $V = V_1, \rho = \rho_1 = \frac{1}{V_1}$) u holda (4.30)-(4.32) tenglamalarga asosan quyidagilarga erishamiz:

$$N_{n, is} = P_1 V_1 \ln \frac{P_2}{P_1}; \quad (4.38)$$

$$N_{n, ad} = \frac{R}{R-1} P_1 V_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{R-1}{R}} - 1 \right]; \quad (4.37)$$

$$N_{n, pol} = \frac{m}{m-1} P_1 V_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right]; \quad (4.39)$$

Kompressorning validagi quvvat quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$N_n = \frac{N_{n, iz}}{\eta_{iz} \eta_{mex}}, \quad (4.40)$$

bu yerda, η_{iz} – izotermik foydali ish koeffitsiyenti; η_{mex} – mexanik foydali ish koeffitsiyenti.

Kompressor dvigatelining quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$N_{dv} = \frac{N_n}{\eta_{uz} \eta_{dv}}, \quad (4.41)$$

bu yerda, η_{uz} – uzatish foydali ish koeffitsiyenti; η_{dv} – dvigatelning foydali ish koeffitsiyenti.

Dvigatelni o'rnatish uchun odatda 14÷15% zahira energiya olinadi:

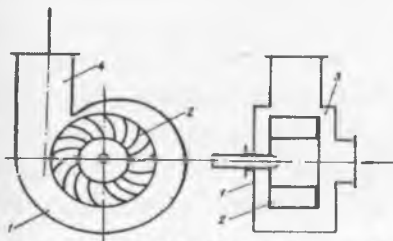
$$N_{o'ra} = (1,1 \div 1,15) N_{dv} \quad (4.42)$$

Izotermik foydali ish koeffitsiyenti siqish darajasiga ko'ra 0,64÷0,78, mexanik foydali ish koeffitsiyenti esa 0,85÷0,95 oralig'ida o'zgaradi.

4.7. VENTILATORLAR

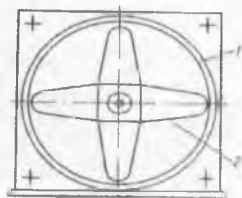
Havo va sanoat gazlari oqimini siqish darajasi kichik bo'lganda (taxminan 1,1 gacha) uzatish uchun markazdan qochma va o'qli ventilator ishlatiladi. Ventilator gazni nisbatan yuqori bosimda uzatib berish uchun, o'qli ventilator esa kichik bosimda, lekin ko'p miqdordagi gazni uzatish uchun mo'ljallangan. Sanoatda o'qli ventilator juda kam ishlatiladi, undan faqat binolarni sovitishda foydalaniladi.

Sanoatda gazlarni uzatish uchun asosan markazdan qochma ventilatordan foydalaniladi. Bu ventilator bosimining kattaligiga qarab uch guruhga bo'linadi: 1) past bosimli 981 Pa gacha; 2) o'rta bosimli 981–2940 Pa; 3) yuqori bosimli 2940–11700 Pa.



4.19- rasm. Markazdan qochma ventilator:

1-qobiq; 2-ish g'ildiragi; 3-so'ruvchi patrubka; 4-uzatuvchi patrubka.



4.20- rasm. O'qli ventilator:

1-qobiq; 2-kurakchali g'ildirak.

Markazdan qochma ventilatorning asosiy qismi parraklar va spiralsimon qobiq ichiga joylashtirilgan ish parraklari bor g'ildirakdir (4.19- rasm). Markazdan qochma ventilator markazdan qochma nasosga o'xshab ishlaydi. Ish g'ildiragi aylanganda ventilatorning ish bo'shlig'idagi havo yoki gaz g'ildirak bilan birga aylanadi va markazdan qochma kuch ta'sirida g'ildirakning chekkalariga haydaladi. Gaz g'ildirak parraklaridan spiralsimon kameraga va undan haydash quvuriga o'tadi. Gaz g'ildirak parraklaridan o'tganda g'ildirakning markaziy qismida siyraklashgan bosim vujudga keladi va gazning yangi qismi atmosfera bosimi ta'sirida ventilator qobig'idagi so'rish teshigi orqali o'tib, parrakli g'ildirakning markaziy qismiga kiradi. So'ngra

gaz g'ildirak parraklariga uriladi va jarayon shu tarzda davom etaveradi.

Past bosimda ishlaydigan ventilatorda ish g'ildiragidagi parraklar orqa tomonga yuqori bosimda ishlaydiganlarida esa old tomonga egilgan bo'ladi. Ish g'ildiragidagi parrak sonini o'zgartirib past bosimli ventilatordan o'rta bosimli ventilator hosil qilish mumkin.

O'qli ventilator ish g'ildiragining ikkitadan to o'n oltigacha-kurakchalari bo'ladi (4.20- rasm). Kurakchalarning shakli samolyotning propelleriga o'xshaydi. O'qli ventilator reversiv qobiliyatga (ikki tomonga qarab aylanishi mumkin), ixcham va nisbatan yuqori foydali ish koeffitsiyentiga (0,7-0,9) ega.

Havoni uzatish paytida ventilatorda hosil bo'lgan bosim (ΔP , Pa) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\Delta P = (P_2 - P_1) + \Delta P_s + \Delta P_h + \frac{\omega^2 \rho_h}{2}, \quad (4.43)$$

bu yerda, P_1 – ventilator havo olayotgan joydagi bosim, Pa; P_2 – ventilator havo uzatayotgan joydagi bosim, Pa; ΔP_s – so'rish liniyasidagi bosimning yo'qolishi, Pa; ΔP_h – haydash liniyasidagi bosimning yo'qolishi, Pa; ω – ventilator tarmog'idagi chiqayotgan havoning tezligi, m/s; ρ_h – havoning zichligi kg/m³.

Agar ventilator bilan zichligi havoning zichligidan farq qiladigan gaz uzatilsa, u holda (4.43) tenglamaning o'ng tomoniga yana ΔP_k qo'shiladi:

$$\Delta P_k = (\rho_g - \rho_h)zg, \quad (4.44)$$

bu yerda, ΔP_k – birinchi kesim yuzasidan ikkinchi kesim yuzasiga gazni ko'tarish uchun sarflangan bosim, Pa; ρ_g – gazning zichligi, kg/m³; z – so'rish va haydash balandliklarining nuqtalari o'rtasidagi ayirma, m.

Markazdan qochma ventilatorning xarakteristikasi xuddi markazdan qochma nasosnikiga o'xshash bo'ladi, shuningdek, bular nasoslar kabi mutanosiblik qonuniga bo'ysunadi. Ventilator tomonidan sarflanadigan quvvat (N , kVt) quyidagi tenglama yordamida topiladi:

$$N = \frac{Q\Delta P}{10^3 \eta} \quad (4.45)$$

bu yerda, Q – ventilatorning ish unumdorligi, m³/s; η –

ventilator uskunasiining umumiy foydali ish koeffitsiyenti ($0,6 \div 0,9$);
 ΔP – ventilatorda hosil bo'lgan bosim, Pa.

4.8. MARKAZDAN QOCHMA KOMPRESSOR VA GAZODUVKALAR

Gazni normal bosimdan yuqori bosimgacha siqish uchun mo'ljallangan mashina *kompressor* deb yuritiladi. Gaz siqilganda unga kinetik va potensial energiya beriladi. Energiyadan foydalanish turiga asosan kompressor ikkita katta guruhga bo'linadi: 1) markazdan qochma, o'qli va oqimchali kompressorlar; 2) porshenli va rotatsion kompressorlar. Kompressor qatoriga ventilator, gazoduvka, vakuum-nasoslar ham kiradi.

Hosil bo'ladigan bosimning qiymatiga ko'ra kompressor mashinalar quyidagi turlarga bo'linadi: 1) past bosimli ($0,01$ MPa gacha) ventilatorlar; 2) o'rta bosimli ($0,01$ dan $0,3$ MPa gacha) - gazoduvkalar 3) yuqori bosimli ($0,3$ MPa va undan katta) - kompressorlar; 4) vakuum-nasoslar (siyraklanish $0,05$ MPa). Gazoduvka, ventilator va vakuum-nasosning kompressor bilan o'xshashligi – umumiy ishlash prinsipiga ega bo'lishligidir, biroq ularning tuzilishida ancha farq bor.

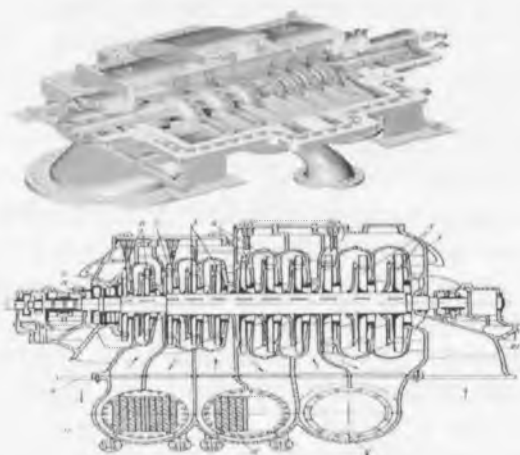
Markazdan qochma prinsipda ishlaydigan kompressor va gazoduvka *turbokompressor* va *turbogazoduvka* deb ataladi.

Turbokompressorning tuzilishi turbinaning tuzilishiga o'xshash. Gazni siqish jarayoni kompressor g'ildiraklarining parraklararo kanallarida va so'ngra, qo'zg'almas kanallarida (diffuzorlarda) sodir bo'ladi. Ish g'ildiragining parraklarida gazning olgan kinetik energiyasi qo'zg'almas kanallarda tormozlanishi natijasida siqilgan gazning potensial energiyasiga aylanadi.

O'qli turbinadagi kabi o'qli turbokompressorda ham gazning harakat yo'nalishi o'qning aylanishi bilan mos tushadi. Markazdan qochma kompressorda gaz ish g'ildiragida mashina o'qiga perpendikular ravishda markazdan chetga qarab harakatlanadi va bu yerda markazdan qochma kuch ta'siriga uchraydi. Natijada markazdan qochma kompressor hosil qilgan bosimning ko'tarilish darajasi o'qli kompressordagiga qaraganda yuqori bo'ladi.

Turbokompressor g'ildiragi aylanishlar tezligining ortishi bilan

uning siqish darajasi ham ortadi. Lekin ish g'ildiragi aylanishlar tezligining miqdori g'ildirak materialining mustahkamligi tufayli cheklangan bo'ladi va shunga muvofiq ravishda bir bosqichda siqish bosimining ko'tarilishi ham cheklangan. Shu sababli gazning yuqori bosimini hosil qilish uchun aylanishlar chastotasi yo'l qo'yilgan qiymatidan ortmaydi, bunda ko'p bosqichli siqish usulidan foydalaniladi.



4.21- rasm. Ko'p bosqichli turbokompressor:

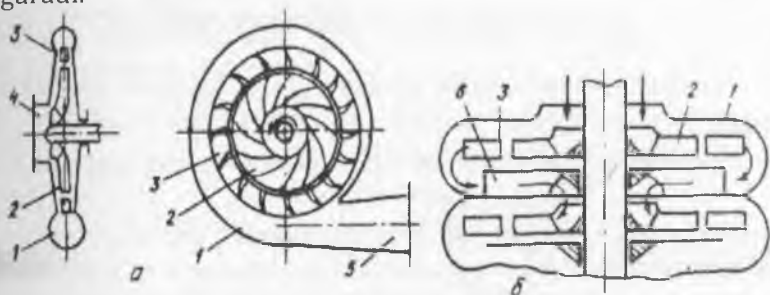
1-qobiq; 2, 3, 4, 5-to'rtinchidan to birinchi pog'onagacha bo'lgan ish g'ildiraklari guruhi; 6-qo'zgalmas yo'naltiruvchi moslamalar; 7-harakatchan yo'naltiruvchi moslamalar; 8-porshen; 9, 10-uzatish va so'rish patrubkalari; 11-ko'p pog'onali sovitkichlar.

Ko'p bosqichli kompressorlarda bosqichlar soni va shunga muvofiq ravishda ish g'ildiraklari soni gazning berilgan bosimi bilan belgilanadi. Siqilgan gazning bosimi qanchalik yuqori bo'lsa, bosqichlar soni va kompressorlar valiga to'g'ri keladigan ish g'ildiraklari soni ham tegishli bo'ladi. Turbokompressorlarda gazlar yuqori bosimgacha siqilganda uning harorati ko'tarilib, ko'p miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Issiqlikning yo'qolishi va tashqi muhit bilan issiqlikning almashinishi yuz bermasa, bunday sharoitda kompressor kanallarida adiabatik jarayon davom etadi. Gazning hamda turbokompressor qobig'i va ish g'ildiraklarining o'ta qizib ketishining oldini olish maqsadida qobiq devorlari suv bilan sovitiladi va bosqichlar orasiga sovitkichlar o'rnatiladi (4.21-

rasm). Oraliq sovitkichlarda siqilgan gaz turbo-kompressorning birinchi bosqichidan ikkinchi bosqichiga o'tishida qo'shimcha soviydi. Ko'p bosqichli nasoslarda g'ildiraklarning kattaligi bir xil bo'lsa, turbokompressorlarda siqilgan gaz bosimining ko'tarilishi bilan g'ildiraklarning kattaligi kichiklashib boradi. Ko'p bosqichli turbokompressorlar yordamida $1,5 \div 1,6$ MPa gacha bosim hosil qilinadi.

Oxirgi bosqichning yo'naltiruvchi moslamasidan chiqayotgan gazning tezligi ko'pincha 50 m/s gacha yetadi. Zamonaviy turbomashinalar ish g'ildiragi qirralaridagi gazning tezligi 400 m/s dan ortadi.

Eylarning asosiy tenglamasi turbokompressorlar uchun ham taalluqlidir, ammo mutanosiblik qonunini bular uchun qo'llab bo'lmay-di, chunki gaz siqilishi natijasida uning bosimi va zichligi o'zgaradi.



4.22- rasm. Turbogazoduvkalar:

a—bir bosqichli; *b* - ko'p bosqichli; 1—qobiq; 2—ish g'ildiragi; 3—yo'naltiruvchi moslama; 4, 5—so'ruvchi va uzatuvchi patrubkalar; 6—qaytma kanal.

Turbokompressorlarda gazlar bir me'yorda uzatiladi, ammo foydali ish koeffitsiyenti porshenli kompressorlarga nisbatan kamroq. Bosimi kamroq bo'lgan ko'p miqdordagi moyli, yog' aralashgan gazlarni uzatish uchun turbogaz oduvkalar ishlatiladi. Valdagi ish g'ildiraklarining soniga qarab turbogazoduvka bir va ko'p bosqichli bo'ladi (4.22-rasm, *a* va *b*). Turbogazoduvkaning qobig'idagi parrakli ish g'ildiraklari xuddi markazdan qochma nasoslarnikiga o'xshab aylanma harakat qiladi. Ish g'ildiragi yo'naltiruvchi moslamaning ichida joylashib, bunda gazning kinetik energiyasi potensial energiyaga aylanadi.

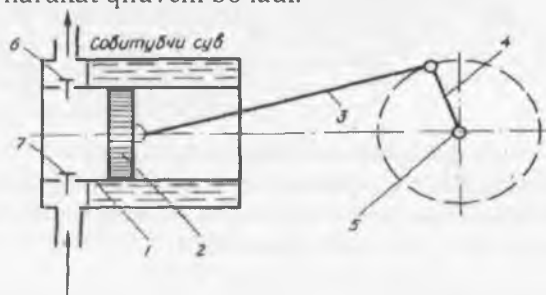
Yo'naltiruvchi moslama ikkita diskdan iborat bo'lib, o'zaro bir-

biri bilan g'ildirak parraklariga qarama-qarshi yo'nalgan parraklar yordamida biriktirilgan. Gaz turbogazoduvkaga so'rish patrubkasi orqali kirib, siqilgan gaz haydash patrubkasi orqali uzatiladi.

Ko'p bosqichli turbogazoduvkada ish g'ildiraklarining soni 3–4 ta bo'ladi. Bular da gaz birinchi ish g'ildiragidan yo'naltiruvchi moslama va qaytma kanal orqali keyingi ish g'ildiragiga o'tadi. Qaytma kanalda bir qancha qo'zg'almas yo'naltiruvchi qirralar bo'lib, ular yordamida o'tayotgan gaz berilgan tezlikda va yo'nalishda harakat qiladi. Turbogazoduvkalarda gaz 0,3÷0,35 MPa bosimgacha siqiladi, shuning uchun gaz sovitilmaydi. Turbogazoduvkada gazning bosimi bilan hajm orasidagi bog'lanishni indikator diagramma orqali tasvirlab bo'lmaydi.

4.9. PORSHENLI KOMPRESSORLAR

Porshenli kompressorlar siqish darajasiga qarab bir va ko'p bosqichli, shuningdek, ishlash prinsipiga ko'ra bir va ikki tomonlama harakat qiluvchi bo'ladi.



4.23- rasm. Bir tomonlama harakatlanuvchi bir silindrli kompressor:

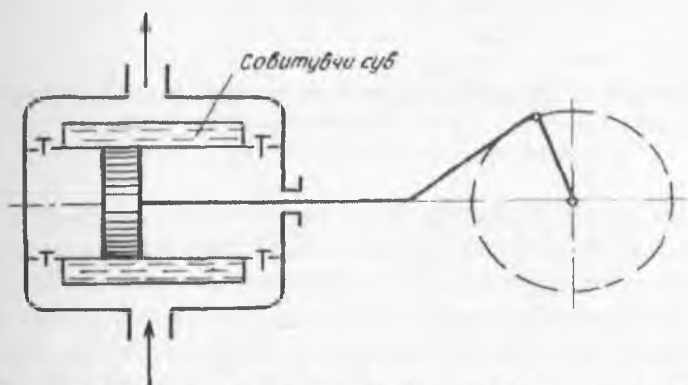
1-silindr; 2-porshen; 3-shatun; 4-krivoship; 5-val; 6-haydash klapani.

7-so'rish klapani; 8-sovituvchi suv.

Bir bosqichli porshenli kompressorning tuzilishi xuddi porshenli nasosning tuzilishiga o'xshash (4.23-rasm). Porshen, silindr ichida o'ngga va chapga krivoship mexanizmi yordamida qaytarilma-ilgarilama harakat qiladi. Porshen silindrning ichki devoriga zich qilib o'rnatiladi va silindr bo'shlig'ini ikki qismga bo'lib turadi. Porshen chapdan o'ngga tomon ilgarilama harakat qilganda so'rish klapani ochilib silindr gazga to'ladi.

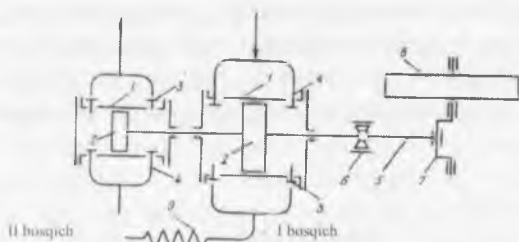
Orqaga qaytganda silindrdagi gazning siqilishi natijasida bosim

orta borib, uzatilish liniyasidagi bosimga teng bo'lganda, uzatuvchi klapan ochilib gaz uzatila boshlanadi. Gaz siqilganda uning harorati ko'tariladi, qizigan gaz yog'lab turuvchi moyni kuydirib yubormasligi uchun silindrning devori suv bilan uzluksiz sovitib turiladi.



4.24- rasm. Ikki tomonlama harakatlanuvchi bir silindrli kompressor

Bir bosqichli kompressorning unumdorligi kam bo'lganligi uchun ikki tomonlama harakatlanuvchi porshenli kompressorlar ko'p ishlatiladi. Bu kompressorlarda silindrdagi gaz porshenning ikkala qismida (chap va o'ng) siqiladi: ularda ikkita so'rish va ikkita uzatish klapani bor (4.24-rasm). Porshen krivoship-shatunli mexanizm yordamida ilgarilama harakat qiladi. Val bir marta aylanganda silindrga gaz ikki marta so'riladi va ikki marta uzatiladi. Kompressorning unumdorligi bir tomonlama ishlaydigan kompressornikiga qaraganda deyarli ikki marta ko'p. Bir bosqichli kompressorning unumdorligini oshirish hamda gazning siqilish darajasi $0,4 \div 0,6$ MPa bo'lishi uchun ko'p silindrli bir va ikki tomonlama siqadigan kompressorlar ishlatiladi. Bu kompressorda gaz birinchi silindrdan keyingi silindrga o'tgan sari bosim ko'tarila boshlaydi. Kompressorning parsheni umumiy bir ish valiga o'rnatilgan bo'ladi. Gaz siqilishi natijasida uning harorati bir silindrdan ikkinchi silindrga o'tganida ortib boradi.



4.25-rasm. Ikki silindrli bir tomonlama harakatlanuvchi kompressor:

1-silindr; 2-porshen; 3, 4-so'ruvchi va uzatuvchi klapanlar; 5-shatun;
6-kreytskopf; 7-krivoship; 8-maxovik; 9-sovitkich.

Shu sababli ikkita silindr orasiga sovitkichlar o'rnatiladi. 4.25-rasmda ikki silindrli gazni bir tomonlama siqadigan kompressorning ishlash prinsipi ko'rsatilgan. Bu kompressorda porshenlar parallel ishlaydi va silindr ketma-ket yoki parallel bitta o'qqa o'rnatiladi.

Odatda porshenli kompressorda siqish bosqichlarining soni 7 dan ortmaydi. Haqiqiy kompressorlarda biror holatni egallagan porshen bilan silindr qopqog'i orasida doimo muayyan hajm qoladi va u qoldiq hajm deyiladi. Qoldiq hajm silindr hajmining 3-5 % ini tashkil qiladi va u ortishi bilan kompressorning unumi pasayadi. Gaz uzatilgandan keyin u yana so'rilishi uchun va qoldiq hajmda qolgan siqilgan gazning bosimi so'rish vaqtidagi siqilmagan gazning bosimiga teng bo'lishi uchun u kengayishi kerak. Bir tomonlama harakat qiluvchi, ya'ni oddiy bir bosqichli porshenli kompressorning ish unumdorligi (Q , m^3/s) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = \lambda \frac{FSn}{60}, \quad (4.46)$$

bu yerda, λ – uzatish koeffitsiyenti; F – porshen yuzasi, m^2 ; S – porshen yo'lining uzunligi, m ; n – aylanish chastotasi, ayl/min .

Ko'p bosqichli kompressorning ish unumdorligi birinchi bosqichning unumdorligi orqali aniqlanadi.

Uzatish koeffitsiyenti:

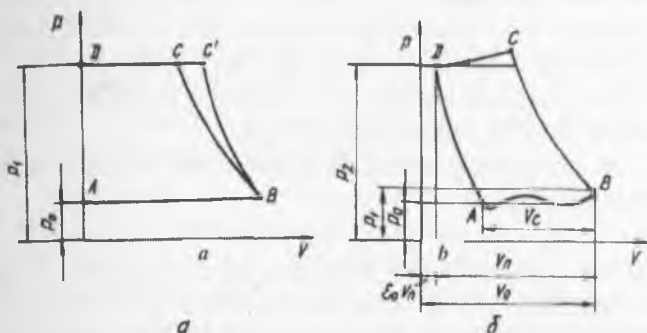
$$\lambda = (0,8 \div 0,95) \lambda_0, \quad (4.47)$$

bu yerda, λ_0 – hajmiy foydali ish koeffitsiyenti.

Kompressorning hajmiy foydali ish koeffitsiyenti quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\lambda_0 = 1 - \varepsilon_0 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^m - 1 \right] \quad (4.48)$$

bu yerda, $\varepsilon_0 = 0,03 \div 0,08$ - silindrdagi qoldiq hajmni porshenning harakati paytida hosil bo'lgan hajmga nisbati; $m=1,2 \div 1,35$ qoldiq hajmdagi siqilgan gazning kengayish politropi ko'rsatkichi.



4.26-rasm. Bir bosqichli porshenli kompressorning indikator diagrammasi:

a – ideal kompressor; *b* – haqiqiy kompressor.

Porshenli kompressorning ishlashini tekshirib turish uchun indikator diagrammasi tuziladi (4.26-rasm). Bu diagramma porshenning bir marotaba ilgarilama-qaytma harakati natijasida so'rilgan va haydalgan gazning bosimi va hajmi o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.

Avvalo ideal kompressorning indikator diagrammasini ko'rib chiqamiz. Bunda porshenning chapdan o'ngga qarab harakati boshla-nishi bilanoq so'rish boshlanadi (4.26-rasm, *a*). *AV* gorizontal chizig'i gazni so'rish jarayonini, *VS* chizig'i silindrdagi gazni bosimning qiymati P_0 dan P_1 gacha siqish jarayonini (*VS* – izotermik siqish, *VS'* – adiabatik siqish), *SD* – gorizontal chizig'i gazni haydash jarayonini ko'rsatadi.

Haqiqiy kompressorning indikator diagrammasi 4.26- rasm, *b* da berilgan. *D* nuqta porshenning chap tomonga siljigandagi eng chekka holatini belgilaydi. Haqiqiy kompressorlarda bu nuqta hech vaqt silindrning qopqog'iga zich tegib turmaydi. Silindr qopqog'i va porshenning chap tomonidagi eng chekka holatini egallagan payda

hosil bo'lgan bo'shliq qoldiq hajm deb ataladi. Bu qoldiq hajm $\varepsilon_0 V_n$ ga teng, bu yerda V_n silindrning ish hajmi.

Porshen chap holatdan o'ngga qarab harakatlanganda qoldiq hajmdagi gazning kengayishi boshlanadi. Bu jarayon (DA chizig'i) hajmning ko'payishi va bosimning kamayishi bilan xarakterlanadi va silindrdagi bosimning qiymati R_0 so'rish quvuridagi bosim R_1 dan biroz kamroq bo'lganda to'xtaydi. Porshenning L nuqtasiga to'g'ri kelgan holatida P_1 - P_2 bosimlar farqi ta'sirida so'rish klapani ochiladi va gaz kompressorga kiradi. So'rish jarayoni (AV chizig'i) porshenning o'ng tomondagi eng chekka V nuqtasini egallaguncha davom etadi. So'rilyotgan gazning hajmi.

V_c AB chizig'ining uzunligiga mutanosib bo'lib, quyidagi ifoda yordamida topiladi:

$$V_c = \lambda_0 V_n.$$

Porshen eng chekka o'ng holatdan chap tomonga qarab harakatlanganda so'rish klapani yopiladi va politropik siqish boshlanadi (V_c chizig'i). Bu politropik siqish jarayoni haydash quvuridagi bosimning qiymati P_2 dan bir oz ko'payguncha davom etadi. Bu holatda (C nuqtasida) haydash klapani ochiladi. Haydash jarayoni CD chizig'i bo'yicha boradi. CD chizig'ining uzunligi haydalgan gazning hajmiga mutanosibdir.

Berilgan miqdordagi gazni (G , kg) 1 soat davomida dastlabki bosim P_1 dan oxirgi bosim P_2 gacha adiabatik siqish uchun bir bosqichli kompressor dvigatelining iste'mol quvvati (N_{dv} , kVt) quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$N_{dv} = \frac{G l_{ug}}{3600 \cdot 1000 \eta} = \frac{G (i_2 - i_1)}{3600 \cdot 1000 \eta}, \quad (4.49)$$

bu yerda, i_1 va i_2 gazning boshlang'ich va oxirgi entalpiyasi (yoki issiqlik ushlashligi), J/kg; η - kompressor uskunasiining umumiy foydali ish koeffitsiyenti. Porshenli kompressor yuqori foydali ish koeffitsiyentiga ega bo'lib, uning yordamida gazlarni keng intervalda 100 MPa bosimgacha siqish mumkin. Gazning bir me'yorda uzatilmaligi, unumdorligining pastligi va klapanlarining ko'pligi porshenli kompressorning kamchiligidir.

4.10. ROTORLI KOMPRESSORLAR

Bu kompressorlar ham porshenli kompressorlar singari, ish bo'shlig'i hajmining kamayishi prinsipida ishlaydi. Rotorli kompressorlar konstruktiv belgilariga ko'ra plastinali, yumalaydigan rotorli, suv halqali, gazoduvka va ikki rotorli kompressorlarga bo'linadi.

Plastinali kompressor plastinali nasoslar kabi ishlaydi, ular *bir bosqichli* va *ikki bosqichli* bo'ladi.

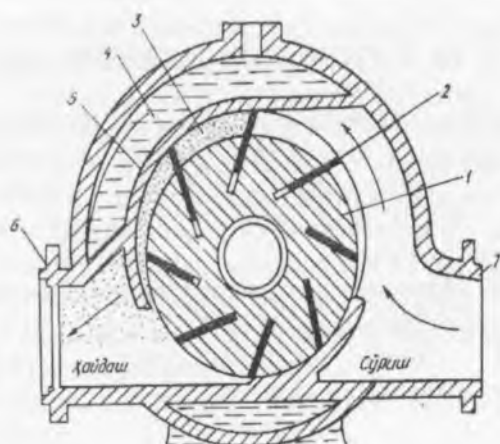
Plastinali rotorli kompressorning so'rish vaqtidagi unumdorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$V = 2len\lambda(\pi D - \delta z), \quad (4.50)$$

bu yerda, l – plastinaning uzunligi, m; e – rotorning eksentriteti, m; n – rotorning aylanishlar chastotasi, 1/s yoki s^{-1} ; D – qobiqning ichki diametri, m; δ – plastina qalinligi, m; z – plastinalar soni, $z = 30-40$ tagacha bo'ladi; λ – uzatish koeffitsiyenti.

Bir bosqichli rotorli plastinali kompressorda gaz $0,25 \div 0,5$ MPa bosimgacha, ikki bosqichlida esa $0,8 \div 1,5$ MPa bosimgacha siqiladi. Bunday kompressorlardan past bosim va katta unumdorlik olish maqsadida foydalaniladi.

4.27-rasmda plastinali rotorli kompressorning chizmasi ko'rsatilgan. Qobiqda eksentrik ravishda rotor joylashgan, uning o'yilgan joylarida radial yo'nalishda oson sirpanadigan plastinalar bo'lib, ular rotor bilan qobiq orasidagi o'roqsimon bo'shliqni bir necha qismga bo'lib turadi. So'rish patrubkasi shunday joylashganki, bu yerda plastinalar markazdan qochma kuch ta'sirida rotorning o'yilgan joylaridan chiqadi va gaz kirishi uchun ikki plastina orasidagi hajm bo'shaydi. Rotor parrakning yuqorigi holatigacha burilgan sari hajm asta-sekin orta boradi. Rotor yana burilganda plastinalar o'yilgan joylarga kira boshlaydi va plastinalar orasidagi hajm kichrayadi. Hajmni to'ldiruvchi gazning bosimi ham tegishlicha ko'payadi. Rotor burilishi davomida bo'sh hajm haydash patrubka bo'shlig'i bilan birlashadi va bu yerdan siqilgan gaz quvur orqali gaz yig'ichga hamda iste'molchiga o'tadi. Rotor yana burilganida jarayon takrorlanadi. Kompressor ishlagan vaqtda qobig'ining devorlari qizib ketmasligi uchun suv bilan sovitib turiladi.



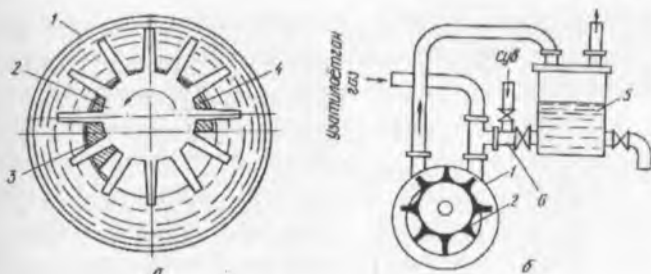
4.27- rasm. Plastinali rotorli kompressor:

1-rotor; 2-sirpanadigan plastinalar; 3-rotor bilan qobiq orasidagi bo'shliq; 4-sovituvchi suv bo'shlig'i; 5-qobiq; 6-haydash quvuri; 7-so'rish quvuri.

Rotorli kompressorning porshenli kompressorga nisbatan quyidagi afzalliklari bor: 1) o'lchamlari va og'irligi kichik, porshenli kompressorga nisbatan kam joy egallaydi; 2) krivoship-shatunli mexanizmi bo'lmagani uchun ancha ravon ishlaydi; 3) aylanishlar chastotasi katta, kompressorni harakatga keltirish uchun uni bevosita elektr dvigateliga ulash mumkin; 4) tuzilishi oddiy, detallari soni kam va arzon.

Lekin rotorli kompressorning porshenli kompressorga nisbatan muhim kamchiligi ham bor: 1) foydali ish koeffitsiyenti kichik; 2) detallari nihoyatda aniq ishlanishi tufayli ularni tayyorlash texnologiyasi ancha murakkab; 3) siqilgan gazning bosimi katta emas; 4) bir sozlashdan keyingi sozlashgacha ishlash muddati qisqa.

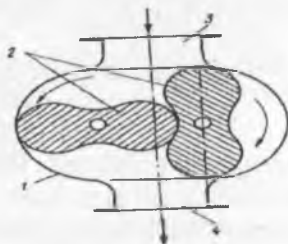
Suv halqachali kompressorlar. Kompressorning qobig'ida eksentrik holda yassi kurakchalari bo'lgan rotor joylashgan (4.28-rasm). Kompressorni ishga tushirishdan oldin uning yarmigacha suv quyiladi. Rotor aylananda suv atrofga sochilib, kompressorning qobig'i bilan rotorga nisbatan eksentrik suv halqachalari hosil qiladi. Hajmdagi kurakchalarning pastki qismi suv halqachalaridagi suyuqlikka botirilguncha kompressorga suv quyiladi.



4.28- rasm. Suv halqachali kompressor:

a-kompressorning tuzilishi; b-gazlarni uzatish qurilmasi; 1-qobiq; 2-rotor; 3-uzatuvchi teshik; 4-so'rish teshigi; 5-idish; 6-kompressorni suv bilan to'ldiruvchi quyilish quvuri.

Rotor kurakchalari bilan suv halqachalari orasida yacheykalar hosil bo'ladi. Yacheykalarining hajmi rotorning birinchi yarim aylanishida kengayadi, ikkinchi yarim aylanishida esa torayadi. Yacheykalarining hajmi kengayganida gaz so'riladi va rotorning keyingi aylanishida yacheykaning hajmi torayishi natijasida gaz siqilib uzatish patrubkasi orqali uzatiladi. Bu kompressorda suv halqachalari porshen vazifasini bajaradi, chunki halqachalar vositasida ish kamerasining hajmi o'zgaradi. Shuning uchun bunday kompressorlarni suyuqlik porshenli kompressorlar ham deyiladi. Suyuqlik porshenli kompressorlar asosan gaz holatdagi xlorini uzatish uchun ishlatiladi. Bunda ellips shakldagi qobiqning yarmisigacha ish suyuqlik sifatida konsentrlangan sulfat kislota quyiladi. Rotorli suv halqachali kompressorlar juda kam ortiqcha bosim hosil qilgani (0,25 MPa gacha) sababli ular gazoduvkalar va vakuum-nasoslar sifatida ishlatiladi.



4.29- rasm. Rotatsion gazoduvka:

1-qobiq; 2-rotor; 3 va 4-so'rish va uzatish patrubkalari.

Gazoduvkalar. Rotorli gazoduvkaning qobig'idagi ikkita parallel valda barabanlar yoki porshenlar jufti aylanma harakat qiladi. Barabanlarning bittasi elektr dvigatel yordamida aylanma harakat, ikkinchisi esa unga tishlari bilan ilashib harakat qiladi (4.29- rasm). Barabanlar bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda aylanma harakatda bo'ladi. Barabanlar aylanganida bir-biriga va qobiq devoriga zich joylashib, ikkita bir-biridan ajratilgan kamera hosil qiladi. Pastki kamerada vakuum hosil bo'lib, unga gaz so'riladi, yuqorigi kamerada gaz siqib chiqariladi.

Rotorli gazoduvkalar daqiqaga $2 \div 800 \text{ m}^3$ gacha havo uzatadi. Uzatish koeffitsiyenti 0,8; umumiy foydali ish koeffitsiyenti $0,6 \div 0,7$. Gazoduvkalarining tuzilishi sodda, ixcham, klapanlari bo'lmagani uchun ularda gaz bir me'yorda uzatiladi. Lekin yuqori bosim hosil qilmagani sababli kam ishlatiladi.

4.11. VAKUUM-NASOSLAR

Neft va gazni qayta ishlashning ayrim jarayonlari (masalan, haydash, bug'latish, quritish) siyraklanish (ya'ni vakuum) muhitida ham olib boriladi. Vakuum qo'llanilganda suyuqlikning qaynashini past haroratda olib borish imkoniyati vujudga keladi. Vakuum hosil qiluvchi mashinalar *vakuum-nasoslar* deb ataladi. Ularning ishlash prinsipi va tuzilishi kompressorning ishlashi va tuzilishiga o'xshaydi.

Vakuum-nasoslar tuzilishi jihatidan kompressorlardan siqilish darajasining kattaligi bilan farq qiladi. Masalan, vakuum-nasos gazni (yoki havoni) $P_1 = 0,05$ at bo'lganda (ya'ni siyraklanish 95 %) so'rib olib, uni siqib, nasosdan chiqayotganda $P_2 = 1,1$ at ga yetkazsa ($0,1$ at miqdoridagi ortiqcha bosim quvurdagi va haydash klapanlaridagi qarshiliklarni yengish uchun sarflanadi), u holda siqish darajasi:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1,1}{0,05} = 22.$$

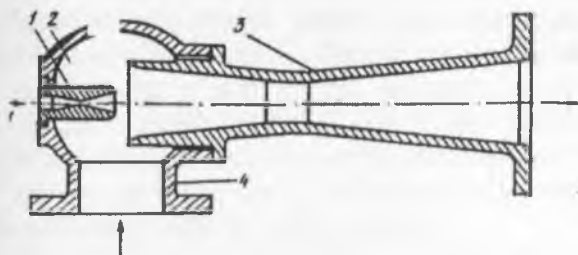
Ma'lumki, bir bosqichli porshenli kompressorlarda siqish darajasi 8 dan ortmaydi. Siqish darajasi juda yuqori bo'lishi sababli, vakuum-nasosning hajmiy koeffitsiyenti va unumdorligi birdan kamayadi. Nasosning ish hajmidan to'liq foydalanish uchun qoldiq hajmni kamaytirishga harakat qilinadi. Shuning uchun vakuum-

nasosning bir necha turlarida (porshenli, rotorli) bosimlarni tenglashtirish usulidan foydalanib, uzatish koeffitsiyentining qiymati $0,8 \div 0,9$ gacha ko'paytiriladi.

Porshenli vakuum-nasoslar. Bular *quruq* va *suyuqlik* nasoslariga bo'linadi. Quruq vakuum-nasoslar gazlarni so'rib tashqariga chiqarib tashlash uchun, suyuqlik vakuum-nasoslar esa bir vaqtning o'zida gaz va suyuqliklarni so'rib chiqarib tashlash uchun ishlatiladi.

Quruq vakuum-nasosning tuzilishi porshenli kompressorlarga o'xshash. Hajmiy koeffitsiyentini oshirish uchun bu vakuum nasosning ba'zilariga zolotnik, ya'ni taqsimlovchi mexanizm o'rnatiladi. Zolotnik yordamida siqish jarayonining oxiridagi qoldiq hajm so'rish kamerasi bilan birlashtiriladi. Bunda qoldiq hajmda bosimi R_2 bo'lgan gaz so'rish kamerasida bosimi R_1 bo'lganda gaz bilan aralashib, gazning bosimi tenglashadi. Natijada gazni so'rish jarayoni vakuum nasoslarda avvalgi holatdagidek, porshenning harakati bilan silindrga so'riladi va unumdorlik ortadi.

Suyuqlik vakuum-nasoslarida ortiqcha miqdordagi suyuqlikni chiqarib tashlash maqsadida (klapandan chiqayotgan suyuqlikning tezligi gazning harakat tezligidan kam bo'lishligi uchun) so'rish va haydash klapanlarda kattaroq bo'ladi. Shuning uchun suyuqlik vakuum-nasoslarida qoldiq hajm egallagan qismi katta bo'lib, ular quruq vakuum-nasoslarga nisbatan kam siyraklanish beradi. Suyuqlik vakuum-nasoslarda zolotniklar bo'lmaydi.



4.30-rasm. Ingichka oqimli bug' vakuum-nasosi:

- 1 – bug' soplosi; 2 – aralashish kamerasi; 3 – diffuzor;
4 – so'rish patrukasi.

Rotor plastinali va suv halqachali vakuum-nasoslar. Bu nasoslar konstruktiv jihatdan xuddi 4.27- va 4.28-rasmlardagi kompressorlarga o'xshash. Rotorli vakuum-nasoslarda qoldiq hajm maxsus kanal yordamida past bosimli kamera bilan birlashtirilib, gazning bosimi tenglashtiriladi. Bunda vakuum-nasosning hajmiy koeffitsiyenti va unumdorligi ortadi.

Suv halqachali vakuum-nasoslarda hosil bo'lgan siyraklanish miqdori nasosga quyiladigan ish suyuqligining parsial bosimiga va haroratiga bog'liq. Suyuqlik haroratining ortishi bilan siyraklanish miqdori kamayadi. Shu sababli suv halqachali vakuum-nasoslarga past haroratli suyuqlik quyiladi.

Ingichka oqimli vakuum-nasoslar. Ularning ishlash prinsipi xuddi suyuqlik uzatuvchi ingichka oqimli nasoslarnikiga o'xshaydi. Ingichka oqimli vakuum-nasoslarda ish suyuqligi sifatida bug' ishlatiladi (3.30- rasm). Bunday nasoslar kislota bug'larini so'rib olish uchun ishlatiladi. Katta va chuqur vakuum olish uchun ko'p bosqichli ingichka oqimli vakuum-nasoslardan foydalaniladi.

V BOB. TURLI JINSLI SISTEMALARNI AJRATISH

5.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Har xil fazalardan (masalan, suyuqlik-qattiq modda, suyuqlik-gaz va hokazo) 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 suspenziyalar shartli ravishda quyidagi turlarga bo'linadi: dag'al suspenziyalar (zarrachalar o'lchami 100 mkm dan ortiq); mayin suspenziyalar (zarrachalar o'lchami $0,5 \div 100$ mkm); loyqasimon suspenziyalar (zarrachalar o'lchami $0,1 \div 0,5$ mkm atrofida); kolloid eritmalar (zarrachalar o'lchami 0,1 mkm dan kichik).

Emulsiyalar ikki xil o'zaro aralashtirilgan 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 ($0,4 \div 0,5$ 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 bo'lgan 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

tarelkali absorber va hokazo) 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 $5\div 100$ mkm oralig'ida bo'ladi.

Tutunlar tarkibida o'lchami $0,3\div 5$ 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 $0,3\div 3$ 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 qovushoqligiga 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 gazsimon 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.

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

5.2. OG'IRLIK KUCHI TA'SIRIDA CHO'KTIRISH

Cho'ktirish usuli suspenziya, emulsiya va changli gazlarni ajratish uchun ishlatiladi. Cho'ktirish tezligi kichik bo'lgani sababli, bu usul asosan turli jinsli sistemalarni birlamchi ajratish uchun qo'llaniladi. Cho'ktirish jarayoni changli gazlar, suspenziya va emulsiyalar tarkibidagi mayda qattiq zarrachalarning og'irlik kuchi ta'sirida uskuna tubiga cho'kishiga asoslangan. Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish jarayoni tindiruvchi uskunalarda olib boriladi.

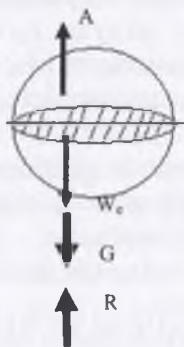
Cho'kish tezligini aniqlash. Buning uchun alohida olingan sharsimon qattiq zarrachaning suyuqlik muhitida erkin cho'kishini tekshiramiz. Bunda zarrachaga og'irlik kuchi G , ko'tarish kuchi A va muhitning qarshilik kuchi R ta'sir qiladi (4.1-rasm). Cho'kish jarayonining harakatlantiruvchi kuchi rolini og'irlik va ko'tarish kuchlari o'rtasidagi farq, ya'ni zarrachaning suyuqlikdagi og'irligi bajaradi:

$$P=G \cdot A=\frac{\pi d^3}{6} g\left(\rho_q-\rho_m\right), \quad (5.1)$$

Muhitning qarshiligi R zarracha yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lib, ishqalanish va inersiya kuchlaridan tarkib topgan. Laminar oqimda ishqalanish kuchlari inersiya kuchlariga nisbatan katta bo'ladi. Stoks qonuniga ko'ra, laminar rejimda sharsimon zarrachaning cho'kishida muhitning qarshilik kuchi R quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$R=3 \pi d \mu W_e, \quad (5.2)$$

bu yerda, μ - muhitning dinamik qovushoqligi, Pa·s; W_e - zarrachaning erkin cho'kish tezligi, m/s.



5.1-rasm. Cho'kayotgan zarrachaga ta'sir qilayotgan kuchlar:

G - og'irlik kuchi; A - ko'tarish kuchi; R - qarshilik kuchi; W_e - zarrachining erkin cho'kish tezligi.

Cho'kayotgan zarracha dastlab tezroq cho'kadi, bir oz vaqt o'tgach, muhitning qarshilik kuchi harakatlantiruvchi kuchga tenglashganda, o'zgarmas tezlik bilan bir xilda cho'ka boshlaydi. Shu o'zgarmas tezlik cho'kish tezligi deyiladi.

Demak, zarracha o'zgarmas tezlikka ega bo'lganda $P=R$ bo'lib qoladi. P va R ning qiymatlarini tenglashtirib quyidagilarni olamiz:

$$\frac{\pi d^3}{6} g\left(\rho_q-\rho_m\right)=3 \pi d \mu W_e,$$

bu yerdan cho'kish tezligi

$$W_e=\frac{d^2 g\left(\rho_q-\rho_m\right)}{18 \mu} . \quad (5.3.)$$

(5.3) ifoda Stoks tenglamasi deb yuritiladi va $Re \leq 2$ bo'lganda ishlatiladi.

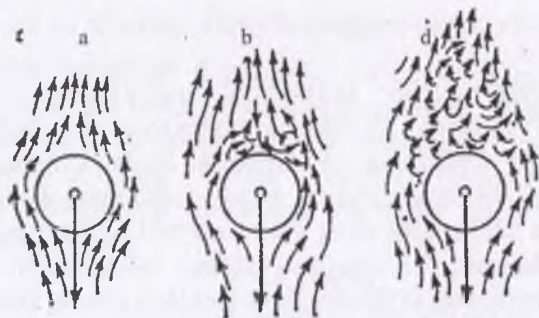
5.2-rasmda qattiq sharsimon zarrachaning suyuqlikdagi harakati ko'rsatilgan. Tezlik va zarrachaning o'lchami kichik bo'lganda yoki muhitning qovushoqligi katta bo'lganda, zarracha suyuqlikning chegara qatlami bilan qoplangan bo'ladi, bunday holatda oqim zarrachani silliq aylanib o'tadi (5.2-rasm, a). Laminar rejimda oqimning energiyasi asosan ishqalanish qarshiligini yengishga sarflanadi. Oqimning turbulentligi ortishi bilan (masalan, jism harakati tezligining ko'payishi) inersiya kuchlarining ta'siri sezila boshlaydi. Ushbu kuchlar ta'sirida qattiq zarracha yuzasidagi chegara qatlam buziladi, oqibat natijada zarrachaning orqa tomoni atrofiga tartibsiz mahalliy uyurmalar paydo bo'ladi (5.2-rasm, b). Reynolds mezoni ma'lum qiymatlarga ega bo'lgandan so'ng, ya'ni rivojlangan turbulent rejimda (5.2-rasm, d) ishqalanish qarshiligini hisobga olmasa ham bo'ladi, chunki bunda asosiy kuchni zarrachaning old tomonidagi qarshilik tashkil etadi. Bunday sharoitda avtomodel rejimi boshlanadi. Rivojlangan turbulent (yoki avtomodel) rejimda muhitning qarshilik koeffitsiyenti o'zgarmas bo'ladi ($\xi=0,44=\text{const}$).

Turbulent rejimda ($Re > 500$) zarrachaning orqa tomonida uyurma oqimlar paydo bo'ladi va shu bilan birgalikda biroz siyraklanish yuz beradi; bu holat muhit qarshiligining ko'payishiga olib keladi va oqibat natijada zarrachaning cho'kish tezligi sekinlashadi.

Turbulent rejimda ($Re > 500$ bo'lganda) inersiya kuchlari ishqalanish kuchlaridan ustun turadi. Bunda qarshilik kuchi R Nyuton qonuniga ko'ra topiladi:

$$R = \xi F \frac{\rho_u W_{ch}^2}{2} \quad (5.4.)$$

bu yerda, ξ – qarshilik koeffitsiyenti; F – zarrachaning harakat yo'nalishiga bo'lgan tekislikka tushirilgan proeksiyasi.



5.2-rasm. Qattiq sharsimon zarrachning suyuqlikdagi harakati:

a – laminar oqim; b – oraliq oqim; d – turbulent oqim.

Qarshilik koeffitsiyentining qiymati Re ning son qiymatiga ko'ra aniqlanadi:

agar $Re \leq 2$ bo'lganda $\xi = \frac{24}{Re}$;

agar $500 > Re > 2$ bo'lganda $\xi = \frac{18,5}{Re^{0,6}}$;

agar $Re > 500$ bo'lganda $\xi = 0,44$.

Sharsimon zarracha uchun $F = \frac{\pi d^2}{4}$.

Turbulent rejim uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$\frac{\pi d^3}{6} g (\rho_q - \rho_m) = \xi F \frac{\rho_m W_e^2}{2},$$

g, ξ va F ning qiymatlarini oxirgi tenglamaga qo'ygandan so'ng, cho'kish tezligini aniqlash uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$W_e = 5,45 \sqrt{\frac{d(\rho_q - \rho_m)}{\rho_m}}. \quad (5.5)$$

Sharsimon bo'lmagan zarrachalarning cho'kish tezligi W' quyidagicha aniqlanadi:

$$W' = \varphi W_e. \quad (5.6)$$

φ – shakl koeffitsiyenti.

Sharsimon zarrachalar uchun $\varphi = 1$ deb olinadi.

Boshqa, sharga o'xshamagan zarrachalarning shakl koeffitsiyenti $\varphi < 1$ bo'ladi. Masalan: dumaloq zarrachalar uchun $\varphi = 0,77$; uchburchak shakldagi zarrachalar uchun $\varphi = 0,58$; plastinasimon zarrachalar uchun $\varphi = 0,43$.

Yuqoridagi (5.3), (5.5), (5.6) tenglamalar orqali erkin cho'kish tezligi, ya'ni alohida olingan zarrachaning suyuqlik yoki gaz muhitidagi erkin cho'kishi aniqlanadi.

Haqiqiy sharoitlarda cho'ktirish jarayoni ma'lum hajmda, qattiq zarrachalarning konsentratsiyalari katta bo'lganda olib boriladi. Bunda siqilgan holatdagi cho'kish yuz beradi. Siqilgan holatdagi cho'kish tezligi erkin cho'kish tezligidan kichik bo'ladi, ya'ni $W_{ch} < W_e$, chunki siqilgan holatdagi cho'kishda umumiy qarshilik muhitning qarshiligi va zarrachalarning o'zaro bir-biriga ishqalanishi hamda urilishi natijasida hosil bo'lgan qarshiliklar yig'indisiga teng bo'ladi.

Taxminiy hisoblashlar uchun siqilgan holatdagi cho'kish tezligini (ya'ni haqiqiy cho'kish tezligini) olingan sharsimon zarracha nazariy cho'kish tezligining yarmiga teng deb olinadi:

$$W_{ch} = 0,5 W_e \quad (5.7)$$

Noto'g'ri shaklga ega bo'lgan zarrachalar uchun W_e ni hisoblash paytida d ning o'rniga d_e olinadi:

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}, \quad (5.8)$$

bu yerda, d_e - ekvivalent diametr; V - cho'kayotgan zarrachaning hajmi.

Hamma rejimlar uchun siqilgan holatdagi cho'kish tezligini aniqlashda quyidagi umumiy tenglamadan foydalaniladi:

$$Re = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,6 \sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}}, \quad (5.9)$$

bu yerda, $Re = \frac{W_{ch} d \rho_m}{\mu}$ - Reynolds mezoni;

$Ar = \frac{d^3 \rho g (\rho_q - \rho_m)}{\mu^2}$ - Arximed mezoni;

$\varepsilon = \frac{V_0 - V}{V_0}$ - suyuqlikning suspenziyadagi hajm jihatdan olingan ulushi: V_0 - suyuqlikning suspenziyadagi hajmi, m^3 ; V - qattiq zarrachalarning suspenziyadagi hajmi, m^3 .

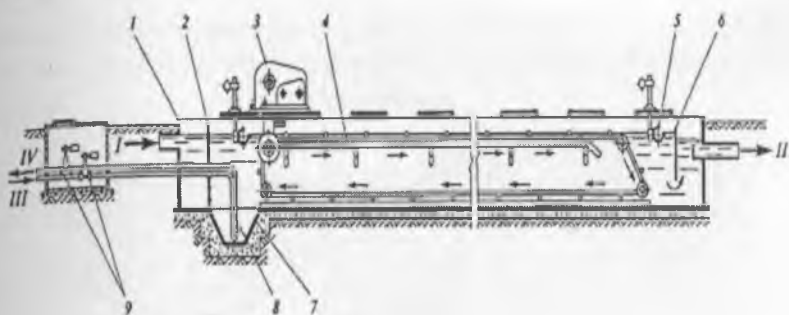
Siqilgan holatdagi zarrachaning cho'kish tezligini aniqlash uchun avvalo Ar va ε ning qiymatlari topiladi, so'ngra bu qiymatlar (4.9) tenglamaga qo'yilib, Re ning miqdori hisoblanadi. Keyinchalik

Reynolds mezonidan cho'kish tezligi aniqlanadi:

$$W_{ch} = \frac{Re \mu}{\rho_m d}. \quad (5.10)$$

(5.3), (5.5) va (5.10) ifodalardan ko'rinib turibdiki, cho'kish tezligining qiymatini belgilovchi asosiy kattaliklar qatoriga muhitning qovushoqligi va qattiq zarrachalarning o'lchami kiradi. Cho'kish jarayonini jadallashtirish uchun ko'pincha suspenziyaning harorati texnologik jihatdan mumkin bo'lgan darajagacha qizdiriladi, chunki haroratning ko'tarilishi bilan qovushoqlik pasayadi, natijada cho'kish jarayoni tezlashadi. Bundan tashqari, cho'kish jarayonini jadallashtirish uchun qattiq zarrachalarni koagulyatsiya qilish ham yaxshi natija beradi. Zarrachalarning o'lchamini koagulatsiya yo'li bilan kattalashtirish uchun odatda suspenziyaga koagulantlar qo'shiladi. Suspenziyaga koagulantlar qo'shilganda molekullarning o'zaro tortishish kuchlari ta'sirida mayda zarrachalar birlashib, katta-katta konglomeratlar hosil qiladi, oqibat natijada cho'kish tezlashadi.

Tindirish uskunalari. Neft-gazni qayta ishlash va neft kimyosi korxonalarida turli tuzilishga ega bo'lgan tindirish uskunalari (neft ushlagichlar, tindirgichlar, qum ushlagichlar, gaz separatorlari va hokazo) qo'llaniladi. 5.3-rasmda tarkibida neftni ushlagan oqova suvlarni neftdan tozalash uchun mo'ljallangan tindirish uskunasi (neft ushlagich) ko'rsatilgan. Uzluksiz ishlab turishlik uchun neft ushlagich eng kamida o'zaro parallel ishlaydigan ikkita seksiyadan iborat bo'ladi. Har bir seksiyaning qobig'i (1) bo'lib, uning ichida kurakli transportyor (4) joylashgan bo'ladi. Ushbu transportyor uzatma (3) yordamida harakatga keltiriladi va oqova suv tarkibidan yuzaga ajralib chiqqan neft mahsulotlarini yig'ib hovuzcha (7) ga tushiradi. Oqova suv yuzasida yig'ilib qolgan neft mahsulotlarining balandligi 100 mm oshmasligi kerak. Odatda kurakli transportyor sakkiz soat davomida bir marta harakatga keltiriladi. G'alvirsimon to'siq (2) oqimning uskuna ko'ndalang kesimi bo'yicha bir me'yorda taqsimlanishiga yordam beradi, yaxlit to'siq (6) esa toza suv qatlamini tindirish qismidan ajratib turishga xizmat qiladi.

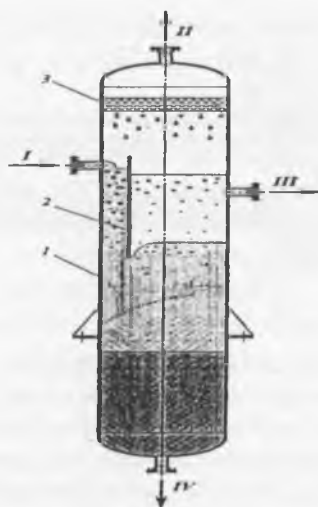


5.3-rasm. Neft ushlagich:

1-qobiq; 2-g'alvirsimon to'siq; 3-kurakli transportyorning uzatmasi; 4-kurakli transportyor; 5-neftni yig'uvchi quvur; 6-to'siq; 7-chuqurcha; 8-gidroelevator; 9-elektr uzatmali zadvishkalar. Oqimlar: I-oqova suv; II-tozalangan suv; III-gidroelevatorga beriladigan suv; IV-chiqindi.

Neft ushlagich qo'l kuchi bilan harakatlanib, neft tomchilarini ushlab qolishga mo'ljallangan quvurlar (5) bilan ham jihozlangan. Hovuzchadagi cho'kmalar gidroelevator (8) yordamida uzatiladi. Gidroelevatorga suvni berish va cho'kmani uzatish jarayonlari zadviykalar (9) yordamida amalga oshiriladi. Har bir seksiyaga oqova suvlar alohida beriladi. Oqova suvlarning neft ushlagichlardagi o'rtacha tezligi 5 mm/soat ga teng bo'ladi. Sanoatda bitta seksiyaning ish unumdorligi 18, 36, 54, 81 va 198 m³/soat ga teng bo'lgan neft ushlagichlar ishlatiladi.

5.4-rasmda vertikal gaz separatori – suv ajratgich uskunasi sxemasi berilgan. Ushbu uskuna neftni qayta ishlash qurilmalarida yengil mahsulotlar (benzin) dan suv va gazni ajratib olish uchun ishlatiladi. Kerosinni suv va gazdan tozalash esa odatda gorizontalk uskunada amalga oshiriladi. Silindrsimon uskunaning balandligi bo'yicha uchta qatlam hosil bo'ladi; toza benzin, aralashma va suv. Vertikal to'siq (2) gazning asosiy qismi ajraladigan hajmni separatorning tindirish qismidan ajratib turishga xizmat qiladi. Separatorning yuqori qismiga tomchi qaytargich (3) o'rnatilgan bo'lib u gaz oqimi bilan qo'shilib ketgan suyuqlik tomchilarini ushlab qolishga yordam beradi.



5.4-rasm. Gazoseparator – suv ajratgichning sxemasi:

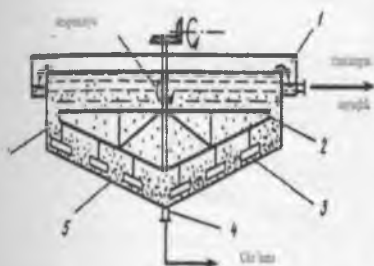
1-qobiq; 2-to'siq; 3-qaytargich. Oqimlar: I-aralashma; II-gaz; III-benzin; IV-suv.

Benzin va suvning balandligi sath o'lchovchi regulatorlar yordamida boshqarib turiladi.

Uzluksiz ishlaydigan cho'ktiruvchi qurilmaning taroqlari bo'lib, suspenziyalarni tindirish uchun ishlatiladi. Ushbu cho'ktiruvchi qurilma balandligi uncha katta bo'lmagan katta diametrli silindrsimon rezervuardan iborat bo'lib, konussimon asosga ega. Dastlabki suspenziya rezervuarning o'rta qismiga beriladi. Suspenziya tarkibidagi qattiq zarrachalar og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi. Rezervuarning o'rtasida val o'rnatilgan bo'lib, unga taroqlar biriktirilgan.

Ushbu taroqlar cho'kayotgan zarrachalarni uzluksiz ravishda cho'kma tushiriladigan patrubka tomon siljitib turadi. Taroqli aralashtirgich juda kichik tezlik (0,02 - 0,05 ayl/min) bilan aylanadi. Shu sababli aralashtirgichning harakati cho'kish jarayoniga ta'sir qilmaydi. Tozalangan suyuqlik qurilmaning yuqori qismidagi halkasimon tarnov orqali uzluksiz chiqib turadi. Bunday cho'ktiruvchi qurilmaning asosiy kamchiligi katta o'lchamga ega ekanligidir. 5.5- rasmda uzluksiz ishlaydigan cho'ktirish qurilmasi keltirilgan bo'lib, qurilma halqasimon tarnov 1, aralashtirgich 2,

aralashtirgichning taroqsimon ish organi 3, cho'kma chiqariladigan patrubka 4, konussimon taglik 5 va silindrsimon rezervuar 6 dan iborat.

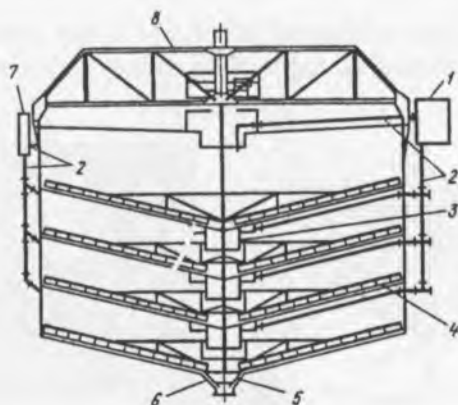


5.5 -rasm. Uzlüksiz ishlaydigan cho'ktirish qurilmasi

1-halqasimon tarnov; 2-aralashtirgich; 3-taroqlar; 4- cho'kma chiqariladigan patrubka; 5- konussimon taglik.

Binolarning maydonlarini tejash maqsadida ko'p yarusli cho'ktirish qurilmalari qo'llaniladi. Bunday qurilmalar berk silindrsimon bo'lib, konussimon asosga ega. Konussimon to'siqlar qurilmani balandligi bo'yicha bir necha yaruslarga bo'ladi. Qurilma o'qi bo'yicha sekin aylanuvchi val o'rnatilgan bo'lib, valga taroqlar biriktirilgan. Taroqlar koncentrlangan massani markazga yaqinlashtirish uchun xizmat qiladi. Suspenziya taqsimlovchi qurilma orqali yaruslarga beriladi. Cho'kma pastki yarusdan olinadi. Ko'p yarusli cho'ktirish qurilmasi 5.6-rasmda keltirilgan bo'lib, qurilma taqsimlash qurilmasi 1, trubalar 2, stakan 3, aralashtirgich 4, cho'kma chiqariladigan konus 5, cho'kma surgich 6, kollektor 7 va rama 8 dan iborat.

Cho'ktirish uskunalarini hisoblash. Bunday hisoblashning asosiy maqsadi cho'kish yuzasini aniqlashdan iborat. Cho'ktirish natijasida ma'lum vaqt τ davomida quyuqlashtirilgan suspenziya (shlam) qatlami va balandligi h ga teng bo'lgan tozalangan suyuqlik qatlami hosil bo'ldi, deb hisoblaymiz. Cho'ktirish yuzasi $F(m^2)$ bo'lganda olingan toza suyuqlik hajmi $hF(m^3)$ ga teng bo'ladi. Vaqt birligi ichida tozalangan suyuqlik hajmi esa $(V, \frac{m^3}{s})$:



5.6- rasm. Ko'p yarusli cho'ktirish qurilmasi:

1-taqsimlash qurilmasi; 2-trubalar; 3-stakan; 4-aralashtirgich; 5- cho'kma chiqariladigan konus; 6- cho'kma surgich; 7- kollektor; 8-rama.

$$V = \frac{hF}{\tau}. \quad (5.11)$$

W_E tezlik bilan cho'kayotgan qattiq zarrachalar τ vaqt davomida $W_e\tau$ masofani bosadi. Bu masofa h ga teng. Shunga ko'ra $W_e\tau = h$.

h ning qiymatini (5.11) tenglamaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$V = \frac{W_e F}{\tau} = F W_e. \quad (5.12)$$

Demak, tenglama (5.12) ga muvofiq, cho'ktirish uskunasi ish unumi cho'ktirish yuzasiga to'g'ri proporsional bo'lib, uskunaning balandligiga bog'liq emas ekan. (5.12) tenglamadan kerak bo'lgan cho'ktirish yuzasini topamiz:

$$F = \frac{V}{W_e}.$$

Tozalangan suyuqlikning zichligi ρ_s bo'lsa, u holda

$$V = \frac{G_1}{\rho_s}; \quad F = \frac{G_2}{\rho_s W_e}, \quad (5.13)$$

bu yerda, ρ_s – suspenziyaning zichligi, kg/m^3 ; G_2 – tozalangan suyuqlikning miqdori (kg/s);

$$G_2 = G_1 \left(1 - \frac{X_1}{X_2}\right);$$

G_1 – uskunaga berilayotgan supenziyaning miqdori, kg/s; X_1 – suspenziyadagi quruq moddalarning massa jihatdan olingan ulushi; X_2 – cho'kmadagi quruq moddalarning massa jihatdan olingan ulushi.

G_2 ning qiymatini (5.13 tenglamaga qo'yib, quyidagi ifodani olamiz:

$$F = \frac{G_1}{\rho_s W_e} \left(1 - \frac{X_1}{X_2} \right) \quad (5.14)$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \beta \text{ desak, u holda } F = \frac{G_1}{\rho_s W_e} (1 - \beta). \quad (5.15)$$

(5.14) tenglamani keltirib chiqarishda cho'ktirish uskunasiidagi suyuqlik harakatining rejimlari e'tiborga olinmagan. Bundan tashqari, oqimlar uskunaning hamma yuzasi bo'ylab bir xil tarqalgan deb olingan.

Haqiqiy uskunalarda suyuqlik harakati rejimlarining o'zgarishi va boshqa omillarning ta'siri natijasida cho'kish jarayoni bir xil tarzda bormaydi. Shu sababli (5.15) tenglama bilan topilgan nazariy yuzani 30–35% ga ko'paytirish kerak. Demak, hisoblangan yuza qiymatini 1,3 ga teng bo'lgan tuzatish koeffitsiyentiga ko'paytirish kerak bo'ladi. Shunga ko'ra cho'ktirish yuzasi yoki uskunaning ko'ndalang kesimi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \frac{1,3G_1}{\rho_s W_e} (1 - \beta). \quad (5.16)$$

(5.16) tenglamadagi W_e kattalik zarrachalarning erkin tushish tezligi bo'lib, agar siqilgan holatda cho'kish yuz berayotgan bo'lsa W_e o'rniga W_{ch} ishlatiladi.

5.3. MARKAZDAN QOCHMA KUCH MAYDONIDA CHO'KTIRISH

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, gidrosiklonlar); 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 ulotqirib tashlaydi.

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

$$S = \frac{mv^2}{R} = mw^2R \quad (5.17)$$

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):

$$P = mg, \quad (5.18)$$

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

(5.17) va (5.18) tenglamalarni yechib, quyidagi ifodaga erishamiz:

$$\frac{C}{P} = \frac{mw^2R}{mg} = \frac{w^2R}{g} = K_a, \quad (5.19)$$

bu yerda, $K_a = \frac{W^2R}{g}$ – 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 K_a 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 cho'ktirish uskunalariga nisbatan yuqori unumdorlikka ega. Ushbu uskunalarda o'ta mayda zarrachalarni

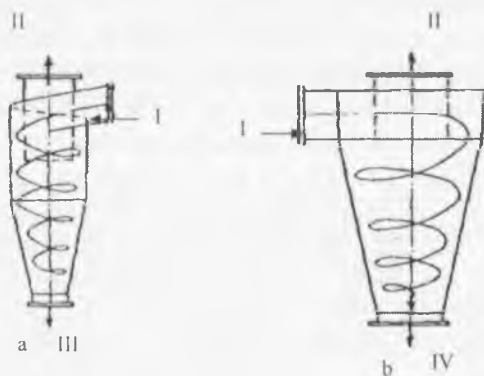
ham ajratish imkoniyati mavjud: sentrifugalarda o'lchami 1 mkm atrofida bo'lgan zarrachalarni ajratish mumkin; siklonlarda esa – 10 mkm atrofida.

Siklonlar. Oddiy cho'ktirish uskunalarida gaz aralashmalaridagi mayda changlarni ajratish ancha qiyin. Cho'ktirish uskunalarining o'lchami katta bo'lganligi uchun ular ko'p 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 bo'ladi. Uskunada tozalangan gaz chiqadigan va chang tushadigan patrubbkalar bor. Changli gaz siklonga tangensial yo'nalishda $20 \div 25$ m/s tezlikda kiradi. So'ngra pastga spiralsimon aylanma harakat bilan yo'naladi. Natijada markazdan qochma kuch hosil bo'ladi. Bu kuch ta'sirida gaz oqimidagi qattiq zarrachalar o'qdan siklonning ichki devori tomon harakat qiladi, so'ngra devorga urilib o'z kinetik energiyasini yo'qotadi va og'irlik kuchi ta'sirida pastga tushadi. Siklonning pastki konussimon qismida gaz oqimi inersiya bo'yicha aylanma spiralsimon harakatini davom ettiradi va yuqoriga yo'nalgan oqim paydo bo'ladi. Tozalangan gaz markaziy quvur orqali uskunadan chiqib ketadi. Siklondagi changli gazlarning tozalanish darajasi qattiq zarrachalarning kattaligi, gaz oqimining tezligi va uskunaning geometrik o'lchamlariga bog'liq bo'ladi.

Siklonlar konstruktiv tuzilishiga ko'ra ikki turga bo'linadi: silindrli va konusli (5.5-rasm). Silindrli siklonlarda qobiqning silindrli qismi ancha uzun qilib, konusli siklonlarda esa konussimon qilib tayyorlangan bo'ladi. Silindrli siklonlar yuqori ish unumdorlikka, konusli siklonlar esa yuqori tozalash darajasiga ega. Biroq konusli uskunalarda bosimning yo'qolishi ko'proq bo'ladi. Konusli siklonlarda yuqoridan pastga qarab ko'ndalang 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.

Umuman olganda, siklonlar tarkibida 400 g/m^3 gacha qattiq fazani ushlagan changli gazlarni tozalash uchun ishlatiladi. NIIOgaz

tomonidan ishlab chiqarilayotgan siklonlarning diametri 100÷1000 mm ga, changli gazlarning tozalanish darajasi 30÷85 % ga teng. Changli gaz aralashmalaridagi qattiq zarrachalarning diametri kattalashgani sari gazlarning tozalanish darajasi 90÷95 % gacha ortishi mumkin.



5.7-rasm. NIIOgaz konstruksiyali siklonlar sxemasi:

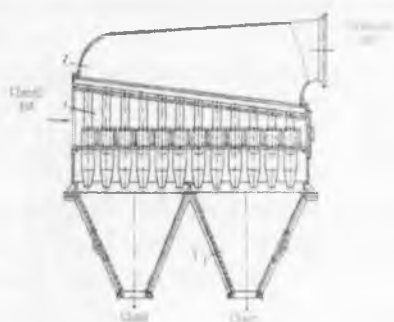
a – silindirli; b – konusli. Oqimlar: I–changli gaz, II–tozalanagan gaz, III–chang.

Siklonlarda gaz aralashmalarining tozalanish darajasi ajratish koeffitsiyentiga bog'liq:

$$K_a = \frac{W^2}{rg}, \quad (5.20)$$

bu yerda, W – gaz oqimining tezligi, 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 tezligini 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 m³/s gacha) tozalash va ajratish tezligini oshirish uchun parallel ishlaydigan siklonlar guruhi yoki batareyali siklonlar ishlatiladi.



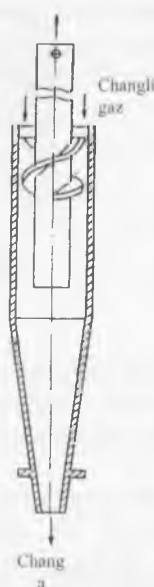
5.8-rasm. Batareyali siklon:

- 1–changli gaz kamerasi; 2–tozalangan gaz kamerasi;
3–chang yigʻadigan bunker.

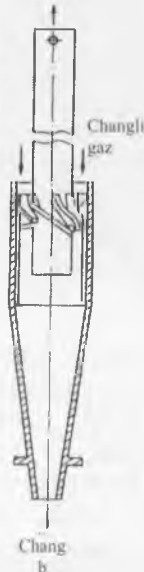
5.8-rasmida koʻrsatilgan batareyali siklon (BSU) yupqa devorli qobiqdan iborat boʻlib, changli va tozalangan gazlar uchun kameralar 1,2 va chang yigʻuvchi bunkerlar (3) dan tashkil topgan. Siklon elementlari tegishli toʻsiqlarga shunday qilib joylashtirilganki, bunda elementlarning tangensial patrubkalari changli gaz kamerasi bilan, markaziy chiqarish quvurlari tozalangan gaz kameralari bilan, chang chiqaruvchi teshiklari esa chang yigʻadigan bunker bilan bogʻlangan.

Siklon elementlarida gaz oqimiga aylanma harakat beruvchi tangensial yoki oʻq boʻyicha uyurma hosil qiluvchilar ishlatiladi. Tangensial uyurma hosil qiluvchilar qatoriga qisqa va torayuvchi patrubkalar va spiralsimon naychalar kiradi. Oʻq boʻyicha uyurma hosil qiluvchilar ishlatilgan paytda siklon elementlarining qopqogʻi boʻlmaydi va changli gaz qobiq va tozalangan gaz chiqadigan quvur oraligʻiga beriladi, ushbu oraliqda «vint» (5.9-rasm, a) yoki «rozетка» koʻrinishidagi (5.9-rasm, b) uyurma hosil qiluvchilar oʻrnatilgan boʻladi. «Vint» koʻrinishidagi uyurma hosil qiluvchida changlar kam darajada tiqilib qoladi va uning gidravlik qarshiligi nisbatan kam.

Tozalangan gaz



Tozalangan gaz



5.9-rasm. Batareyali siklonlarning elementlari:

- a - «vint» rusumidagi yo'naltiruvchi parrakli uyurma hosil qiluvchilar;
b - «rozetka» rusumidagi yo'naltiruchi parrakli uyurma hosil qiluvchilar.

Siklonlarning sanoatda ko'p ishlatilishidan qat'i 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 nuqtayi nazaridan, siklon qandaydir mahalliy qarshilik, deb olinishi mumkin. Bunday holatda siklonning gidravlik qarshiligi gaz oqimining tezlik naporiga teng bo'ladi:

$$\Delta p = \xi \frac{\rho W_m^2}{2}, \quad (5.21)$$

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

Siklonning gidravlik qarshiligi uskunaning turiga bog'liq

bo'ladi. Masalan, NIIOgaz konstruksiyali siklonlar uchun: SN-24 $\xi=60$; SN-15 $\xi=160$; SN-11 $\xi=250$.

Gazning mavhum tezligi quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin:

$$W_m = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\xi \rho}}, \quad (5.22)$$

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

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785W_m}}, \quad (5.23)$$

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.

Turli jinsli aralashmalarni ajratish prinsipiga ko'ra sentrifugalalar uch turga bo'linadi: 1) filtrlovchi sentrifugalalar; 2) cho'ktiruvchi sentrifugalalar; 3) tarelkali separatorlar.

Ajratish koeffitsiyentiga ko'ra hamma sentrifugalalar ikki guruhga bo'linadi:

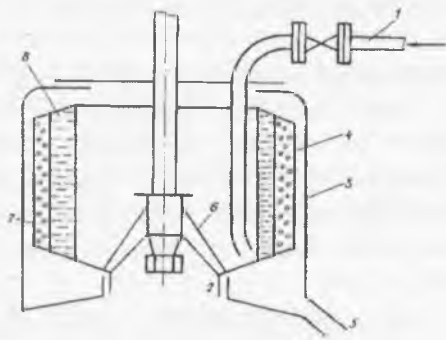
Normal sentrifugalalar ($K_a \leq 3600$). Bunday sentrifugalalar

suspenziyalardan katta, o'rtacha va maydaroq zarrachalarni ajratish uchun ishlatiladi.

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

Sho'ktiruvchi sentrifugal tarkibida 40 % gacha qattiq faza tutgan va zarrachaning o'lchami 5 dan 100 mkm gacha bo'lgan suspenziyalarni ajratish uchun ishlatiladi. Sentrifuganing barabani yahlit bo'lib, qobiq ichiga joylashtirilgan (5.10-rasm). Turli jinsli sistema barabanga truba orqali beriladi. Barabanning aylanishida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch ta'sirida zichligi kattaroq komponent barabanning devori yaqinidagi hajmni egallaydi, zichligi kichikroq bo'lgan komponent esa aylanish o'qiga yaqinroq qismda yig'iladi. Tindirilgan suyuqlik (fugat) tegishli patrubka orqali qurilmadan chiqariladi. Cho'kma qatlami amaliy jihatdan barabanni to'ldirgandan so'ng, qurilma to'htatiladi. Konus yuqoriga ko'tarilib, cho'kma tushiriladi. Bunday sentrifuga davriy ishlaydi.

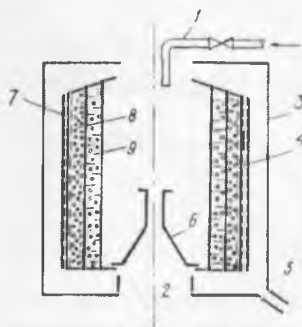
Ish rejimiga ko'ra fil'trovchi sentrifugal (5.11-rasm) davriy va uzluksiz bo'ladi. Baraban valining o'rnatilish holatiga qarab gorizontal va vertikal fil'trovchi sentrifugal bo'ladi. Fil'trovchi sentrifugalarda cho'kma qo'l kuchi yordamida hamda gravitasion, pul'sasion, markazdan qochma kuchlar ta'sirida tushiriladi.



5.10 - rasm. Cho'ktiruvchi sentrifuganing sxematik ko'rinishi

1 - suspenziyaning berilishi; 2 - cho'kma tushiriladigan teshik; 3 - qobiq; 4 - baraban; 5 - fugat chiqariladigan patrubka; 6 - konus; 7 - zichligi katta bo'lgan komponent (cho'kma); 8 - zichligi kichik bo'lgan komponent (fugat).

Cho'ktiruvchi sentrifugalardan fil'trovchi sentrifugalarning asosiy farqi shundaki, ular g'alvirsimon to'rtli metallardan tayyorlangan barabanga ega bo'lib, uning yuzasiga fil'trovchi gazlama (mato) qoplangan.



5.11 - rasm. Fil'trlovchi sentrifuga

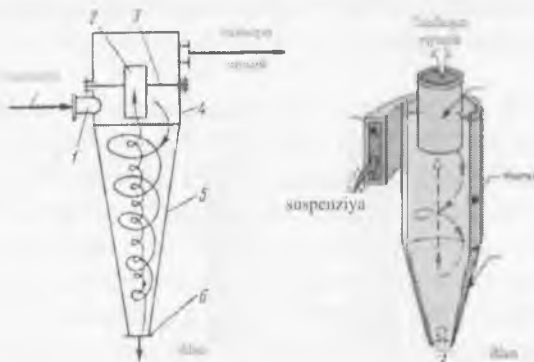
1-suspenziyaning berilishi; 2- cho'kma tushiriladigan teshik; 3- qobiq; 4- baraban; 5- fugatning chiqarilishi; 6- korpus; 7- fil'trovchi material; 8- cho'kma; 9- suspenziya.

Davriy ishlaydigan fil'trovchi sentrifugada suspenziya barabanning yuqorisidan beriladi. Suspenziya berilgandan so'ng baraban aylanma harakatga keltiriladi. Markazdan qochma kuchlar ta'sirida suspenziya baraban devoriga tomon uloqtiriladi. Suyuq faza fil'trovchi to'siq orqali o'tadi, cho'kma esa unda ushlanib qolinadi. Fil'trat patrubka orqali yig'gichga uzatiladi Fil'trlash davri tugagandan so'ng cho'kma qo'l kuchi yordamida qopqoq orqali tushiriladi.

O'zi tushiruvchi sentrifugalarda cho'kma gravitasion kuchlar ta'sirida tushiriladi. Bunday sentrifugal vertikal valli qilib tayyorlanadi va ularda g'alvirsimon baraban joylashtiriladi. Suspenziya barabanga disk orqali beriladi. Barabanning pastki qismi konussimon shaklga ega. Fil'trlash davri tugagandan so'ng va baraban to'htagandan keyin cho'kma gravitasion kuchlar ta'sirida tushiriladi.

Gidrosiklonlar odatda tarkibidagi zarrachalarning o'lchami 5-150 mkm bo'lgan suspenziyalarni fazalarga ajratish uchun ishlatiladi. Bunday qurilmalardan beqaror emul'siyalarni ajratish uchun ham foydalanish mumkin. Hidrosiklon qobig'i silindrsimon va

konussimon qismlardan iborat. Gidrosiklonlarda ajratish sifati konuslilik burchagiga bog'liq bo'ladi (5.12 - rasm).

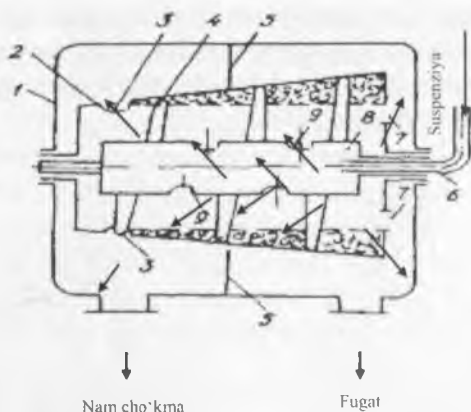


5.12 - rasm. Gidrosiklon

1 - tangencial patrubka; 2- markaziy patrubka; 3 - to'siq; 4-korpusning silindrsimon qismi; 5-korpusning konussimon qismi; 6- ajralgan og'ir faza (shlam) chiqariladigan patrubka.

Suspenziya gidrosiklonga tangencial yo'nalishda 5-20 m/s tezlikda kiradi. Suspenziya qurilmaning silindrsimon yuzasi yaqinida pastga qarab spiralsimon harakat qiladi. Suyuqlik oqimi bilan birgalikda qattiq zarrachalar ham pastga qarab harakat qiladi. Bunda suyuqlik tarkibidagi qattiq zarrachalar markazdan qochma kuch ta'sirida qurilmaning konussimon yuzasi tomon uloqtiriladi. Engil komponent esa gidrosiklon markaziga yig'iladi va markaziy patrubka orqali yuqoriga harakatlanib, qurilmadan alohida chiqariladi. Og'ir komponent esa pastgi shtuser orqali qurilmada tashqariga chiqariladi.

5.13-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. Ushbu barabanning ichida shnek (4) bo'lib, cho'kmani 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.



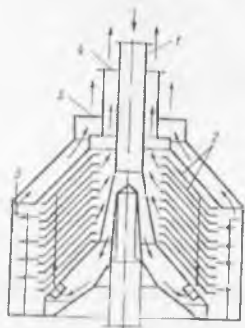
5.13-rasm. Uzlüksiz ishlaydigan cho'ktiruvchi sentrifuga:
 1-qobiq; 2-konussimon baraban; 3-tushiruvchi teshiklar; 4-shnek;
 5-to'siqlar; 6-suspensiya kiradigan quvur; 7-fugat chiqadigan teshik.

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 sentrifugalarning qattiq fazaning konsentratsiyasi katta bo'lgan mayda dispersli suspensiyalarni ajratish uchun qo'llaniladi.

Tarelkali separatorlar uzluksiz ishlaydigan cho'ktiruvchi o'ta sentrifugalarning qatoriga kiradi. Bunday sentrifugalarning vertikal rotor bo'lib, suyuqlik bir necha tarelkalarga tarqaladi va zarrachalarning cho'kish laminar rejimda amalga oshiriladi. Tarelkali separatorlar emulsiyalarini ajratish va suyuqliklarni tindirish uchun ishlatiladi.

5.14-rasmda suyuqliklarni ajratishga mo'ljallangan tarelkali separatorning sxemasi ko'rsatilgan. Emulsiya markaziy quvur (1) orqali rotorning pastki qismiga yuboriladi, so'ngra tarelkalardagi teshiklar orqali ularning oraliqlarida yupqa qatlam holatida tarqaladi. Og'irroq bo'lgan suyuqlik tarelkalar (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.



5.14-rasm. Tarelkali separator:

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

5.4. 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 ushlash mumkin. Neft emulsiyalariga yuqori kuchlanishli elektr maydoni ta'sir etilganda, suyuqlik mayda zarrachalarining o'zaro birlashib ketishi natijasida koagulatsiya 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°S gacha bo'lishi mumkin. Bunday uskunada elektr energiyasining solishtirma sarfi nisbatan kichik: 1000 m³ gaz uchun 0,2 – 0,3 kVt.soat. Elektrofiltrlarning kamchiliklari: yuqori metall ushlashlik; o'lchamlari katta; ish rejimining o'zgarishiga ta'sirchan; changning portlash va o't olish xavfsizligini ta'minlashga

yuqori talabalar. Katta kapital mablag'lar zarurligi sababli, elektrofildan gazning sarfi ko'p bo'lganda foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Shu kunda gaz bo'yicha ish unumdorligi 1 mln m^3/soat dan ko'p bo'lgan elektrofildlar mavjud.

Elektrofildlar nurlanuvchi (manfiy zaryadlangan) va cho'ktiruvchi (musbat zaryadlangan) elektrodlardan tashkil topgan bo'ladi. Ikkita elektrodlar o'rtasidagi yuqori kuchlanishli ($U = 40000 \pm 75000 \text{ V}$) 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.

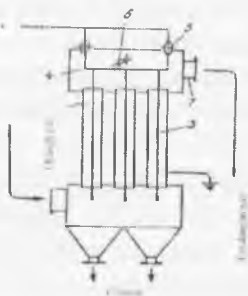
Tarkibida qattiq zarrachalari bo'lgan gaz oqimi yuqori kuchlanishli maydondan o'tganda ionizatsiya hodisasiga uchraydi, ya'ni uning molekulari musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalarga ajraladi. Bunda butunlay ionlashgan gaz qatlami cho'g'lanib, nur va charsillagan ovoz chiqaradi. Bu sim nurlanuvchi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

Elektrofildlar 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. Elektrofildning nurlanuvchi elektrodleri tok manbaining manfiy qutbiga, cho'ktiruvchi elektrodleri esa musbat qutbiga ulanadi.

Cho'ktirish elektrodining tayyorlanishiga qarab quvurli va plastinali elektrofildlar bo'ladi, biroq ularning ishlash rejimida prinsipial farq yo'q. Quvurli elektrofildlarning sxemasi 5.15-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu elektrofildra 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 elektrodlar (ya'ni simlar) umumiy ramaga osilgan bo'lib, ramalar esa izolatorlarning ustiga o'rnatilgan. Elektrodلarga 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'lumot-lardan foydalaniladi. Masalan, quvurli elektrodلar uchun tok kuchi $J=0,3\div0,5$ mA/m, plastinali elektrofiltrلar uchun $J=0,1\div0,3$ mA/m olinadi; maydon kuchlanganligi 450 kV/m; ish kuchlanishi 40÷75 kV; quvurli elektrofiltrلar uchun gazning tezligi $W=0,8\div1,5$ m/s, plastinali elektrodلar uchun $W=0,5\div1$ m/s olinadi.



5.15-rasm. Elektrofiltrning sxemasi:

1–changli gaz kiradigan shtuser; 2–cho'ktiruvchi quvursimon elektrodلar; 3–nurlanuvchi quvursimon elektrodلar; 4–rama; 5–izolatorlar; 6–silkituvchi mexanizm; 7–tozalangan gaz chiqadigan shtuser.

Elektrofiltrلar gazلarning 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 (siklonلar, yengli filtrلar, skrubberلar) da og'irlik kuchi va markazdan qochma kuchlar ta'sirida o'ta mayda zarrachalarni cho'ktirish mumkin emas.

Elektrodegidratorلar. Bunday uskunalar neft emulsiyalarini ajratish uchun ishlatiladi. Qazib olingan neft o'z tarkibida turg'un holatdagi emulsiyani ushlaydi. Emulsiya holatdagi suvning tarkibida

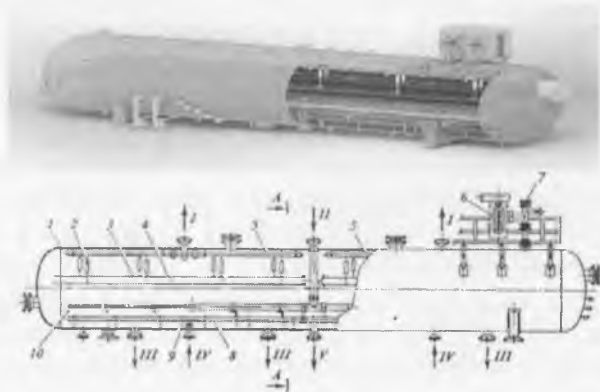
nisbatan ko'p miqdorda tuzlar bo'ladi. Neftni suvsizlantirish va oqibatda tuzsizlantirish uchun mexanik yoki kimyoviy uslubdan foydalanish mumkin. Neft emulsiyasini ajratishda elektr maydonidan foydala-nilganda esa yuqori samaraga erishish imkoniyati yuzaga chiqadi. Yuqori kuchlanishli va o'zgaruvchan 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. Koagulatsiya jarayonini yaxshilash maqsadida oqimga odatda oz miqdorda ishqor qo'shiladi, natijada organik kislotalar neytrallanadi va suvning elektr o'tkazuvchanligi ko'payadi. Ushbu jarayon issiqlik (qovushoqlikni kamaytirish) va bosim ta'sirida (suvning bug'lanmasligi va neftning qaynamasligi uchun) olib boriladi.

Neftni qayta ishlash sanoatida turli rusumdagi (vertikal, gorizontal, sferik) elektrodegidrotorlar qo'llanilmoqda. 5.16-rasmda VNInefte-mashning EG200-10 markali gorizontal elektrogidrotorining sxemasi berilgan. Ushbu uskuna 200 m³ hajmga ega bo'lib, 1 MPa (10 kgs/sm²) bosim bilan neft va gaz kondensatlarini suvsizlantirish va tuzsizlantirishi uchun ishlatiladi. Uskuna qobig'i ichida izolatorlar (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. Elektrodegidrotorning qobig'iga transfor-mator (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 me'yorda 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 elektrodegidratorning 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.

Neft emulsiyalarini elektr maydonida parchalash uchun sanoatda elektrokoalleserlar ham keng ishlatilmoqda. Bunday uskunalar ixchamroq qilib tayyorlangan bo'lib, ishlatish paytida elektrodegidratorlarga nisbatan xavfsizlik darajasi yuqori va ishonchli ekanligi bilan farq qiladi.



5.16-rasm. Gorizontal elektrodegidrator EG200-10:

1-qobiq; 2-izolator; 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-chiqindining uzatilishi; IV-uskunani yuvuvchi suvning kirishi; V-tuzli suvning chiqishi.

Neft-gazni qayta ishlash sanoatida elektr maydonidan neft emulsiyalarini parchalashdan tashqari neft mahsulotlari (suyultirilgan gazlar, benzin, kerosin, dizel yonilg'isi va hokazo) ni to'la suvsizlantirish va ularning tarkibida mavjud bo'lgan reagentlarning muallaq zarrachalarini ajratib olish maqsadlarida ham foydalanish mumkin.

5.5. FILTRLASH

Suspenziya va changli gazlarni filtr to'siqlar orqali o'tkazib tozalash jarayoni filtrlash deyiladi. Filtr to'siqlar qattiq zarrachalarni ushlab qolib, suyuqlik yoki gazni o'tkazib yuborish qobiliyatiga ega. Filtr to'siqlar yoki filtr sifatida mayda teshikli to'rlar, turli gazlamalar, sochiluvchan materiallar (qum, maydalangan ko'mir, bentonitlar), keramik buyumlar va boshqalar ishlatiladi. Filtr sifatida paxta, yung va sintetik gazlamalardan tayyorlangan materiallar ham ishlatiladi.

Filtr to'siqlar bir qator talablarga mos kelishi kerak. Eng avvalo, filtrlovchi material g'ovaksimon tuzilishga ega bo'lib, g'ovaklarning o'lchami shunday bo'lishi kerakki, bunda cho'kma zarrachalari to'siqning ustida qolishi kerak. Bundan tashqari, filtr muhit ta'siriga kimyoviy barqaror, yuqori haroratga bardoshli, mexanik jihatdan pishiq bo'lishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Filtr to'siqning ustida hosil bo'lgan cho'kma ham filtrlovchi material vazifasini bajaradi.

Filtrlash paytida materiallar ham ishlatilishi mumkin. Bunday materiallar qatoriga faollashtirilgan ko'mir, maydalangan asbest, diatomit, perlit va hokazolar kiradi. Qo'shimcha materiallar filtrlanishi lozim bo'lgan suspenziyaga qo'shiladi yoki filtrning ish yuzasi bunday materiallar bilan qatlam qilib qoplanadi. Qo'shimcha materiallar cho'kma bilan aralashtirilib, uning g'ovakligini oshiradi va gidravlik qarshiligini kamaytiradi. Bundan tashqari, diatomit, perlit, faollashtirilgan ko'mir va boshqa moddalar adsorbsiyalash xususiyatiga ega, shu sababdan filtrdan chiqayotgan tayyor mahsulot ancha tozalangan bo'ladi.

Filtrlash paytida suspenziya tarkibidagi mayda zarrachalar filtrlovchi materialning ustki qismida cho'kma holda yoki filtrlovchi materialning o'zida teshiklarni to'ldirgan holda o'tirib qolishi mumkin. Bu xususiyatlarga ko'ra filtrlash jarayoni ikkiga bo'linadi: a) cho'kma qatlami hosil qilish yo'li bilan filtrlash; b) filtrlovchi materiallarning teshiklarini to'ldirish orqali filtrlash. Sanoatning ko'p tarmoqlarida cho'kma hosil qilish yo'li bilan filtrlash keng qo'llaniladi.

Filtrlash jarayonida siqiluvchi va siqilmaydigan cho'kmalar

hosil bo'ladi. Siqiluvchi cho'kmalardagi zarrachalar bosim ortishi bilan deformatsiyaga uchrab, ularning o'lchami kichiklashadi. Siqilmaydigan cho'kmalarda bosim ortishi bilan zarrachalarning shakli va o'lchami deyarli o'zgarmaydi.

Filtrlash jarayonining unumdorligi va olinadigan filtratning tozaligi, asosan, filtr to'siqlarning xususiyatlariga bog'liq. Filtr to'siqlarining teshiklari katta va gidravlik qarshiliklari kichik bo'lishi zarur. Filtr to'siqlar tarkibiy tuzilishiga qarab egiluvchan va egilmas bo'ladi. Filtr to'siqlardan oldingi va keyingi bosimlar farqi yoki filtrlovchi materiallarga suyuqlik bosimini hosil qiluvchi markazdan qochma kuchlar filtrlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi vazifasini bajaradi.

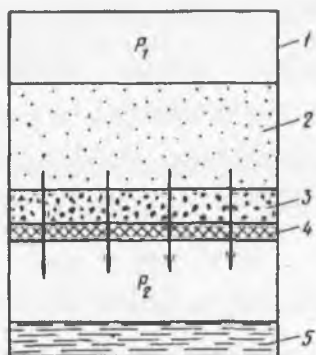
Harakatlantiruvchi kuchlar turiga qarab filtrlash ikki guruhga bo'linadi. 1. Bosimlar farqi ta'sirida filtrlash. 2. Markazdan qochma kuchlar ta'sirida filtrlash (sentrifugalash).

Filtr to'siqning ikkala tomonidagi bosimlar farqi ΔP quyidagi usullar bilan hosil qilinishi mumkin: a) suspenziya ustunining massasidan foydalanish (ΔP 0,05 MPa gacha); b) vakuum hosil qilish (ΔP 0,05–0,09 MPa gacha); d) suyuqlikni nasoslar yordamida haydash (ΔP 0,5 MPa gacha); e) siqilgan havo berish (ΔP 0,05–0,3 MPa gacha).

Sanoatda filtrlashdan so'ng quyidagi qo'shimcha jarayonlar amalga oshiriladi: 1) cho'kmani yuvish; 2) cho'kmani oddiy havo (yoki inert gazlar) yordamida dudlash; 3) cho'kmani issiq havo yordamida quritish.

5.17-rasmda filtrlash jarayonining sxemasi berilgan, bu yerda $P_1 > P_2$, harakatlantiruvchi kuch bosimlar farqi bilan belgilanadi: $\Delta P = P_1 - P_2$ (P_1 – suspenziyaning ustidagi bosim, P_2 – filtr to'siqdan keyingi bosim).

Filtrlash jarayoni uch xil rejimda olib boriladi: 1) doimiy o'zgarmas bosimlar farqi bilan filtrlash ($\Delta P = \text{const}$); 2) doimiy filtrlash tezligi bilan filtrlash ($dV/d\tau = \text{const}$); 3) bir vaqtning o'zida bosimlar farqi va filtrlash tezligi o'zgarib turgan holatda filtrlash. O'zgarmas bosimlar farqi ta'sirida cho'kma qatlami hosil qilish yo'li bilan filtrlash eng ko'p qo'llaniladi.



5.17-rasm. Suspenziyani ajratishga mo'ljallangan filtrning sxemasi:
1-qobiq; 2-suspenziya; 3-cho'kma; 4-filtr to'siq; 5-filtrat.

Filtrlashning umumiy tenglamasi. Buning uchun 5.18-rasmda ko'rsatilgan bosimlar farqi ta'sirida boradigan filtrlash jarayonining modelini ko'rib chiqamiz. Bu model bo'yicha filtr to'siq va cho'kmaning hamma kanallari (yoki g'ovaklari) teng qiymatli bo'lib, filtrat ushbu kanallar bo'ylab laminar rejim bilan harakat qiladi. Bunday holatda filtratning kanallar bo'ylab o'tishiga bo'lgan gidravlik qarshilikni Gagen-Puazeyl tenglamasi yordamida aniqlash mumkin:

$$\Delta P = \frac{32 L \mu w}{d^2}, \quad (5.24)$$

bu yerda, ΔP – bosimlar farqi; L – cho'kma va filtr to'siq kanallarining uzunligi; d – ushbu kanallarning diametri; w – filtratning kanallardagi harakat tezligi; μ – filtratning qovushoqligi.

Filtr to'siqning yuzasini F bilan, to'siqdagi hamma ko'ndalang kesimning umumiy yuzasini S bilan belgilasak, u holda: $S = \alpha F$ yoki $F = S/\alpha$, bu yerda $\alpha < 1$ – umumiy yuzagani nisbatan ulushni bildiradi.

Gagen-Puazeyl tenglamasining chap va o'ng tomonlarini F va $d\tau$ larga ko'paytirib, quyidagi ifodaga erishamiz:

$$\Delta P F d\tau = \frac{32 L \mu w}{d^2} \frac{S}{\alpha} d\tau, \text{ yoki}$$

$$\Delta P d\tau = \frac{32 L \mu}{d^2 \alpha} \frac{w S d\tau}{F},$$

bu yerda, $\frac{32L\mu}{d^3a} = R$ – berilgan suspenziya uchun o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, filtrlash jarayonining qarshiligini belgilaydi; $\frac{wSd\tau}{F} = dV_f$ – filtr to'siqning 1 m^2 yuzasidan qisqa vaqt $d\tau$ davomida yig'ilgan filtratning hajmini bildiradi.

Bunday holatda filtrlash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{dV_f}{Fd\tau} = \frac{\Delta P}{R}, \quad (5.25)$$

bu yerda, $\frac{dV_f}{Fd\tau} = W$ – filtrlash tezligi.

Tajribalardan ma'lumki, har bir vaqt momentidagi filtrlash tezligi bosimlar farqiga to'g'ri proporsional, suyuq muhit qovushoqligiga, cho'kma va filtr to'siqning umumiy gidravlik qarshiligiga teskari proporsionaldir. Shu sababli (4.25) tenglamani to'ldirib, boshqa ko'rinishda yozamiz:

$$\frac{dV_f}{Fd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{ch} + R_{ft})}, \quad (5.26)$$

bu yerda, ΔP – bosimlar farqi, Pa; R_{ch} – cho'kma qatlamining qarshiligi, m^{-1} ; R_{ft} – filtr to'siqning qarshiligi, m^{-1} ; μ – suspenziyaning qovushoqligi, Pa·s.

Filtrlash tezligini aniqlash uchun (5.26) tenglikni integrallab, cho'kmaning gidravlik qarshiligi bilan olinayotgan filtrat hajmi orasidagi bog'liqlikni bilish lozim. Tenglamani integrallashda filtr to'siqlarning qarshiligi o'zgarmas deb olinadi, chunki qattiq zarrachalar filtrning teshiklarini to'ldirmaydi. Shuning uchun filtr to'siqlarning qarshiligi e'tiborga olinmaydi. Bunda cho'kma qatlamining balandligi ortib boradi. Cho'kma gidravlik qarshiligining qiymati esa noldan maksimumgacha o'zgaradi. Shuning uchun tezlik cho'kmaning gidravlik qarshiligi va filtrat hajmiga bog'liq bo'ladi.

Cho'kma hajmining (V_{ch}) filtrat hajmiga (V_f) nisbatini X_0 bilan belgilaymiz.

$$\frac{V_{ch}}{V_f} = X_0, \text{ bu yerda } V_{ch} = X_0 V_f.$$

Cho'kmaning hajmi cho'kma qatlami balandligining (h_{ch}) filtrat yuzasi (F) ko'paytmasiga teng $h_{ch}F$.

Natijada:

$$X_0 V_f = h_{ch} \cdot F.$$

Bu tenglamadan cho'kma qatlamining balandligini topish mumkin:

$$h_{ch} = X_0 \frac{V_f}{F}. \quad (5.27)$$

Cho'kma qatlamning qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{ch} = r_0 h_{ch} = r_0 X_0 \frac{V_f}{F}, \quad (5.28)$$

r_0 – cho'kmaning hajm jihatdan olingan solishtirma qarshiligi (1m qalinlikda bo'lgan cho'kma qatlamining filtrat oqimiga ko'rsatilgan qarshiligi), m^{-2} .

(5.28) tenglikdagi R_{ch} ning qiymatini (5.26) tenglamaga qo'yib, quyidagi ifodaga erishamiz:

$$\frac{dV_f}{F d\tau} = W = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 X_0 \frac{V_f}{F} + R_f)} \quad (5.29)$$

Bu tenglik filtrlash jarayonining asosiy tenglamasi deyiladi.

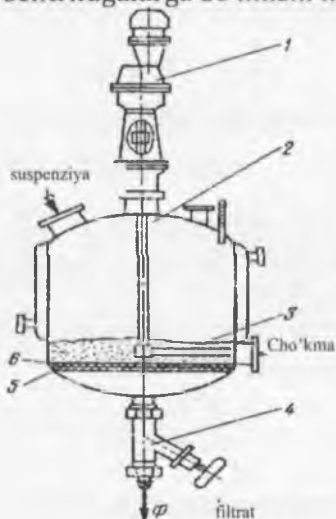
Agar filtr to'siqlarning gidravlik qarshiligi hisobga olinmasa, $R_f=0$ va (5.29) tenglamaga (5.27) tenglikdagi X_0 ning qiymatini quysak, u holda quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$r_0 = \frac{\Delta P}{\mu h_{ch} W}. \quad (5.30)$$

Agar $\mu = 1n \cdot s/m^2$, $h_{ch} = 1 m$, $W = 1 m/s$ bo'lsa, qovushoqligi $1 n \cdot s/m^2$ bo'lgan suspenziya 1 m qalinlikdagi cho'kma qatlamida filtrlanganda cho'kmaning hajm jihatdan olingan solishtirma qarshiligining miqdori bosimlar farqiga teng bo'ladi.

Filtrlash jihozlari ishlash principiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi: o'zgarmas bosimlar farqi bilan yoki doimiy filtrlash tezligi bilan ishlovchi qurilmalar; bosimlar farqi hosil qilish usuliga ko'ra vakuum yoki ortiqcha bosim ostida ishlovchi qurilmalar. Bundan tashqari filtrlash jarayonni tashkil qilinishiga ko'ra davriy va uzluksiz ishlaydigan turlarga bo'linadi.

Bosimlar farqi fil'tr to'siq ustidagi suspenziya ustunining gidrostatik bosimi vositasida, suspenziyani nasos bilan berish orqali, fil'tr to'siqdan keyingi bosimni vakuum nasos vositasida kamaytirish orqali yoki markazdan qochma kuchlar yordamida hosil qilinishi mumkin. Bosimlar farqini hosil qilish usuliga ko'ra fil'trlovchi qurilmalar fil'trlar va sentrifugalarga bo'linishi mumkin.



5.18 - rasm. Nutch fil'tri

1-cho'kmani chiqarish mexanizmining uzatmasi; 2-fil'trning qobig'i; 3-cho'kmani chiqaruvchi kurak; 4-fil'tratni chiqarish patrubkasi; 5-fil'tr to'siq; 6-fil'trlovchi material.

Vakuum va ortiqcha bosim ostida ishlovchi nutch fil'trlar ishlab chiqarishda keng tarqalgan (5.18-rasm). Hosil bo'lgan cho'kmani undan chiqarish jarayoni mexanizasiyalashtirilgan. Cho'kmani qurilmadan chiqarilishini ta'minlash uchun fil'tr bir kurakli aralashtiruvchi qurilma bilan ta'minlangan. Cho'kmani fil'trdan chiqarish maqsadida qobiqning silindrsimon qismida teshik qo'yilgan. Suspenziya va siqilgan havo alohida shtuserlar orqali beriladi. Fil'tr himoya qiluvchi klapan bilan ta'minlangan.

Fil'trning ishlash davri suspenziyani solish, bosim ostida suspenziyani fil'trlash, fil'tr to'siqdan cho'kmani olish va fil'tr

to'siqni regenerasiyalash (tozalash) dan iborat. Bu fil'trlarda bir vaqtning o'zida cho'kmani yuvish mumkin.

Fil'trlash qurilmalarida turli materiallardan tayyorlangan fil'tr-to'siqlar qo'llanadi.

Ramali fil'tr – press (5.19-rasm) neft mahsulotlari va boshqa turdagi suspenziyalarning tarkibidagi qattiq modda zarrachalaridan tozalash uchun ishlatiladi. Fil'trlovchi blok birin - ketin joylashtirilgan rama, plita va ular o'rtasiga joylashtirilgan fil'trlovchi gazlamalardan iborat. Rama va plitalar gorizontal yo'naltiruvchilarga o'rnatilgan bo'lib, siquvchi vint bilan siqiladi.

suspenziya

yuvuvchi suyuqlik

filtrat

5.19-rasm. Ramali fil'tr – press

1-tayanch plita; 2- rama; 3-plita; 4- fil'tr material; 5- harakatlanuvchi plita; 6- gorizontal yo'naltiruvchi; 7- vint; 8- stanina; 9- fil'trat yig'iladigan idish.

Suspenziya hamda yuvuvchi suyuqlik berish uchun har qaysi rama va plitada kanallar mavjud. Plitaning ikkala tomon yuzasida yig'uvchi kanal joylashgan bo'lib, pastda chiqaruvchi kanal bilan chegaralangan.

Fil'trlash paytida suspenziya bosim ostida kanallar orqali rama va plitalar oralig'iga berilib, ramalar bo'yicha taqsimlanadi. Plitalarning yig'uvchi kanallari bo'yicha fil'trat oqib tushadi va chiqaruvchi kanallar orqali qurilmadan chiqariladi. Cho'kmani yuvish paytida yuvuvchi suyuqlik bosim ostida kanallar orqali beriladi va ramalar bo'yicha taqsimlanadi. Yuvuvchi suyuqlik teskari yo'nalishda fil'tr to'siq orqali o'tib, cho'kmani yuvadi. Shundan so'ng fil'trdan chiqaruvchi kanallar orqali chiqarib

yuboriladi. Yuvinish vaqtida fil'tr qurilmasi elektr manbaiga ulanmagan bo'lishi shart.

Ramali fil'tr-presslarning asosiy kamchiligi: cho'kmani tushirish va fil'tr to'siqlarni almashtirish ancha qo'l mehnatini talab qiladi. Cho'kmani tushirish uchun fil'trlovchi blok, plita va rama ochib yig'ilishi kerak.

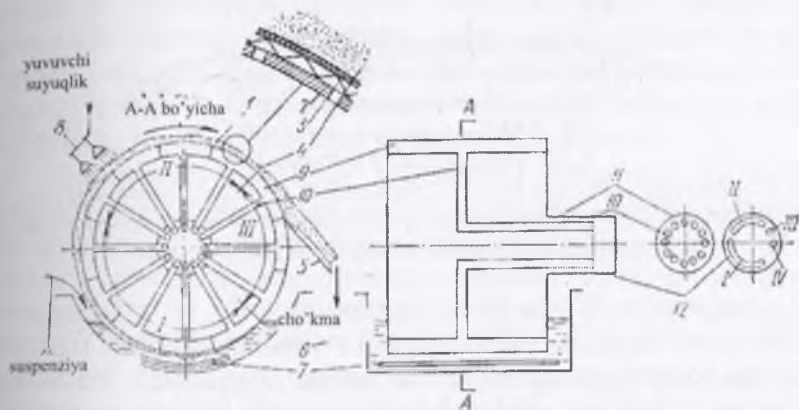
Barabanli vakuum-fil'trlar konsentrasiyasi $50-500 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan suspenziyalarni uzluksiz tozalash uchun qo'llaniladi. Qattiq zarrachalar kristall, tolasimon, amorf, kolloid strukturali bo'lishi mumkin. Fil'trning ish unumdorligi qattiq zarrachalarning tuzilishiga bog'liq. Tashqi va ichki fil'trlovchi yuzali barabanli vakuum - fil'trlar mavjud. Ularning asosiy ishchi organi baraban bo'lib, uning yon tomon sirti fil'trlovchi gazlama bilan qoplangan. Sekin aylanuvchi silindrsimon gorizontaal baraban to'siqlar yordamida bir nechta bir xil shaklli seksiyalarga bo'lingan.

Shu sababdan har bir seksiyada barabanning bir marta aylanishida fil'trlash jarayonining hamma bosqichlari amalga oshiriladi: (I) seksiyada vakuumning ta'sirida fil'trlovchi gazlama orqali fil'trlash jarayoni boradi. Bunda suspenziya tarkibidagi cho'kma fil'trlovchi gazlama ustida yig'ilib qoladi; (II) seksiyada forsunkalar orqali berilayotgan suv bilan cho'kma qatlami yuviladi; (III) seksiyada so'rilgan havo yordamida cho'kma quritiladi. Bu boskichda cho'kma tarkibidagi namlik havoga o'tib, fil'trdan tashqariga chiqariladi. So'ngra cho'kma pichoq bilan barabandan ajratib olinadi. Hamma seksiyalardagi jarayonlar uzluksiz ravishda ketma-ket boraveradi.

Barabanli vakuum fil'trning umumiy ko'rinishi 5.20- rasmda keltirilgan bo'lib, qurilma teshikli metall baraban 1, simli to'r 2, fil'tr gazlama 3, barabanda hosil bo'lgan cho'kma 4, cho'kmani tushirib turuvchi pichoq 5, suspenziya quyilgan sig'im 6, tebranuvchi aralashtirgich 7, cho'kmani yuvish qurilmasi 8, harakatlanuvchi qismlar bilan birlashtiruvchi trubalar 9, 10, bosh taqsimlagich 11 va bosh taqsimlagichning ko'zg'almas qismi 12 dan iborat.

Fil'trlanuvchi muhit bilan kontaktda bo'lgan fil'trning detallari zanglamaydigan po'latlardan tayyorlangan. Fil'trning hamma detallari oson tozalanadi.

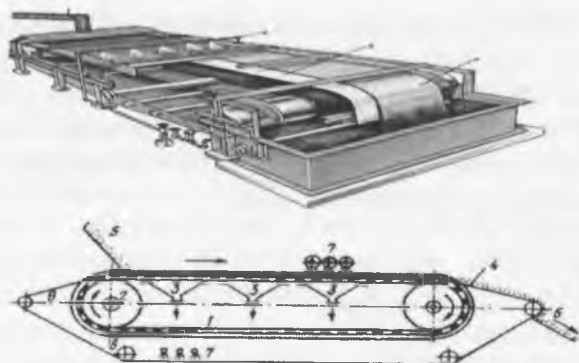
Fil'trovchi qurilmaning 6 - sig'imiga suspenziya beriladi. Suspenziyalı sig'imda baraban yuzasining tahminan 35 % tushirilgan bo'ladi. Ushbu sig'imda silkinib turuvchi aralashtirgich suspenziya tarkibini bir xil bo'lishligini ta'minlab, undagi qattiq zarrachalarning cho'kmaga tushishiga yo'l qo'ymaydi. Fil'trat va yuvuvchi suyuqlik yig'gichda to'planadi.



5.20 - rasm. Barabanli vakuum-fil'tr

1-teshikli metall baraban; 2-simli to'r; 3-fil'tr gazlama; 4- barabanda hosil bo'lgan cho'kma; 5- cho'kmani tushirib turuvchi pichoq; 6- suspenziya quyilgan sig'im; 7- tebranuvchi aralashtirgich; 8- cho'kmani yuvish qurilmasi; 9,10-harakatlanuvchi qismlar bilan birlashtiruvchi trubalar; 11-bosh taqsimlagich; 12- bosh taqsimlagichning ko'zg'almas qismi.

Lentalı vakuum-fil'trlar (5.21-rasm) rama, harakatlantiruvchi (etakchi) va taranglovchi barabanlar, ular orasiga tortilgan, g'alvirsimon rezinalı lentadan iborat. Cheksiz g'alvirsimon rezina lenta ostida vakuum-kamera joylashgan bo'lib, uning pastki qismi fil'trat va yuvuvchi suyuqlikni chiqarish uchun kollektor bilan ulangan. Taranglovchi barabanlar yordamida g'alvirsimon rezina lenta va fil'trovchi gazlama asosga yopishtiriladi. Fil'trovchi gazlama ham cheksiz lenta shaklida tayyorlangan.



5.21 - rasm. Lentali vakuum-fil'tr

1- g'alvirsimon rezinali lenta; 2- barabanlar; 3- vakuum kameralar; 4- fil'trlovchi material; 5- suspenziyaning berilishi; 6- cho'kmani ajratib olish; 7- cho'kmani yuvish uchun suyuqlik berish; 8- roliklar.

Suspenziya fil'trlovchi gazlamaga beriladi. Fil'trat vakuum-kameraga so'riladi va kollektor orqali yig'gichga uzatiladi. Yuvuvchi suyuqlik forsunka yordamida hosil bo'lgan cho'kmaga beriladi va kameraga to'planadi, undan kollektor orqali yig'gichga uzatiladi. Etaklovchi barabanda fil'trlovchi gazlama rezinali lentadan ajraladi va yo'naltiruvchi rolik bilan birga aylanadi. Bunda cho'kma fil'trlovchi gazlamadan ayriladi va yig'gichga tushadi. Roliklar orasidan o'tish paytida fil'trlovchi gazlama yuviladi, quritiladi va tozalanadi.

5.6. GAZLARNI SUYUQLIK YORDAMIDA TOZALASH

Gazlarni yuvish yo'li bilan changdan tozalash usuli qo'llanilganda changli oqim tomchi yoki plyonka 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 ushlashidan 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.

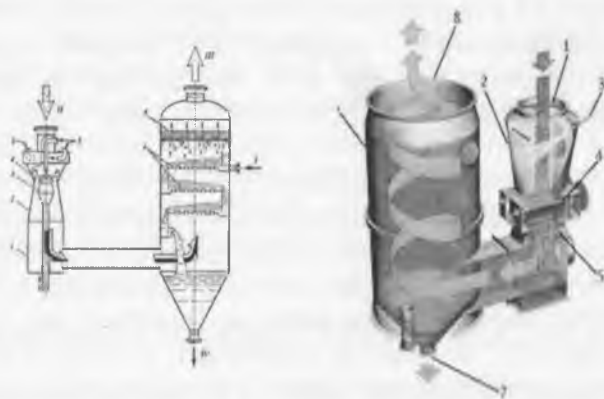
Gazyuvuvchi uskunalar kamchiliklardan xoli emas: a) uskuna va quvurlar yuzalariga chang zarrachalarining yopishib qolishi; b) suyuqlik (odatda suv) ning sarfi ancha katta; d) gazlarni, ayniqsa, metallarni yemiruvchi gazlarni, tozalash uchun uskuna va quvurlarni korroziyadan himoya qilish talab qilinadi; e) past haroratlarda (0°S dan kam) ishlatish mumkin emas, chunki suv muzlab qoladi; f) 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 sochib beruvchi, qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan nasadkali, tarelkali (barbotajli va ko'pikli), plyonkali (suv plyonkali siklonlar va uyurmali chang ushlagichlar); 2) ish prinsiplariga ko'ra: gravitatsion, markazdan qochma, zarba-inersion, oqimchali va mexanik gazyuvuchi uskunalar; 3) energiya sarfiga ko'ra uch guruhga bo'linadi: past naporli chang ushlagichlar – gidravlik qarshiligi 1500 Pa gacha (suyuqlikni sochib beruvchi, tarelkali, markazdan qochma va hokazo), o'rta naporli chang ushlagichlar – qarshiligi 1500 dan 3000 Pa gacha (nasadkali, mexanik, zarba-inersion va hokazo), yuqori naporli uskunalar (Venturi quvuri, dezintegratorlar va hokazo).

Gazyuvuchi 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 t suyuqlikni o'lchami 0,001 dan 3,5 mm gacha bo'lgan tomchilar holatida sochish uchun 2÷20 kVt energiya sarf bo'ladi.

5.22-rasmda Venturi skrubberi va uchta tarelkali barbotajli chang ushlagichdan iborat bo'lib, gazlarni suyuqlik yordamida tozalashga mo'ljallangan qurilmaning prinsipial sxemasi berilgan. 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, qolgan 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 tarelkaning quyilish moslamasidan tushayotgan suyuqlik oqimidan o'tadi. So'ngra gaz oqimi ketma-ket barbotajli qatlamga ega bo'lgan uchta klapanli tarelkalar (6) orqali yuqori tomonga harakat qiladi. Gaz oqimidan suyuqlik tomchilarini ushlab qolish jarayoni yuqorigi tarelkaning tepasida joylashtirilgan to'qli 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 Venturi quvuri bo'g'zidagi tezligi bir xil darajada ushlab turiladi.



5.22-rasm. «Kox» firmasi gaz tozalash qurilmasining sxemasi:

1–Venturi quvuri; 2–diffuzor; 3–boshqaruvchi konus; 4–konfuzor; 5–to'qli qaytargich (demister); 6–klapanli tarelkalar. Oqimlar: I–suv; II–dastlabki gaz; III–tozalangan gaz; IV–chiqindilar.

VI BOB. SUYUQ MUHITLARNI ARALASHTIRISH

6.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Suyuqlik bilan bog'liq bo'lgan sistemalar (suyuqlik-suyuqlik, suyuqlik-qattiq jism, suyuqlik-gaz) dagi aralashtirish eng muhim gidromexanik jarayon bo'lib, muhitga tashqi kuch ta'sirida qo'shimcha impuls berishga asoslangan. Suyuqlik yoki gazning ingichka oqimi ta'sirida uskuna hajmidagi oquvchan muhit zarrachalarini bir-biriga nisbatan ko'p marotaba siljitishga asoslangan jarayon aralashtirish deb ataladi.

Suyuqlik muhitlari, pastasimon va qattiq sochiluvchan materiallarni aralashtirish quyidagi maqsadlar uchun ishlatiladi: a) qattiq zarrachalarni suyuqlik hajmida bir tekis tarqatish (suspensiya hosil qilish); b) suyuqlik zarrachalarini tegishli o'lchamlargacha maydalash va ularni suyuq muhitda bir tekis tarqatish (emulsiya hosil qilish); d) gaz zarrachalarini suyuqlikda bir tekis tarqatish (aeratsiya); e) suyuqlikni isitish yoki sovitish jarayonlarini jadallashtirish; f) aralashadigan sistemalardagi (masalan, qattiq materiallarni suyuqlik yordamida eritish) modda almashinishini jadallashtirish.

Aralashtirish paytida chegara qatlamning qalinligi kamayadi va o'zaro ta'sir qiladigan fazalarni ajratuvchi yuza doimo yangilanib turadi. Bunda muhitning turbulentslik darajasi ortib, fazalar o'rtasidagi issiqlik yoki modda almashinish shart-sharoitlari yaxshilanadi. Oqibat natijada suyuq muhitlarni aralashtirish kimyoviy, issiqlik va modda almashinish jarayonlari tezligining ko'payishiga olib keladi.

Suyuqliklarni aralashtirish moylar, surkov materiallari, moylash-sovitish vositalari va sintetik yog' kislotalarini ishlab chiqarish jarayonlarida, neft xomashyosini tuzsizlantirishda, uglevodorodlarni xlorlashda, lak-bo'yoqlarni sovitishda va boshqa bir qator jarayonlarda keng qo'llaniladi.

Neft va gazni qayta ishlash sanoat korxonalarida aralashtirishning quyidagi usullaridan foydalaniladi: 1) mexanik; 2) pnevmatik; 3) sirku-latsion; 4) turbulizator yordamida. Bu usullarni

tanlash paytida bir necha shart-sharoitlar hisobga olinadi: aralashtirishning maqsadi; jarayonning asosiy kattaliklari (harorat, bosim); aralashadigan muhitning xossalari; uskunaning ish unumdorligi.

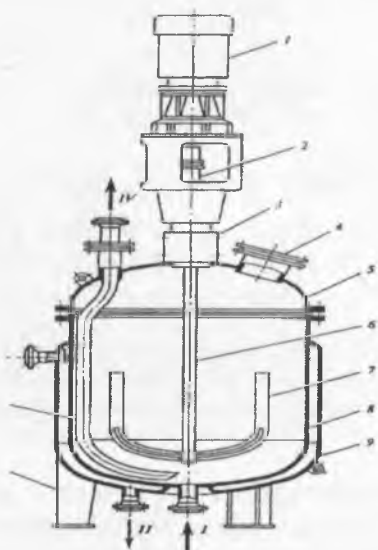
Aralashtiruvchi uskunalarining eng muhim kattaliklari qatoriga samaradorlik va jadallashtirish darajasi kiradi. Har xil jarayonlarda aralashtirish samaradorligi turlicha bo'lishi mumkin. Masalan, agar qattiq moddaning suyuqlikdagi suspenziyasi tekshirilayotgan bo'lsa, aralashtirish samaradorligi qattiq modda zarrachalarining suyuqlikda bir xil tarqalish vaqti bilan belgilanadi. Agar aralashtirish issiqlik almashinishini tezlatish uchun ishlatlsa, u holda jarayon samaradorligi muhitdagi issiqlik berish koeffitsiyentining qanchaga ko'payishi bilan ifoda qilinadi. Aralashtirishning jadallashtirish darajasi vaqt birligi ichida aralashayotgan suyuqlik hajmi birligi yoki massasi birligiga sarflanayotgan energiya miqdori bilan o'lchanadi.

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

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

uning diametrini D , parrakning keng-ligini v , uskunaning tubidan aralashtirgichgacha bo'lgan masofani h bilan belgilasak, u holda parrakli aralashtirgichlar quyidagi o'lchamlarga ega bo'ladi: $d=(0,6\div0,9)D$; $v=(0,1\div0,2)D$; $h\leq0,3D$. Parrakli aralash-tirgichlar minutiga 400 gacha aylanishi mumkin, odatda $n=20\div80$ ayl/min bo'lgan aralashtirgichlar ko'proq ishlatiladi.

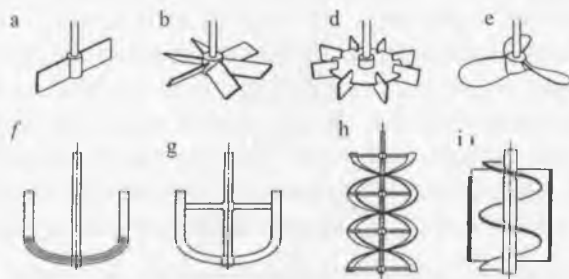


6.1-rasm. Yakorli aralashtirgichning tuzilishi:

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-issiqlik (yoki sovuqlik) tashuvchining chiqishi; III-issiqlik (yoki sovuqlik) tashuvchining kirishi; IV-mahsulotning chiqishi.

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 aralash-tirgichlarni harakatchan va qovushoqligi biroz katta bo'lgan ($\mu < 6$ Pa·s) suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatish maqsadga muvofiqdir. Bunday aralashtirgichlar muhitlarni yaxshi

aralashtirganda katta tezlik bilan aylanadi (ayrim sharoitlarda $n=40$ ayl/s gacha yetadi). Vintli aralashtirgichlar quyidagi kattaliklarga ega: $d=(0,25\div0,33)D$; $h=(0,5\div1)D$; $n=150\div1000$ ayl/min. Parrakli aralashtirgichlarga qaraganda propellerli aralashtirgichlarning samaradorligi ancha yuqori, biroq ularning ishlashi uchun ko'proq energiya sarflanadi. Vint qiya joylashtirilsa, aralashtirishning samaradorligi ortadi.



6.2-rasm. Aralashtiruvchi moslamalar:

a-e-tez harakatlanuvchi; f-i-sekin harakatlanuvchi; a-parrakli; b-oltita qiya kurakchali; d-ochiq rusumli turbinali; e-propellerli; f-yakorli; g-ramali; h-lentali; i-shnekli.

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 gorizontal yo'nalishga o'tib, undan katta tezlik bilan chiqadi. Bunday aralashtirgichlar qovushoqligi kam va katta bo'lgan ($\mu < 500 \text{ Pa}\cdot\text{s}$) suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi. Turbinali aralashtirgichlar uchun $d=(0,15\div0,6)D$; $n=200\div2000$ ayl/min. Bunday aralashtirgichlarning samaradorligi juda yuqori. Turbinali aralash-tirgichlarni 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:

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

bu yerda, n – aralashtirgichning aylanish chastotasi, ayl/s; ρ – aralashayotgan suyuqlikning zichligi, kg/m³; μ – aralashayotgan suyuqlikning qovushoqligi, Pa·s; d – aralashtirgichning diametri, m.

Mexanik aralashtirishdagi quvvat sarfi N quyidagi kriterial tenglama asosida topiladi:

$$Eu_m = C Re_m^R, \quad (6.2)$$

bu yerda,

$$Eu_m = \frac{N}{\rho n^3 d^5} = K_N. \quad (6.3)$$

O'lchamsiz kompleks $\frac{N}{\rho n^3 d^5}$ Eyler mezoni (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 N uning diametri D ga teng bo'lmasa, (6.3) tenglamasi bo'yicha aniqlangan quvvatning qiymati tuzatish koeffitsiyentiga ko'paytirilishi kerak:

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

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

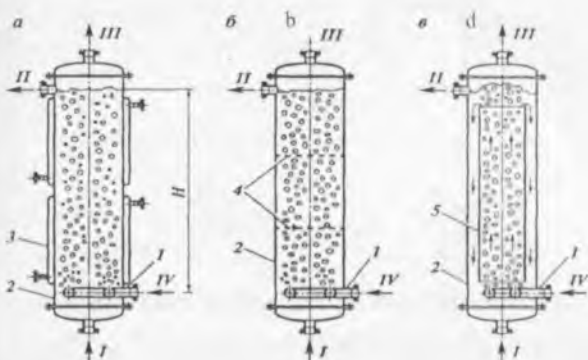
Mexanik usul bilan aralashtirish paytida ikki xil rejim (laminar va turbulent) bo'lishi mumkin. Laminar ($Re_m < 30$) rejim suyuqlik sekin tezlik bilan aralashtirilganda yuzaga chiqadi, bunday holatda suyuqlik aralashtirgich parraklarining atrofidan bir tekisda aylanib oqadi va ular bilan birgalikda 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.

6.3. PNEVMATIK ARALASHTIRISH

Qovushoqligi uncha katta bo'lmagan (taxminan $\mu < 200$ Pa·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 aralashtirish yuz beradi.

6.3-rasmda barbotajli aralashtirish usuli bilan ishlaydigan uskunalarning sxemalari ko'rsatilgan. Ushbu uskunalarning pastki qismida barboter (1) o'rnatilgan (6.3-rasm, a). Aralashtirgichning 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 tarqalishiga erishiladi. Agar barbotajli aralashtirgichi bo'lgan uskuna kimyoviy reaktor sifatida qo'llanilsa, uskuna qobig'i (2) sovitish g'ilo (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, aralashtirilishi 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.



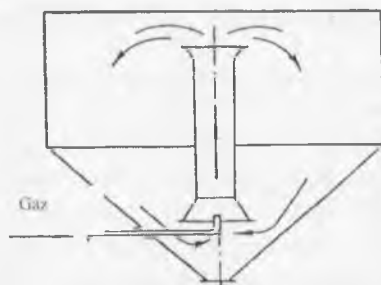
6.3-rasm. Barbatajli aralashtirgichli uskunalarning sxemalari:

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

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 sirkulatsion harakati paydo bo'ladi. Erliftidagi gazning keltirilgan tezligi 2 m/s gacha, sirkulatsion oqimning tezligi esa 1 m/s gacha yetadi.

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



6.4-rasm. Erliftidan foydalanilgan aralashtirgich.

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

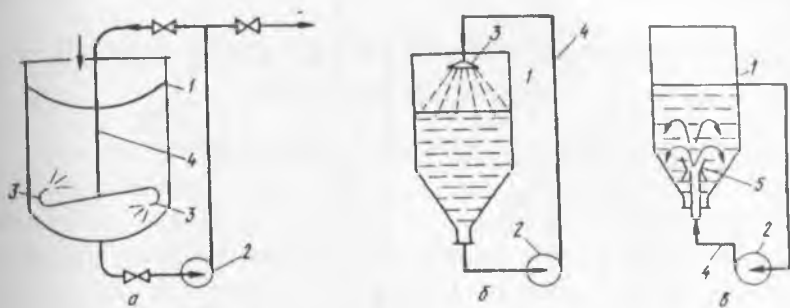
$$P = 1,2 N \rho_s g + P R_0, \quad (6.5)$$

Bu yerda, N – aralashayotgan suyuqlik ustunining balandligi, m; ρ_s – aralashayotgan suyuqlikning zichligi, kg/m³; P_0 – suyuqlik ustidagi bosim, Pa. Havo liniyasidagi bosimning yo'qolishini suyuqlik ustuni qarshiligining 20 foiziga teng deb olingan (koeffitsiyent 1,2).

Uskunadagi suyuqlikning 1 m² erkin yuzasiga to'g'ri kelgan havo sarfini quyidagicha qabul qilinadi: sekin aralashtirishda – 0,8 m³/m²·min, jadall aralashtirishda – 1 m³/m²·min (yoki 60 m³/m²·soat). Barbotyor teshiklardan chiqayotgan gazning tezligi 20÷40 m/s ni tashkil etadi.

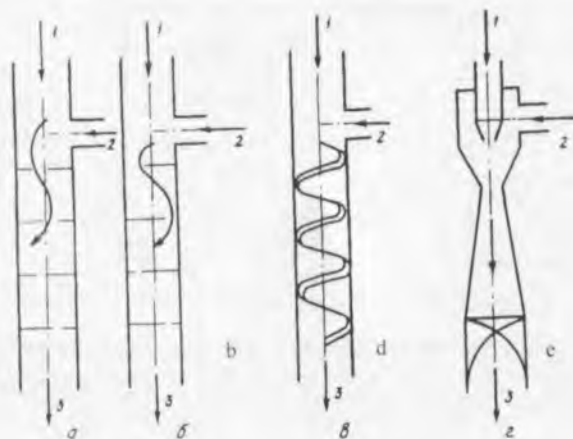
6.4. ARALASHTIRISHNING BOSHQA USULLARI

Sirkulatsion aralashtirish. Suyuq muhitni jadal aralashtirish uchun sirkulatsion nasosdan foydalaniladi (6.5-rasm). Suyuqlik haydaladigan quvurlar gorizontall yuzaga nisbatan biroz qiya qilib, uskuna devoriga urunma holatida birlashtiriladi. Quvurlarning uchlari maxsus nasadkalar bilan ta'minlangan bo'ladi. Nasadkalar yordamida suyuqlik uskunaning hajmi bo'yicha sohib beriladi. Sirkulatsion nasos sifatida markazdan qochma va ingichka oqimli nasoslar ishlatiladi. Nasosning ish unumdorligi ko'paygan sari sirkulatsiyaning samara-dorligi ortadi.



6.5-rasm. Sirkulatsion aralashtirgichning sxemalari:
a, b–sirkulatsion nasos bilan; d–sirkulatsion nasos va ejektor bilan;
1–uskuna; 2–sirkulatsion nasos; 3–sochqich; 4–quvur; 5–ejektor.

Turbulizatorlar yordamida aralashtirish. Suyuqlikni oqim bo'ylab ko'p marotaba aralashtirish uchun quvurlarga yoki ularga joylashtirilgan aralashtirgichlarga maxsus turbulizatorlar o'rnatiladi. Turbulizatorlar (boshqacha qilib aytganda statik aralashtirgichlar) qatoriga diafragmalar, oqim kesuvchilar, yarimta to'siqlar, vintlar kiradi (6.6-rasm). Turbulizatorlarga kirganda oqim o'zining qiymati va yo'nalishini o'zgartiradi. Aralashtirishning ushbu turida oqimning energiyasi sarf bo'ladi. Turbulizatorlar yordamida olib boriladigan aralashtirish ko'p energiya talab qiladi. Bu usul suyuqliklar o'zaro eruvchanlik xossalariga ega bo'lgan va aralashma komponentlarining qovushoqligi nisbatan kam bo'lgan sharoitda q'llaniladi. Suyuqlik oqimi katta tezlik bilan harakat qilgan sharoitda va quvurning uzunligi nisbatan katta bo'lganda turbulizatorlar yordamida aralashtirish maqsadiga muvofiq bo'ladi.



6.6-rasm. Oqimda aralashtirish uchun ishlatiladigan uskunalarning sxemalari:

Kiritilgan qo'shimcha: a-diafragma; b-yarimta to'siqlar; d-vint; e-ingichka oqimli aralashtirgichda vint; 1,2-aralashma komponentlarining kirishi; 3 - aralashmaning chiqishi.

Oqimning o'zida aralashtirishni hisoblash paytida turbulizatorlar mahalliy qarshiliklar sifatida olinadi.

Sanoatning ba'zi bir sohalarida vibratsiyali va pulsatsiyali aralashtirgichlar ham ishlatilmoqda. Vibratsiyali aralashtirgich disk shaklida bajarilgan bo'lib, qaytarilma-ilgarilma harakat qiluvchi vertikal o'qqa biriktirilgan bo'ladi. Pulsatsion aralashtirgich esa gaz oqimiga impuls berib turadigan pulsator bilan biriktirilgan bo'ladi. Pulsatsion va vibratsion tebranishlardan foydalanish suyuq muhitlarda aralashtirish samaradorligini oshirishga olib keladi.

VII BOB. NEFT, GAZ VA NEFT MAHSULOTLARINI SAQLASH IDISHLARI

Neft mahsulotlari omborlarida neft, gaz va neft mahsulotlarini saqlash uchun ko'p sonli idishlar, rezervuarlar parki talab kilinadi. Mahsulotni saqlash qonuniyatiga ko'ra xom-ashyoli oraliq va tayyor mahsulot rezervuarlar parki farqlanadi. Xom-ashyoni va tayyor mahsulotni rezervuarlar texnologik qurilma, sanoat va ishchi binolardan uzoqroqda joylashtiriladi. Oraliq rezervuarlar parki shu qurilmalarga yaqin joyda ya'ni, mahsulot ishlatiladigan joyda joylashtiriladi. Ko'pgina hollarda neft xom-ashyosi katta er osti va yarim er osti temir betonli ichki yuzasi metall bilan qoplangan va qoplanmagan rezervuarlarda saqlanadi. Huddi shunday idishlarda tayyor rangli neft mahsulotlari ham saqlanadi. Er osti temir betonli rezervuarlarning asosiy qulayliklari: metall tejaladi, engil uchuvchan xom-ashyoning quyosh nuri ta'sirida bug'lanishining kamligi, yong'in va niqoblash xususiyatlariga egaligidir. Metall idishlar qoidaga ko'ra ulardan foydalanishni osonlashtirishni ta'minlash uchun er ostida saqlaydilar. Quriladigan idishlarning soni va hajmi zavodning xom-ashyo va mahsulot bo'yicha sutkali ishlab chiqarish quvvatiga, bir vaqtda saqlanadigan mahsulotlar miqdoriga, xom-ashyo va mahsulotlarni saqlash muddatiga bog'liq holda hisoblab topiladi. Xom-ashyo rezervuarlari hajmi xom-ashyoning 5-7 sutkalik zahirasiga nisbatan hisoblanib quriladi; oraliq mahsulotlar rezervuarlari uchun 16-48 soatlik zahira; tayyor mahsulotlar rezervuarlari parki tayyor mahsulotni 15-20 sutka saqlanishini ta'minlash kerak.

Ishlab chiqarish maydonlari, materiallari, montaj va foydalanishga sarflangan ish kuchini tejash uchun idishlar sonini bitta idish hajmini kengaytirishni hisobga olib loyihalaydilar.

Saralangan idishlar o'lchamlari quyidagi normalarga mos kelishi kerak:

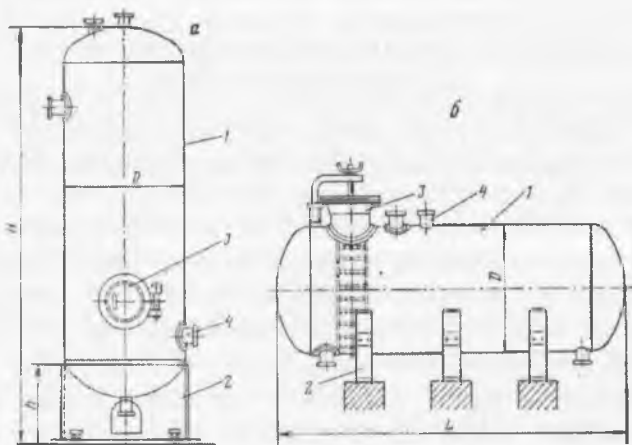
To'liq va foydali hajm, ichki diametr, maksimal ishchi bosim va temperatura, quyishning maksimal balandligi va hokazolar.

Idishlar konstruksiyalari ko'p faktorlarga bog'liq ravishda aniqlanadi, biroq ular orasida asosiylari himiyaviy va fizikaviy

xususiyatlar, idishlar ichidagi suyuqlik va gaz bosimi temperaturasi hisoblanadi.

Siqilgan gaz va benzinning engil fraksiyasi fundamentga o'rnatilgan, gorizontaal yoki vertikal silindrsimon idishlarda saqlanadi. Shunday idishlarda (ayrim paytlarda monjus deb nomlanadi) himiyaviy faol moddalar saqlanadi.

Bu idishlarning ichki yuzasi korroziyaga qarshi qatlam bilan qoplanadi. Diametri 1,4 m bo'lgan gorizontaal idishlar lyuklarning ichki qismida odamlar tushib chiqishi uchun narvoncha joylashtiriladi. Idishlarni quyosh nuridan himoya qilish uchun tashki yuzasi oq rangga bo'yaladi yoki ayrim holatlarda soyaviy himoya tashkil qilinadi.



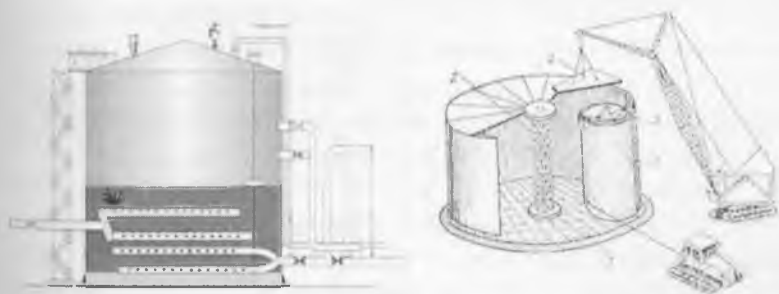
7.1- rasm. Suyultirilgan gazlar va engil benzin fraksiyalarini saqlash idishlari:

a-vertikal; b-gorizontaal; 1-korpus; 2-tayanch; 3-lyuk; 4- shtucerlar.

7.1. SILINDRSIMON VERTIKAL REZERVUARLAR

Silindrsimon vertikal rezervuarlar – neft mahsulotlarini saqlaydigan idish deb qaraladi. Ular gorizontaal idishlarga nisbatan kam joyni egallaydi, tayyorlanishida kam metall sarflanadi, foydalanish uchun qulay, ichidagi suyuqlikni oddiy usul bilan almashtirish imkonini beradi. Hozirgi vaqtda foydalanib turilgan

vertikal silindrsimon rezervuarlar hajmi 25-100000 m³ gacha bo'ladi. Ko'pgina rezervuarlar standartlashtirilgan, qolganlari esa maxsus loyihalar asosida tayyorlanadi. Rezervuarlar zichlashtirilgan grunt va qalinligi 0,06-0,1 m bo'lgan qum yostig'i ustiga joylashtiriladi. Bundan maqsad idish tagligini korroziyadan saqlash bo'lib hisoblanadi. Qum asosining yuqorigi qatlamiga bitum yoki mazut suriladi. Asosi vertikal o'qli konus formasiga ega; markazdan chetki nuqtasigacha bo'lgan qiyalik 1:120 ga teng, asosning diametri rezervuar tagligi diametridan 1-1,2 m ga katta bo'lishi kerak. Rezervuarining qumli asosi yoyilib ketmasligi uchun atrofiga qalinligi 0,25-0,3 m ga teng bo'lgan betonli yoki toshli devor quriladi. Yaqin vaqtlargacha jahon sanoatida rezervuarlar metall listlardan yig'ish usuli bo'yicha tayyorlagan. Shu usul bo'yicha barcha rezervuarlar zavodning o'zida yig'iladi; zavod sharoitida bundan tashqari fermalar, narvonlar va maydonlarni tayyorlaydilar. Rezervuarni yig'ishdan oldin, uning tagligi, ya'ni o'rnatiladigan joyi tayyorlanadi. Avval rezervuarlarning pastki qismi ya'ni, tagligi listlar bilan yig'ilib, aylana shaklida tayyorlanadi. Listlar payvandlash orqali yig'iladi. Payvandlash markazdan atrofqa qarab olib boriladi. Rezervuarining korpusi listlardan belbog' bo'yicha yig'iladi. Listlar va belbog'lar bir-biriga payvandlanganda vertikal bo'yicha payvand choklari bir to'g'ri chiziqda yotmasligi zarur. Har bir belbog'ni payvandlashda ularning diametrini pastdan yuqoriga qarab kichiklashtirib, teleskop yoki zina shakliga keltiriladi.



7.2-rasm. Vertikal – silindrsimon rezervuarni rulonli usul bilan yig'ish:
1-rulon; 2-markaziy ustun; 3-taglik; 4-qoplash shiti; 5-narvonsimon panjara.

Vertikal silindrsimon rezervuarlarning o'lchamlari nisbatan tejamli balandligi, ya'ni berilgan hajmga ko'ra minimal darajadagi metall sarfiga qarab aniqlanadi. Agar belbog'lardagi listlarning qalinligi bir xil deb qarasa, rezervuar balandligi H quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$H = \sqrt{\frac{V \lambda^2}{\pi s^2}} \quad (7.1)$$

bu yerda: v - rezervuar hajmi; λ - korpus qalinligi; s - alohida belbog'ning qalinligi.

Belbog' qalinligi har xil bo'lgan rezervuarlar balandligi:

$$H = \sqrt{\frac{\sigma_{\text{etl}}}{\gamma}} \cdot \lambda \quad (7.2)$$

bu yerda: σ_{etl} - metall belbog'ning ruhsat etilgan kuchlanishi; γ - rezervuardagi suyuqlikning solishtirma og'irligi.

Rezervuarining hajmi va balandligini bilgan holda diametrini aniqlash mumkin. Belbog'lar sonini N ga, bo'lak listlarning kichikligiga va halkasimon payvand choklarning tipiga bog'liq ravishda aniqlaymiz. Rezervuar devoriga gidrostatik bosim ta'siri yuqoridan pastga tomon uchburchak qonuni bo'yicha tarqaladi. Devorning eng yuqorigi belbog'iga bosimning ta'siri nisbatan kamrok, lekin list qalinligi 4 mm. dan kam olish mumkin emas. Qolgan belbog'lar listlarining qalinligi rezervuar suyuqlik gidrostatik bosimiga bo'lgan qarshiligi va rezervuardagi 0,002 Mn/m^2 ga teng bo'lgan ichki bosimi sharoitlaridan kelib chiqqan holda quyidagi formula bilan topiladi:

$$S = \frac{h \cdot D \cdot \gamma}{2\sigma_{\text{etl}} \cdot \varphi} + C \quad (7.3)$$

bu yerda: h - rezervuar suyuqlik bilan to'ldirilganda suyuqlikning yuqorigi sirtidan o'rta qismigacha bo'lgan masofa;

φ - vertikal choklarning mustahkamlik koeffisienti;

S - korroziyaga qo'shimcha.

Rezervuarlarning ustini yopish zavodlarda olib boriladi. Yopish alohida transportabel' shitlar yordamida olib boriladi. Shit usti qalinligi 2,5 mm bo'lgan bo'yicha list bilan qoplangan karkasdan iborat. Shitlarning chetki qismi rezervuar korpusiga mahkamlanadi. Boshlang'ich qismi esa rezervuar urtasida joylashtirilgan quvurli

yoki panjarali stoyka tayanchga mahkamlanadi. Juda katta rezervuarlarni yopishda maxsus fermalardan foydalaniladi. D diametrli rezervuarlar uchun fermalar quyidagi formula orqali topiladi:

$$\pi = \frac{\pi \cdot D}{5} \quad (7.4)$$

Rezervuarlarni hisoblashda devorga tomning o'z og'irligidan tashqari, qor va shamol ta'siri ham o'rganiladi.

Keyingi yillarda zavodlarda rezervuarlarni o'ramli usul bilan qurish yo'lga ko'yilgan. Bu esa montaj ishlarini industirlashtiradi va davomiyligini ta'minlaydi, bundan tashkari yuqori sifatli payvandlashni ta'minlaydi. Taglik va korpus tayyorlangandan keyin rulon ochiladi. Silindrsimon rezervuarni rulon usuli bilan yig'ish 7.2.-rasmda ko'rsatilgan juda katta rezervuarlarda pastki poyaslar listlarining qalinligidan kattaroq bo'ladi, shuning uchun korpusni rulonga aylantirish yordamchi qurilma orqali amalga oshiriladi. Rezervuarda ruhsat etilgan bosim vakuum qiymati oshmasligi uchun ular, bosim oshganda gazni chiqaradigan va aksincha vakuum hosil bo'lganda atmosferadan (maxsus gaz quvurlaridan) havo yoki gazni kiritadigan boshqaruvchi qurilmalar bilan jihozlanadi. Amaliyotda rezervuardan foydalanishda bu qurilmalar umumiy holda «nafas oluvchilar» deb nomlanadi. Bu ibora rezervuarga neft mahsulotlarini quyishda gaz fazadagi neft mahsulotlar bug'larining itarilishida «katta nafas olish» va rezervuarda temperatura oshishi bilan (quyosh nuri ta'sirida) mahsulotlar bug'lanib chiqishi yoki aksincha, temperatura kamayishi bilan (kechqurun) havo gaz kirishidagi «kichik nafas olish» farqlanadi. Neft mahsulotlarining atrofga «katta nafas olish» va «kichik nafas olish» orqali yo'qotilishining oldini olish zarur. Bunga qarshi kurashishning foydali usullari quyidagilardan iborat: rezervuarlar o'rtasida gaz sathini saqlab turish bog'lami tashkil kilinadi; rezervuarlarni «nafas oluvchi» yoki «suzuvchi» tom bilan jihozlash; rezervuarlarning tomchi ko'rinishidagi yoki sharsimon shakllarini yaratish. Odatdagi sharoitlarda «suzuvchi» tomli rezervuarlardan foydalanish nisbatan samarali hisoblanadi.

«Suzuvchi», ya'ni harakatlanuvchi tomli rezervuarlar vertikal silindr shaklida bo'lib, unda doimo mahsulot ustida suzuvchi metall

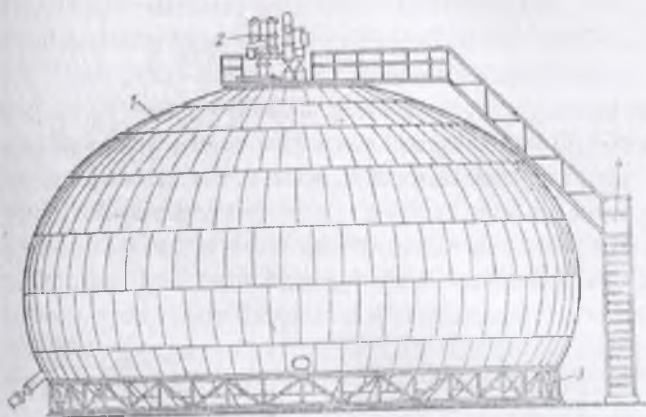
disk panton bo'ladi. U to'liq suyuqlik yuzasini egallaydi. Diskning suzuvchanligini uni 2 qavatli devorli qilib tayyorlash yoki engil metall pontonlardan foydalanish yo'li bilan ta'minlanadi. Ko'pgina mamlakatlarda juda katta rezervuarlar uchun bir qavatli va to'liq parametri bo'yicha ponton o'rnatilgan «suzuvchi» tommlar ishlatiladi. Ponton tomlarining 20-25% qismini tashkil qiladi. Tomning vakuum ta'sirida buzilishining oldini olish uchun tomga o'rnatilgan vakuum klapanlar havo kirishini ta'minlaydi. Agar rezervuar stasionar tom bilan jihozlanmagan bo'lsa, u holda suv «suzuvchi» tom orqali drenaj sistemasida shlanglar yoki quvurlar orqali chiqariladi. Disk va rezervuar devori orasidagi masofa maxsus zichlashtiruvchi yordamida zichlanadi. Zichlashtiruvchi mexanik (qattiq) va yumshoq (elastik) bo'ladi. Zichlashtiruvchining yahshi ishlashi uchun rezervuar devori silliq bo'lishi kerak. Mexanik zatvorlar konstruksiya bo'yicha har xil va tayyorlanishda murakkab bo'ladi, shuning uchun ular yumshoq zatvorlarni ishlatish mumkin bo'lmagan paytda ishlatiladi. Yumshoq zatvorlar pererozin materiallardan, penopoliuretan va boshqa elastik va chidamli materiallardan tayyorlanadi. Labsimon suyuqlikli va havoli zatvorlar ishlatiladi. Labsimon zatvorlarda zichlash har doim rezervuar devoriga yopishib turuvchi labsimon materialning zichlashtirishi hisobiga ta'minlanadi. Suyuqlikli zatvorlarda suv bilan to'ldirilgan yumshoq qopcha suyuqlikning og'irligi hisobiga devorga siqiladi. Havoli zatvorlarda zichlanish havo hisobiga amalga oshadi.

Suyuqlikli va havoli zatvorlarning labsimon zatvorlarga nisbatan konstruksiyasi murakkab. Amaliyot shuni ko'rsatdiki, rezervuarlarda «suzuvchi» tomlar ishlatish neft va neft mahsulotlarining yo'qolishini «kam nafas olish» da 80-85% ga kamaytiradi.

7.2.TOMCHI KO'RINISHIDAGI REZERVUARLAR

Yuqori bosimli (0,2 MH/m²) bug'lar bilan xarakterlanadigan neft mahsulotlarini saqlash uchun tomchi ko'rinishidagi rezervuarlarni qo'llash mumkin. Bu turdagi rezervuarning tomchi ko'rinishidagi formasi barcha halqasimon va meridional kesimlariga

bir xil kuchlanish berilishini ta'minlaydi. Biroq bu rezervuarlarni tayyorlash ancha murakkab, shuning uchun ular ko'p qo'llanilmaydi.



7.3-rasm. Tomchi ko'rinishdagi rezervuar:

1-rezervuar korpusi; 2-himoyalovchi qurilmalar; 3-rezervuar tayanchi; 4-hizmat ko'rsatish narvoni.

7.3.SHARSIMON REZERVUARLAR

Sharsimon rezervuarlar sezilarli bosimlar (1 Mn/m^2 gacha) va yuqori vakuum (500 mm. suv.ust. gacha) bosimini saqlay oladi. Amaliy jihatdan ularning diametri chegaralanmagan. Masalan: Yaponiyada diametri 33 m. li sharsimon rezervuar qurilgan va 3 Mn/m^2 bosimda ishlashi uchun hisoblangan. Neftni qayta ishlash zavodlarida bu rezervuarlarda metan, etan, propan –butan aralashmasi va boshqa turdagi gazlar saqlanadi. Rezervuarlarning sferik formasidan neftni tuzsizlantirish qurilmasida elektrodegidrotor tayyorlash uchun foydalaniladi. Bir xil ishlatish ko'rsatkichlariga ko'ra sharsimon rezervuarlarga sarflanadigan metall miqdori silindrsimon rezervuarlarga nisbatan kamroq. Mahalliy siqilish va tayanchlardagi kuchlanish konsentrasiyasini hisobga olmay, rezervuar qobig'ining qalinligi S ni quyidagi formula bilan topamiz:

$$S = \frac{PD}{4\sigma_{\text{ex}}} + C \quad (7.5)$$

bu yerda: P -suyuqlik gidrostatik ustuni va muhitning summaviy bosimi;

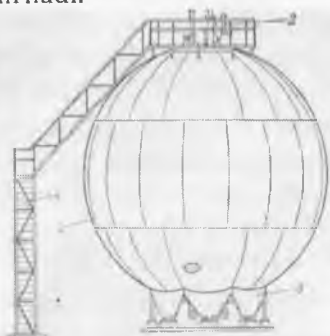
D - rezervuarning ichki diametri;

σ_{dop} - ruhsat etilgan kuchlanish;

C - korroziyaga qo'shimcha.

Sharsimon rezervuarlarning asosiy elementi yaproqlar bo'lib hisoblanadi. Ular issiq shtamplash, sovuq shtamplash, keyingi vaqtlarda sovuq prokatlash usuli bilan tayyorlanadi.

Payvand choklar bir to'g'ri chiziqda yotmaydi. Payvandlashda birinchi navbatda meridional choklar, keyin esa halqasimon choklar payvandlanadi. Payvandlangan choklarning sifati montaj jarayonida va tayyorlab bo'lingandan keyin tekshiriladi.



7.4-rasm. Sharsimon rezervuar:

1-listlardan tayyorlangan korpus; 2-himoyalovchi qurilmalar; 3-rezervuar tayanchi; 4-hizmat ko'rsatish maydoniga olib boruvchi narvon.

7.4. REZERVUARLARDAN FOYDALANISH

Rezervuarlar saqlanadigan suyuqlikni qabul qiluvchi va chiqaruvchi qurilmalar bilan ta'minlanishi lozim va ularni istalgan vaqtda almashtirish imkoniyati bzlishi lozim. Rezervuarda nominal' bosim ta'minlanishi va foydalanishda rejim buzilishini oldini olish kerak. Rezervuarda ta'mirlash paytida odamlarning kirishi va chiqishi uchun lyuklar va lazlar o'rnatilishi kerak. Har bir rezervuar foydalanuvchi uchun qulay bo'lishini hisobga olgan holda metall konstruksiyalar (zina va maydoncha) bilan jihozlanadi. Qabul qiluvchi patrubka (shtucerlar) vertikal rezervuarlarning pastki

belbog'iga yoki sharsimon va tomchi ko'rinishidagi rezervuralarning pastki qismiga o'rnatiladi. Avariya holatlarida qabul qiluvchi quvurlar orqali mahsulot yo'qotilishini oldini olish uchun qabul qiluvchi patrublikalarning rezervuardagi ichki qismi himoyalovchi berkituvchi qurilma bilan jihozlanadi. Ta'mirlash ishlariga mo'ljallangan 1 yoki 2 ta lyuk rezervuarning pastki belbog'iga o'rnatiladi. Bundan tashqari tomda ta'mirlashdan oldin rezervuarni shamollatish, hamda rezervuarning ichki qismiga tushib-chiqish uchun lyuk o'rnatiladi.

Rezervuar tomidagi yana bir lyuk nazorat o'lchov ishlari uchun mo'ljallangan. Bu lyuk «o'lchovchi» deb nomlanadi va avtomatik o'lchov asboblardan alohida, mustaqil ravishda o'rnatiladi. Bu lyuk tez oxiladigan qopqoq bilan jihozlanadi. Rezervuarlarning asosiy qurilmalari «nafas oluvchi» klapanlar hisoblanadi. Ular neft mahsulotlarining minimal darajada yo'qotilishi sharoitlarida «katta» va «kichik nafas olish» ni ta'minlaydi. Rezervuarning «nafas oluvchi» klapani ishdan chiqqan paytda buzilishlar oldini olish uchun saqlovchi klapan o'rnatiladi.

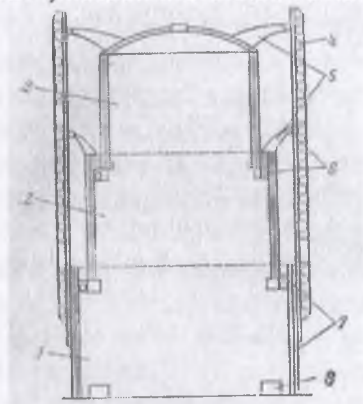
Saqlovchi klapanlar gidravlik zatvor usuli bo'yicha ishlaydi. Bunda zatvor bosim yoki vakuum ta'sirida oxiladi va gaz faza atmosferaga chiqariladi. Ishchi bosim o'rnatilgach, suyuqlik yana zatvorni berkitadi. Gazlar atmosferaga (ortiqcha bosimda) chiqarilishi yoki havoning (vakuum sharoitida) rezervuarga kiritilishi tishsimon qalpoqcha orqali amalga oshiriladi. Zatvor suyuqligi muzlamaydigan, qovushqoqligi kichik va bug'lanmaydigan bo'lishi lozim. Bunday suyuqliklar sifatida solyar moylari, dizel' yoqilg'isi, glicerinning suvli eritmasi ishlatiladi. Rezervuardan foydalanish jarayonida zatvordagi suyuqlikning sathi tekshirib turish uchun jo'mrakli sath o'lchagich ishlatiladi. Barcha to'siq, shtucer va to'rlar toza holda saqlanishi kerak.

Saqlovchi klapan «nafas oluvchi» klapanidan farqli ravishda yuqori bosim va chuqur vakuumda (5-10% yuqori) oxilishiga moslashtirilgan. «Nafas oluvchi» va saqlovchi klapanlardan foydalanish mobaynida yong'in havfi vujudga kelishi mumkin. Bunday holatlar oldini olish uchun yong'inga qarshi qurilma-yong'in to'siqlari ishlatiladi. Ularda rezervuarni atmosfera bilan bog'lab turadigan uzunchoq kanalli qurilma mavjud. Bu

to'siqlarining yong'inni o'chirish qobiliyati shu kanallarning kesimi va uzunligiga bog'liq holda aniqlanadi. Kanallar lentali, nasadkali va panjarali bo'lishi mumkin. Qovurg'alangan metall qalpoq gazlarni sovitishga hizmat qiladi. Plastikali kassetalar tekshirish, tozalash va muzlashdan saqlash uchun hizmat qiladi. Rezervuarga ulangan har bir neft va tayyor mahsulot quvurlarida yong'inga qarshi maqsadlarda undan 100-500 m uzoqlikda zadvijskalar o'rnatiladi. Yashindan va statik elektr razryadidan himoyalaniish uchun rezervuar erga ulanadi. Yuqori qovushqoqli mahsulotlarni saqlashda ularni kabul qilish va uzatishda engillik bo'lishi uchun ular qizdiriladi. Bunday hollarda rezervuar tagligi bo'ylab yoki tarqatuvchi patrubkaga isituvchi zmeevik yoki quvurli isitgich o'rnatiladi. Isitish suv bug'i, qaynoq suv yoki boshqa issiqlik tashuvchi orqali amalga oshiriladi. Mahsulotlarning bug'lanishini kamaytirish uchun rezervuarlar nur qaytaruvchi (oq va alyuminiyli) bo'yoqlar bilan bo'yaladi. Rezervuarining hajmi kattalashgan sari, undan foydalanish va nazorat qilishga qo'yilgan talablar ham ortib boradi. Rezervuarlardan foydalanish jarayonida undagi barcha payvand choklar, shtucerlar, «nafas oluvchi» va saqllovchi klapanlar hamda boshqa qurilmalar har kuni ko'rikdan o'tkazilishi lozim. Qishda bo'sh rezervuarlarni issiq suv bilan qizdirmasdan neft mahsulotlarini quyish mumkin emas. Aks holda, korpusning germetikligi buziladi va boshqa qurilmalar tez ishdan chiqadi. Rezervuarlar davriy ravishda tozalab turiladi. Tozalash uslubi cho'kindi tabiati va miqdoriga bog'liq. Ko'proq qo'llaniladigan usul bu rezervuarni suv bilan yuvishdir. Bundan tashqari bug' bilan yuvish, majburiy yoki erkin shamollatish, qayta yuvish usullari mavjud. Rezervuarlarni oltingugurtli neft mahsulotini saqlash uchun tozalashda birikmalarning o'zidan-o'zi yonishini oldini olish uchun uzluksiz ravishda kamroq miqdorda suv bug'i berilib turiladi. Rezervuarining ichki iflos qismlarini qo'l bilan, gidrodinamik usul bilan, kimyoviy va asosiy yuvuvchi vositalarni qo'llash bilan tozalash mumkin. Rezervuarlar yong'inni o'chiruvchi vositalar bilan ta'minlangan bo'lishi kerak: qum, belkurak, chelak, o't o'chirgich, ko'pikli suv, o't o'chirish shlanglar va brandspaytlar.

7.5.GAZGOLDERLAR

Ko'p miqdordagi gazlarni uncha katta bo'lmagan bosim (0,4 m.suv.ust.gacha) da saqlash uchun gazgolderlardan foydalaniladi. Ish uslubiga ko'ra ular quruq va ho'l turlarga bo'linadi. Quruq gazgolderlar kam ko'llaniladi. Bu gazgolder konstruktiv jihatdan vertikal silindrsimon rezervuar bo'lib sferik qoplamadan iborat. Ichki qismida rezervuar devoriga zich yopishib harakatlanuvchi to'siq porshen' joylashgan. Gaz bosimi ta'sirida porshen' rezervuar hajmini kengaytirgan holda kutariladi, gaz bosimi kamayganda esa bu porshen' yana joyiga tushadi. Gaz bosimi porshen' massasi va silindrsimon korpusning ichki diametri orqali aniqlanadi. Quruq gazgolderlar konstruktiv jihatdan murakkab va havfli.



7.5-rasm. Gazgolder:

1-rezervuar; 2-teleskop; 3-qo'ng'iroq; 4-devorlardagi yo'naltiruvchi karkaslar; 5-kronshteynlar; 6-yo'naltiruvchi g'ildiraklar; 7-ichki yo'naltiruvchi karkaslar; 8-qo'ng'iroq va teleskop uchun pastki yostiqla.

Hajmi 100-32000 m³ gacha bo'lgan ho'l gazgolderlar keng tarqalagan. 4.5-rasmda ko'rsatilgan gazgolder rezervuar 1, harakatlanuvchi qo'ng'iroq 3, teleskop 2 (ular gazgolderlarda 10 ming m³ hajmiga ega) va yo'naluvchi 4 dan tarkib topgan. Rezervuar tagligi tekis va usti ochiq. Unga ikki tomoni ham ochiq bo'lgan silindrsimon tepeskok qobiq va tagliksiz, yuqori qismi sferik korpus bilan yopilgan silindrsimon - qo'ng'iroq kiradi. Qo'ng'iroq va teleskop o'z og'irligi hisobiga rezervuarining tagligigacha tushadi.

Gaz nabori ta'sirida rezervuar birga payvandlangan yo'naltiruvchi 4 ning ohirgi nuqtasigacha boradi. Yo'naluvchilar harakat yuzaga kelishi uchun kronshteyn 5, teleskop va qo'ng'iroqqa mahkamlangan yo'naluvchi roliklar 6 bilan ta'minlangan rezervuar va teleskop, teleskop va qo'ng'iroq o'rtasidagi germetiklik suvni zatvor bilan ta'minlanadi. Buning uchun teleskop va qo'ng'iroqning tashqi pastki qismiga tog'orasimon halqa payvandlanadi. Bu halqalar rezervuar va teleskopning ichki yuqori qismiga kirib turadi. Ekpluatasiyadan oldin, ya'ni teleskop va qo'ng'iroq pastki holatida rezervuar suvli hammom rolini bajaradi va suv bilan to'ldiriladi, bir vaqtda qo'ng'iroq va teleskop zatvori ham suv bilan to'ldiriladi. Teleskop va qo'ng'iroq pastga tushganda rezervuarining tagligida o'rnatilgan maxsus tayanchga o'tiradi. Gazgoldyerdan gaz berilganda birinchi navbatda teleskop ko'tariladi. Teleskopning yuqorigi zatvoriga etganda, qo'ng'iroq ko'tariladi. Teleskop chegara tayanchigacha ko'tariladi. Gazgoldyerdan meyoriy foydalanish uchun va yuqori bosimda korpusning portlashini oldini olish uchun avtomatik sistema, ya'ni gaz kiruvchi liniyani o'chirish qo'llanadi. Rezervuar tagligidagi va halqasimon zatvorlardagi suvlarning muzlashi o'ta havfli hisoblanadi. Buning uchun mahalliy sharoitlardan kelib chiqqan holda mos uslublar bilan oldini olish lozim.

UCHINCHI QISM. MEXANIK JARAYONLAR VA JIHOZLAR

VIII BOB. QATTIQ MATERIALLARNI MAYDALASH

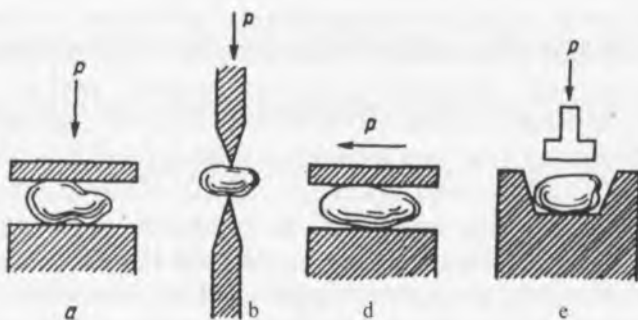
8.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

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 oltingugurt, 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 (8.1-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 qovushoqli materiallar esa ezish va yeyilish usullari yordamida maydalanadi.

Materiallarni yanchish odatda quruq (suv ishlatmasdan) usul bilan, yupqa maydalash esa ko'pincha ho'l usul bilan (ya'ni suv yordamida) olib boriladi. Suv ishlatilganda chang hosil bo'lmaydi va maydalangan mahsulotni tashish osonlashadi.



8.1-rasm. Qattiq materiallarni maydalash usullari:

a) ezish; b) yorish; d) yeyilish; e) zarba.

Dastlabki va maydalangan material bo'laklarining o'lchamlariga ko'ra maydalash jarayonining sinflanishi 8.1-jadvalda berilgan.

Maydalash jarayonining samaradorligini aniqlash uchun maydalanish darajasi tushunchasi ishlatiladi. Bu ko'rsatgich maydalanishgacha bo'lgan material bo'lagining o'rtacha aniqlovchi o'lchami (d_b) ni maydalangan material bo'lagining o'rtacha aniqlovchi o'lchami (d_m) ga nisbati bilan belgilanadi:

$$i = \frac{d_b}{d_m} . \quad (8.1)$$

Maydalash jarayonining sinflanishi

8.1-jadval

Maydalanishning turlari	Bo'laklarning o'rtacha o'lchami, mm		Maydalanish darajasi
	Maydalanish-gacha	Maydalangandan so'ng	
Yirik yanchish	1500-300	300-100	2-6
O'rtacha yanchish	300-100	50-10	5-10
Mayda yanchish	50-10	10-2	10-50
Yupqa maydalash	10-2	2-0,75	100
O'ta yupqa maydalash	2-0,075	$7,5 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-4}$	-

Sharsimon bo'laklarning aniqlovchi o'lchami sifatida diametr, kub shaklidagi bo'lak uchun esa - qirrasining uzunligi olinadi. Noto'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan bo'laklarning aniqlovchi

o'lchamining o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$d_x = \sqrt[3]{\ell b h}, \quad (8.2)$$

bu yerda, ℓ , b , h – material bo'lagining o'zaro perpendikular yo'nalgan uchta tomonlarining maksimal o'lchamlari. Bu o'lchamlarning ichida eng kattasi (ℓ) – uzunlik, o'rtachasi (b) – kenglik, eng kichigi (h) – qalinlik.

Maydalangan bo'laklarning o'rtacha aniqlovchi o'lchamini aniqlash uchun saralovchi g'alvirlar yordamida material bir nechta fraksiyalarga ajratiladi. Har bir fraksiyadagi eng katta va eng kichik bo'laklarning o'rtacha o'lchami quyidagicha aniqlanadi:

$$d_o' = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}, \quad (8.3)$$

Aralashmadagi bo'laklarning o'rtacha aniqlovchi o'lchami quyidagicha hisoblaniladi:

$$d = \frac{d_{y1}a_1 + d_{y2}a_2 + \dots + d_{yn}a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}, \quad (8.4)$$

bu yerda, $d_{u1}, d_{u2}, \dots, d_{un}$ – har bir fraksiyadagi bo'laklarning o'rtacha o'lchamlari; $a_1, a_2, \dots, a_n$ – har bir fraksiyaning tarkibi, massaviy %.

Materiallarni maydalashga moslangan mashinalar shartli ravishda ikki guruhga bo'linadi: a) materiallarni yirik, o'rtacha va mayda bo'laklarga ajratuvchi yanchish mashinalari; b) materiallarni yupqa va o'ta yupqa maydalaydigan tegirmonlar. Umuman olganda, maydalash mashinalari ochiq va chegaralangan sikllar bilan ishlaydi. Ochiq sikl qo'llanilganda, material maydalaydigan uskuna orqali bir marotaba o'tadi. Bunday sharoitda yirik va o'rtacha yanchish yuz beradi. Chegaralangan siklda esa maydalash mashinasidan chiqqan material sinflash uchun boshqa uskunaga yuboriladi. Bu uskunada katta o'lchamli zarrachalar ajratib olinib, maydalash mashinasiga qaytariladi. Chegaralangan sikl materiallarni yupqa maydalashda ishlatilib, energiya sarfini kamaytirishga, maydalovchi mashinalarning ish unumdorligini oshirishga olib keladi.

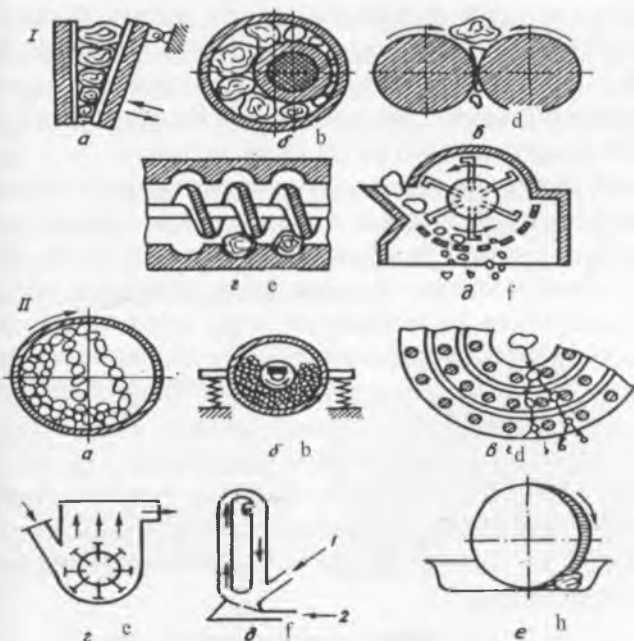
8.2. MAYDALASH MASHINALARINING PRINSIPIAL SXEMALARI

Sanoatda qattiq jismlarni maydalash maqsadida turli mashinalar va tegirmonlar ishlatiladi. Maydalash mashinalarining prinsipial sxemalari 8.2-rasmda berilgan. Yassi qismli yanchigichlarning ishlash prinsipi quyidagicha bo'ladi. Yassi qismlar davriy ravishda o'zaro yaqinlashganda material ezish, yorish va qisman yeyilish prinsiplari asosida maydalanadi. Konusli yanchish mashinalari bir-biriga nisbatan ekssentrik holatda aylanadigan ikkita konuslar oralig'ida materialni sinish, ezish va qisman yeyilish prinsiplari yordamida maydalashga asoslangan. Valli yanchigichlarda material bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan vallar oralig'ida eziladi. Agar vallar bir xil tezlikka ega bo'lsa, materialning yeyilishi ham yuz beradi. Shnekli yanchish mashinalarida material kesish va qisman yeyilish prinsiplari asosida maydalanishga uchraydi. Bolg'ali yanchigichlarda qattiq jism bolg'alarning zarbasi va yeyilish ta'sirida maydalanadi.

Sharli tegirmonlar materiallarni asosan yupqa va o'ta yupqa maydalash uchun ishlatiladi. Bunday mashinalar aylanuvchi yoki vibratsiya qilinadigan barabandan iborat bo'lib, ularning ichiga maydalanishi lozim bo'lgan material yuboriladi; material donalari bir-biri bilan to'qnashib, zarba va ishqalanish kuchlari asosida maydalanib ketadi.

G'ildirakli tegirmonlar mayda yanchish yoki ayrim materiallar (shamot, kvars, loy-tuproq va hokazo) ni dag'al yanchish uchun ishlatiladi. Dag'al yanchish paytida maydalanishdan tashqari zichlanish, yeyilish yuz beradi hamda materiallarning birgalikdagi aralashmasi hosil bo'ladi.

Deintegratorlar va aerodastali tegirmonlarning ishlashi materialga zarba berish prinsipiga asoslangan. Purkovchi tegirmonlar esa materiallarni o'ta yupqa maydalash uchun mo'ljallangan. Bunday mashinalarning ishlash prinsiplari katta tezlik bilan harakat qilayotgan havo oqimining tarkibidagi qattiq zarrachalarning bir-biriga va kamera devorlariga urilishi va ishqalanishi oqibatida maydalanishi yuz beradi.



8.2-rasm. Maydalash mashinalarining prinsipial sxemalari:

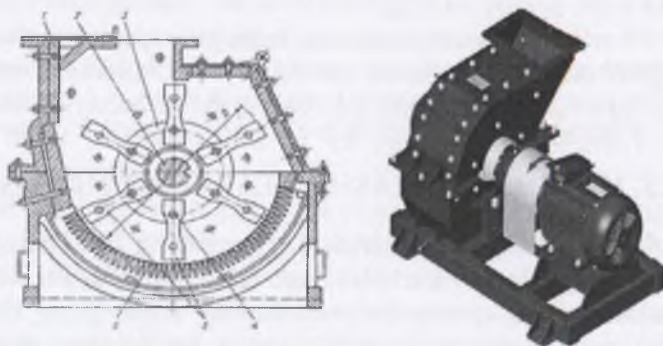
I-yanchish mashinalari: a-yassi qismli; b-konusli; d-valli; e-shnekli; f-bolg'ali; II-tegirmonlar: a-sharli; b-vibratsion sharli; d-dezintegrator; e-aerodastali; f-purkovichi h-g'ildirakli; i-material; 2-havo.

8.3. MAYDALASH MASHINALARINING TUZILISHI

Bolg'ali yanchish mashinasi. Bu uskuna (8.3-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) va (2) va valga o'rnatilgan disk (3) dan iborat. Diskda paleslar (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'alarining 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. Sharli tegirmonlar bir necha turga bo'linadi: diafragmali; quvurli; sterjenli va hokazo. 8.4-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.



8.3-rasm. Bolg'ali yanchish mashinasi:

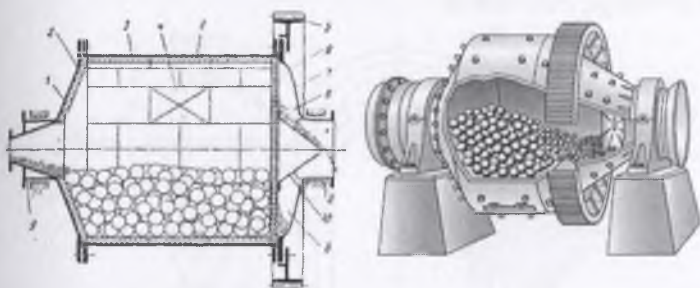
1-qobiq; 2-val; 3-disk; 4-paleslar; 5-bolg'achalar; 6-kolosnikli panjara.

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 bo'lgan 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.



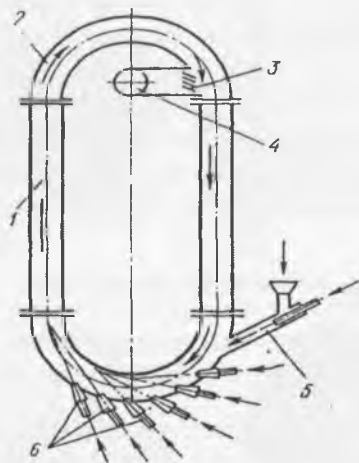
8.4-rasm. Sharli tegirmon:

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.

Sharli tegirmonlar bir qator afzalliklarga ega: xohlagan materiallarni maydalash mumkin; uzoq davom etgan ish rejimida doimiy maydalanish darajasiga erishiladi; mustahkamlik va xavfsizlikni 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.

Purkovchi tegirmon. 8.5-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 beradi. 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.



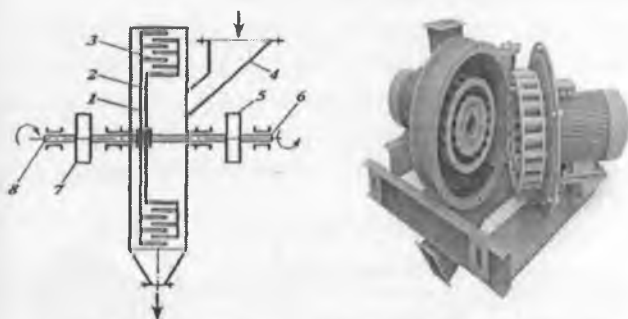
8.5. rasm. Purkovchi tegirmon:

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.

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.

Dezintegratorlar va dismembratorlar. Bunday mashinalar mo'rt va yumshoq materiallar (oltingugurt, tuzlar, kaolin, bo'yoqlar va hokazo) ni maydalash uchun ishlatiladi. Dezintegrator vallarga o'rnatilib, qarama-qarshi tamonlarga qarab aylanuvchi ikkita

disklardan iborat (8.6-rasm). Disklarga ularning aylanasi bo'ylab zarba beruvchi paleslar shunday joylashtirilganki, birinchi diskdagi paleslar qatori ikkinchi diskdagi ikkita paleslar qatorining o'rtasiga kiradi. Markazdan qochma kuchlar ta'sirida dezintegratorga tushgan material disklar yordamida mashinaning ichki qismiga uloqtirilib tashlanadi va aylanib turgan paleslarga duch keladi. Bunday holatda material maydalanib, paleslar oralig'idagi bo'shliqdan o'tib, tegirmonning pastki qismiga tushadi va tashqariga chiqariladi. Disklarning aylanish soni minutiga 1200 dan 2200 gacha bo'ladi.



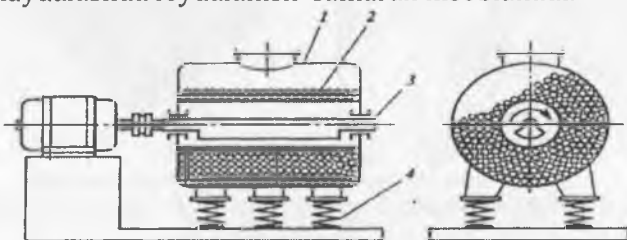
8.6-rasm. Dezintegratorning tuzilish sxemasi:
1,2-disklar; 3-zarba beruvchi paleslar; 4-yuklovchi voronka;
5,7-shkivlar; 6,8-vallar.

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

Dismembratorlarda zarbali paleslarga ega bo'lgan disklardan bittasi aylanuvchan bo'ladi, ikkinchisi esa qo'zg'almas bo'ladi va ochiladigan qopqoqni tashkil etadi. Ikkala mashinalarning ham ishlash prinsipi bir xil, biroq dismembrator dezintegratorga nisbatan ixchamroq mashina hisoblanadi. Dismembratorning barabani turli shakldagi teshiklari bo'lgan halqasimon to'rning ichida aylanadi. Halqasimon to'rning 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 qattiqlikka ega bo'lmagan materiallarni o'ta yupqa maydalash uchun ishlatiladi (8.7-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 ho'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.



8.7-rasm. Vibratsiyali tegirmon sxemasi:

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

8.5. 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 xizmat qiladigan sharlarni harakatga keltirish uchun zarur bo'lgan quvvat (N_{sh} , V_t) aniqlaniladi:

$$N_{sh} = GE_s, \quad (8.12)$$

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 (F_{sb} va F_{so}) ga bog'liq bo'ladi, ya'ni $E_s = f(F_s)$. 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:

$$F_{so} = \frac{41,4}{d_{nom}} \lg \left(\frac{d_{nom} \cdot 10^6}{5,47} \right), \quad (8.13)$$

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:

$$R = \exp \left(- \frac{3d}{d_{nom}} \right), \quad (8.14)$$

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

Tegirmonni tanlash paytida elektrodvigatelning quvvati quyidagicha topiladi:

$$N_{dv} = (1,3 \div 1,5) N_{sh}. \quad (8.15)$$

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

$$m_{sh} = \varphi \pi R^2 L \rho_{tsh}. \quad (8.16)$$

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

Sharining 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:

$$d_{sh} = \sqrt[3]{\frac{18 \sigma_c^2}{\rho_{tsh} \pi E W_{tsh}^2} d_{bmax}}. \quad (8.17)$$

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

Sharining tushish tezligi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$W_{sh}^2 = 16g[R_k(2n) - R_k^3(2n)^5]^2, \quad (8.18)$$

bu yerda, R_k – barabanga solingan sharlar qatlamining eng kichik radiusi, m; g – erkin tushish tezlanishi ($g=9,81 \text{ m/s}^2$); n – barabanning aylanish chastotasi, s^{-1} .

Hisoblash natijalariga asosanib, kerakli sharining 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:

$$N_{dv} = \frac{K_N \rho_{yu} R^{2.5} L g}{60 \eta_m}, \quad (8.19)$$

bu yerda, ρ_{tyu} – sharlar va materialning birgalikda to'kilgan holatidagi zichligi; kg/m^3 ; η_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:

$$K_N = \frac{60 N_{sh}}{\rho_{sh} R^{2.5} L g}. \quad (8.20)$$

ρ_{tyu} ni aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\rho_{tyu} = \rho_{sh} + 1,15 \left(1 - \frac{\rho_{sh}}{\rho_m} \right) \rho_m, \quad (8.21)$$

bu yerda, ρ_m – to'kilgan holatdagi materialning zichligi, kg/m^3 .

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

IX BOB. QATTIQ MATERIALLARNI SINFLASH, SARALASH VA ARALASHTIRISH

9.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Texnologik jarayonlarni maqbul rejim bilan olib borishda qattiq donador materiallarni sinflash va aralashtirish, tayyor mahsulotlarni ma'lum navlarga ajratishda esa saralash jarayonlari muhim ahamiyatga ega.

Bo'lak va donalarning o'lchamiga ko'ra qattiq materiallarni ma'lum guruhlariga ajratish sinflash deb ataladi. Qattiq donador materiallarni sinflash jarayoni asosan ikki xil usul bilan amalga oshiriladi: 1) mexanik usul – katta sim g'alvir yordamida sinflash; 2) gidravlik usul – suv yoki havoda bir xil cho'kish tezligiga ega bo'lgan donalarni guruhlariga ajratish orqali sinflash. Qattiq material donalari aralashmasini havo muhitida ajratish separatsiya deb yuritiladi.

Qattiq sochiluvchan materiallarni turli usullar (mexanik, pnevmatik va hokazo) yordamida aralashtirish texnologik jarayonlarni bir me'yorda olib borish va jadallashtirish imkoniyatlarini yaratib beradi.

Sinflash va aralashtirish qattiq materiallarni qayta ishlash uchun tayyorlashda yordamchi jarayonlar hisoblansa, saralash esa tayyor mahsulotlarni tegishli navlarga ajratishga qaratilgan bo'lib, mustaqil jarayonlar qatoriga kiradi. Ayrim sharoitlarda qattiq materiallarni maydalash jarayonidan keyin sinflash amalga oshiriladi.

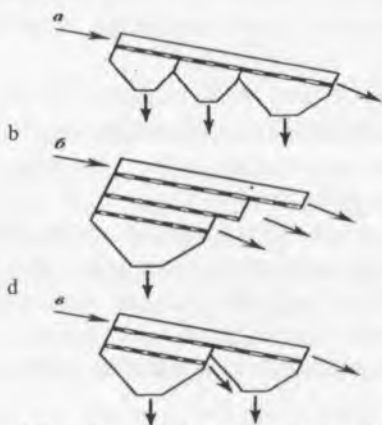
9.2. MEXANIK USUL BILAN SINFLASH

Donalarning o'lchamiga ko'ra sochiluvchan materiallarni mexanik kuch ta'sirida bir yoki bir necha katta sim g'alvirlar yordamida guruhlariga ajratish sinflash deb ataladi. Katta sim g'alvirli uskunalarining asosiy ish organi vazifasini simli elaklar, teshikli po'lat listlar yoki panjaralar bajaradi. Masalan, simli elaklar kvadrat yoki to'g'ri burchakli teshiklar (o'lchamlari 0,4÷100 mm) bo'lgan to'rlardan tayyorlanadi. Qalinligi 3÷12 mm bo'lgan po'lat

listlarda diametri 5÷50 mm atrofida bo'lgan teshiklar ochilgan bo'ladi.

Mexanik kuch ta'siri bilan sinflashtirishda ikki xil mahsulot hosil bo'ladi: 1) elakdan o'tgan donalar (yoki elak ostidagi mahsulot); 2) elak ustida qolgan donalar (elak ustidagi mahsulot). Sim g'alvirli uskunalarining ishi 2 ta ko'rsatgich bilan baholanadi: 1) samaradorlik; 2) ish unumdorligi.

Material donalarini ikkidan ortiq sinflarga ajratish kerak bo'lgan paytda ko'p marotabali sim g'alvirdan o'tkazish usullaridan foydalaniladi (9.1-rasm): 1) teshiklarining o'lchami borgan sari ortib boradigan, ketma-ket joylashgan elaklar qatoridan foydalanish (donalar o'lchamining ortib borishiga asoslangan usul); 2) teshiklarining o'lchamini tepadan pastga qarab kamaytirib, elaklarni ustma-ust joylashtirish (donalar o'lchamining kamayib borishiga asoslangan usul); 3) murakkab usul.



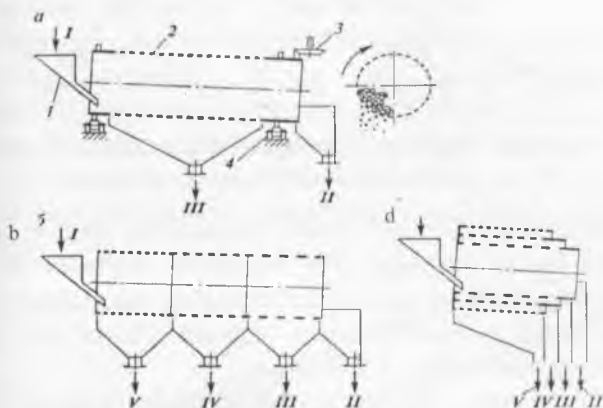
9.1-rasm. Sochiluvchan qattiq materiallarni katta sim g'alvir bilan elash usullari:

a—donalar o'lchamining oshib borishiga asoslangan usul; b—donalar o'lchamining kamayib borishiga asoslangan usul; d—murakkab usul.

Katta sim g'alvirli uskunalar 2 turga bo'linadi: qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan. Elak yuzasining shakliga ko'ra uskunalar ikki xil — tekis va silindrsimon yuzali bo'ladi. Bunday uskunalar gorizontali yoki qiya joylashgan holatda ham bo'lishi mumkin.

Bitta barabanli sim g'alvirli uskunaning sxemasi 9.2 a-rasmda

ko'rsatilgan. Ushbu uskuna silindrsimon yoki ko'p qirrali shaklga ega bo'lgan va devorlarida teshiklari bor baraban (2), uni aylantiruvchi uzatma (3) va tayanch rolklari (4) dan iborat. Dastlabki material (I) tarnov (1) orqali barabanning ichki qismiga beriladi. Baraban markaziy val yordamida aylangan paytda sochiluvchan material pastga qarab siljiydi. Baraban gorizontga nisbatan $4-7^{\circ}$ bilan joylashtirilgan bo'ladi. O'lchami silindrsimon teshiklardan kichik bo'lgan donalar elak ostidagi mahsulot sifatida (III) ajratiladi. O'lchamlari sim g'alvir teshiklaridan katta bo'lgan donalar elak ustidagi mahsulot sifatida (II) barabanning pastki qismidan ajralib chiqadi.



9.2-rasm. Barabanli sim g'alvirli uskunalarining sxemalari:

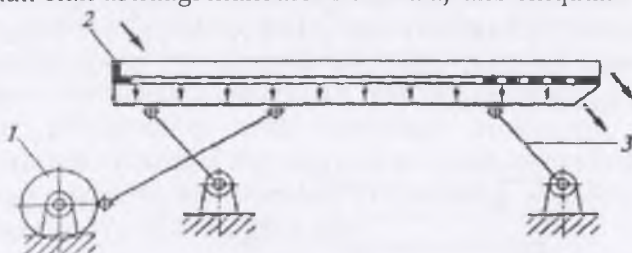
a-bitta g'alvirli: 1-dastlabki materialni berish uchun tarnov; 2-baraban; 3-uzatma moslamasi; 4-tayanch roli; b-g'alvirlarning ketma-ket joylanishi; d-alvirlarning markaziy o'qqa parallel joylanishi. Oqimlar: I-dastlabki material; II-katta o'lchamli fraksiya; III,IV,V-zarrachalarning o'lchami kichrayib boradigan fraksiyalar.

Materialni bir necha fraksiyalarga ajratish zarur bo'lgan paytda turli o'lchamdagi g'alvirlardan iborat bo'lgan barabanlar ishlatiladi. G'alvirlar ketma-ket (9.2 b - rasm) yoki markaziy o'qqa nisbatan parallel (9.2 d - rasm) holatda joylashtirilgan bo'ladi.

Barabanli sim g'alvirli uskunalarining asosiy afzalligi: konstruksiyasining oddiyligi va bir me'yorda ishlashi. Kamchiliklari: katta joyni egallaydi; ish unumdorligi kam; samaradorligi past.

Ushbu kamchiliklarning borligi sababli, sanoatda ularning o'rniga tebranib turuvchi va vibratsion sim g'alvirli qurilmalar ishlatiladi.

9.3-rasmda tebranib turuvchi sim g'alvirli uskunaning sxemasi keltirilgan. Tekis yuzali g'alvir eksentrik yordamida tebranib turadi. O'lchami g'alvir teshiklarining o'lchamidan kichik bo'lgan donalar g'alvirdan o'tib, elak ostidagi mahsulot sifatida ajraladi. O'lchami g'alvir teshiklaridan katta bo'lgan donalar g'alvirning o'ng tomonidan elak ustidagi mahsulot sifatida ajralib chiqadi.



9.3-rasm. Tebranuchi sim g'alvirli uskunaning sxemasi:

1-eksentrik; 2-qobiq; 3-tayanch ustuni.

Tebranib turuvchi sim g'alvirli uskunaning afzallik tomonlari: ish unumdorligi va samaradorligi barabanli uskunalariga nisbatan yuqori, ixcham, ishlatish qo'lay; materialning maydalanish darajasi kam. Kamchiliklari: konstruksiyasi turg'un holatda emas; tayanch ustunlari tezda ishdan chiqib turadi.

Sanoatning turli sohalarida vibratsion sim g'alvirli uskunalar keng qo'llaniladi. Bunday uskunalar vibratorning ishlash prinsipiga ko'ra inersion va elektromagnitli bo'lishi mumkin. Vibratsion uskunalar bir qator afzalliklarga ega: ish unumdorligi va samaradorligi yuqori; elak teshiklarining mayda donalar bilan to'lib qolishi kam; ixcham; elaklarni almashtirish oson; energiya sarfi nisbatan kam.

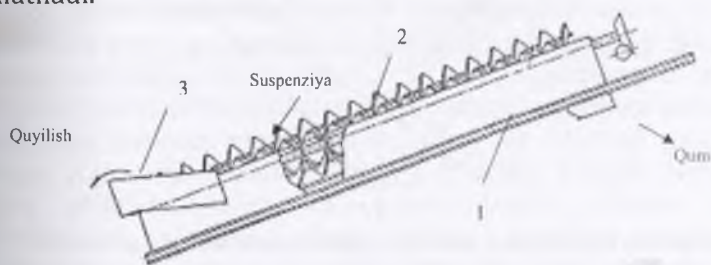
9.3. GIDRAVLIK SINFLASH VA SEPARATSIYA

Qattiq materiallarni donalarining suyuq (suv) yoki gaz (havo) muhitlaridagi cho'kish tezliklariga ko'ra turli guruhlarga ajratish gidravlik sinflash (yoki separatsiya) deb ataladi. Bunda har bir sinfga cho'kish tezligi bir-biriga yaqin bo'lgan donalar yig'indisi kiradi.

Gidravlik sinflashni amalga oshirish uchun turli mexanik sinflash uskunalari ishlatiladi. Bunday uskunalar mayda materiallarni ($5 \div 0,05$ mm va undan kam) ajratish uchun ishlatiladi. 9.4-rasmda spiralli sinflash uskunasining sxemasi berilgan. Ushbu uskuna gorizontga nisbatdan qiya ($12-18^\circ$) joylashgan yarim silindr kesimli tog'aradan iborat bo'lib, uning ichida bitta yoki bir necha spirallar $1,5 \div 20$ min⁻¹ tezlik bilan aylanib turadi. Spirallar suyuqlik va siljitilayotgan qumlarga qisman botirilgan bo'ladi. Suspenziya tarkibidagi qumlar spirallar yordamida harakat qilib, uskunaning yuqori qismidan tashqariga chiqariladi.

Suspenziyaning suyuq qismi esa tog'oraning pastki qismidan to'siq orqali tashqariga chiqarib turiladi. Uskunaning ish unumdorligi va samaradorligi tog'oraning qiyalik burchagiga, spirallarning aylanish soniga va suspenziyadagi qattiq materiallarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Sanoatda qattiq materiallarni sinflash maqsadida spiralli sinflash uskunasidan tashqari reykali, kosali, markazdan qochma (gidrosiklonlar, cho'ktiruvchi sentrifugalar) sinflash uskunalari ham ishlatiladi.



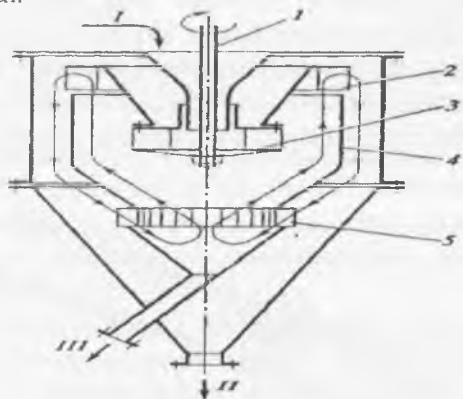
9.4-rasm. Spiralli sinflash uskunasining sxemasi:

1-tog'ora; 2-spiral; 3-to'siq.

Havo oqimi bilan ishlaydigan separatorlarda qattiq materiallarni sinflash markazdan qochma va og'irlik kuchlari ta'siridagi havo oqimida turli o'lchamli donalarning har xil tezlik bilan cho'kishiga asoslangan. 9.5-rasmda markazdan qochma kuch ta'sirida ishlaydigan havo separatorining sxemasi ko'rsatilgan. Ushbu separatorning aylantiruvchi vali (1) ga ventilator (2) bilan birlashtirilgan tarqatuvchi disk (3) mustahkamlangan.

Ventilator yordamida separatorlarda havoning berk holatidagi sirkulatsiyasi hosil bo'ladi. Ajratishi lozim bo'lgan material uzluksiz ravishda aylanib tarqatuvchi disk (3) ga beriladi. Material disk yordamida va markazdan qochma kuch ta'sirida ichki kamera (4) ning devori tomon uloqtiriladi. Materialning ichki kamera devori tomon harakati natijasida hosil bo'lgan qatlam orqali ko'tarilayotgan havo oqimi harakat qilib, o'zi bilan mayda zarrachalarni ventilator (2) ga olib ketadi. Katta zarrachalar (III) ichki kameradan qiya joylashgan patrubok orqali tashqariga chiqariladi.

Mayda zarrachalar (II) ni esa ventilatorning kuraklari qobiqning tashqi devori tomon uloqtirib tashlaydi va konussimon tub orqali tashqariga chiqariladi. Shunday qilib, havo separatori yordamida mayda-langani materiallar ikki fraksiyaga (katta va kichik o'lchamli) ajratiladi.



9.5-rasm. Markazdan qochma havo separatorining sxemasi:

- 1-ventilator va diskning valini aylantiruvchi uzatma; 2-ventilator;
 3-materialni tarqatuvchi disk; 4-ichki kamera; 5-pardali tarqatuvchi
 moslama. Oqimlar: I-dastlabki sochiluvchan material; II-mayda zarrachalar;
 III-katta zarrachalar.

TO'RTINCHI QISM. ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARI VA JIHOZLARI

X BOB. ISSIQLIK O'TKAZISH ASOSLARI

10.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Neft va gazni qayta ishlash, neft kimyosi va sanoatning boshqa sohalarida issiqlik almashinish jarayonlaridan keng foydalaniladi. Masalan, neft va mazutni haydash, piroliz, katalitik kreking, riforming, gidrotozalash va moylarni tozalash kabi jarayonlarda turli issiqlik almashinish uskunolari ishlatiladi.

Bir qator texnologik jarayonlarining yo'nalishi issiqlik energiyasi-ning berilishi yoki uzatilishi natijasida ma'lum bir haroratga ega bo'lgan holatdagina yuz beradi. Tezligi issiqlikning berilishi yoki uzatilishi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar (isitish, sovitish, bug'latish, kondensatsiyalash va hokazo) issiqlik almashinish jarayonlari deb yuritiladi.

Har xil haroratga ega bo'lgan jismlarda issiqlik energiyasining biridan ikkinchisiga o'tishi issiqlik almashinish jarayoni deb ataladi. «Issiq» va «sovuq» jismlarning haroratlari o'rtasidagi farq issiqlik almashinishining harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi. Haroratlar farqi bo'lganda termodinamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra issiqlik energiyasi harorati yuqori bo'lgan jismdan harorati past bo'lgan jismga o'z-o'zidan o'tadi. Jismlar o'rtasidagi issiqlik almashinishi erkin elektron, atom va molekulalarning o'zaro energiya almashinishi hisobiga sodir bo'ladi. Issiqlik almashinishida qatnashadigan jismlar issiqlik tashuvchi deb ataladi. Issiqlik tarqalishining uchta prinsipal turi bor: issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va issiqlikning nurlanishi.

Bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz harakati natijasida yuz beradigan issiqlikning o'tish jarayoni issiqlik o'tkazuvchanlik (yoki konduksiya) deyiladi. Gaz va tomchi suyuqliklarda molekulalarning harakati natijasida yoki qattiq jismlarda kristall panjaradagi atomlarning tebranishi ta'sirida yoxud metallarda erkin elektronlarning diffuziyasi oqibatida issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni sodir bo'ladi. Qattiq jismlarda, gaz yoki suyuqliklarning yupqa qatlamlarida issiqlik asosan issiqlik

o'tkazuvchanlik orqali tarqaladi.

Gaz yoki suyuqliklarda makroskopik hajmlarning harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarqalishi konveksiya deb ataladi. Konveksiya ikki xil (erkin va majburiy) bo'ladi. Gaz yoki suyuqlik ayrim qismlaridagi zichliklarning farqi natijasida hosil bo'ladigan issiqlikning almashinishi tabiiy yoki erkin konveksiya deyiladi. Tashqi kuchlar ta'sirida (masalan, suyuqliklarni nasoslar yordamida uzatish yoki ularni mexanik aralashtirgichlar bilan aralashtirish paytida) majburiy konveksiya paydo bo'ladi.

Issiqlik energiyasining elektromagnit to'lqinlar yordamida tarqalishi issiqlikning nurlanishi deb yuritiladi. Har qanday jism o'zidan energiyani nurlatish qobiliyatiga ega. Nurlangan energiya boshqa jismga yutiladi va qaytadan issiqlikka aylanadi. Natijada nur bilan issiqlik almashinish sodir bo'lib, u o'z navbatida nur chiqarish va nur yutish jarayonlaridan tashkil topadi.

Haqiqiy sharoitlarda issiqlik almashinish alohida olingan biror usul bilan emas, balki bir necha usullar yordamida yuzaga keladi, ya'ni murakkab issiqlik o'tkazish jarayonlari amalga oshiriladi.

Issiqlik almashinish jarayonlari turli rusumdagi uskunalarda amalga oshiriladi. Issiqlik almashinish uskunalarining ishlash rejimiga ko'ra jarayonlar ikki xil (turg'un va noturg'un) bo'ladi. Uzlaksiz ishlaydigan uskunalarining turli nuqtalaridagi harorat vaqt davomida o'zgarib turadi, bunday uskunalarda ketayotgan jarayon turg'un bo'ladi. Noturg'un jarayonlarda (davriy ishlaydigan issiqlik almashinish uskunalarida) harorat vaqt davomida o'zgarib turadi (masalan, isitish yoki sovitish paytida).

Issiqlik almashinish uskunalaridagi issiqlik almashinish jarayonlari har xil holatlar (issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya, issiqlikning nurlanishi va hokazo) ning majmuasi asosida yuz beradi. Ularni bir-biridan ajratish mumkin emas. Shu sababdan muhandislik hisoblashlarda issiqlikning turli xilda tarqalishini umumlashtirilib, yaxlit issiqlik o'tkazish jarayoni, deb qabul qilinadi.

10.2. ISSIQLIK O'TKAZISHNING 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 hokazo) 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:

$$Q = K \Delta t_{or} F \tau, \quad (10.1)$$

bu yerda, K - issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti; Δt_{or} - issiq va sovuq muhit haroratlarining o'rtacha farqi; F - muhitlarni ajratuvchi devor yuzasi; τ - jarayonning davomiyligi.

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

$$Q = K \Delta t_{or} F. \quad (10.2)$$

(10.1) 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 (10.1-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:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \alpha_1 (t_m - t_g) F \\ Q &= \frac{\lambda}{\delta} (t_g - t_s) F \\ Q &= \alpha_2 (t_s - t_v) F \end{aligned} \right\}, \quad (10.3)$$

bu yerda, α_1 - harorati yuqori muhitdagi issiqlik berish koeffitsiyenti; t_m - issiq muhit markazidagi harorat; t_g - devor yuzasining issiqlik muhiti tomonidagi harorati; λ - devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; δ - devorning qalinligi; t_s - devor yuzasining sovuq muhit tomonidagi harorati; α_2 - harorati past muhitdagi issiqlik berish koeffitsiyenti; t_v - sovuq muhit markazidagi harorat.

(10.3) ifodalardan quyidagilarni olish mumkin:

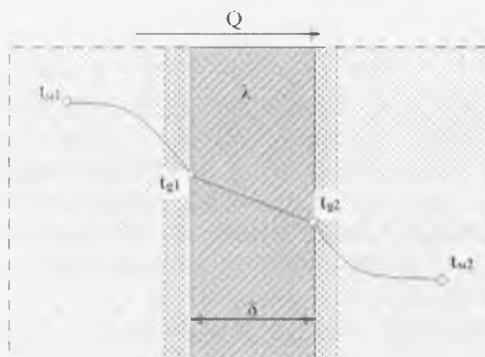
$$\left. \begin{aligned} t_m - t_g &= \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{Q}{F} \\ t_g - t_s &= \frac{\delta}{\lambda} \cdot \frac{Q}{F} \\ t_s - t_v &= \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{Q}{F} \end{aligned} \right\}, \quad (10.4)$$

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

$$t_w - t_u = \frac{Q}{F} \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (10.5)$$

yoki

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} F (t_w - t_u). \quad (10.6)$$



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

(10.2) va (10.6) tenglamalarni o'zaro solishtirish natijasida tekis devor uchun quyidagi ifodalarni olish mumkin:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (10.7)$$

yoki

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}. \quad (10.8)$$

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:

$$K = \left[\frac{Q}{F \Delta t_{o, \tau}} \right] = \left[\frac{J}{m^2 \cdot \text{grad} \cdot s} \right] = \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right],$$

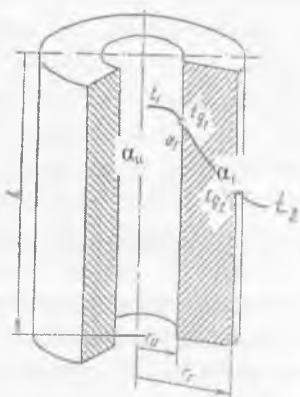
Shunday qilib, issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K harorati yuqori bo'lgan muhitdan harorati past bo'lgan muhitga vaqt birligi ichida ajratuvchi devorning 1 m^2 yuzasidan muhitlar haroratlari farqi 1 gradus bo'lganda o'tkazilgan issiqlikning miqdorini bildiradi.

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

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (10.9)$$

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 10.2-rasmda ko'rsatilgan. Quvur ichida harorati t_1 bo'lgan issiq muhit bo'lib, undan issiqlik quvurning ichki yuzasiga beriladi (α_i).



10.2-rasm. Silindrsimon yuzadan issiqlik o'tishining sxemasi

Quvur tashqarisidagi harorati t_2 bo'lgan sovuq muhit bor. Quvur tashqi yuzasidan sovuq muhitga issiqlikning berilishi α_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:

$$Q = K_R 2 \pi \tau (t_1 - t_2) . \quad (10.10)$$

K_R ning qiymati esa quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$K_R = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{r_1}} + \frac{1}{\lambda} 2,31g \frac{r_1}{r_2} + \frac{1}{\alpha_{r_2}}} . \quad (10.11)$$

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 $K_R = \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$

o'lchov birligiga ega.

Qalin devorli silindrsimon yuzalarni, jumladan, katta qalinlikdagi izolatsiya qatlami bilan qoplangan quvurlarni hisoblashdagina (10.10) va (10.11) tenglamalardan foydalaniladi. Yupqa devorli quvurlarni hisoblashda esa (10.2) va (10.7) tenglamalardan foydalanish mumkin.

10.3. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK

Turli haroratlarga ega bo'lgan jismlar yoki ularning ayrim qismlarini o'zaro tegib turishi paytida yuz bergan issiqlik almashinishga issiqlik o'tkazuvchanlik deb yuritiladi. Issiqlik o'tkazuvchanlikning mexanizmi jismlarning agregat holatiga bog'liq bo'ladi. Suyuqliklar va qattiq jismlar – dielektriklarda issiqlik o'tkazuvchanlik yonma-yon joylashgan zarrachalar – atom va molekulalarning issiqlik harakati ta'sirida energiya almashinishiga asoslangan. Metallarda issiqlikning almashinishi asosan erkin elektronlarning diffuziyasi orqali boradi. Gazlarda issiqlik o'tkazuvchanlik molekula va atomlarning o'zaro to'qnashuvi va ularning diffuziyasi ta'sirida yuz beradi.

Harorat maydoni va gradienti. Jismning hamma nuqtalaridagi haroratlar qiymatlarining jami harorat maydonini tashkil etadi. Harorat maydoni turg'un va noturg'un bo'lishi mumkin. Agar har bir nuqtadagi harorat vaqt davomida o'zgarmasa, bunday harorat maydoni turg'un bo'ladi. Mabodo harorat vaqt o'tishi bilan o'zgarsa, bunday maydon noturg'un harorat maydoni deb yuritiladi.

Harorat maydoni umumiy holatda quyidagi funksional bog'liqlik bilan ifodalanadi:

$$t = f(x, y, z, \tau), \quad (10.12)$$

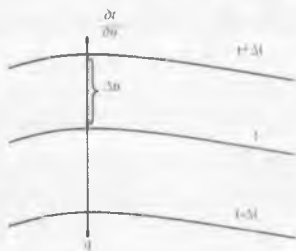
bu yerda, t – tekshirilayotgan nuqtadagi harorat; x, y, z – tekshirilayotgan nuqtaning koordinatalari; τ – vaqt.

Koordinatalarning soniga ko'ra, harorat maydoni bir o'lchamli va uch o'lchamli bo'lishi mumkin.

Bir xil haroratga ega bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni izometrik yuza deb yuritiladi. Harorat bir izometrik yuzadan ikkinchi izometrik yuza yo'nalishiga qarab o'zgaradi (10.3-rasm). Haroratlarning eng ko'p o'zgarishi izometrik yuzalarga o'tkazilgan normal chiziqlar bo'yicha yuz beradi.

Haroratlar farqi (Δt) ning izometrik yuzalar oralig'idagi normal bo'yicha olingan masofa (Δn) ga nisbati harorat gradienti (gradt) deb ataladi:

$$\text{gradt} = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{\partial t}{\partial n}. \quad (10.13)$$



10.3-rasm. Harorat gradientini aniqlashga doir.

Harorat gradienti nolga teng bo'lmagan ($\text{gradt} \neq 0$) holatda issiqlik oqimi yuzaga keladi. Bunda issiqlik oqimining yo'nalishi harorat gradienti chizig'i bo'yicha boradi, ammo harorat gradientiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi:

$$q \sim \left(- \frac{\partial t}{\partial n} \right).$$

Fure qonuni. Bu qonunga ko'ra, issiqlik o'tkazuvchanlik orqali o'tgan issiqlik miqdori dQ harorat gradientiga $\left(\frac{\partial t}{\partial n} \right)$, vaqtga ($d\tau$) va

issiqlik oqimi yo'nalishiga perpendikular bo'lgan maydon kesimiga (dF) mutanosibdir, ya'ni:

$$dQ = -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right) dF d\tau . \quad (10.14)$$

Agar $\frac{Q}{F \tau} = q$ deb olinsa, u holda:

$$q = -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right), \quad (10.15)$$

bu yerda, q – issiqlik oqimi zichligi; λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti quyidagicha o'lchov birligiga ega:

$$[\lambda] = \left[\frac{dQ \cdot \partial n}{\partial t \cdot dF \cdot d\tau} \right] = \left[\frac{j \cdot m}{grad \cdot m^2 \cdot s} \right] = \left[\frac{Vt}{m \cdot K} \right].$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti issiqlik almashinish yuzasi birligidan (1m²) vaqt birligi (1s) davomida izometrik yuzaga normal bo'lgan 1 m uzunlikka to'g'ri kelgan haroratlarning bir gradusga pasayishi vaqtida issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan o'tgan issiqlik miqdorini belgilaydi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati moddaning tuzilishi va uning fizik-kimyoviy xossalariga, harorat va boshqa bir qator kattaliklarga bog'liq. Oddiy (normal) harorat va bosimda metallar issiqlikni juda yaxshi, gazlar esa juda yomon o'tkazadi. Masalan, ayrim moddalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti quyidagi qiymatlarga ega: mis $\lambda = 384 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$; po'lat $\lambda = 46,5 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$; beton $\lambda = 1,28 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$; tomchili suyuqliklar $\lambda = 0,1 \div 0,7 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$; gazlar $\lambda = 0,006 \div 0,6 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$; havo $\lambda = 0,27 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$.

10.4. ISSIQLIK NURLANISHI

Nurlanish yordamida issiqlik almashinish jism ichki energiyasini elektromagnit to'lqinlari orqali tarqalishga asoslangan. Nurlanayotgan jismdan ajralgan elektromagnit to'lqinlarining vakuumdagi tezligi nurning tezligiga tengdir ($S=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$). Elektromagnit to'lqinlari boshqa biror jismda yutilganida qaytadan molekularlarning issiqlik harakati energiyasiga aylanadi. Issiqlik nurlanishining to'lqin uzunligi 0,8–800 mkm chegarasida o'zgaradi.

Nurlanish tezligi haroratning oshishi bilan ko'payadi. Yuqori haroratlarda (masalan $t \geq 600^\circ\text{S}$ bo'lganda) qattiq jismlar va gazlar o'rtasidagi issiqlik almashinishda nurlanish yo'li bilan issiqlikning tarqalishi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi.

Agar jismning yuzasiga Q_N miqdorida nurlangan issiqlik tushsa, uning faqat bir ulishi Q_A jism tomonidan yutiladi va issiqlik energiyasiga aylanadi, boshqa ulushi Q_R jismning yuzasidan qaytariladi, energiyaning qolgan ulushi Q_D esa jism orqali o'tib ketadi. Demak:

$$Q_N = Q_A + Q_R + Q_D \quad (10.16)$$

yoki

$$\frac{Q_A}{Q_N} + \frac{Q_R}{Q_N} + \frac{Q_D}{Q_N} = 1, \quad (10.17)$$

(10.17) tenglamadagi birinchi bo'linma jismning nurlangan issiqlikni yutish qobiliyatini, ikkinchi bo'linma qaytarish qobiliyatini, uchinchi bo'linma esa jismning o'zidan nurlangan issiqlikni o'tkazib yuborish qobiliyatini bildiradi. Agar

$$\frac{Q_A}{Q_N} = A, \quad \frac{Q_R}{Q_N} = R \quad \text{va} \quad \frac{Q_D}{Q_N} = D,$$

demak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$A + R + D = 1. \quad (10.18)$$

A , R , va D ning son qiymatlariga ko'ra, jismlar quyidagi turlarga bo'linadi:

1) agar $A=1$ ($R=D=0$) bo'lsa, u holda jismga tushayotgan nurlangan energiyaning hammasi yutiladi. Bunday jism absolyut qora jism deb ataladi;

2) agar $R=1$ ($A=D=0$) bo'lsa, jismga tushayotgan nurlangan energiyaning hammasi qaytariladi. Bunday jism absolyut oq jism deb yuritiladi;

3) agar $D=1$ ($A=R=0$) bo'lsa, jismning yuzasiga tushayotgan nurlangan energiyaning hammasi jismdan o'tib ketadi. Bunday jism diatermik jism deb ataladi.

Tabiatda absolyut qora yoki absolyut oq, diatermik jismlar yo'q. A , R va D o'rtasidagi bog'liqlik jismning tabiatiga, yuzasining tuzilishiga va uning haroratiga bog'liq. Odatda qattiq jismlar va suyuqliklar uchun $D=0$ va $A+R=1$ bo'ladi. Gazlar esa asosan diatermik jismlar qatoriga kiradi. Haqiqiy sharoitda jismlar yuzasiga nur holida tushgan energiyaning bir ulushi yutiladi, yana bir ulushi

qaytariladi, qolgan qismini esa jism o'zidan o'tkazib yuboradi. Bunday jismlar odatda kulrang jismlar deb yuritiladi.

Stefan-Bolsman qonuni. Biror jismning yuza birligi F dan vaqt birligi τ davomida to'liq uzunligining hamma intervali bo'yicha ($\lambda=0$ dan $\lambda=\infty$ gacha) nurlangan energiyaning miqdori jismning nur chiqarish qobiliyati E deb ataladi:

$$E = \frac{Q_N}{F \tau} \quad (10.19)$$

bu yerda, Q_N - jism tomonidan nurlangan energiya.

Jismning nur chiqarish xususiyatining to'liq uzunligi intervaliga nisbati nurlanish tezligi deyiladi:

$$J = \frac{dE}{d\lambda} \quad (10.20)$$

Oxirgi tenglamani integrallash natijasida jismning nur chiqarish xususiyati va nurlanish intervali o'trasidagi bog'liqlikni aniqlash mumkin:

$$E = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} J d\lambda$$

Nurlanish umumiy energiyasining absolyut harorat va to'liq uzunligiga bog'liqligini Plank nazariy yo'l bilan kashf etgan:

$$E = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} \frac{C_1 \lambda^{-5}}{e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1} d\lambda \quad (10.21)$$

(10.21) tenglamadagi doimiyliklar ushbu qiymatlarga ega: $C_1=3,22 \cdot 10^{-16} \text{ Vt/m}^2$ va $C_2=1,24 \cdot 10^{-2} \text{ Vt/m}^2$.

Oxirgi tenglamani ixchamlashtirib quyidagi bog'liqlikni olamiz:

$$E_0 = K_0 T^4, \quad (10.22)$$

bu yerda, E_0 - absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyati, Vt/m^2 ; K_0 - absolyut qora jismning nur chiqarish doimiyliigi, $K_0=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}^4$; T - jism yuzasining absolyut harorati, K .

(10.22) tenglama Stefan-Bolsman qonuni deb ataladi. Bu qonun Plank tenglamasining hosilasi hisoblanadi. Bu qonunga ko'ra, absolyut qora jismning nur chiqarish xususiyati yuza absolyut haroratining to'rtinchi darajasiga mutanosibdir. Stefan-Bolsman qonuni kulrang jismlar uchun quyidagi ko'rinishga ega:

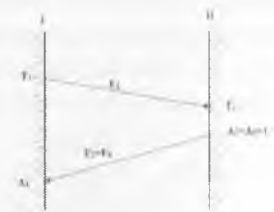
$$E = \epsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (10.23)$$

bu yerda, ϵ - kulrang jismning nisbiy nur chiqarish koeffitsiyenti, C_0 - absolyut qora jismning nur chiqarish koeffitsiyenti, $C_0 = 5,67 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}^4$.

Kulrang jismning nisbiy nur chiqarish koeffitsiyenti materialning tabiati, uning rangi, harorati, yuzasining holatiga bog'liq bo'lib, uning qiymati 1 dan kichik bo'ladi va $0,055 \div 0,95$ chegarada o'zgaradi (masalan, $t=25^\circ\text{S}$ bo'lganda uglerodli po'lat listi uchun $\epsilon \approx 0,82$).

Kirxgof qonuni. Bu qonun kulrang jismning nur chiqarish va nurni yutish xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni ifoda qiladi. O'zaro parallel joylashgan kulrang I va absolyut II jismlarni olib ko'ramiz (10.4-rasm). Bir jism yuzasidan chiqarilgan nur ikkinchi jismning yuzasiga tushadi. Kulrang jismning yutish qobiliyatini A_1 bilan belgilaymiz. Absolyut qora jism uchun $A_2=A_0=1$. Kulrang jism haroratini absolyut qora jism haroratidan yuqori deb olamiz, ya'ni $T_1 > T_2$. Bunda kulrang jismning yuza birligidan (vaqt birligida) nurlanish orqali berilgan issiqlikning miqdori quyidagicha topiladi:

$$q = E_1 - E_0 \cdot A_1. \quad (10.24)$$



10.4-rasm. Kirxgof qonunini aniqlashga doir sxema

Ikkala jismning harorati bir xil bo'lganda issiqlik muvozanati yuzaga keladi ($q = 0$):

$$E_1 - E_0 A_1 = 0. \quad \text{Bundan} \quad \frac{E_1}{A_1} = E_0.$$

Natijada uzaro parallel joylashgan bir qator jismlar uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_n}{A_n} = E_0 = f(T). \quad (10.25)$$

(10.25) tenglama Kirxgof qonunini ifodalaydi. Bu qonunga asosan ma'lum harorat uchun ixtiyoriy bir jismning nur chiqarish qobiliyatini uning nur yutish qobiliyatiga bo'lgan nisbati o'zgarmas miqdor bo'lib, bu miqdor absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga teng.

Nur chiqarish orqali issiqlik almashinish. Harorati absolyut noldan yuqori bo'lgan jismlar nur orqali o'zaro energiya almashinishi mumkin. Bunday energiyaning almashinishi oqibatida harorati past bo'lgan jism harorati yuqori bo'lgan jismdan qo'shimcha energiya (issiqlik) oladi. Harorati yuqori bo'lgan jismdan harorati past bo'lgan jismga o'tgan issiqlik miqdori energetik balans orqali aniqlanadi. Masalan, yuzalar F_1 va F_2 ga teng bo'lgan o'zaro parallel joylashgan tekis jismlar o'rtasidagi nurlanish orqali o'tgan issiqlik miqdori quyidagicha topiladi:

$$Q_N = C_{1-2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F, \quad (10.26)$$

bu yerda, Q_N – birinchi jismdan ikkinchi jismga nurlanish orqali berilgan issiqlik miqdori; $F=F_1=F_2$ – jismning nur chiqarayotgan yuzasi; C_{1-2} – tekis jismlarning keltirilgan nur chiqarish koeffitsiyenti.

Qattiq jism va suyuqliklar nur energiyasining hamma to'lqin uzunligi intervalida nurni yutishi va chiqarishi mumkin, gazlar esa nur energiyasining ayrim to'lqin uzunliklarinigina yutish va chiqarish xususiyatlariga ega. Gazlar nurni butun hajmi bo'yicha yutishi yoki chiqarishi mumkin, shu sababli nurlanish jarayoni gaz qatlamining qalinligi va gaz aralashmasi tarkibidagi nur chiqarish qobiliyatiga ega bo'lgan gazning miqdoriga bog'liqdir.

Gazning nurlanish issiqligini quyidagi tenglama orqali topish mumkin:

$$Q_r = \varepsilon_r C_0 \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 \quad (10.27)$$

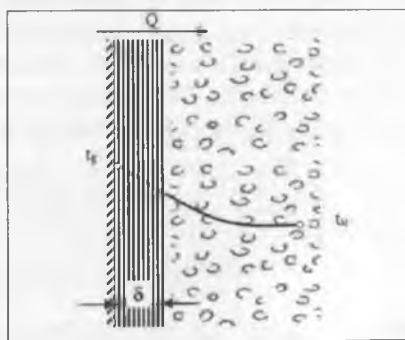
bu yerda, ε_r – gazning nisbiy nur chiqarish koeffitsiyenti; T_r – gazning absolyut harorati. Gazlarning nisbiy nur chiqarish koeffitsiyentlarining qiymati maxsus adabiyotlarda keltirilgan.

10.5. KONVEKTIV ISSIQLIK ALMASHINISH

Suyuqlik yoki gazning harakati paytida konvektiv issiqlik almashinish yuz beradi. Bunda issiqlikning tarqalishi bir yo'la konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik usullari yordamida amalga oshadi. Konveksiya deyilganda suyuqlik yoki gaz makroskopik hajmlarining siljishi paytida issiqlikning haroratlari turlicha bo'lgan bir qismidan boshqa qismiga o'tishi tushuniladi. Konveksiya faqat harakat qilayotgan muhitda yuz berishi mumkin, chunki bunda issiqlikning tarqalishi muhitning siljishi bilan bog'liqdir.

Suyuqlik yoki gaz oqimi va ularga tegib turgan jism yuzasi oralig'ida issiqlikning tarqalishi konvektiv issiqlik almashinish yoki issiqlikning berilishi deb ataladi. Harakatlanuvchi muhitdagi konvektiv issiqlik almashinishda haroratlarning o'zgarish sxemasi 10.5-rasmda berilgan. Suyuqlik muhiti ikki qatlamdan iborat bo'ladi: chegara qatlami va oqimning markazi. Qattiq jism yuzasidagi haroratni t_g , oqim markazidagi haroratni t_m , chegara qatlam qalinligini δ bilan belgilaymiz.

Qattiq jism yuzasidan chegara qatlam orqali energiya issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan o'tadi. Chegara qatlamdan muhitning markaziga issiqlik asosan konveksiya orqali tarqaladi. Issiqlikning qattiq jism yuzasidan suyuq muhitga berilish jarayoniga oqimning harakat rejimi katta ta'sir ko'rsatadi.



10.5-rasm. Konvektiv issiqlik almashinishida haroratlarning o'zgarishi

Konveksiya ikki turga bo'lanadi (tabiiy va majburiy). Suyuqlikning «issiqlik» va «sovuqlik» qismlaridagi zichliklar farqi

ta'sirida tabiiy konveksiya yuzaga keladi. Majburiy konveksiya tashqi kuchlar (nasos, ventilator, aralashtirgich) ta'sirida hosil bo'ladi.

Suyuqlik turbulent rejim bilan harakat qilganida issiqlik almashinish jarayoni ancha tez boradi, laminar rejimda esa sekin ketadi.

Nyuton qonuni. Konvektiv issiqlik almashinishning asosiy qonuni Nyutonning sovitish qonuni hisoblanadi. Bu qonunga ko'ra, issiqlik almashinish yuzasidan atrof-muhitga (yoki, aksincha biror muhitdan qattiq jism yuzasiga) berilgan issiqlik miqdori dQ devorning yuzasiga (dF), yuza va muhit haroratlarining farqiga ($t_g - t_m$) hamda jarayonning davomiyligiga ($d\tau$) to'g'ri mutanosibdir, ya'ni:

$$dQ = \alpha (t_g - t_m) dF d\tau, \quad (10.28)$$

bu yerda, α - issiqlik berish koeffitsiyenti.

Issiqlik berish koeffitsiyenti quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[\alpha] = \left[\frac{dQ}{dF \cdot d\tau (t_g - t_m)} \right] = \left[\frac{j}{m^2 \cdot s \cdot grad} \right] = \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right].$$

Uzluksiz issiqlik almashinish jarayoni uchun (9.28) tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = \alpha F (t_g - t_m). \quad (10.29)$$

Issiqlik berish koeffitsiyenti α devorning 1 m^2 yuzasidan suyuqlikka (yoki muhitdan 1 m^2 yuzali devorga) 1 s vaqt davomida, devor va suyuqlik haroratlarining farqi 1°S bo'lganda berilgan issiqlikning miqdorini bildiradi. Bu koeffitsiyentning miqdori bir qator kattaliklarga bog'liq: suyuqlikning tezligi w , uning zichligi ρ , qovushoqligi μ , muhitning issiqlik-fizik xossalari (solishtirma issiqlik sig'imi s , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ , suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsiyenti β), devorning shakli, o'lchami (quvur uchun d - diametr, L - uzunlik) va uning g'adir-budurliqi ϵ_0 .

Shunday qilib, issiqlik berish koeffitsiyentining qiymati quyidagi omillarga bog'liq ekan:

$$\alpha = f(w, \rho, \mu, s, \lambda, \beta, d, L, \epsilon_0). \quad (10.30)$$

Issiqlik berish koeffitsiyentining bir qator omillarga bog'liq

bo'lganligidan, issiqlik o'tkazish jarayonlarining barcha ko'rinishlari uchun α ning qiymatini hisoblab chiqadigan umumiy tenglamani olishning imkoni yo'q. Faqat issiqlik almashinishning asosiy jarayonlari uchun tajriba natijalarini o'xshashlik nazariyasi yordamida qayta ishlash orqali kriterial tenglamalarni chiqarish mumkin. Bu kriterial tenglamalar yordamida issiqlik berish koeffitsiyentining qiymati hisoblab topiladi.

Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi.

Amaliyotda konvektiv usul bilan issiqlikning tarqalishi uchun ishlab chiqilgan differensial tenglamalarni o'xshashlik nazariyasi asosida qayta ishlash natijasida olingan kriterial tenglamalar keng ishlatiladi.

Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi umumiy holda quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = f(F_0, Pe, H_0, Re, Fr, G_1, G_2, \dots, G_n), \quad (10.31)$$

bu yerda, $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$ - Nusselt mezoni; α - issiqlik berish koeffitsiyenti; l - aniqlovchi geometrik o'lcham; λ - muhitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. Nusselt mezoni asosiy aniqlovchi mezon bo'lib, devor va oqim chegarasidagi issiqlikning o'tish tezligini ifodalaydi.

$F_0 = \frac{\alpha \tau}{l^2}$ - Fure mezoni; a - harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; τ - jarayonning davomiyligi. Fure mezoni noturg'un issiqlik jarayonlarida harorat maydonining o'zgarish tezligi, muhitning o'lchami va fizik kattaliklari o'trasidagi bog'liqliklarni belgilaydi.

$Pe = Re \cdot Pr = \frac{wl}{a} = \frac{wlc\rho}{\lambda}$ Pekle mezoni; w - oqimning tezligi; c - muhitning solishtirma issiqlik sig'imi; ρ - uning zichligi. Pekle mezoni konvektiv issiqlik almashinish paytida konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik usullari yordamida o'tkazilgan issiqlik miqdorlarining nisbatini ifodalaydi.

$H_0 = \frac{w\tau}{l}$ - Gomoxron mezoni. Bu mezon o'xshash oqimlardagi noturg'un harakatning xususiyatini hisobga oladi.

$Re = \frac{wl\rho}{\mu} = \frac{wl}{\vartheta}$ - Reynolds mezoni; μ , ϑ - muhitning dinamik va kinetmatik qovushoqlik koeffitsiyentlari. Reynolds mezoni oqimdagi

inersiya va ishqalanish kuchlarining nisbatini aniqlaydi.

$$Fr = \frac{w^2}{gl} - \text{Frud mezon: } g - \text{erkin tushish tezlanishi. Frud}$$

mezonni og'irlik kuchining suyuqlik harakatiga ta'sirini ifoda qiladi.

$$G_1 = \frac{L_1}{L_0}, G_2 = \frac{L_2}{L_0}, \dots, G_n = \frac{L_n}{L_0} - \text{geometrik o'xshashlik mezonlari: } G_1,$$

$G_2, \dots, G_n$ - issiqlik almashinishda qatnashayotgan devor yoki yuzaning asosiy geometrik o'lchamlari; L_0 - aniqlovchi o'lcham. Quvurlar uchun aniqlovchi o'lcham vazifasini diametr bajaradi ($L_0=d$). L_0 sifatida quvurning uzunligi, bukilgan quvurning egrilik radiusi va boshqa shu kabi o'lchamlar ishlatilishi mumkin.

Shunday qilib, konvektiv issiqlik berish jarayonining umumiy kriterial tenglamasi tarkibiga issiqlik o'xshashlik mezonlari (Nu, F_0, Pe) dan tashqari gidrodinamik (N_0, Re, Fr) va geometrik o'xshashlik mezonlari ($G_1, G_2, \dots, G_n$) ham kiradi.

$Re=Re \cdot R_r$ bo'lganligi sababli (9.31) tenglamadagi Pekle mezonni o'rniga Prandtl mezonini ishlatish mumkin. Bunda konvektiv issiqlik berishning umumiy kriterial tenglamasi quyidagi ko'rinishni egallaydi:

$$Nu = f^{II}(F_0, Pr, H_0, Re, Fr, G_1, G_2, \dots, G_n), \quad (10.32)$$

$$Pr = \frac{\mu}{\lambda} = \frac{c}{a} - \text{Prandtl mezon: } c - \text{solishtirma issiqlik sig'imi; } a -$$

harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. Prandtl mezonni suyuqlikning qovushoqlik va harorat o'tkazuvchanlik xossalari nisbatini ifoda qiladi.

Prandtl mezonining son qiymati tomchili suyuqliklar uchun 3÷300 atrofida bo'ladi va haroratning ko'tarilishi bilan anchaga kamayadi. Gazlar uchun R_r ning qiymati o'zgarmas bo'lib, atomlar soniga bog'liq bo'ladi ($R_r \approx 0,7 \div 1$). Taxminiy hisoblashlar uchun R_r ning qiymatini quyidagicha olish mumkin: bir atomli gazlar uchun 0,67; ikki atomli gazlar uchun 0,72; uch atomli gazlar uchun 0,8; to'rt va ko'p atomli gazlar uchun 1,0.

Turg'un issiqlik almashinish jarayonlarida umumiy tenglamadan F_0 va N_0 mezonlari qisqartiriladi. Majburiy harakat paytida esa og'irlik kuchining oqim gidrodinamikasiga ta'siri juda kamayadi, bunday sharoitda Fr mezonini ham qisqartirish mumkin bo'ladi. U holda:

$$Nu = f^{III}(Re, Pr, G_1, G_2, \dots, G_n), \quad (10.33)$$

(10.32) va (10.33) tenglamalarining ko'rinishi tajriba yo'li bilan aniqlanadi, odatda bo'nday tenglamalar darajali shaklda ifodalanadi. Masalan, diametri d va uzunligi l bo'lgan quvurdagi oqimning harakati paytidagi issiqlik berish jarayoni uchun (7.33) tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda} = s Re^m Pr^n \left(\frac{l}{d}\right)^p$$

bu yerda, s , m , n , p – tajriba yo'li bilan aniqlanadigan kattaliklar.

Tabiiy konveksiya paytidagi issiqlik berishni hisoblash uchun Gr mezonini aniqlashga to'g'ri keladi $\left(Fr = \frac{w^2}{gl}\right)$. Biroq tabiiy konveksiya paytida oqim tezligi w ni hisoblash juda qiyin. Shu sababdan Fr o'rniga Grasgof mezonini ishlatish ma'qul bo'ladi:

$$Gr = \frac{gl^3}{\eta^2} \beta \Delta t$$

bu yerda, β – hajmiy kengayish koeffitsiyenti; Δt – «issiqlik» va «sovuqlik» suyuqlik haroratlari farqi. Grasgof mezonini erkin konveksiya paytida «issiqlik» va «sovuqlik» suyuqlik zichliklarining farqi ta'sirida hosil bo'lgan oqimning gidrodinamik rejimini ifodalaydi.

Tabiiy konveksiya yoki suyuqlikning erkin harakati paytida issiqlik berishning umumiy kriterial tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$Nu = f\left(Gr, Pr, \frac{l}{d}\right). \quad (10.34)$$

Gazlar uchun $Pr \approx 1 \approx \text{const}$ bo'lganligi sababli (10.34) tenglamadagi Prandtl mezonini qisqartirish mumkin.

Issiqlik almashinish jarayonining aniq turlari hal qilinganda tegishli kriterial tenglamalar yordamida Nusselt mezonining qiymati topiladi. So'ngra Nusselt mezonining tenglamasi orqali issiqlik berish koeffitsiyenti α aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{l}.$$

10.6. ISSIQLIK BERISH VA O'TKAZISH KOEFFITSIYENTLARINING QIYMATLARI

Sanoat uskunalarida olingan issiqlik berish va issiqlik o'tkazish koeffitsiyentlari (α va K) ning taxminiy son qiymatlari 10.1 va 10.2-jadvallarda berilgan.

Issiqlik berish koeffitsiyentining taxminiy qiymatlari

10.1-jadval

Issiqlik berish sharoitlari	$\alpha, \text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$
Turbulent rejimda: suvning quvur o'qi bo'ylab harakati suvning quvurni ko'ndalang kesib o'tgan harakati	1000 – 5500 3000 – 10000
havo (gaz) ning quvur o'qi bo'ylab harakati havo (gaz) ning quvurni ko'ndalang kesib o'tgan harakati	50 – 150 100 – 300
Quvur o'qi bo'ylab laminar harakatda: suv uchun havo uchun	300 – 430 10 – 20
Suvning erkin harakati	350 – 900
Suvning qaynashi	2000 – 2400
Suv bug'ining kondensatsiyalanishi	9000 – 15000
Organik suyuqliklarni isitish va sovitish	140 – 400
Organik suyuqliklarning qaynashi	300 – 3500
Organik suyuqliklar bug'larining konden-satsiyalanishi	230 – 3000

Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentining taxminiy qiymatlari

10.2-jadval

Issiqlik almashinishining turi va muhit	$K, \text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$	
	majburiy harakat	erkin harakat
Oddiy bosimda gazdan gazga	12 – 35	3,5 – 12
Gazdan suyuqlikka	12 – 60	6 – 17
Kondensatsiyalanayotgan bug'dan gazga	12 – 120	6 – 12

Suyuqlikdan suvga	200 – 400	100 – 300
Suyuqlikdan organik suyuqlikka	120 – 300	30 – 60
Kondensatsiyalangan bug'dan suvga	500 – 1000	300 – 800
Kondensatsiyalanayotgan bug'dan organik suyuqlikka	100 – 350	60 – 180
Organik moddalar kondensatsiyalanayotgan bug'idan suvga	350 – 800	230 – 450
Kondensatsiyalanayotgan bug'dan qovushoqli suyuqlikka	–	300 – 500

10.7. ISSIQLIK JARAYONLARINING HARAKATLANTIRUVCHI KUCHI

Muhitlar haroratlari o'rtasida biror farq bo'lgandagina, issiqlik harorati yuqori bo'lgan muhitdan harorati past bo'lgan muhitga o'tadi. Bunda haroratlar farqi issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab o'zgaradi, ya'ni ular bir xil qiymatga ega bo'lmaydi. Shu sababli issiqlik almashinish jarayonlarini hisoblashda o'rtacha haroratlar farqi $\Delta t_{o'r}$ degan tushuncha ishlatiladi. Muhitlarning o'rtacha haroratlar farqiga issiqlik almashinish jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi deb yuritiladi.

Suyuqliklar haroratlarining issiqlik almashinish yuzasi bo'yicha o'zgarishi muhitlarning o'zaro yo'nalishiga bog'liq. Issiqlik almashinish uskunalarida issiq va sovuq suyuqliklar o'zaro parallel, qarama-qarshi yoki o'zaro kesishgan bo'lishi mumkin. Bulardan tashqari, amalda issiqlik tashuvchi agentlarning ancha murakkab sxemalari ham uchraydi.

Issiqlik tashuvchi agentlarning yo'nalishi bir yoki qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'lganda (10.6-rasm), o'rtacha haroratlar farqi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\Delta t_{o'r} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ki}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ki}}}, \quad (10.35)$$

bu yerda, Δt_{ka} va Δt_{ki} – issiqlik almashinish uskunasi chetlaridagi haroratlarning katta va kichik farqlari. Haroratlarning bu farqlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta t_{ka} = t^I_1 - t^I_2; \quad \Delta t_{ki} = t^{II}_1 - t^{II}_2;$$

yoki $\Delta t_{ka} = t_{l1} - t_{l2}$; $\Delta t_{ki} = t_{l1} - t_{l2}$.

Agar $\Delta t_{ka}/\Delta t_{ki} < 2$ bo'lsa, o'rtacha temperaturalar farqi quyidagi tenglama bilan topiladi:

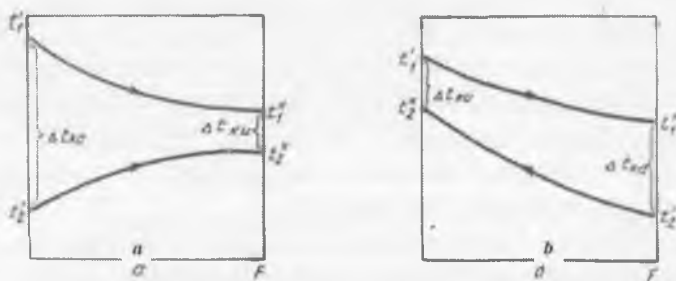
$$\Delta t_{o'r} = \frac{\Delta t_{ka} + \Delta t_{ki}}{2}. \quad (10.36)$$

Bunday hisoblashda xatolik 4 % dan ortmaydi.

(10.35) tenglamadan ko'rinib turibdiki, agar $\Delta t_{ka}=0$ va $\Delta t_{ki}=0$ bo'lsa, $\Delta t_{o'r}=0$; agar $\Delta t_{ka}=\Delta t_{ki}$ bo'lsa:

$$\Delta t_{o'r} = \Delta t_{ka} = \Delta t_{ki}.$$

Agar issiqlik tashuvchi agentlardan birining harorati yuza bo'yicha o'zgarmasa (to'yingan bug'ning kondensatsiyalanishi, suyuqlikning qaynashi), bunday sharoitda $\Delta t_{o'r}$ ning qiymati (10.35) yoki (10.36) tenglamalar bo'yicha hisoblanadi.



10.6-rasm. Issiqlik tashuvchi agentlar haroratining yuza bo'yicha o'zgarishi:

a) bir xil yo'nalishda; b) qarama-qarshi yo'nalishda.

Agar issiqlik tashuvchi agentlarning yo'nalishi o'zaro kesishsa, o'rtacha haroratlar farqi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\Delta t_{o'r} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ki}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ki}}}. \quad (10.37)$$

bu yerda, $\varepsilon_{\Delta t}$ - muhitlar haroratlarining nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent. Bu koeffitsiyentning qiymati tegishli adabiyotlarda keltirilgan.

10.8. ISSIQLIK O'TKAZISH JARAYONLARINI

JADALLASHTIRISH

Neft va gazni qayta ishlash sanoatidagi ko'pchilik jarayonlar issiqlik ta'sirida boradi va bunday jarayonlarni amalga oshirish uchun turli issiqlik almashinish uskunolari ishlatiladi. Ishlab chiqarishning quvvatini oshirish uchun issiqlik almashinish uskunolari samarali ishlashi, sodda bo'lishi va mahsulot sifatiga ta'sir ko'rsatmasligi kerak. Bundan tashqari, issiqlik uskunalarini tayyorlash uchun kam metall sarf bo'lishi lozim. Bunday masalalarni hal qilish uchun issiqlik almashinish jarayonlarini jadallashtirish zarur.

Issiqlik jarayonlarini jadallashtirish uskunalar ish unumdorligini oshirishga, ularning o'lchamini kichraytirishga, ishlab chiqarish xonalarining ixchamligini kamaytirishga olib keladi. Bu narsa o'z navbatida issiqlik uskunalarini ishlatish va ularni ta'mirlash uchun ketayotgan sarf-xarajatlarni kamaytiradi, bitta ishchiga to'g'ri keladigan mahsulot miqdorini oshiradi va hokazo. Issiqlik jarayonlari jadallashtirilganda materialni isitish uchun ketayotgan vaqt kamayadi, biroq bu hol mahsulot sifatini pasaytirishga olib kelmasligi lozim.

Tekis devorlar uchun issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini topishdagi quyidagi tenglamani tahlil qilib ko'ramiz:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}.$$

Devorning termik qarshiligini kamaytirish uchun devor qalinligi δ ni kamaytirish va devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ ni ko'paytirish kerak. Konvektiv issiqlik almashinishni (α_1 va α_2) jadallashtirish uchun suyuqlikni aralashtirish va oqimning tezligini oshirish zarur. Agar issiqlik nurlanish orqali tarqalayotgan bo'lsa, nur chiqarayotgan yuzaning qoralilik darajasini va uning haroratini oshirish kerak bo'ladi.

Agar tekis devorning termik qarshiligi hisobga olinmasa, bunda yuqorida berilgan tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}. \quad (10.38)$$

(10.38) tenglamadan ko'rinib turibdiki, K ning qiymati har doim α ning eng kichik qiymatidan ham kam bo'ladi.

Agar $\alpha_1 = 40 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$, $\alpha_2 = 5000 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ bo'lsa, u holda $K = 39,7 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ bo'ladi. α_2 qiymatining ortishi K ning qiymatiga ta'sir qilmaydi. $\alpha_1 = 40 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ va $\alpha_2 = 10000 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ bo'lganda $K = 39,8 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ bo'ladi, K ning qiymatini anchagina oshirish uchun kichik qiymatli α ning qiymati (bizning misolda α_1 ning qiymatini) o'zgartirish lozim. Agar $\alpha_2 = 5000$ va $\alpha_1 = 80$ bo'lsa, $K = 78,8 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$; $\alpha_1 = 200$ deb olinsa, $K = 192 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$.

Demak, $\alpha_1 \ll \alpha_2$ bo'lsa, jarayonni jadallashtirish uchun faqat α_1 ning qiymatini oshirish lozim ekan. Agar $\alpha_1 \approx \alpha_2$ bo'lsa, bunday issiqlik almashinish jarayonini tezlatish uchun ikkala issiqlik berish koeffitsiyentlari (α_1 va α_2) ning qiymatlarini oshirish maqsadga muvofiqdir.

Ayrim texnikaviy hisoblashlarda devorning termik qarshiligini hisobga olmasa ham bo'ladi. Ammo bunda ayrim xatoliklarga yo'l quyiladi. Bu xatoliklarning qiymatini hisoblab ko'rish lozim. Ayniqsa, K ning qiymati katta bo'lganda devorning termik qarshiligi hisobga olinishi shart. Ishlab chiqarish sharoitida uskuna devorlari turli iflosliklar bilan qoplanib qoladi. Bu iflosliklar devorning termik qarshiligini ancha ko'paytiradi. Masalan, suvning qattiqligi hisobiga devor yuzasiga o'tirib qolgan ifloslik 1 mm qalinlikdagi po'lat devorning termik qarshiligiga teng.

Devor ustida har xil iflosliklarning o'tirib qolishi, issiqlik o'tkazish jarayonini sekinlashtirishdan tashqari, devorning haroratini ham oshirib yuboradi. Ayrim paytlarda devor haroratining yuqori bo'lib ketishi halokatga olib kelishi mumkin. Shu sababdan issiqlik uskunalarini ishlatishda devor yuzalarini har xil iflosliklarning o'tirib qolishidan saqlash zarur.

Issiqlik almashinish jarayonlarini quyidagi usullar yordamida jadallashtirish mumkin: 1) issiqlik tashuvchi agentlarning tezligini ko'paytirish; 2) isitish yuzasini davriy ravishda tozalab turish; 3) asosiy suyuqlik oqimini pulsatsion tebranishlar orqali yuborish; 4) suyuqlikning yupqa qatlami harakatini tashkil qilish; 5) qattiq materiallarning donador qatlamidagi issiqlik almashinishda qatlamni mavhum qaynash holatiga keltirish; 6) turbulizatorlar yordamida oqimning tarkibini o'zgartirish va boshqalar. Har bir aniq sharoit uchun jadallashtirishning tegishli usulini tanlab olish kerak.

XI BOB. ISSIQLIK ALMASHINISH USKUNALARI

11.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Issiqlik almashinish qurilmalari hom-ashyo va tayyor mahsulotlarni isitish va sovutishda ishlatiladi. Neft kimyosi va neftni qayta ishlash korxonalarida issiqlik almashinish apparatlari umumiy qurilmalarning 50 % ini tashkil qiladi.

Neftni qayta ishlash korxonalarida issiqlik almashinish uskunalariga umumiy metall sarfining 30 % i to'g'ri keladi.

Issiqlik almashinish qurilmalari ishlash prinsipiga ko'ra rekuperativ, regenerativ, aralashtiruvchi turlarga bo'linadi.

Rekuperativ (yoki sirtiy) issiqlik almashinish qurilmalarida issiqlik tashuvchilar devor bilan ajratilgan bo'lib, issiqlik shu devor orqali o'tkaziladi.

Regenerativ issiqlik almashinish qurilmalarida qattiq jismdan tashkil topgan birta yuza navbat bilan turli issiqlik tashuvchi agentlar bilan kontaktda bo'ladi, natijada bu jism bir issiqlik tashuvchidan olgan issiqligini ikkinchisiga beradi.

Aralashtiruvchi issiqlik almashinish qurilmalarida ikki issiqlik tashuvchi agent bir-biri bilan o'zaro kontaktda bo'ladi.

Sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari o'z navbatida qobiq - quvurli, "quvur ichida quvur" tipidagi, zmeevikli, plastinali, g'ilofli, spiralsimon, qovurg'ali va boshqa turlarga bo'linadi.

Neft kimyosi va neftni qayta ishlash sanoatida asosan sanab o'tilgan birinchi besh turdagi sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari keng qo'llaniladi.

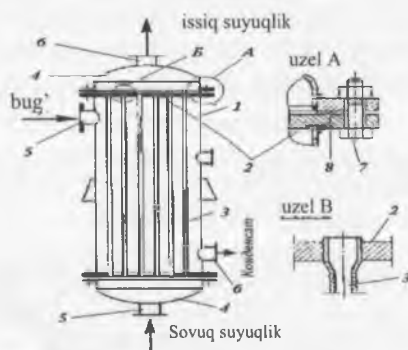
11.2.QOBIQ QUVURLI ISSIQLIK ALMASHINISH APPARATLARI

Bu turdagi issiqlik almashinish qurilmalari qobiq ichida joylashgan quvurlar to'plamidan tashkil topgan bo'lib, umumiy apparatlarning 80% ini shu turdagi qurilmalar tashkil qiladi. Bunda quvurlar ikki tomondan quvur to'riga qotirilgan bo'ladi, natijada quvurlar tashqi sirti, qobiq va quvur to'ri bilan chegaralangan quvurlar orasidagi bo'shliq hamda issiqlik almashinish

quvurlarining ichki sirti va ikkita qopqoq bilan chegaralangan quvurlar ichki bo'shlig'i yuzaga keladi. Ushbu qurilmalarda issiqlik quvurlarning devori orqali uzatiladi. Quvurlar orasidagi bo'shliqdan asosan yuzani ifloslantirmaydigan, cho'kma hosil qilmaydigan issiqlik tashuvchilar yuboriladi. Quvurlar ichki bo'shlig'idan esa asosan isitilayotgan yoki sovutilayotgan suyuqlik yuboriladi. Issiqlik tashuvchilarning harakat tezligini oshirish yoki jarayonni intensivroq olib borish maqsadida bu qurilmalarning ikkala bo'shlig'i ham ko'p hollarda bir necha yo'lli qilib tayyorlanadi. Bir yo'lli qobiq-quvurli issiqlik almashinish qurilmasi, qobiq 1, quvur to'rlari 2, quvurlar 3, qopqoq 4, issiqlik tashuvchilar kiradigan va chiqadigan patrulkalar 5, 6, bolt 7 va prokladka 8 dan iborat (11.1-rasm).

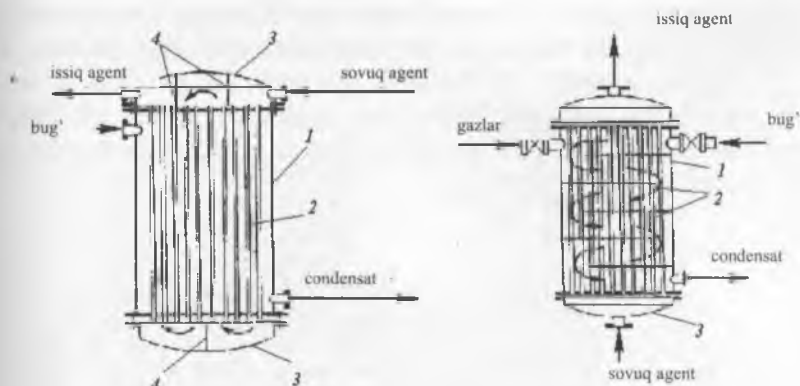
Issiqlik tashuvchilarning tezligini oshirish maqsadida ko'p yo'lli isitkichlar ishlatiladi. Bu isitkichlarda suyuqlikning sarfi kam bo'lganda ularning quvurlardagi tezligi kichik bo'lib, natijada issiqlik almashinish ko'effisienti ham kam bo'ladi.

Ko'p yo'lli isitkichlarda quvurlarni seksiyalarga bo'lish uchun yoki muhitning harakat yo'lining soniga qarab, isitkichning qopqog'i bilan quvur to'ringa orasiga ko'ndalang to'siqlar o'rnatiladi. Bunda har bir seksiyadagi quvurlarning soni bir hil bo'lishi kerak. Ko'p yo'lli isitkichlarda bir yo'lli isitkichlarga nisbatan muhitlarning tezligi yo'llarning soniga qarab proporsional o'zgaradi.

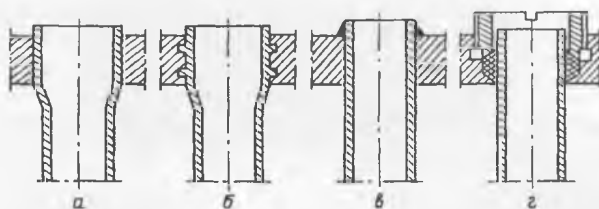


11.1- rasm. Bir yo'lli qobiq quvurli isitkichlar:

1 – qobiq; 2 – quvur to'rlari; 3 – quvurlar; 4 – qopqoq; 5,6 – issiqlik agentlari kiradigan va chiqadigan shtuserlar; 7 – bolt; 8 – qistirma.



11.2 - rasm. Ko'p yo'lli qobiq quvurli isitkichlar:
1 – qobiq; 2 – quvurlar; 3 – qopqoq; 4 – ko'ndalang to'siqlar.



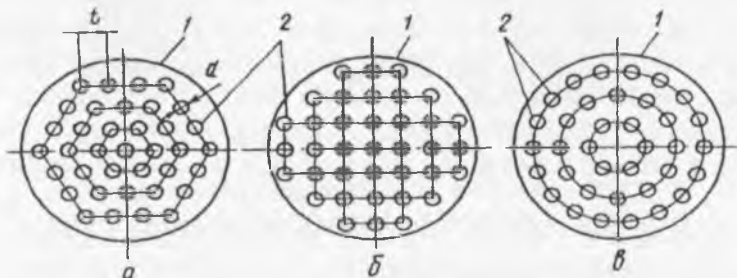
11.3 – rasm. Quvurlarni quvur to'rlariga biriktirish usullari.
a – bitta kanalga razval'sovka qilish; b – ikkita kanalga razval'sovka qilish; v – payvandlash va razval'sovka qilish; g – sal'nik bilan zichlash.

Sanoatda 4-6 yo'lli isitkichlar ishlatiladi, chunki yo'llarning soni ortib borishi bilan isitkichning gidravlik qarshiligi ortib, qurilmaning konstruksiyasi murakkablashadi. Qobiq-quvurli isitkichlarda qobiq bilan quvurlar orasidagi temperaturalarining farqiga qarab quvur va qobiqning uzayishi har hil bo'ladi. Shuning uchun qobiq quvurli isitkichlar konstruksiyasiga ko'ra ikki hil bo'ladi: 1) qo'zg'almas to'rli isitkichlar; 2) kompensatorli isitkichlar.

Qo'zg'almas to'rli isitkichlarda issiqlik ta'sirida quvurlar va qobiq har hil uzayadi, shu sababli bunday isitkichlar quvurlar va qobiq o'rtasidagi temperaturalar farqi katta bo'lmaganda (50°S gacha) ishlatiladi.

Quvurlar to'rt pardalarga razval'sovka, payvandlash, kavsharlash va sal'niklar yordamida biriktiriladi (11.3 - rasm).

Kojuh – quvurli qurilmalarda quvurlar to'rt pardaga asosan 3 hil usul bilan joylashtiriladi (11.4 -rasm):a) to'g'ri oltiburchak qirralari bo'ylab; b) konzentrik aylanalar bo'ylab; v) kvadratning tomonlari bo'ylab.



11.4 - rasm. Quvurlarni quvur to'rtlarida joylashtirish sxemasi.

a – teng yonli uchburchak cho'qqilarida; b – kvadrat cho'qqilarida;
v – aylana bo'ylab.

Temperaturalar farqi 500 °S dan katta bo'lganda quvurlar va qobiqning har hil uzayishini kompensasiyalash maqsadida linzali kompensatorli (11.5- rasm, a) va U – simon quvurli (11.5-rasm, b) va suzuvchan kallakli qobiq quvurli isitkichlar ishlatiladi.

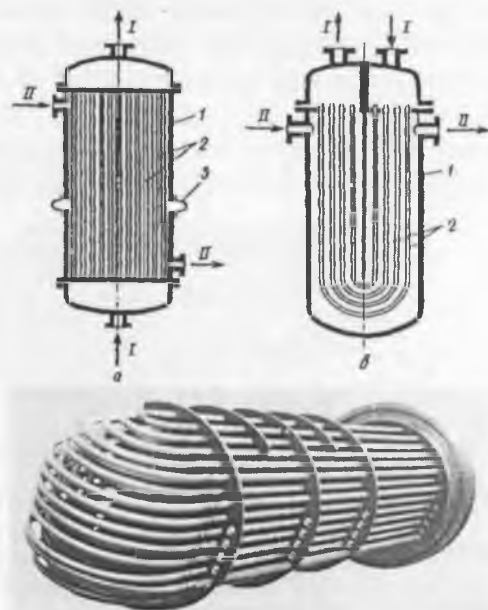
Linzali kompensator isitish quvurlari va qurilma devori o'rtasidagi bosim gacha bo'lganda ishlatiladi.

U – simon qobiq quvurli isitkichlarda issiqlik ta'sirida quvurlarning uzayishidagi kompensasiyani quvur qurilmalarining o'zi bajaradi.

11.6- rasmda suzuvchan kallakli qobiq quvurli isitkich tasvirlangan. Unda quvur to'rtlaridan biri qobiqqa mahkamlanmagan bo'ladi, shuning uchun temperatura deformasiyasi natijasida quvurlar to'plami korpus ichida erkin qo'zg'ala oladi.

Isitkich quyidagicha ishlaydi. Mahsulot oqimlaridan biri shtuser orqali taqsimlash kamerasiga beriladi, so'ngra quvurlar bo'shlig'i orqali o'tib, harakatlanadigan quvurlar to'rti va uning qopqog'i hosil qiluvchi kamera o'tadi. Kamerada o'z yo'nalishini o'zgartirib, qolgan quvurlar orqali yana taqsimlash kamerasiga qaytadi. Bu kamera tekis to'siq yordamida ikki qismga bo'lingan.

Shunday to'siqlar yordamida isitkichni quvurlar bo'shlig'i bo'yicha 2, 4 va undan ortiq oqimlarga ajratish mumkin.



11.5 – rasm. Temperatura yuqori bo'lganda qobiq va quvurlarni uzaytirishni hisobga oluvchi qobiq-quvurli isitkichlar:

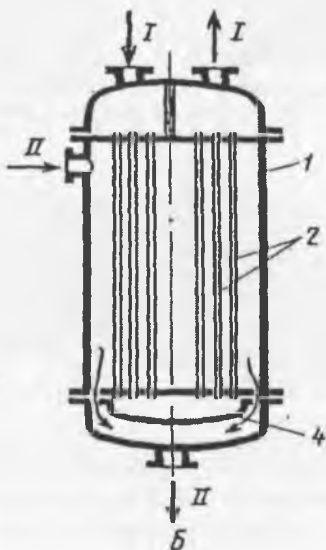
a) linza kompensatorli; b) U - simon quvurli; g) U - simon quvurli isitkich quvurlari.

Ikkinchi mahsulot oqimi quvurlararo bo'shliqqa beriladi, quvurlarni yuvib, undan chiqariladi. Bunday isitkichlarning aksari quvurlararo bo'shliq bo'yicha bir yo'llidir. Suyuqlikning quvurlararo yo'lini uzaytirish uchun, unda qalinligi 5 mm bo'lgan ko'ndalang to'siqlar o'rnatiladi. To'siqlar orasidagi masofa 0,2 m dan 50 dt gacha qabul qilinadi. Bu to'siqlar shuningdek, quvurlar to'plami uchun tayanch vazifasini ham bajaradi.

Qo'zg'aluvchan kallakli isitkich ajraluvchan bo'lib, quvurlar to'plamini korpusdan oson chiqarib olish mumkin. Bu esa quvurlarni tozalash, ko'rikdan o'tkazish va ta'mirlashni osonlashtiradi.

Neftni qayta ishlash texnologiyasida bug' bo'shliqli isitkichlar keng ishlatiladi. Bunday apparat sferik qopqoqli gorizontalsimon korpusli bo'lib, uning ichida bir - uchta quvurlar to'plami o'rnatiladi. Korpusga neft mahsuloti beriladi va quvurlar bo'shlig'i orqali o'tadigan bug' bilan isitiladi.

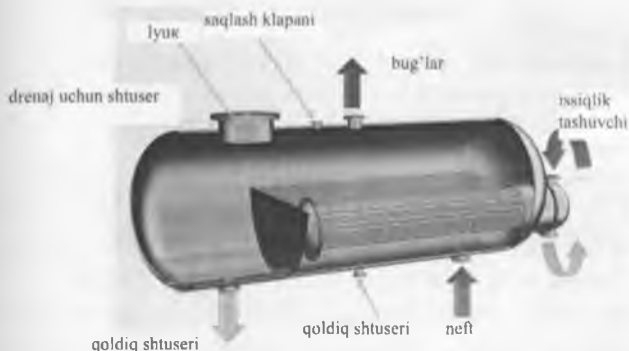
Isitkich korpusi 0,8; 1,6; 2,5 Mn/m^2 bosimga, quvurlar to'plami esa 1,6; 2,5; 4,0 Mn/m^2 bosimga hisoblangan. Korpus 1400, 1600, 2000, 2400 va 3000 mm diametrli qilib tayyorlanadi.



11.6 - rasm. Suzuvchan kallakli qobiq quvurli isitkich.

Quvurlar to'plami shunday joylashtiriladiki, eng yuqori quvur apparat korpusi o'qidan pastda bo'lishi lozim. Isitkich ichidagi suyuqlik sathi quyilish plastinasi holatini o'zgartirish yo'li bilan rostlab turiladi. Bunda suyuqlik sathi ustidagi bug' bo'shlig'i balandligi 0,35 D dan kam bo'lmasligi lozim. Shunday holatda suyuqlik sathidan bug'lanish yahshi bo'lib, apparat rasional ishlashi ta'minlanadi. Har qanday rejimda ishlashidan qat'iy nazar, quvurlar to'plami suyuqlikka botib turishi shart. Eng ustki quvur suyuqlikka kamida 100 mm botib turishi lozim.

Apparat korpusiga berilgan suyuqlik, bug'latilgach, quyilish plastinasidan oshib o'tib, orqa bo'limda to'planadi va nasos yordamida haydaladi. Bu bo'limdagi suyuqlik sathi sath regulyatori yordamida avtomatik ravishda rostlab turiladi. Bo'limdagi suyuqlik sathi 0,5 D gacha bo'ladi.



11.7– rasm. Bug' bo'shliqli suzuvchi kallakli isitkich.

Apparat ichida, suyuqlik kirish shtuseri ustida ayvoncha o'rnatilgan bo'lib, kirayotgan suyuqlik oqimini quvurlar bo'shlig'ida bir tekis taqsimlanishini ta'minlaydi.

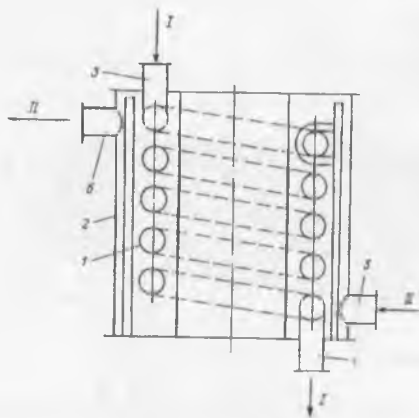
11.3. ISSIQLIK ALMASHINISH APPARATLARINING BOSHQA TURLARI

11.3.1. ZMEEVIKLI ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMALARI

Bu turdagi qurilmalar silindrsimon qobiq ichida joylashgan spiralsimon zmeevikdan iborat. Bunda zmeevik asosan 25–75 mm li quvurlardan tayyorlanadi. Zmeevik quvurlaridan gaz yoki bug' harakatlanadi (11.8-rasm).

Suyuqlik bilan to'ldirilgan idishning hajmi katta bo'lgani va idish ichidagi suyuqlikning tezligi juda kichik bo'lgani uchun zmeevikning tashqi devori tomonidagi bug' bilan suyuqlik orasida issiqlik berish koeffisienti ham kichik bo'ladi. Qurilmaning hajmini kamaytirish va suyuqlikning tezligini oshirish uchun uning ichiga stakanga o'hshash idish joylashtiriladi.

Agar issiqlik tashuvchinig miqdori katta bo'lsa, bir necha parallel seksiyalardan iborat bo'lgan zmeeviklar o'rnatiladi. Seksiyalar bunday parallel ulanganda, muhitning tezligi va harakat yo'li kamayishi natijasida qurilmaning gidravlik qarshiligi ham kam bo'ladi.



11.8- rasm. Zmeevikli isitkich:

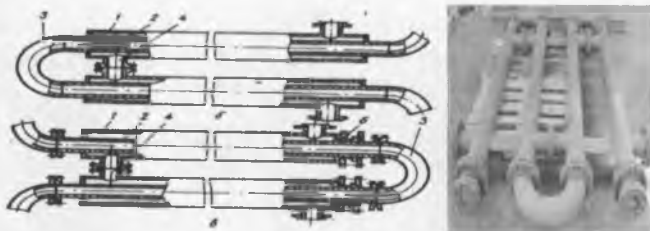
1 – zmeevik quvursi; 2 – korpus; 3 – isituvchi agent kirishi; 4 – isituvchi agent chiqishi; 5 – hom-ashyo kirishi; 6 – hom-ashyo chiqishi.

Bu qurilmalarda isitilayotgan suyuqlik asosan kichik tezlikda harakatlanganligi sababli zmeevik devoridan issiqlik erkin konveksiya usulida o'tkaziladi. Ularning kamchiligi shundaki, issiqlik almashinish yuzasi va issiqlik berish koeffisienti nisbatan kichik, lekin ularni ta'mirlash oson.

11.3.2. "Quvur ichida quvur" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi

Bu turdagi qurilmalar bir-biri bilan koncentrik joylashgan ichki va tashqi quvurdan tashkil topgan. Bularda isitilayotgan yoki sovitilayotgan mahsulot asosan ichki quvur orqali uzatiladi. Quvurlar orasidagi bo'shliqdan esa yuzani ifloslantirmaydigan issiqlik tashuvchi yuboriladi.

Bu tipdagi isitkichlar yuqori bosimda va issiqlik tashuvchilarnig sarfi kam bo'lganda ham ishlaydi. Bunday qurilmalarning afzalligi shundaki, ularni tayyorlash oson.



11.9- rasm. «Quvur ichida quvur» tipidagi isitkich:

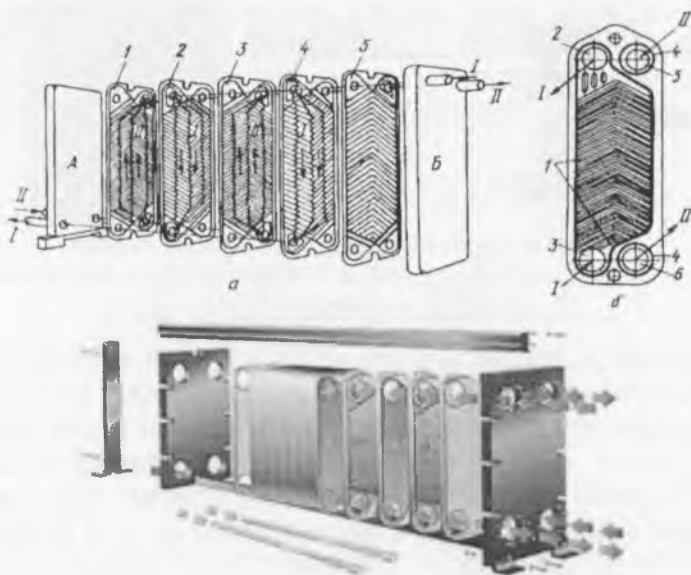
I - II - issiqlik tashuvchi agentlar; 1 - ichki quvur; 2 - tashqi quvur;
3 - kalach; 4 - birlashtiruvchi patrubka.

Kamchiligi: issiqlik almashinish yuzasi nisbatan kichik. Ishlab chiqarish maydonini tejash qilish maqsadida ular bir-biri bilan kalach va patrubbalar yordamida tutashtirilgan bir necha elementli va bir necha seksiyali qilib tayyorlanadi. «Quvur ichida quvur» tipidagi issiqlik almashinish qurilmaining sxemasi 11.9- rasmda keltirilgan bo'lib, qurilma ichki quvur 1, tashqi quvur 2, kalach 3 va birlashtiruvchi patrubka 4 dan iborat. (I, II issiqlik tashuvchi agentlar).

11.3.3. PLASTINALI ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMASI

Bunday qurilmalar yupqa metall listlardan tayyorlangan bir necha qator parallel gofrirlangan plastinalardan tuzilgan. Plastinalar orasida hosil qilingan kanallar ikki guruhga bo'linadi: Birinchi guruh kanallardan issiqlik tashuvchi, ikkinchisidan esa issiqlik qabul qiluvchi agent harakat qiladi. Plastinalar qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas plitalar orasida vintlar yordamida siqiladi. Ushbu qurilmaning afzallik tomoni shundaki, plastina yupqa ($d=1-1,5$ mm) listdan tayyorlanganligi, oqimlar tezligining kattaligi sababli issiqlik o'tkazish koeffitsienti katta qiymatga ega.

Plastinali issiqlik almashinish qurilmaining umumiy ko'rinishi 11.10- rasmda ko'rsatilgan bo'lib, unda isitgich sxemasi (a), isitgich plastinasining tuzilishi (b) tasvirlangan. Qurilma juft plastinalar 1, toq plastinalar 2, issiqlik tashuvchi agentlarning kirish va chiqish shtuserlari 3, 4, (I suyuqlik uchun); shtuserlar 5, 6 (II suyuqlik uchun); qo'zg'almas plita 7, harakatlanuvchi plita 8, tortish vinti 9, prokladka 1, 4; suyuqlik teshiklari 2, 3 (I suyuqlik uchun); teshiklar 5, 6 (II suyuqlik uchun).



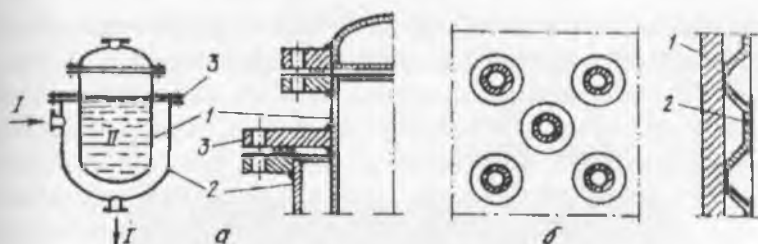
11.10- rasm. Plastinali isitkich

a) isitkich sxemasi; b) isitkich plastinaning tuzilishi.

Kamchiligi: qurilmaning yuqori bosimda ishlatish va plastinalarni ta'mirlagach, ular orasida tēgishli zichlikni ta'minlash imkoniyati yo'q.

11.3.4.G'ILOFLI ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMASI

Ish unumdorligi kichik, davriy ishlaydigan korxonalarda qovushqoqlik katta bo'lgan suyuqliklarni isitish uchun asosan g'ilofli issiqlik almashinish qurilmalari ishlatiladi. Bu qurilmalarning ish hajmi asosan sferik taglikka ega bo'lgan silindr shaklida bo'lib, u tashqi tomondan g'ilof bilan qoplangan. G'ilofga berilgan suv bug'i silindr tashqi devorida kondensasiyalanib, issiqlik devor orqali qurilmada isitilayotgan suyuqlikka yuboriladi. Issiqlik o'tkazish koeffisientining qiymatini oshirish maqsadida bu qurilmalar ko'p hollarda aralashtirgich bilan ta'minlangan bo'ladi. G'ilofli issiqlik almashinish qurilmasi 11.11- rasmda keltirilgan bo'lib, qurilma korpus 1, bug' qobig'i 2 va flanes 3 dan iborat (a – past bosimlar uchun; b – yuqori bosimlar uchun).



11.11- rasm. G'ilofli isitkich:

a) past bosimlar uchun; b) yuqori bosimlar uchun.

Agar issiqlik tashuvchilardan birining issiqlik berish koeffitsienti ikkinchisidan ancha kichik bo'lsa, u holda ning qiymati kichik bo'lgan tomondagi issiqlik almashinish yuzasi kattalashtiriladi.

11.3.5. SIRTIY VA ARALASHTIRUVCHI KONDENSATORLAR

Kondensasiya jarayonini amalga oshiruvchi qurilmalar kondensatorlar deyiladi. Bu qurilmalarda sovituvchi agent sifatida ko'pincha suv, ayrim hollarda mahsus moddalar ishlatiladi. Kondensatorlar sirtiy va aralashtiruvchi bo'ladi.

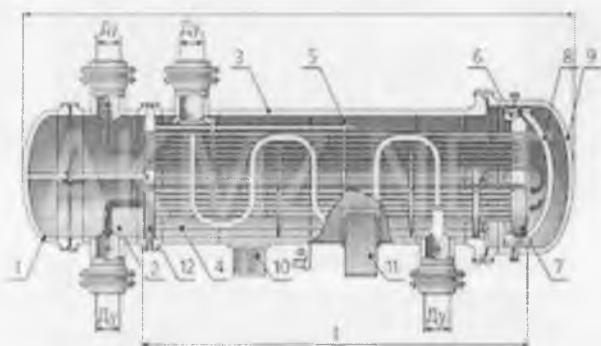
Sirtiy kondensatorlarda kondensasiyalanayotgan bug' va sovituvchi agent o'zaro issiqlik o'tkazuvchi devor orqali ajratilgan bo'ladi, aralashtiruvchi kondensatorlarda esa bug' va sovituvchi agent bir-biriga aralashadi.

Sirtiy kondensatorlar sifatida sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari, asosan qobiq-quvurli, "quvur ichida quvur" tipidagi va yuvilib turuvchi qurilmalar qo'llaniladi. 11.12- rasmda gorizontal qobiq – quvurli kondensator tasvirlangan.

Kondensatorga bug' bilan kirgan va oddiy temperaturalarda kondensasiyalanmaydigan gazlarni chiqarib turish uchun alohida shtuser o'rnatiladi. Bunday qurilmalarda kondensat alohida ajratib olinadi.

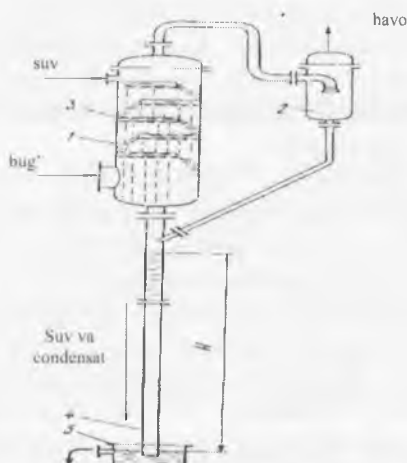
Aralashtiruvchi kondensatorlar vakuum ostida ishlaydigan qurilmalarda siyraklanish hosil qilish uchun ishlatiladi. Bug' va suvning o'zaro harakatiga ko'ra aralashtiruvchi kondensatorlar

to'g'ri va qarama - qarshi yo'nalishli bo'ladi. 11.13-rasmda qarama - qarshi yo'nalishli barometrik kondensator tasvirlangan.



11.12-rasm. Gorizontal qobiq quvurli kondensator

Kondensatorning ichki hajmida 5 yoki 7 ta tokcha o'rnatilgan bo'lib, ular bug' va sovituvchi agentning bir necha marta kontaktda bo'lishini va bug'ning to'liq kondensasiyalanishini ta'minlaydi. Kondensatorga suv tokchalar yuqorisidan berilib, tokchalar orqali birin-ketin harakatlanib pastga tushadi. Bunda tokcha ustida 40 mm atrofida suv sathining bo'lishi ta'minlanadi.



11.13- rasm. Barometrik kondensator:

1 - kondensator; 2 - tomchi ushlagich; 3 - tokchalar; 4 - barometrik quvur; 5 - gidravlik zatvor.

Kondensatorga berilayotgan bug' tokchalar ostidan berilib, yuqoriga harakatlanishi natijasida o'z energiyasini suvga berib kondensasiyalanadi va hosil bo'lgan kondensat suv bilan birga barometrik quvurga tushadi. Barometrik quvurdagi suv sathi kondensatorda talab qilingan siyraklanishni ta'minlaydi. Barometrik kondensator kondensator qobig'i 1, tomchi ushlagich 2, tokchalar 3, barometrik quvur 4 va gidravlik zatvor 5 dan iborat.

Kondensasiyalanmagan gazlar tomchi ushlagich orqali vakuum- nasos yordamida so'rib olib turiladi.

11.4. YUZALI ISSIQLIK ALMASHGICHLARNI HISOBLASH

Yuzali issiqlik almashinish uskunalari ichida eng ko'p tarqalgan qobiq-quvurli issiqlik almashgichlarni loyihalash uchun turli hisoblashlar bajariladi. Hisoblashlar uch qismdan iborat bo'ladi: 1) issiqlik hisobi; 2) konstruktiv hisoblash; 3) gidravlik hisoblash; 4) mexanik hisoblash; 5) texnikaviy-iqtisodiy hisoblash. Odatda bunday hisoblashlar bir necha variantlarda bajariladi. Tanlangan variantni baholash quyidagi ko'rsatgichlarning birortasi bo'yicha olib boriladi: foydali ish koeffitsiyenti; 1 m^2 yuzaga sarflanadigan energiya miqdori; eng maqbullikning texnik-iqtisodiy mezonini va boshqalar.

Uzluksiz ishlaydigan, bug'-suyuqlik muhitlariga moslangan quvurli isitgichning hisobini ko'rib chiqamiz. Uskunaning issiqlik hisobi konstruktiv va gidravlik hisoblashlar bilan uzluksiz bog'liqlikda olib boriladi.

11.4.1. ISSIQLIK HISOBI

Ushbu hisoblashdan asosiy maqsad zarur bo'lgan issiqlik almashinish yuzasi F ni topishdir. F ni aniqlash uchun issiqlik tashuvchi agentlarning sarfi, ularning dastlabki va oxirgi haroratlari berilgan bo'ladi.

Bunday issiqlik hisobi natijasida quyidagilar aniqlanadi: 1) o'rtacha haroratlarning farqi va ish muhitining o'rtacha harorati; 2) issiqlik miqdori va ish jismlarining sarfi; 3) issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti; 4) isitish yuzasi.

Issiqlik almashgichda ma'lum bir eritma suv bug'i yordamida

isitiladi. Hisoblash uchun quyidagi boshlang'ich ma'lumotlar berilgan bo'lishi kerak: 1) Isitilayotgan eritmaning miqdori G , kg/s. 2) Eritmaning konsentratsiyasi, %. 3) Eritmaning boshlang'ich va oxirgi haroratlari t_b , t_o . 4) Isitkichning turi – vertikal, gorizontal, yo'llar soni. 5) Isituvchi bug'ning bosimi, P , P_a yoki harorati t , $^{\circ}S$. 6) Po'lat quvurlarning ichki va tashqi diametri d_i va d_t , mm. 7) Quvurlarning uzunligi ℓ , m. 8) Eritmaning harakat tezligi w , m/s. 9) Isitish yuzasidan foydalanish koeffitsiyenti, φ .

Hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi.

Isitkichning harorat shartlarini aniqlash. To'yingan bug' bosimi R ga ko'ra uning to'yinish harorati t_t maxsus qo'llanmalardan topiladi.

Isitish boshlanishida haroratlarning maksimal (yoki katta) farqi:

$$\Delta t_{ka} = t_t - t_b. \quad (11.1)$$

Isitish oxiridagi muhit haroratlarning minimal (yoki kichik) farqi:

$$\Delta t_{ki} = t_t - t_o. \quad (11.2)$$

Δt_{ka} va Δt_{ki} larning qiymatlari 10.19-rasmdan aniqlanadi. O'rtacha haroratlar farqi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$\Delta t_{o'r} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ki}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ki}}}, \quad (11.3)$$

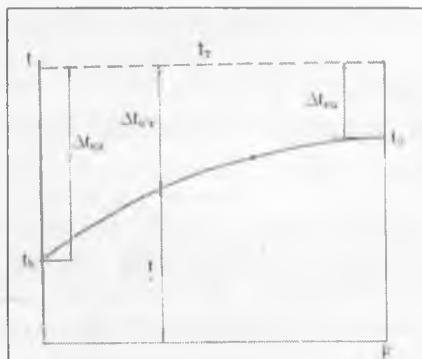
$\frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ki}} < 2$ bo'lsa, $\Delta t_{o'r}$ ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\Delta t_{o'r} = \frac{\Delta t_{ka} + \Delta t_{ki}}{2}. \quad (11.4)$$

Isitilayotgan muhitning o'rtacha harorati:

$$t = t_t - \Delta t_{o'r} \quad (11.5)$$

Isitilayotgan eritmaning fizik kattaliklarini topish. O'rtacha harorat (va eritmaning konsentratsiyasi) bo'yicha maxsus qo'llanmalardagi jadvallardan foydalanib, berilgan issiqlik tashuvchi agentlarning fizik kattaliklari topiladi: 1) qovushoqlik μ , Pa·s yoki ϑ , m²/s; 2) zichlik ρ , kg/m³; 3) solishtirma issiqlik sig'imi c , J/(kg·K); 4) issiqlik o'tkazuvchanlik λ , Wt/(m·K); 5) harorat o'tkazuvchanlik $\frac{\vartheta}{a}$, m²/s; 6) Prandtl soni $Pr = \frac{\mu}{a}$.



11.14-rasm. Yuzali issiqlik almashgichni hisoblashga doir Issiqlik miqdori va bug' sarfini aniqlash.

Suyuqlikni isitish uchun ketgan issiqlik miqdori (Vt) quyidagi tenglama yordamida topiladi:

$$Q = x G c (t_0 - t_b), \quad (11.6)$$

bunda, $x = 1,02 \div 1,05$ - issiqlik yo'qotilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; G - suyuqlik sarfi, kg/s; c - eritmaning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi, J (kg·K); t_0 - suyuqlikning oxirgi harorati, °S; t_b - suyuqlikning boshlang'ich harorati, °S.

Bug' sarfi (kg/s) quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$D = \frac{Q}{i - \theta}, \quad (11.7)$$

i - isituvchi bug'ning entalpiyasi, θ - kondensatning entalpiyasi, J/kg;

$$\theta = t_T - (2 \div 5^\circ \text{S}).$$

i - maxsus qo'llanmalardan berilgan bug' bosimi P bo'yicha olinadi.

Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini aniqlash. Bir va ko'p qavatli tekis yuzalar uchun issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K , $Vt/(m^2 \cdot K)$ quyidagi tenglama orqali hisoblanadi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum r_s + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (11.8)$$

bu yerda, α_1 va α_2 - haroratlari yuqori va past bo'lgan issiqlik

tashuvchi agentlar uchun issiqlik berish koeffitsiyentlari, $Vt/(m^2 \cdot K)$; $\sum r_g$ – devor (devor va iflosliklar qatlamlari bilan birgalikda) termik qarshiliklarining yig'indisi, $(m^2 \cdot K)/Vt$.

Silindrsimon yuzalarni hisoblashda, agar quvurning ichki diametri d_i ni uning tashqi diametri d_t ga nisbati $\frac{d_t}{d_i} > 0,5$ bo'lgan sharoitda, K ni hisoblashda (10.8) tenglamadan foydalanish mumkin. Boshqa holatlarda silindrsimon yuzalar (quvurlar) uchun issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K_R 1 m quvur uzunligiga nisbatan olinadi $Vm/(m \cdot K)$ va quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$K_R = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 d_i} + \sum \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_t}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_i} + \sum \frac{r_3}{d_3}}, \quad (11.9)$$

bu yerda, λ – devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $Vt/(m \cdot K)$; r_3 – iflosliklarning termik qarshiliklari, $(m^2 \cdot K)/Vt$; d_3 – quvurning iflosliklar bilan qoplangan diametri, m.

Devorlardagi iflosliklarning issiqlik o'tkazuvchanligi $(1/r_3)$ issiqlik tashuvchining turiga, uning haroratiga va tezligiga hamda devor materialiga, isituvchi muhitning haroratiga, uskunaning tozalanmasdan ishlaydigan davriga (qisqa qilib aytganda, cho'kma yoki korroziya mahsulotining turiga) bog'liq bo'ladi. r_3 ning qiymatlarini faqat tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin. Iflosliklarning issiqlik o'tkazuvchanligi $(1/r_3)$ to'g'risidagi taxminiy qiymatlar tegishli adabiyotlarda keltirilgan. Masalan, o'rta sifatli ifloslangan suv uchun devordagi ifloslikning issiqlik o'tkazuvchanligi $1/r_3 = 1400 \div 1860 Vt/(m \cdot K)$.

Issiqlik berish koeffitsiyentlari α_1 va α_2 kriterial tenglamalar yordamida topiladi. Masalan, bizning misol uchun balandligi N bo'lgan vertikal quvurlar o'rami tashqi yuzasida bug'dan devorga berilayotgan issiqlik berish koeffitsiyenti α_1 quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\alpha = 1,15 \sqrt{\frac{\lambda^3 \rho^2 r g}{\mu \Delta t H}}, \quad (11.10)$$

Kondensatning fizik-kimyoviy kattaliklari α , μ , ρ yupqa qatlam

(plyonka) ning o'rtacha harorati $t_{pl} = \frac{t_1 + t_2}{2}$ bo'yicha topiladi. Kondensatsiyalanish issiqligi r to'yinish harorati t_1 ga qarab aniqlanadi. Haroratlar farqi quyidagi ayirmaga teng:

$$\Delta t = t_1 - t_2, \quad (11.11)$$

bu yerda, t_2 – devorning harorati.

Agar isitish quvurlari gorizontal bo'lsa, bunda bug'ning quvur devorlariga issiqlik berish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = 0,728 \sqrt{\frac{\lambda^3 \rho^2 r g}{\mu \Delta t d}}, \quad (11.12)$$

bu yerda, d – quvurning diametri.

Devorlardan isitilayotgan muhitga issiqlik berish koeffitsiyenti harakat rejimiga ko'ra har xil kriterial tenglamalar yordamida topiladi. Hisoblash tenglamasini topish uchun avval Reynolds mezoni Re aniqlanadi. So'ngra tegishli kriterial tenglama tanlanadi. Masalan, turg'un turbulent rejimda ($Re \geq 10^4$) to'g'ri quvur ichidagi majburiy harakat paytidagi issiqlik berish koeffitsiyenti α_2 ni aniqlash uchun quyidagi kriterial tenglamadan foydalanish mumkin:

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} \quad (11.13)$$

yoki

$$\frac{\alpha d_e}{\lambda} = 0,023 \left(\frac{w d_e}{g} \right)^{0,8} \left(\frac{c \mu}{\lambda} \right)^{0,4}, \quad (11.14)$$

bu yerda, $d_e = 4 S/P$ – ekvivalent diametri, S – oqim ko'ndalang kesimining yuzasi, P – kesimning ho'llangan perimetri (dumaloq kesimli quvurlar uchun d_e quvurning ichki diametriga teng bo'ladi); w – issiqlik tashuvchi muhitning o'rtacha tezligi; λ , g , s , μ – issiqlik tashuvchi agentning fizik-kimyoviy kattaliklari, ularning son qiymatlari muhitning o'rtacha harorati bo'yicha tegishli qo'llanmalardan topiladi.

(11.12) tenglamasi to'g'ri quvur uzunligi ℓ ni uning diametri d ga nisbati $\ell/d > 50$ bo'lgan sharoit uchun natija beradi.

Oraliq rejim uchun ($2300 < Re < 10^4$) aniq tenglamalar ishlab chiqilmagan. Taxminiy hisoblashlar uchun quyidagi tenglamadan foydalansa bo'ladi:

$$Nu = 0,008 Re^{0,9} Pr^{0,43}, \quad (11.15)$$

Laminar rejim uchun ($Re < 2300$) quyidagi kriterial

tenglamadan foydalanish mumkin:

$$Nu = 0,17 Re^{0,33} Pr^{0,43} Gr^{0,1} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25}, \quad (11.16)$$

bu yerda, $Gr = \frac{g l^3 \beta \Delta t}{g^2}$ – Grasgof mezoni; l – aniqlovchi geometrik o'lcham (quvur uchun – uning diametri, tekis vertikal yuza uchun – uning balandligi); β – suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsiyenti; Δt – devor va suyuqlik (yoki teskari) haroratlari oralig'idagi farq; Pr – suyuqlikning o'rtacha haroratlari bo'yicha hisoblangan Prandtl soni. Pr_g – suyuqlikning devor o'rtacha harorati bo'yicha hisoblangan Prandtl soni. So'ngra α ning qiymati Nusselt mezoni orqali topiladi:

$$\alpha = \frac{Nu \lambda}{l}, \quad (11.17)$$

Shunday qilib, α_1 ning qiymati to'g'ridan-to'g'ri (10.10) yoki (11.11) tenglamalar orqali topiladi. α_2 ning qiymatini topish uchun eng avval Nusselt mezonining son qiymati suyuqlik harakatining rejimiga ko'ra (11.12), (11.14) yoki (11.15) kriterial tenglamalar yordamida aniqlanadi. So'ngra Nu ning son qiymatiga asosan α_2 (10.16) ifoda bo'yicha hisoblab chiqiladi. Va nihoyat K ning qiymati (10.8) yoki (10.9) tenglamalar yordamida aniqlanadi.

Isitish yuzasini topish. Issiqlik almashgichning isitish yuzasi F (m^2) issiqlik o'tkazishning umumiy tenglamasidan topiladi:

$$F = \frac{Q}{K \Delta t_{o'r}}. \quad (11.18)$$

Bu yuza uchun qabul qilingan isitkichning sxemasi quvurlarning diametri va uzunligiga ko'ra joylashtiriladi. Isitish yuzasini joylashtirish isitkichning konstruktiv hisobini tashkil etadi.

11.4.2. KONSTRUKTIV HISOBLASH

Konstruktiv hisoblashning maqsadi issiqlik almashinish uskunasining asosiy o'lchamlarini topishdan iborat. Bunda quyidagilar aniqlanadi: uskuna quvurli qismining o'lchamlari, quvurlarning soni, to'rda quvurlarning joylashuvi, uskunaning diametri, uning balandligi, patrubkalarining diametri.

Uskuna quvurli qismining o'lchamlarini aniqlash. Bitta yo'ldagi quvurlarning ko'ndalang kesimini topamiz:

$$f_i = \frac{G}{\rho w}, \quad (11.19)$$

bu yerda, G – suyuqlikning sarf, kg/s ; ρ – suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; w – suyuqlikning tezligi, m/s . Bitta yo'ldagi quvurlarning soni:

$$n_i = \frac{f_i}{0,785 d_i^2}, \quad (11.20)$$

d_i – quvurning ichki diametri, m .

Hamma yo'llardagi quvurlarning uzunligi:

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d_h \cdot n_i}, \quad (11.21)$$

bu yerda, F – isitkichning isitish yuzasi, m^2 , d_h – quvurlarning hisoblash uchun qabul qilingan diametri, m ; d_h – qiymati α_1 va α_2 ning nisbatlariga bog'liq. Agar $\alpha_1 \approx \alpha_2$ bo'lsa $d_h = 0,5(d_i + d_t)$, $\alpha_1 > \alpha_2$ bo'lsa, $d_h = d_n$, $\alpha_1 < \alpha_2$ bo'lsa $d_h = d_t$.

Yo'llar soni:

$$Z = \frac{L}{\ell}, \quad (11.22)$$

bu yerda, ℓ – quvurlarning qabul qilingan uzunligi ($\ell = 1 \div 3\text{m}$).

To'rdagi joylashgan quvurlarning umumiy soni:

$$n = zn_i. \quad (11.23)$$

Quvurlarning to'rdagi joylashuvi. Quvurlarning to'rdagi uch xil usul bilan joylashtirilishi mumkin: to'g'ri oltiburchaklarning qirralari bo'ylab; kvadratlarning tomonlari bo'ylab; konsentrik aylanalar bo'ylab. Ko'pincha birinchi usuldan foydalaniladi. Bunda to'rdagi quvurlarning soni quyidagicha aniqlanadi:

$$n_0 = 3a(a-1) + 1 = \frac{3}{4}(b^2 - 1) + 1, \quad (11.24)$$

a – katta oltiburchakning bitta tomonida joylashgan quvurlar soni; $b = 2a - 1$ – katta oltiburchakning diagonal bo'ylab joylashgan quvurlar soni.

Quvurlar oltiburchaklarning qirralari bo'yicha joylashtirilganda to'rdagi bir qismi foydalanilmay qoladi. Shu

sababli $a > 8$ bo'lganda, qo'shimcha yana m miqdordagi quvurlarni joylashtirish imkoniyati paydo bo'ladi. Bunda umumiy quvurlarning soni ko'payadi:

$$n = n_0 + m . \quad (11.25)$$

Odatda $m = (0,1 \div 0,18) n$.

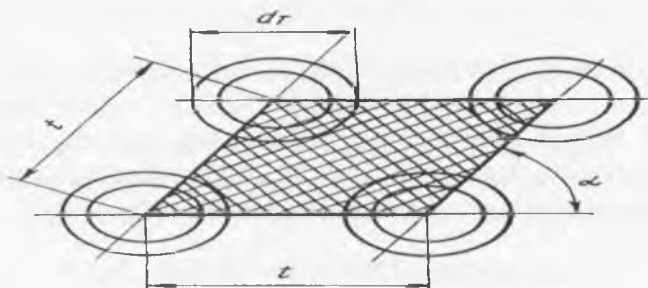
Uskuna qobig'ining ichki diametrini aniqlash. Qobiq ichiga joylashtirilgan quvurli to'ringning maydoni quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$F = F_F + F_E = \frac{\Phi_f}{\psi} , \quad (11.26)$$

bu yerda, F_F - quvurlar tomonidan egallangan foydali maydon; F_E - quvurlar joylashmagan erkin maydon; Ψ - quvur to'ridan foydalanish ko'effitsiyenti; oltiburchakli qirralari buyicha joylashtirilganda $\Psi=0,6$ - ko'p yo'lli, $\Psi=0,9$ - bir yo'lli uskunalar uchun.

Bitta quvurning foydali maydoni (11.15-rasm) $t^2 \sin \alpha$ ga teng (t - quvurlarning joylanish qadami, $\alpha=60^\circ$ - quvur qatorlarining markaziy chiziqlari hosil qilgan burchak). Bunda hamma quvurlar n uchun quvurli to'ringning maydoni:

$$F = \frac{nt^2 \sin \alpha}{\psi} , \quad (11.27)$$



11.15-rasm. Bitta quvur uchun to'ringning foydali maydonini aniqlashga doir

(11.20) tenglamaga asosan bitta yo'lli quvurlarning isitish yuzasi ($d_h=d_t$ bo'lganda):

$$F = n \pi d_t \ell . \quad (11.28)$$

bundan

$$n = \frac{F}{\pi d_1 \ell} \quad (11.29)$$

Agar $F = \frac{\pi D_0^2}{4}$ hisobga olinganda qobiqning ichki diametri D_0 (m hisobida) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$D_0 = 0,635 \frac{t}{d_1} \sqrt{\frac{F d_1 \sin \alpha}{t \psi}} \quad (11.30)$$

Uskunalarining to'la balandligini topish. Issiqlik almashinish uskunasining balandligi (yoki uzunligi) quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N = \ell + 2b + 2h, \quad (11.31)$$

bu yerda, ℓ – quvurlarning uzunligi; b – to'ring qalinligi, m; h – kiruvchi va chiquvchi kameralarning balandligi, m.

Patrubbkalarining diametrini aniqlash. Patrubbkalarining ichki diametri berilgan muhitning sarfiga va harakat tezligiga qarab aniqlanadi:

$$D_p = \sqrt{\frac{4V}{\pi w}}, \quad (11.32)$$

bu yerda, V – muhitning hajmiy sarfi, m^3/s ; w – muhitning harakat tezligi, m/s.

Hisoblash uchun quyidagi tezlik qiymatlaridan foydalanish mumkin: suyuqliklar 0,1÷2,5 m/s; gazlar 2÷20 m/s; suv bug'i 15÷60 m/s.

11.4.3. GIDRAVLIK HISOBLASH

Gidravlik hisoblashdan asosiy maqsad issiqlik almashinish uskunalaridagi ishqalanish hamda mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan bosimni va ish muhitini uskunadan o'tkazish uchun kerak bo'lgan quvvatni topishdan iborat.

Qobiq-quvurli issiqlik almashgichning quvurli qismi hamda ko'ndalang to'siqlari bo'lmagan quvurlararo bo'shlig'i uchun gidravlik qarshilik (ΔR , Pa) ni quyidagi tenglama orqali aniqlash mumkin:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{ishq}} + \Delta P_{\text{mq}} = \lambda \frac{Z\ell}{d_e} \frac{\rho w^2}{2} + \sum \xi \frac{\rho w^2}{2}, \quad (11.33)$$

bu yerda, ΔP_{ishq} - ishqalanish qarshiliklarini yengish uchun yo'qotilgan bosim, Pa; ΔP_{mq} - mahalliy qarshiliklarni yengish uchun yo'qotilgan bosim; λ - ishqalanish koeffitsiyenti; ℓ - quvurlarning bitta yo'li uzunligi, m; Z - yo'llarning soni; d_e - ekvivalent diametr, m; ρ - suyuqlik yoki gazning zichligi, kg/m³; w - oqimning tezligi, m/s; ξ - mahalliy qarshilik koeffitsiyenti.

Ishqalanish koeffitsiyenti λ muhitning harakat rejimiga va quvur devorlarining g'adir-budirlik darajasiga bog'liq. Laminar rejimda ($Re < 2300$) g'adir-budirlik ishqalanish koeffitsiyentiga amaliy jihatdan ta'sir qilmaydi va dumaloq kesimli quvurlar uchun λ ning qiymati quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (11.34)$$

Turbulent rejimda ($2300 < Re < 10^4$) gidravlik tekis quvurlar (shisha, mis, qo'rg'oshin) uchun:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}}. \quad (11.35)$$

Gidravlik g'adir-budir quvurlar (po'lat, cho'yanli) uchun turbulent rejimda ($Re > 2300$) λ ni hisoblash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg \left[\frac{\varepsilon}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0,9} \right]. \quad (11.36)$$

$Re > 10^5$ bo'lganda turbulent rejim o'ta rivojlangan bo'lib, λ ning qiymati Re ga bog'liq bo'lmay qoladi. Bunday holat avtomodel rejim deb yuritiladi. Ushbu rejimda λ ning qiymati quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2\lg \frac{3,7}{\varepsilon}. \quad (11.37)$$

bu yerda, $\varepsilon = R/d_e$ - quvurning nisbiy g'adir-budirligi; d_e - quvurning ekvivalent diametri; R - quvur g'adir-budirligining o'rtacha balandligi.

Mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentining qiymatlari tajriba yo'li bilan aniqlanadi va tegishli qo'llanmalarda berilgan bo'ladi. Qobiq-quvurli issiqlik almashinish uskunalari uchun hisoblashlar paytida

mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentining qiymatlarini quyidagicha olish mumkin:

Quvurli bo'shliq	
Kiruvchi yoki chiquvchi kamera	1,5
Yo'llar yoki seksiyalar oralig'ida 180° ga burilish	2,5
Quvurlarga kirish yoki ulardan chiqish	1,0
Quvurlararo bo'shliq	
Quvurlararo bo'shliqqa kirish yoki undan chiqish	1,5
Quvurlararo bo'shliqdagi to'siq orqali 180° ga burilish	1,5
Quvurlararo bo'shliqda 90° ga burilish	1,0

Issiqlik almashgich uchun ΔP ning qiymati aniqlangandan so'ng, suyuqlikni uskuna orqali haydash uchun kerak bo'lgan nasosning iste'mol quvvati (N , kVt) topiladi:

$$N = \frac{G \Delta P}{1000 \rho \eta} , \quad (11.38)$$

bu yerda, G – suyuqlikning sarfi, kg/s ; ρ – suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; ΔP – nasos tomonidan hosil qilinadigan bosim farqi, Pa ; η – nasosning foydali ish koeffitsiyenti.

Issiqlik almashinish uskunalari loyihalashda issiqlik, konstruktiv va gidravlik hisoblashlardan so'ng mexanik hisoblashlar amalga oshiriladi. Uskunalar mexanik hisoblash yo'llari tegishli adabiyotlarda berilgan, shu sababli bu usul ustida to'xtalmaymiz. Ushbu hisoblashlar odatda bir necha variant bo'yicha olib boriladi. Bu variantlarning qaysi biri maqsadga muvofiq ekanligini aniqlash uchun texnik-iqtisodiy hisoblashlar qilinadi.

XII BOB. QUVURLI PECHLAR

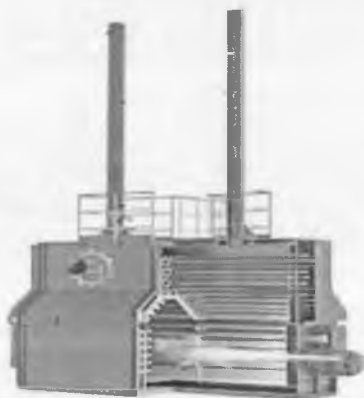
12.1. QUVURLI PECHLAR, ULARNING ISHLASH PRINSIPI VA TUZILISHI. ASOSIY ISH KO'RSATKICHLARI VA KONSTRUKTIV ELEMENTLARI

Ko'pgina neft mahsulotlari va neftni yuqori temperaturalargacha qizdirishda quvurli pechlar ko'p ishlatiladi. Bu pechlar bir-biridan konstruktiv va texnologik jihatdan Farq qiladi. Hozirgi kunda sanoat-korxonalarida ishlab turgan pechlarning barchasi radiant-konveksion qismdan iborat. Radiant qismda ham konveksion qismda ham zmeevikli quvurlar joylashtirilgan. Issiqlikning ko'pgina miqdori radiant kamerada radiasiya usuli bilan beriladi. Radiant kameraning soniga ko'ra bir, ikki va ko'p kamerali pechlar bo'ladi. Texnologik vazifasiga ko'ra pechlar isituvchi va reaksion-isituvchi turlariga bo'linadi. Birichi holatda asosiy maqsad hom ashyoni kerakli temperaturagacha isitish bo'lsa, ikkinchi holatda esa isitishdan tashqari zmeevikli quvurning aniqlangan qismlarida reaksiya o'tkazishga sharoit yaratiladi. Tuzilishiga ko'ra quvurli pechlarni qutisimon, vertikal silindrsimon turlariga ajratish mumkin.

12.1- rasmda bir kamerali radiant-konveksion pechning sxemasi keltirilgan. Pechning ichki hajmi devor to'siq bilan ikki qismga: radiasiya va konveksiya kameralariga ajratilib, ularda issiqlik almashinadigan zmeevik quvurlari joylashgan. Radiasiya kamerasida issiqlik almashinish issiqlikning asosan nurlanish hisobiga va qisman konveksiya hisobiga amalga oshadi. Konveksion kamerada esa aksincha. Suyuq yoki gazsimon yoqilg'i radiant kamerada yoqiladi. YOnish mahsulotlari, ya'ni tutun gazlari konveksiya kamerasiga o'tadi va u yerdan tutun quvursi orqali atmosfera ga chiqarib yuboriladi.

Qizdiriladigan mahsulot dastlab konveksion kameradagi zmeevik quvurlardan; keyin radiasion kameradan o'tadi. Yoqilg'ining pechda yonishi natijasida hosil bo'lgan tutun gazlari va shu lalanayotgan alanga temperaturasi ortib boradi. 1300-16000 °S gacha qizigan alanga issiqlikni nurlantiradi. Issiqlik nurlari

quvurlarning tashqi yuzasiga va radiant kamera devorlarining ichki sirtiga yutiladi. Qizigan devor nurlantiradigan issiqlik ham o'z navbatida issiqlik quvurlarga yutiladi. Agar issiqlikning devor orqali tashqi muhitga yo'qotilishini hisobga olmasak, u holda pech normal ish faoliyatida devorlar qancha issiqlikni yutsa, shuncha issiqlikni nurlantiradi. Nurlangan issiqlik miqdori alanga yuzasining katta-kichikligiga, uning shakliga va o'thona ekranlashtiruviga bog'liq. Alanga yuzasining katta bo'lishi issiqlikni quvurlarga to'g'ridan-to'g'ri uzatish samaradorligini oshirishga sharoit yaratadi.



12.1-rasm. Radiant va konveksion kameraga ega bo'lgan quvurli pech

Konveksiya yo'li bilan issiqlik uzatish samaradorligi avvalo tutun gazlarining tezligiga bog'liq. O'z navbatida bu tezlik gaz harakatiga ko'rsatiladigan qarshilik bilan chegaralanadi.

Quvurlarning tutun gazlari bilan yuvilishini va tutun gazlar uyurmaviy harakatini ta'minlash maqsadida, quvurlar konveksion kamerada shahmat tartibida joylashtiriladi. Pechlarning ayrim konstruksiyalarida rivojlangan yuzali qovurg'alangan konvensiya quvurlari ishlatiladi.

12.2. QUVURLI PECHLARNING ASOSIY ISH KO'RSATKICHLARI

Har qanday quvurli pech' uch asosiy ko'rsatkichlar bilan harakterlanadi: ish unumdorligi, Foydali issiqlik yuklamasi va foydali ish koeffisienti.

1. Pechning ish unumdorligi vaqt birligi ichida zmeevik quvurlarida isitiladigan hom -ashyo miqdori bilan aniqlanadi.

2. Foydali issiqlik yuklamasi – pechda hom ashyoga uzatiladigan issiqlik miqdorini bildiradi.

Issiqlik yuklamasi pechning issiqlik quvvati va o'lchamlariga bog'liq. Ishlab chiqarishda foydalaniladigan pechlarning issiqlik yuklamasi 8-16 M kal/s ga teng.

3. Foydali ish koeffisienti η – pechni ekspluatasiya qilish tejamkorligini harakterlaydi va foydali issiqlik miqdorining yoqilg'ining to'liq yonishidan hosil bo'lgan umumiy issiqlik miqdoriga nisbati bilan belgilanadi.

$$\eta = \frac{Q_f}{Q_{um}}; \quad (12.1)$$

Bu kattalik yoqilg'ining to'liq yonishiga, atrof – muhitga hamda tutun quvurlari orqali chiqadigan gazlar bilan yo'qotiladigan issiqlik miqdoriga bog'liq. Hozirgi paytda neftni qayta ishlash zavodlarida ishlatilayotgan pechlarning foydali ish koefficienti 0,65-0,85 ga teng.

Foydali ish koeffisientini oshirish tutun gazlari issiqligidan mumkin qadar to'laroq Foydalanish hisobiga amalga oshiriladi. Konveksion kameradan chiqib ketayotgan tutun gazlarning temperaturasi qizdirilgan hom ashyoning boshlang'ich temperaturadan hech bo'lmaganda 1500S ga yuqori bo'lishi kerak.

12.3. PECHLARNING ISSIQLIK BALANSI

Issiqlik balansi pechning 1 soatlik ishi hisobiga tuziladi.

Pechga kiradigan issiqlik quyidagilardan iborat: yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiqlik, yonishga yordam beruvchi havoning issiqligi, yoqilg'ini sochish uchun sarflanadigan suv bug'i issiqligi.

Pechga kiruvchi issiqlik hom-ashyo va bug' isitkichdagi bug' tomonidan qabul qilinadi. Hosil qilingan issiqlikning bir qismi atmosfera ga chiqib ketayotgan tutun gazlari va pechning devori orqali atrof-muhitga yo'qotiladi. Issiqlikning yo'qotilishiga yoqilg'ining to'liq yonmasligi ham sabab bo'lishi mumkin.

$$q_x = Q_{um} - q_{tg} - q_g; \quad (12.2)$$

bu yerda:

q_x - hom ashyo va isituchi bug' tomonidan qabul qilingan issiqlik.

q_{tg} - tutun gazlari bilan chiqib ketayotgan issiqlik.

q_g - pechning devori va metall kamerasi orqali atrofga yo'qotilayotgan issiqlik.

$$q_{tg} = V \cdot C_v \cdot (t_2 - t_1); \quad (12.3)$$

bu yerda: V - t_2 temperaturadagi tutun gazlarining to'liq hajmi.

S_v - tutun gazlarning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi.

t_1 - yonishga berilayotgan havoning temperaturasi.

t_2 - pechdan chiqayotgan tutun gazlarining temperaturasi.

$$q_g = (0,03 - 0,04) \cdot Q_{um}; \quad (12.4)$$

Agar barcha issiqlik qh faqat hom ashyo tomonidan qabul qilinadi deb faraz qilsak, unda bu issiqlik hom ashyoning boshlang'ich temperaturasidan ohirgi temperaturasiga isitish va hom ashyoning bir qismini bug'lanishiga sarf bo'ladi.

$$q_x = G[e \cdot q_{2b} + (1 - e) \cdot q_{2s} - q_{1s}] \quad (12.5)$$

bu yerda:

G - hom ashyo miqdori.

e - bug'langan hom ashyoning massaviy ulushi.

q_{2b} - pechdan chiqayotgan hom ashyo bug'larining ental'piyasi.

q_{2s} - pechdan chiqayotgan suyuq hom ashyoning ental'piyasi.

q_{1s} - pechga kirayotgan suyuq hom ashyo ental'piyasi.

e - kattalik berilgan bo'ladi, q_{1s} , q_{2s} , q_{2b} kattaliklari esa tegishli adabiyotlarda keltirilgan jadval va grafiklardan aniqlanadi.

Reaksion - isituvchi pechlarda foydali issiqlikning bir qismi reaksiyaning borishiga sarf bo'ladi. Bu issiqlik effektiga bog'liq formula bilan topiladi. Issiqlik sarfi haqidagi barcha ma'lumotlarni

bilgan holda yoqilg'ining soatlik sarfini o'rnatuvchi Q_{um} aniqlanadi. Buning uchun tanlangan yoqilg'ining yonish jarayoni hisoblanadi. Hisoblash uchun albatta yoqilg'ining to'liq karakteristikasini bilish lozim. Shuningdek, ortiqcha havo koeffitsientini ham. Odatda bu koeffitsientni 1,1 – 13 ga teng deb qabul qilinadi. Alanganlanmasdan yonuvchi pechlar uchun u 1,02 – 1,05 ga teng Foydali issiqlik hom ashyoga pechning quvurlari tashqi yuzasi orqali berilaridi. Quvurlarning 1 m² yuzasi orqali 1 soatda berilayotgan issiqlik miqdori isitish yuzasining issiqlik kuchlanishi deb ataladi.

$$F = \frac{q_s}{q_{yt}} ; \quad (12.6)$$

bu yerda: F – isitish yuzasi;

q_{yu} – isitish yuzasining issiqlik kuchlanishi.

Radiant quvurlarning yuzasi, ya'ni ularning o'lchami va soni isitish yuzasining issiqlik kuchlanishiga bog'liq.

Quyida issiqlik kuchlanishlarining pechlarni loyihalash va foydalanishda qo'llaniladigan ruhsat etilgan qiymatlari keltirilgan:

Isituvchi pechlar

Issiqlik kuchlanishi,	ming.kkal m ⁻² , s ⁻¹ .
Bug'lantirmasdan isitish.....	40
Neftni isitish va bug'latish 340°S gacha.....	27 – 40
425°Sgacha.....	24
Mazutni vakuumli haydash.....	21 – 27
Sekin kokslash.....	25
Kreking – distilyatni ikkilamchi haydash.....	22
Parafinsizlashtirish qurilmasi	
Fil'tratini haydash.....	17
Qoldiq moy eritmasini isitish.....	15

Reaksiyon – isituvchi pechlar

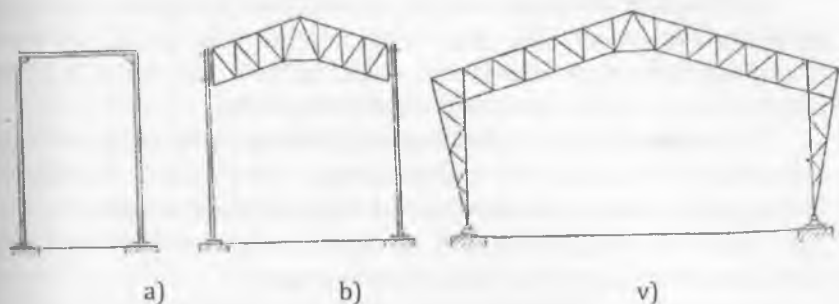
Gazoyl' va ligroin krekingi;	
Termik polimerlash (isituvchi seksiya).....	30 – 40
Distillyat hom ashyosining chuqur kerekingi.....	23 – 35
Og'ir va qoldiq hom ashyoning engil krekingi.....	21 – 31
Mazutning engil krekingi.....	25 – 50

12.4. PECHLARNING KONSTRUKTIV ELEMENTLARI

Hozirgi vaytda loyihalanadigan quvurli pechlarning konstruktiv o'lchamlari, turlari va parametrlari mos normalar asosida ko'zda tutilgan. Pechlarning konstruktiv elementlar quyidagilardan iborat: asos (fundament), metall karkaslar, devor va tom, quvurli zmeeviklar, garnitura (quvurlarni ushlab turuvchi moslama) lar, yoqilg'i qurilmalari, yoqilg'i-havo va bug' bilan ta'minlash sistemasi, hizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun maydoncha va zinalar, mo'rilar va tutun quvurlari, bug' isitkichlari va rekuperatorlar.

Asos (fundament). Quvurli pechlarning asoslari monolit yoki yig'ma temir betondan tayyorlanadi. Ular grunt suvidan ishonchli himoyalanishi lozim. 300-400°S temperaturada cement betondagi kristallangan suvini yo'qotadi va beton buziladi. Shuning uchun asos yuqori temperaturali zonadan oddiy g'ishtdan tayyorlangan, ma'lum qalinlikka ega bo'lgan issiqlikni ushlab turuvchi himoya qatlami bilan ajaratiladi.

Metall karkaslar. Metall karkas pechning devorlarini ushlab turuvchi fazoviy ramalardan iborat. Shuning uchun karkasning tuzilishi pechning tashqi formasiga mos keladi.



12.2-rasm. Quvurli pechlar karkaslari konstruksiyalari sxemalari:

a – oddiy balkali; b – ustun uchun balka va ferma; v – fermali.

Karkas zmeevik quvurlari, garnituralar (quvurlarni ushlab turuvchi moslamalar) va tom og'irliklari hosil qilgan yuklamani ushlab turadi. Karkas tekis rama yoki fermalardan iborat. Ular

asosga o'rnatilib, o'zaro gorizontal balka yoki shvellerlar bilan ulanadi. Fermalarning pastki belbog'i tom g'ishtlarini va ship ekrani quvurlarini osish uchun hizmat qiladi. Yuqorigi belboqqa esa odatda asbocementli listlardan tayyorlangan qoplama o'rnatiladi. Ustunlarga bevosita kornshteynlar yordamida yon ekranning quvurlari va yon devorning g'ishtlari osiladi. O'rta ferma o'ta kuchlangan ferma sifatida mehaniq hisoblanadi. Hisoblash uchun uning alohida elementlarining yuklamalari aniqlanadi.

Fermaning yuqorigi belbog'iga bo'lgan yuklama Q_1 quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q_1 = Q_q + Q_k + Q_p + Q_f/2 \quad (12.7)$$

bu yerda: Q_k – qor og'irligi;

Q_k – qoplama og'irligi;

Q_p – ustun og'irligi;

Q_f – fermalarning og'irligi.

Fermaning pastki belbog'iga bo'lgan yuklama Q_2 quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$Q_2 = Q_{o.t.} + Q_{t.z.} + Q_f/2 ; \quad (12.8)$$

bu yerda: $Q_{o.t.}$ – osma tom, ya'ni osma va g'ishtlar o'rnatilgan balka og'irligi.

$Q_{t.z.}$ – mahsulot bilan to'ldiriladigan zmeevik quvurlari va quvurlar osgichi bilan birgalikdagi og'irligi.

Karkasdagi fermalar soniga qarab bitta fermaga beriladigan yuklama hisoblanadi. Shundan keyin analitik yoki grafik hisoblash orqali sterjenlardagi kuchlanish aniqlanadi va shu asosida ferma barcha elementlarining zaruriy kesimi aniqlanadi.

Yuqorigi va pastki belbog'larining nisbatan ko'proq kuchlangan elementlari summaviy kuchlanishga tekshiriladi. Kuchlanish to'laligicha fermadan karkas kolonnasi (ustuni) ga beriladi.

Agar kolonnalar sonini n ta desak, unda har bir kolonnaga beriladigan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{kol} = \frac{Q_1 + Q_2}{n} ; \quad (12.9)$$

Bundan tashqari, kolonna yon quvurli ekrandan beriladigan $Q_{yo.e.}$ va osilib turuvchi terilgan g'isht devori $Q_{o.g.}$ yuklamalarini ham ushlab turadi.

Q_{kol} , $Q_{yo.e}$, va $Q_{o.g}$ yuklamalari kolonna markazidan bir hil uzoqlikda joylashgan, shuning uchun u bir vaqtning o'zida siqilish va egilish deformasiyasiga ega bo'ladi. Shu paytdagi summaviy kuchlanish σ quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{Q}{F_k \cdot \varphi} + \frac{M_e}{W_k}; \quad (12.10)$$

bu yerda: Q – summaviy siquvchi kuch, Mn.

F_k – kolonnaning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2

σ – ruhsat etilgan kuchlanishni kamaytirish koeffisienti.

M_e – egiluvchan moment, Mnm;

W_k – kolonna ko'ndalang kesim yuzasi qarshilik momenti, m^3 ;

$$Q = Q_{kol} + Q_{yo.e} + Q_{o.g}; \quad (12.11)$$

$$M_i = Q_{ko} \cdot l_1 + Q_{yo.e} \cdot l_2 + Q_{o.g} \cdot l_3; \quad (12.12)$$

Bu yerda l_1 , l_2 , l_3 – kolonna o'qidan kuchlar ta'sir qiluvchi tekislikkacha bo'lgan masofalar.

Summaviy kuchlanish σ ruhsat etilgandan kam va kolonnaning egiluvchanligi o'qlarning ko'ndalang kesimi yuzasiga nisbatan 120 dan oshmaganda kolonna mustahkam hisoblanadi.

Kolonnaning tayanch plitalari yuzasi beton fundamentga beriladigan ruhsat etilgan kuchlanishga qarab aniqlanadi.

Bu kuchlanish quyidagi formula bo'yicha aniqlanib, uning qiymati ruhsat etilganidan kichik bo'lishi kerak.

$$\sigma_l = \frac{Q}{F_M} + \frac{M_e}{W_M}; \quad (12.13)$$

Bu yerda: F_M – plitalarning tayanch yuzasi, m^2 .

W_M – plitalarning tayanch yuzasining qarshilik momenti, m^3 .

Quvur to'rlari va returbend kameralar karkas chekka fermalarining tashkiliy elementlari bo'lib, ular yuqori temperatura ta'sirida bo'ladi. Quvur to'rlari SCH 21-40 markali kulrang chuyandan (8000 °S temperatura uchun), o'tga chidamli cho'yan (10000 °S temperatura uchun) dan, yuqoriroq temperaturalar uchun o'tga chidamli po'latdan tayyorlanadi. Quvur to'ri karkasning tutib turuvchi elementlariga ishonchli mahkamlanadi.

Konveksion kameradagi alohida seksiyalardan iborat quvur to'rlarini mahkamlash uchun pechning ichki yon sirti bo'ylab ferma

elementlariga payvandlangan ramalar o'rnatiladi. Bundan tashqari to'ring eng pastki seksiyasi fundamentga o'rnatiladi.

Pech devorlari. Pech devorlari ham barcha issiqlikni saqlovchi qatlamlar singari o'thona va quvurli pechlarning kameralari zichligini ta'minlash shuningdek, radiant quvurlar ekranini joylashtirish yuzasini hosil qilish va nurlanish energiyasining qaytarilishini ta'minlash vazifasini bajaradi.

Devorlar yuqori temperatura sharoitida mustahkam, germetik va issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lishi kerak.

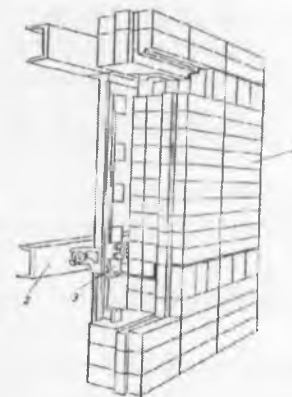
Eski pechlar devori 3 qatlamli: alanga va tutun gazlari ta'sirida bo'ladigan ichki qatlam, o'tga chidamli g'ishtlardan, o'rta qatlam himoya g'ishtlari yoki plitalardan, tashqi qatlam esa yuqori mustahkamlikka ega oddiy g'ishtlardan teriladi. Devor qalinligi sezilarli (0,7 m gacha) bo'lsada, ular tez emirilib ketadi.

O'tga chidamli loy va shamot kukuni qorishmasi yordamida o'tga chidamli g'ishtlardan terilgan devorlar konstruksiyasi jihatidan nisbatan sodda va chidamliroqdir. Devor zichligini ta'minlash maqsadida ular tashqi tomonidan shuvaladi yoki metall listlar qoplanadi.

O'thona issiqlik kuchlanganligiga qarab o'tga chidamli qatlam A, B va V markali shamot g'ishtlaridan tayyorlanadi. Mos ravishda bu g'ishtlar quyidagicha o'tga chidamlilikka ega: A markali g'isht – 17300 °S gacha, B markali g'isht – 1670 °S va V markali g'isht 1580 °S.

Zamonaviy pechlar devori blokli konstruksiyaga ega (12.3-rasm) bo'lib, turli shakldagi o'tga chidamli g'ishtlardan teriladi.

Masalan, ikki qatlamli pechlar 80 dan ortiq shakl va o'lchamga ega bo'lgan bloklardan teriladi. O'tga chidamli bloklar geometrik shakli ularni pech karkasiga mahkamlangan balka va sterjenlarda yig'ish imkonini beradi. Bunday devorlar qorishmasiz terilgani uchun ko'plab ishlatish afzalliklariga ega.



12.3- rasm. Quvurli pechlar devorining blokli konstruksiyasi:

1 – blokli G'uterovka elementlari; 2 – tashuvchi gorizontal shvellerlar; 3 – bloklar uchun kronshteynlar.

Qorishmasiz terilgani uchun har qaysi blok-g'isht issiqlik deformasiyasini engil qabul qiladi. Devor yuqori germetiklikka ega bo'lib, issiqlikning yo'qotilishi va havoning pech ichiga so'rilishi kam.

Bunday devorlar qalinligi 250 mm gacha bo'ladi.

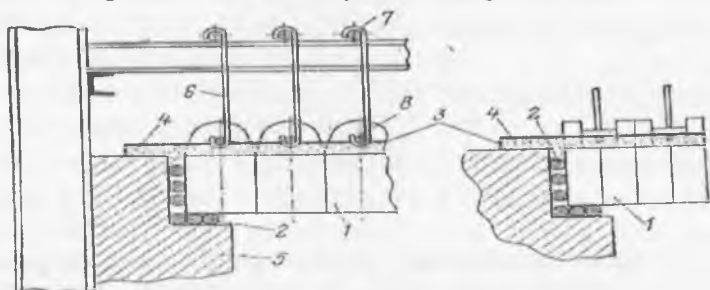
Alangasiz yonuvchi o'thonasi nurlanuvchan devorli vertikal pechlar devorlari to'liq yoki alohida qismlari sopol panellardan tayyorlanadi. Bunday panellar pech karkasiga mahkamlanadigan gorelkaning konstruktiv elementlari bo'lib hisoblanadi. Alohida gorelkalar, shuningdek gorelka va g'ishtlar orasiga asbest qistirmalar yoki iplar qo'yib zichlanadi. Amaliyotda temir beton devorlarni qo'llash keng joriy etilmoqda. Bunday devorlar konstruksiyasining soddaligi, tannarhining pastligi bilan ajralib turadi. Ammo bunday devorlarning o'tga chidamliligi va temperaturaning tez o'zgarishining ta'siri etarlicha o'rganilgani yo'q.

Pechning ostki qismi uch qatlamdan iborat. Pastki qatlam oddiy g'ishtdan beton qoplama ustiga qorishmasiz terib chiqiladi. Ikkinchi qatlam oddiy g'ishtdan cement-loy qorishmasi bilan teriladi. Uchinchi qatlam o'tga chidamli g'ishtdan shamot-loy qorishmasi bilan teriladi.

Osma tom. Osma tomlarga qo'yiladigan asosiy talablar – ularning umriboqiyiligi va germetikligidir.

Tomlarning umriboqiyiligi g'ishtning sifatiga va osmalarning ishonchligiga bog'liq. Osmalar ochiq alanga va tutun gazlarning yuqori temperaturalari ta'siridan saqlash vazifasini bajaradi.

12.4-rasmda juftlab ulangan g'ishtlar pech karkasiga ilmoqlar yordamida ilingan tom konstruksiyasi keltirilgan.



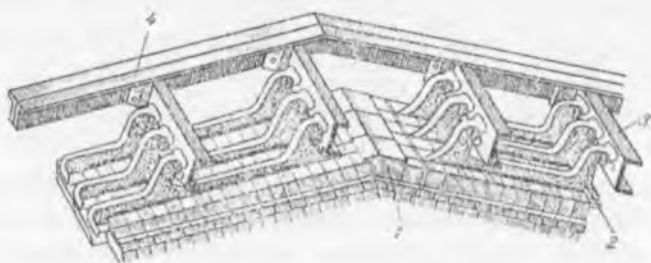
12.4-rasm. Ilgaklarga osilgan osma tom konstruksiyasi:

- 1 – osma g'isht; 2 – himoya ipi; 3 – himoya qatlami shuvog'i;
4 – himoya qatlami; 5 – devor; 6 – osma ilmoq; 7 – ushlab turuvchi moslama;
8 – g'ishtlarni juftlovchi barmoq.

Shovlarni to'ldirish tizimi tomning ishonchli germetikligini ta'minlaydi va metall qismlarni yuqori temperatura ta'siridan himoya qiladi.

Hozirgi vaqtda keng qo'llaniladigan tishli, qulfli yoki labirintli o'tga chidamli bloklardan tayyorlanadigan osma tom lar germetikligi va umriboqiyiligi bilan ajralib turadi.

12.5-rasmda shunday osma tom lar konstruksiyasi ko'rsatilgan.



12.5-rasm. Fasonli elementlardan tayyorlangan pech tomining konstruksiyasi:

- 1 – fasonli g'isht bloklari; 2 – bloklarning cho'yan osmalari; 3 – osmalarni mahkamlash ustunlari; 4 – ferma pastki belbog'i elementi.

Fasonli g'isht bloklari boltlar yordamida ustunga mahkamlangan cho'yan osmalarga biriktiriladi. f ason bloklar orasidagi bo'shliqlar shamot va o'tga chidamli loy qorishmasi bilan to'ldiriladi va himoya qatlamii bilan qoplanadi.

Quvurli zmeeviklar. Quvurli zmeeviklar turli konstruksiyadagi dvoyniklar bilan o'zaro birlashtirilgan quvurlardan iborat.

Pech quvurlari qiyin sharoitlarda ishlaydi: ular ikki tomonlama yuqori temperatura ta'sirida bo'ladi: ichki tomondan - qizdiriladigan hom-ashyo va tashqi tomondan esa - tutun gazlari va nurlanuvchi yuzalar ta'sir qiladi.

Trubularning charchashi va ishdan chiqish sabablari turlicha bo'lib, ularni ishlatish rejimining gidravlik va issiqlik karakteristikalariga va jarayonning hom-ashyo sifatidan kelib chiqadigan texnologik xususiyatlariga bog'liq.

4500 °S gacha bo'lgan temperaturalarda 10 va 20 markali uglerodli po'latdan choksiz o'rab tayyorlangan quvurlar, 5500 °S gacha bo'lgan temperaturalarda esa H5M va H6VH markali legirlangan po'latdan tayyorlangan quvurlar ishlatiladi. Yuqori temperaturalarda esa o'tga chidamli po'latdan tayyorlangan quvurlar ishlatiladi. Uglerodli po'latdan tayyorlangan quvurlar faqat agressiv bo'lmagan muhitlarda qo'llaniladi.

Quvurlarning ichki yuzasi korrozion va errozion eskirishga uchraydi. Bunday holat ayniqsa oltingugurtli va tarkibida hlorldi tuzlar bo'lgan neftlarni qayta ishlashda kuzatiladi.

Neft tarkibidagi mehaniq qo'shimchalar va oqimning yuqori tezliklari errozion eskirishni keltirib chiqaradi.

Quvurlarning tashqi sirti tutun gazlar, yuqori temperatura ta'sirida kuyish natijasida korroziyaga uchraydi.

Tutun gazlari ta'siridagi korroziya hom-ashyoning quvurlarga kirishdagi temperaturasi 500 °S dan past bo'lganda, konveksion kamerada joylashgan zmeevikning birinchi qatoridagi quvurlarda ko'proq uchraydi. Bunda quvurlar bilan kontaktda bo'ladigan tutun gazlari soviydi, uning tarkibidagi suv bug'lari kondensasiyalanib, gazlar tarkibidagi oltingugrt angidridini yutadi va agressiv sul'fat kislota hosil qiladi.

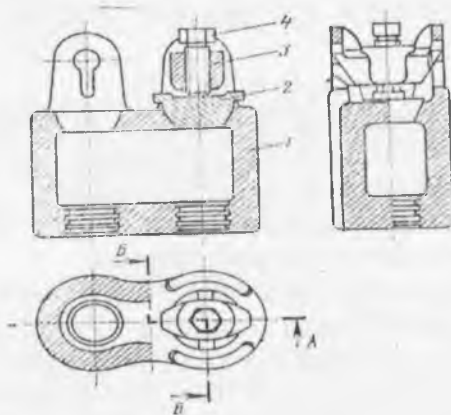
Pech quvurlari barcha ekspluatasiya talablariga muvofiq bo'lishi kerak. Quvur partiyalari tayyorlovchi zavod **tomonidan mos**

sertifikat bilan ta'minlanadi, unda metall sifatini ko'rsatuvchi zarur ma'lumotlar keltirilgan bo'ladi. Quvurlarning ichki va tashqi sirtlari silliq va shikastlanmagan bo'lishi lozim. Quvur sirtidagi o'yiqlar chuqurligi 1 mm.dan oshmasligi lozim. Quvurlar o'lchamining GOST ruhsat etadigan normal o'lchamlardan Farqi tashqi diametr bo'yicha 0,5 dan 2,25 % gacha, devor qalinligi bo'yicha 12,5 % dan oshmasligi lozim.

Hozirgi vaqtda 60 – 152 mm diametrli, 18 m gacha uzunlikdagi, devor qalinligi – 15 mm gacha bo'lgan quvurlar ishlatiladi.

Quvurlar zmeeviklar bilan ikki hil usulda ulanadi: retrubendlar va dvoyniklar yordamida. Agar ish sharoitida quvurlar uchlarini reviziya qilish yoki tozalash maqsadida tez-tez ochib turish talab qilinmasa, zmeevik quvurlarini payvandlash yo'li bilan ulagan ma'qulroq. Bunday zmeeviklar sodda, kompakt, arzon va ishonchli bo'ladi. Pech zmeeviklari konveksion kamerada payvandlash, qolgan qismlari esa retrubend usulida tayyorlanishi ham mumkin.

12.6-rasmda ikkita quvurni o'zaro ulash uchun mo'ljallangan quyma retrubend tasvirlangan.



12.6 - rasm. Quyma retrubend:

1 – retrubend korpusi; 2 – tiqin; 3 – travers; 4 – bolt.

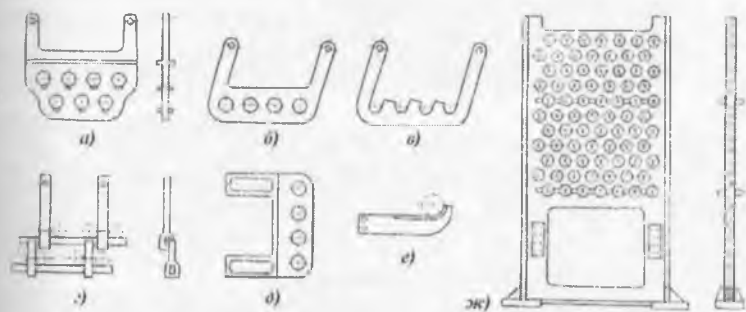
Zmeevik quvurlari radiant kamera ekrani bo'ylab bir yoki ikki qatorda shahmat tartibida joylashtiriladi. Quvurlarning joylashish qadami odatda 1,7 – 2 tashqi diametrga teng qilib qabul qilinadi.

Pechlar garniturası. Pech garniturasiga quvurlarni quvur to'ri orasida ushlab turish uchun, devor g'ilofi bloklarini yig'ish uchun mo'ljallangan detallar kiradi. Bunday detallar ekranning joylashuviga, quvurlarning og'irligi va uzunligiga, temperatura rejimiga bog'liq holda turli shakl va konstruksiyalarga ega. Ship ekrani quvurlari uchun osmalar, yon ekran quvurlari uchun kronshteynlar, konveksion kamera quvurlari uchun oraliq panjaralar ishlatiladi. Bu detallar qatori har bir quvur og'irligi va uzunligidan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Hisoblashlarda quvurlarning o'z og'irligi va ularning mahsulot bilan birgalikdagi og'irligi hisobga olinadi. Odatda hisoblash uchastkasining uzunligi 4,5 m qilib qabul qilinadi.

Osma va kronshteynlar karkas elementlariga, konveksion panjaralar esa pech fundamentida mahsus tayyorlangan uchastkalarga mahkamlanadi. Bir kamerali pechlarning konveksion quvurlar panjaralarini bir tomondan metallokonstruksiyaga, ikkinchi tomonda esa devor g'ishtlari orasiga mahkamlash mumkin. Konveksion quvurlar panjaralari odatda SCh 21-40 markali po'latdan, Faqat muhit temperaturasi yuqori bo'lgan yuqori qatorlarning bir nechta o'tga chidamli po'latdan tayyorlanadi.

Baland konveksion kameralarda panjaralar zanglamaydigan boltlar yordamida ulanib yig'iladi.

Quvur osmalari va kronshteynlar (12.7-rasm) yopiq yoki ochiq holda bo'lishi mumkin.



12.7 - rasm. Quvurlarni ushlab turuvchi detallar:

a - ikki qatorli ekran uchun yopiq osma; b - bir qatorli ekran uchun yopiq osma; v - ochiq osma; g - ikkiqatorli ekran uchun bo'laklangan osma; d - yon ekranning yopiq kronshteyni; e - ochiq kronshteyn; j - konveksion kamera panjarasi.

Yopiq osmalar mustahkamroq, lekin ularni almashtirish uchun pech demontaj qilinadi. Radiantli kamerada yuqori temperaturani hisobga olgan holda, osma va kranshteynlar issiqlikka chidamli po'latdan yasaladi. Quyma detallar EI 316 (EI 319) markali po'latdan, temperatura 10000 °S bo'lgan va oltingugurtli tutun gazlari sharoitida o'tga chidamli po'latdan tayyorlanadi. Shuningdek, hrommarganecli va hromomarganeckremniyli po'latlar ham ishlatiladi.

Osma yoki kranshteynlar soni n , pech quvurlarining o'z og'irligi va mahsulot og'irliklarini hisobga olib, quyidagi Formula yordamida aniqlanadi.

$$n = \frac{L}{l} - 1 ; \quad (12.14)$$

Bu yerda: L – retrubend kamera va quvur panjaralari orasidagi masofa.

l – osma va kronshteynlar orasidagi masofa.

$$l = \sqrt{\frac{8,73(\sigma_{re} - \frac{pD}{4\delta})W}{q}} ; \quad (12.15)$$

Bu yerda: σ_{re} – quvur sirtidagi temperaturada egilishga ruhsat etilgan kuchlanish, Mn/m^2 ;

p – quvurdagi muhit bosimi, Mn/m^2 ;

D – quvurning ichki diametri, m ;

δ – quvur devorining qalinligi, m ;

W – quvur kesimi inersiya momenti, m^3 ;

q – bir metr quvurning mahsulot bilan birgalikdagi og'irligi, Mn/m^2 .

Yoqilg'i jihozlari. Neftni qayta ishlash zavodlari quvurli pechlarida yoqilg'i sifatida suyuq neft yoqilg'isi (neftni qayta ishlash mahsulotlari) va tabiiy gazdan foydalaniladi. Foydalaniladigan yoqilg'i turiga qarab uni yoqish uchun ishlatiladigan jihozning konstruksiyasi va hususiyatlari tanlanadi.

Yoqilg'ini yoqish jarayonini shartli ravishda bir nechta ketma – ket bosqichlarga ajratish mumkin: yoqilg'ini dastlabki isitish, uni purkash, havo bilan aralashtirish, havo – yoqilg'i aralashmasini alangalanish temperaturasigacha isitish, yoqilg'ini bug'latish va yoqish.

Yoqilg'ini dastlabki isitish yoqilg'i idishlarida, mahsus isitkichlarda, shuningdek bevosita forsunkaning o'zida amalga oshiriladi. Yuqori qovushqoqlikka ega yoqilg'ilarni isitish alohida ahamiyat kasb etadi. Isitishning maksimal temperaturasi iqtisodiy tejamkorlik va forsunka kanallarida koks hosil bo'lishini oldini olish nuqtai nazaridan kelib chiqqan holda belgilanadi.

Yoqilg'ini purkashdan maqsad, uni mayin dispers holatga keltirish bo'lib hisoblanadi. Bunda yoqilg'i havo bilan aralashib, aralashmaning yonishi tezlashadi va to'liq yonishi ta'minlanadi. Ko'pgina quvurli pechlarda suyuq yoqilg'i suv bug'lari bilan, ayrim hollarda esa havo bilan purkaladi. Bug' forsunkalari konstruksiyasi oddiy, lekin bug' sarfi yuqori. (0,3-0,5 kg bug' 1 kg yoqilg'iga).

Havo forsunkalari ular ventellyator hosil qiladigan havo oqimida ishlay oladigan hollarda, ya'ni havoning past bosimida ishlatiladi. Aks holda ular tejamli bulmaydi.

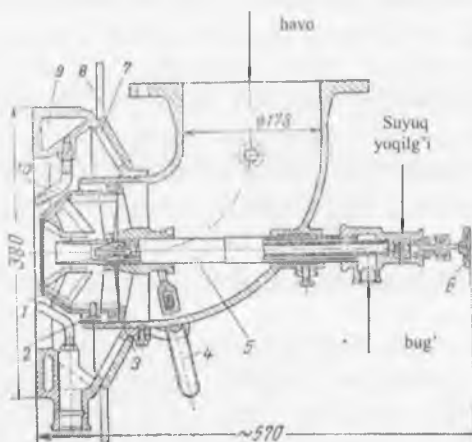
Purkalgan yoqilg'i havo bilan aralashish jarayonida yoki undan keyin aralashmaning alangalanish temperaturasigacha isitiladi. Bunda yoqilg'i bug'lanadi va parchalanadi.

Forsunkadan chiqadigan gulhan o'lchami, yoqilg'ini yuqorida keltirilgan bosqichlardan o'tish tezligi bilan aniqlanadi. Gulhan uzunligi birta forsunkaga sarflanadigan yoqilg'i sarfiga ham bog'liq.

Gazsimon yoqilg'ini yoqish jarayoni, suyuq yoqilg'ining yonishidan farqli ravishda kam sonli bosqichlardan iborat: Forsunkada yoki o'thonada gaz havo bilan aralashtiriladi. So'ngra yoqilg'i-havo aralashmasi alangalanish temperaturasigacha qizdiriladi. Gazni yonish sifati uning havo bilan aralashish darajasiga va qizdirish tezligiga bog'liq.

Ko'p quvurli pechlarda gazsimon yoqilg'ini yoqish oddiy konstruksiyali gaz gorelkalarida amalga oshiriladi. Bunday gorelkalar umriboqiy va zavod sharoitida juda oson tayyorlanadi, lekin ish ko'rsatkichlari yuqori emas. Gaz yoqilg'isida ishlaydigan GNG-1M va GNG-3 tipidagi gaz-neft forsunkalari juda keng tarqalgan. Bunday forsunkalar gaz bo'lmay qolganda tezda suyuq yoqilg'iga moslashtiriladi. Har ikkala tipdagi forsunkalarda suyuq yoqilg'i kanallarining bug' bilan tozalash imkoniyati ko'zda tutilgan bo'lib, bu kanallarni ifloslanishi va koks bilan tiqilib qolishining

Bu forsunkada mahsus uyurma hosil qiluvchi moslama 1 bo'lib, u havo oqimiga aylanma harakat beradi. Yoqilg'ining havo yordamida purkalishi dastak 4 orqali ochiladigan zaslonka 3 yordamida rostlanadi. Suyuq yoqilg'ining bug' – suyuqlik kamerasi 5 dagi sarfi ventil' 6 yordamida rostlab turiladi. forsunkaning gazni yoqish qismi aylanma kollektor 9 dan iborat bo'lib, unga nakonechnik 10 buralgan. Gazning yonishi uchun zarur bo'lgan havo forsunka korpusida joylashgan tuynuk 7 orqali beriladi.



1 – uyurma hosil qilish moslamasi; 2 – moslamani mahkamlagichi; 3 – havo zaslonkasi; 4 – zaslonka dastagi; 5 – bug'-suyuqlik kamerasi; 6 – yoqilg'i ventili; 7 – havo tuynugi; 8 – havo registri; 9 – aylana gaz kollektori; 10 – gaz kollektori nakonechnigi.

226

temperaturalariga bog'liq. Tutun quvurlar pech o'tthonasida hosil qiladigan siyraklashish 15-20 mm.suv. ust.ini tashkil etadi.

Hozirgi vaqtda ishlatiladigan tutun quvurlari St.3 markali po'latdan tayyorlangan. Konus shaklidagi metall quvurlar normalga mos ravishda 30,35 va 40 m balandlikka, chiqishda 2000 mm gacha va asosida 3200 mm gacha diametga ega. Ular fundamentga 16 dona fundament boltlari yordamida mahkamlanadi.

Tutun quvurlarining shamol ta'siridagi tebranish chastotasi ularning hususiy tebranish chastotasi bilan mos keladi. Shamolning muayyan tezligida quvurlar rezonansga tushib qoladi va ularning tebranish amplitudasi ortib ketadi. Bu hodisa sezilarli dinamik kuchlanishni hosil qiladi.

Tutun quvurlarining pastki qismi ichki tomonidan o'tga chidamli g'isht bilan qoplanadi. Qoplamaning balandligi tutun gazlari temperaturasi bog'liq bo'lib, odatda 10-15 m ni tashkil etadi. Qoplama po'lat quvurlar tebranishini so'ndirishga hizmat qiladi.

Tutun quvurlar yupqa devori tutun gazlari ta'sirida korroziyalanishi mumkin. Hozirgi paytda temir - beton quvurlar ishlab chiqarishga joriy qilinmoqda.

Mo'rilar konveksion kamerani tutun quvurlar bilan bog'laydi. Ular g'isht, g'isht va temir-beton bloklardan teriladi. Ko'rikdan o'tkazish, ta'mirlash uchun ularda lyuklar o'rnatiladi. Mo'rilarining barcha kanallari bug' yordamida o't o'chirish tizimi bilan ta'minlangan. Tutun quvurlarining so'rishini rostlab turish uchun uning pastki qismida tekis to'siqlar o'rnatilgan.

12.5.Silindrsimon trubali pechni hisoblash

Pechni hisoblash uchun quyidagi boshlang'ich ma'lumotlar berilgan bo'lishi lozim:

- Isitiladigan mahsulot turi;
- Isitiladigan mahsulot sarfi;
- Isitiladigan mahsulot solishtirma zichligi;
- Isitiladigan mahsulot molekulyar massasi;
- Isitiladigan mahsulot pechga kirishdagi temperaturasi;
- Uning chiqishdagi temperaturasi;
- Mahsulotning pech zmeeviklaridan chiqishdagi bosimi;

Pechda joylashtirilgan bug' qizdiruvchi qurilma quvvati;
Bug'ning pechga kirishdagi temperaturasi;
Bug'ning pechdan chiqishdagi temperaturasi;
Yoqilg'i gazining tarkibi (hajm%).

Hisoblash quyidagi ketma ketlikda bajariladi:

1. Yoqilg'ining yonish jarayoni hisoblanadi.
2. Pechning foydali ish koeffitsienti, uning foydali va to'liq issiqlik quvvati, yoqilg'i sarfi hisoblanadi.
3. Radiant trubalar isitish yuzasi va kameraning asosiy o'lchamlari aniqlanadi.
4. Xom-ashyoning pech zmeevikiga kirishdagi tezligi tekshiriladi.
5. O'txonada nurlanish yo'li bilan issiqlik almashinish jarayoni hisoblanadi.
6. Pech konveksion isitish yuzasi, konveksion trubalar soni va kamera o'lchamlari hisoblanadi.

Hisoblash.

1. Yonish jarayonini hisoblash.

Yoqilg'i gazining berilgan tarkibi bo'yicha uning quyi yonish issiqligi aniqlanadi.

Massaviy quyi yonish issiqligi:

$$Q_p'' = \frac{Q_p''}{\rho_2} \quad (12.16)$$

1 kg yoqilg'ini yoqish uchun sarflanadigan havoning nazariy miqdori aniqlanadi:

$$L_0 = \frac{0.02,67C + 0.08H + 0.01(S - O)}{0,23} \quad (12.17)$$

Bu yerda: C, H, s, O – mos ravishda, gaz tarkibidagi uglerod, vodorod, oltingugurt va kislorod miqdori.

Havoning oshiqchalik koeffitsienti qabul qilinadi. $\alpha = 1,1$. Bu holda 1 kg havoni yoqish uchun ketadigan haqiqiy yoqilg'i miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$L_h = L_0 \alpha \quad (12.18)$$

1 kg yoqilg'i yonganda hosil bo'ladigan yonish mahsulotlari miqdori aniqlanadi:

$$\begin{aligned}
 m_{CO_2} &= 0.3,67C \\
 m_{H_2O} &= 0.09H \\
 m_{O_2} &= 0,23L_0(\alpha - 1) \\
 m_{N_2} &= 0,77L_0\alpha + 0.01N
 \end{aligned}
 \tag{12.19}$$

1 kg yoqilg'i yonganda hosil bo'ladigan yonish mahsulotlari umumiy miqdori ΣM_i aniqlanadi.

1 kg yoqilg'i normal sharoitda yonishi natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlarining hajmiy miqdori:

$$\begin{aligned}
 v_{CO_2} &= \frac{m_{CO_2} \cdot 22,4}{M_{CO_2}} \\
 v_{H_2O} &= \frac{m_{H_2O} \cdot 22,4}{M_{H_2O}} \\
 v_{O_2} &= \frac{m_{O_2} \cdot 22,4}{M_{O_2}} \\
 v_{N_2} &= \frac{m_{N_2} \cdot 22,4}{M_{N_2}}
 \end{aligned}
 \tag{12.20}$$

1 kg yoqilg'i yonish mahsulotlari umumiy hajmi Σv_i aniqlanadi. Yonish mahsulotlari zichligi normal sharoitda:

$$\rho_0 = \frac{\Sigma m_i}{\Sigma v_i}
 \tag{12.21}$$

Yonish mahsulotlarining molekulyar massasi:

$$M_0 = \rho_0 \cdot 22,4
 \tag{12.22}$$

2. Foydali ish koeffitsienti, pechning foydali issiqligi va yoqilg'i sarfi hisoblanadi.

Pechning foydali ish koeffitsienti quyidagi formula orqali topiladi.

$$\eta = 1 - \left(\frac{q_1}{Q_p^H} + \frac{q_2}{Q_p^H} \right);
 \tag{12.23}$$

Bu yerda: q_1 – pechning atrof muhitga yo'qotadigan issiqligi;

q_2 – pechning tutun-gazlari bilan chiqib ketayotgan issiqligi.

Pechning atrof- muxitga yo'qotadigan issiqligini 4% gacha qabul qilish mumkin.

Pechdan chiqib ketayotgan tutun gazlari temperaturasi qabul qilinib, q_2 aniqlanadi.

Pechning foydali issiqligi:

$$Q_{foy} = Q_x + Q_k,
 \tag{12.24}$$

bu yerda: Q_x – xom-ashyoga beriladigan issiqlik miqdori.
 Q_k – suv bug'ini qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori.

Xom-ashyoga beriladigan issiqlik miqdori quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$Q_v = G[eq_{T_v}^0 + (1-e)(x_1q_{T_v}^{C_1} + x_2q_{T_v}^{C_2}) - (c_1q_{T_v}^0 + c_2q_{T_v}^0)] \quad (12.25)$$

Bu yerda: G - pechning xom-ashyo bo'yicha ish unumdorligi;
 e - xom-ashyoning pechdan chiqishdagi haydalgan massaviy ulushi;

$q_{T_v}^0, q_{T_v}^{C_1}, q_{T_v}^{C_2}$ - mos ravishda pechdan chiqishda bug' va suyuq fazaning entalpiyalari;

$q_{T_v}^0$ - xom-ashyoning pechga kirishdagi entalpiyasi.

x_1 va x_2 – isitilayotgan mahsulot va ekstraktning suyuq fazadagi miqdori;

c_1 va c_2 - xom-ashyoning tarkibi;

Suv bug'ini qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori.

$$Q_h = Z[C_p(T_b - T_s) + rx] \quad (12.26)$$

Z - qizdiriladigan bug' miqdori;

C_p - qizigan bug'ning issiqlik sig'imi;

T_b – suv bug'ining bug' isitkichdan chiqishdagi harorati;

T_s – bug'ning boshlang'ich harorati;

r -suvning bug' hosil bo'lish issiqligi;

x -suv bug'ining namligi.

Yoqilg'ining 1 soatdagi sarfi quyidagicha aniqlanadi.

$$B = \frac{Q_v}{Q_p^0 \eta} \quad (12.27)$$

3. Radiatsion kamerani hisoblash.

Radiant trubalarining isitish yuzasi:

$$H_p = \frac{Q_p}{q_p}; \quad (12.28)$$

Bu yerda: Q_p – radiant trubalari orqali xom-ashyoga beriladigan issiqlik miqdori;

q_p – radiant trubalarining issiqlik kuchlanishi (kVt/m^2).

Xom-ashyo radiant trubalarda isib, qisman bug'lanadi.

Pech o'txonasining issiqlik balansidan, xom-ashyoni isitish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_p = B(Q_p^0 \eta_T - q_{T_p}) \quad (12.29)$$

Bu yerda: η_T - o'txona foydali ish koeffitsienti;

q_{r_s} - tutun gazlarining radiatsiya kamerasidan chiqishdagi entalpiyasi.

Radiant qismdan chiqib ketayotgan tutun gazlari entalpiyasini topamiz:

$$q_{r_R} = Q_r'' \eta_r - \frac{Q_p}{B} \quad (12.30)$$

O'txona foydali ish koeffitsienti quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\eta_r \approx 1 - \frac{q_1}{Q_r''} \quad (12.31)$$

Loyihalanayotgan pechning trubalari diametrini, ishchi uzunligini qabul qilib, trubalarni mahkamlash uchun ketadigan uzunliklarini ham hisobga olib trubaning to'liq uzunligi aniqlanadi.

Trubalar soni quyidagiga teng bo'ladi:

$$N_p = \frac{H_p}{\pi d_i l_{TP}} \quad (12.32)$$

Trubalarning joylashishi qadamini qabul qilib, truba o'qi bo'yicha pechning diametri quyidagicha aniqlanadi.

$$D_0 = \frac{H_p S}{\pi} \quad (12.33)$$

Truba o'qidan pech devorigacha bo'lgan masofani $\alpha = 1,5d_i$ deb olib, pechning ichki diametri aniqlanadi:

$$D_n = D_0 + 2\alpha \quad (12.34)$$

Pechning poda yuzasi:

Pechning silindrsimon qismi yuzasi:

$$F_\delta = \pi D_n \cdot l_{TP} \quad (12.35)$$

Ichki radiatsion kameraning umumiy yuzasi:

$$\Sigma F_i = F_\delta + F_\delta \quad (12.36)$$

Xom-ashyoning pech zmeevikidan chiqayotgandagi tezligini tekshirish.

Xom-ashyoning chiziqli tezligi:

$$\omega = \frac{4 \cdot V_{\text{sek}}}{\pi d_i^2} \quad (12.37)$$

Bunda V_{sek} - xom-ashyoning hajmiy sarfi, m^3/s .

d_i - trubaning ichki diametri, m.

Xom-ashyoning hajmiy sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{\text{sek}} = \frac{G_1 \cdot 1000}{24 \cdot 3600 \rho_1} \quad (12.38)$$

Bunda: G_1 - isitilayotgan xom-ashyo sarfi;

4. Konveksion kamerani hisoblash.

Konveksion trubalar isitish yuzasi quyidagicha aniqlanadi.

$$F_k = \frac{Q_k}{K_1 \Delta T_{o'r}} \quad (12.39)$$

Bu yerda: Q_k - xom-ashyoga konveksion kamerada beriladigan issiqlik miqdori, Vt;

K_1 - konveksion kamerada issiqlik berish koeffitsienti, (Vt/m²K);

$\Delta T_{o'r}$ - o'rtacha temperaturalar farqi, K.

Konveksion trubalarda xom-ashyoga beriladigan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_k = Q_g - Q_p \quad (12.40)$$

Bug'li isitgich uchun 57×3,5 mm diametrli, uzunligi $l_{m,p} = 2,5$ m li truba tanlaymiz.

Trubalar koridorli joylashgan bo'lib, eniga trubalar qadami $S_1 = 1,5d_1 = 86$ mm, bo'yicha $S_2 = 250$ mm ni tashkil etadi. Bitta gorizontal qatorda $p_1 = 21$ ta truba deb qabul qilamiz.

Trubalarning bunday sonida chekkada joylashgan trubalar o'qlari o'rtasidagi masofa quyidagiga teng:

$$D_T = (n_1 - 1)S_1 = (21 - 1) \cdot 86 = 1720 \text{ mm} \quad (12.41)$$

Konveksion kamerada issiqlik uzatish koeffitsienti quyidagi formula yordamida topiladi:

$$K_k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{dev}}{\lambda_{dev}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (12.42)$$

Bu yerda: α_1 - tutun gazlarining issiqlik berish koeffitsienti, Vt/(m²K);

δ_{dev} - truba devorining qalinligi, m;

λ_{dev} - po'latning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, Vt/(m·K);

α_2 - truba devorining issiqlik berish koeffitsienti Vt/(m²·K).

Tutun gazlarining issiqlik berish koeffitsienti quyidagi formula bilan topiladi:

$$\alpha_1 = 1.1(\alpha_n + \alpha_f) \quad (12.43)$$

Bu yerda: α_n - gazlarning trubaga konveksiya yordamida issiqlik berish koeffitsienti, Vt/(m²K);

α_n - uch atomli gazlarning nurlanishi yo'li bilan issiqlik berish koeffitsienti, Vt/(m²K);

α_k koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\alpha_k = c\beta \frac{\lambda}{d_r} \text{Re}^{0.6} \cdot P_r^{1/3} \quad (12.44)$$

Bu yerda: $c=0,33$ -trubalarning shaxmat tartibida joylashish doimiyligi;

$\beta=1$ - trubalar to'plamidagi qatorlar soniga bog'liq koeffitsient;

λ_r - tutun gazlarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $\text{Wt}/(\text{m K})$.

Tutun gazlarining konveksion trubalar orasidan o'tish bo'sh kesim yuzasi aniqlanadi:

$$f_r = (D_k - n_1 d_r) l_{TP} = [(n_1 - 1) S_1 + 3d_r - n_1 d_1] l_{TP} \quad (12.45)$$

Trubalar to'plami eng tor kesim yuzasi orqali tutun gazlarining o'tish tezligi aniqlanadi:

$$w = \frac{B \Sigma \beta T_{gr}}{3600 \cdot f_r \cdot 273} \quad (12.46)$$

Re va Rr kriteriyalarini aniqlash uchun tutun gazlarining berilgan temperaturadagi kinematik qovushqoqligi, zichligi, issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini hisoblash kerak.

Dinamik qovushqoqlik koeffitsienti quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\frac{M_r}{\mu_r} = \Sigma \frac{x_i M_i}{\mu_i} \quad (12.47)$$

Bu yerda: M_r, μ_r - mos ravishda, tutun gazlarning molekulyar og'irligi va dinamik qovushqoqligi;

M_i - tutun gazlari komponentlarining molekulyar og'irliklari;

μ_i - tutun gazlari komponentlarning dinamik qovushqoqligi.

YUqoridagi formuladan:

$$\mu_r = \frac{M_r}{\Sigma \frac{x_i M_i}{\mu_i}} \quad (12.48)$$

Tutun gazlari zichligi:

$$\rho_r = \frac{M_r}{22,4} \cdot \frac{T_0}{T_{gr}} \quad (12.49)$$

Tutun gazlarining kinematik qovushqoqligi:

$$\vartheta_r = \frac{\mu_r}{\rho_r} \quad (12.50)$$

Tutun gazlari issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti:

$$\lambda_r = \sum x_i' \lambda_i \quad (12.51)$$

Tutun gazlarining issiqlik sig'imi:

$$c_r = \sum x_i' c_i \quad (12.52)$$

Kriteriylarning qiymati aniqlanadi:

$$\text{Re} = \frac{\omega d_i}{\nu_r}$$

$$Pr_r = \frac{\nu_r \cdot c_r \cdot \rho_r}{\lambda_r} \quad (12.53)$$

Nelson formulasi yordamida uch atomli gazlarning nurlanishidan issiqlik berish koeffitsienti aniqlanadi:

$$\alpha_n = 0,025 T_{o'r} - 9,3 \quad (12.54)$$

Suv bug'iga truba devori tomonidan issiqlik berish koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\alpha_2 = (3,24 + \frac{0,35 T_{\pm}}{100}) \frac{\omega_b^{0,75}}{d_i^{0,25}} \quad (12.55)$$

Bu yerda: T_z - suv bug'ining o'rtacha temperaturasi.

$$T_{\pm} = \frac{T_s + T_{bug'}}{2} \quad (12.56)$$

Konveksion kamerada o'rtacha .temperaturalar farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta T_{o'r} = \frac{\Delta T_{max} + \Delta T_{min}}{2} \quad (12.57)$$

Issiqlik almashinish quyidagi sxema asosida boradi.

$$\Delta T_{max} = T_{max} - T_k$$

$$\Delta T_{min} = T_{chiq} - T_k \quad (12.58)$$

Konveksion kameradagi trubalar soni:

$$N_k = \frac{F_k}{\pi d l_{sup}} \quad (12.59)$$

Horizontal qatorlarning soni:

$$m = \frac{N_n}{n_1} \quad (12.60)$$

5. Pech o'txonasida nurlanish yordamida issiqlik almashinishni hisoblash

Trubalarning effektiv nur qabul qilish yuzasi aniqlanadi.

$$H_n = \kappa \cdot H_{yuc} \quad (12.61)$$

Bu yerda: κ - shakl faktori; H_{yuc} - silindrsimon yuza.

$$H_{\text{yul}} = \pi(D_0 + d_1)M_{\text{yul}} \quad (12.62)$$

Radiatsion kameraning nurlanish qabul qilmaydigan yuzasi aniqlanadi:

$$F_i = \Sigma F_i - H_n \quad (12.63)$$

Ekvivalent absolyut qora yuza aniqlanadi:

$$H_s = \frac{E_i}{\psi(T)} (E_n H_n + \gamma E_F F) \quad (12.63)$$

Bu yerda: E_v - yutuvchi muhitning qoralik darajasi;
 $\psi(T)$ - pechning o'txonasida temperaturaning taqsimlanish funksiyasi;

E_n - ekran yuzasining qoralik darajasi;

E_F - radiatsion kameraning qoralik darajasi;

γ - koeffitsient quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{1}{1 + \frac{E_v}{1 - E_v} \cdot \frac{1}{E_n \cdot \rho}} \quad (12.64)$$

$$\rho = \frac{H_s}{\Sigma F_i}$$

Yutuvchi muhitning qoralik darajasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$E_v \approx \frac{2}{1 + 2.15\alpha} \quad (12.65)$$

$\alpha = 1,1$ ortiqcha havo koeffitsienti.

E_n va E_F bir xil bo'lganligi uchun:

$$H_s = \frac{E_v \cdot E_n}{\psi(T)} (H_n + \gamma F) \quad (12.66)$$

Belonok buyicha:

$$\frac{E_v E_n}{\psi(T)} = 0,22 + \frac{0,33}{\alpha} \quad (12.61)$$

Gazlarning erkin konveksiyada ekran trubalariga issiqlik berish koeffitsientini aniqlanadi:

$$\alpha_s = 2,14\sqrt{T_n - Q} \quad (12.62)$$

Bu yerda: Q - erkin trubalarining tashqi sirtidagi temperatura.

$$Q = \frac{T_1 + T_2}{2} + 35 \quad (12.63)$$

BESHINCHI QISM. MODDA ALMASHINISH JARAYONLARI VA JIHOZLARI

XIII BOB. MODDA O'TKAZISH ASOSLARI

13.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Bir fazadan ikkinchi fazaga modda o'tishi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar modda almashinish jarayonlari deb yuritiladi. Modda o'tish jarayoni fazalar o'rtasida muvozanat holat yuz bergunga qadar davom etadi. Bir fazaning ichida esa modda konsentratsiya yuqori bo'lgan nuqtadan konsentratsiyasi past bo'lgan nuqtaga tomon o'tadi. Sanoatda modda almashinish jarayonlari birinchi navbatda suyuq yoki gaz holatidagi gomogen aralashmalarni ajratish, ularni quyuqlashtirish, oqova suvlar va ishlab chiqarishdan chiqib ketayotgan gazlarni tozalash uchun keng ishlatiladi. Nam materiallarni quritish, qattiq jism tarkibidagi kerakli komponentni eritib olish yoki eritmalaridan kristallarni ajratib olish kabi jarayonlar ham modda almashinish jarayonlari qatoriga kiradi. Fazalar suyuq, qattiq, gaz va bug' holatida bo'lishi mumkin.

Sanoatda quyidagi modda almashinish jarayonlari keng tarqalgan.

Suyuqliklarni haydash va rektifikatsiya qilish. Bunday jarayonlar suyuq gomogen aralashmalarni suyuqlik oqimi va aralashmani bug'latish paytida hosil bo'ladigan bug' bilan o'zaro ta'siri yordamida komponentlarga ajratishga asoslangan. Suyuq va bug' fazalar orasida komponentlarning o'zaro almashinish yo'li bilan suyuqlik aralashmalarini ajratish jarayoni haydash deb ataladi. Bu jarayon issiqlik ta'sirida ikki xil usul bilan olib boriladi: oddiy haydash (distillatsiya) va murakkab haydash (rektifikatsiya). Sanoatda rektifikatsiya suyuq aralashmalarni komponentlarga ajratish, o'ta toza suyuqliklarni olish va boshqa mahsulotlar uchun qo'llaniladi.

Absorbsiya. Gaz yoki bug' aralashmasi tarkibidagi bir yoki bir necha komponentning suyuq yutuvchi moddada tanlab yutilish jarayoni absorbsiya deb ataladi. Yutuvchi suyuqlik absorbent (yoki sorbent) deyiladi. Teskari jarayon, ya'ni yutilgan komponentlarning

suyuq fazadan ajrab chiqilishi desorbsiya deb ataladi. Absorbsiya jarayoni texnologik gazlarni ajratish va sanoatdan chiqarib yuboriladigan gazlarni tozalashda keng qo'llaniladi.

Adsorbsiya. Gaz, bug' yoki suyuqlik aralashmalaridan bir yoki bir necha komponentlarning g'ovaksimon qattiq moddaga tanlab yutilish jarayoni adsorbsiya deyiladi. Faol yuzaga ega bo'lgan qattiq materiallar adsorbent deb ataladi. Teskari jarayon, ya'ni desorbsiya adsorbsiyadan keyin olib boriladi va ko'pincha yutilgan komponentni adsorbentdan ajratib olish uchun (yoki adsorbentni regeneratsiya qilish uchun) qo'llaniladi. Bunday jarayon aralashma tarkibida oz miqdorda bo'lgan moddalarni ajratib olish maqsadida ishlatiladi.

Suyuqliklarni ekstraksiyalash. Biror suyuqlikda erigan moddani tanlab ta'sir qiluvchi boshqa suyuqlik yordamida ajratib olish jarayoni ekstraksiyalash deb ataladi. Bunday jarayonda bir yoki bir necha komponent bir suyuq fazadan ikkinchi suyuq fazaga o'tadi. Ekstraksiya jarayonini amalga oshirish erituvchini to'g'ri tanlashga bog'liq. Erituvchi suyuq aralashma bilan aralashib ketmasligi kerak yoki bo'lmasa qisman aralashib ketadigan bo'lishligi mumkin. Erituvchining zichligi ekstraksiyalanishi lozim bo'lgan suyuqlik zichligidan kam bo'lishi shart. Ekstraksiya usuli suyuq aralashma tarkibida nisbatan kam miqdorda erigan komponentlarni ajratib olish uchun ishlatiladi.

Quritish. Qattiq materiallar tarkibidagi namlikni asosan bug'latish yo'li bilan ajratib chiqarish quritish deyiladi. Bu jarayon issiqlik va namlik tashuvchi agentlar (isitilgan havo, tutunli gaz) yordamida olib boriladi. Quritish jarayonida namlik qattiq fazadan gaz (yoki bug') fazaga o'tadi. Texnikada quritish jarayoni qayta ishlanayotgan xomashyo yoki materiallarni dastlabki suvsizlantirish hamda tayyor mahsulotlarni suvsizlantirish uchun keng ishlatiladi.

Kristallanish. Suyuq eritmalar tarkibidagi qattiq fazani kristallar holatida ajratish jarayoni kristallanish deb yuritiladi. Bu jarayon eritmalarini o'ta to'yintirish yoki o'ta sovitish natijasida sodir bo'ladi. Kristallanish paytida modda suyuq fazadan qattiq fazaga o'tadi. Kristallanish jarayonidan odatda o'ta toza moddalar olish maqsadida foydalaniladi.

Qattiq moddalarni eritish va ekstraksiyalash. Qattiq

fazaning suyuqlikka (erituvchiga) o'tishi eritish jarayoni deb ataladi. Qattiq g'ovaksimon materiallar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni tanlab ta'sir qiluvchi erituvchi yordamida ajratib olish jarayoni ekstraksiyalash deyiladi. Agar erish jarayonida qattiq faza to'la suyuq fazaga o'tsa, ekstraksiyalash paytida esa qattiq faza amaliy jihatdan o'zgarmay qoladi, faqat uning tarkibidagi tegishli komponent suyuq fazaga o'tadi. Ekstraksiya jarayoni qattiq materiallar tarkibidagi muhim yoki zaharli komponentlarni ajratib olish uchun qo'llaniladi.

Modda almashinish jarayonlari neft, turli uglevodorodlar va boshqa aralashmalarni qayta ishlashda muhim rol o'ynaydi. Masalan, rektifikatsiya yo'li bilan neftdan turli mahsulotlar (benzin, kerosin, dizel yonilg'isi, mazut, moylar) olinadi. Suyultirilgan gazlardan rektifikatsiya qilish orqali etilen, etan, propan, butan va boshqa komponentlar ajratib olinadi. Vakuum ostida haydash orqali maxsus moylar olish mumkin.

Absorbsiya va adsorbsiya jarayonlari tabiiy va yo'l-yo'lakay uchragan gazlar va neftni qayta ishlash korxonalari gazlaridan neft kimyosi sanoati uchun xomashyo hisoblangan propan-propilen, butan-butilen va benzin fraksiyalarini ajratib olish uchun ishlatiladi.

Moylar ishlab chiqarishda benzin fraksiyalaridan aromatik uglevo-dorodlarni ajratib olish va neft mahsulotlarini tozalashda ekstraksiya jarayoni qo'llaniladi.

Katalizator va adsorbentlarni ishlab chiqarishda quritish jarayonidan foydalaniladi. Moylarni deparafinizatsiya qilishda, oltingugurt, parafinlar va serezinlarni ishlab chiqarishda, ksilollarni ajratishda kristallanish jarayoni ishlatiladi.

Moddalarni o'tkazish murakkab jarayon bo'lib, bir yoki bir necha komponentni bir fazadan ikkinchi fazaga fazalarni ajratuvchi yuza orqali o'tishini belgilaydi. Moddalarni bir faza ichida tarqalishi moddalarning berilishi deb yuritiladi. Moddalarning berilish tezligi koeffitsiyent β orqali ifodalanadi. Moddalarni bir fazadan ikkinchi fazaga o'tkazish jarayonining tezligi esa koeffitsiyent K bilan belgilanadi.

Fazalarni ajratuvchi yuza qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas bo'ladi. Gaz-suyuqlik (absorbsiya), bug'-suyuqlik (haydash), suyuqlik-suyuqlik (ekstraksiyalash) sistemalarida boradigan modda

almashinish jarayonidagi fazalarni ajratuvchi yuza qo'zg'aluvchan bo'ladi. Qattiq faza ishtiroki bilan boradigan jarayonlarda (adsorbsiya, quritish, ekstraksiyalash, kristallanish) da fazalarni ajratuvchi yuza qo'zg'almas bo'ladi.

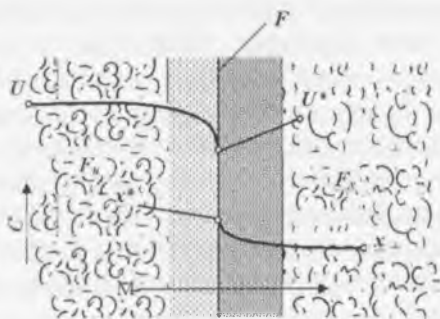
Modda almashinish jarayonlarining tezligi asosan molekular diffuziyaga bog'liq bo'lgani uchun, ko'pincha bunday jarayonlar diffuzion jarayonlar deb ham yuritiladi. Bir fazadan ikkinchi fazaga o'tayotgan moddaning miqdori fazalarni ajratuvchi yuzaga va harakatlanturuvchi kuchga (konsentratsiyalarning o'rtacha farqiga) mutanosib bo'ladi.

Fazalar tarkibi quyidagicha ifodalanishi mumkin: 1) hajmiy konsentratsiya bilan – bu miqdor berilgan moddaning (fazaning) hajm birligiga to'g'ri keladigan miqdori (kg yoki mol hisobida), ya'ni kg/m^3 yoki kmol/m^3 ; 2) massaviy yoki mol ulushlar bilan – bu miqdor berilgan modda massasini butun faza massasiga nisbati orqali; 3) nisbiy konsentratsiyalar bilan – tarqaluvchi modda massasining modda almashinish jarayonida o'zgarmay qoladigan tashuvchi inert komponent massasiga nisbati orqali belgilanadi.

13.2. MODDA O'TKAZISH JARAYONI

Moddaning bir fazadan ikkinchi fazaga ajratuvchi yuza orqali o'tish jarayoni modda o'tkazish jarayoni deb ataladi. Modda o'tkazish murakkab bo'lib, fazalarni ajratuvchi yuzaning ikki tomonidan yuz berayotgan modda berish jarayonlaridan tashkil topgan bo'ladi. 13.1-rasmda suyuqlik va gaz (bug') yoki ikki suyuqlik o'rtasidagi modda o'tkazish jarayonini tushuntiruvchi sxema ko'rsatilgan. Fazalar bir-biriga nisbatan ma'lum tezlikda, ya'ni turbulent rejimda harakat qiladi va qo'zg'aluvchan ajratuvchi yuzaga ega.

Tarqaluvchi modda gaz fazasidan (F_Y) suyuqlik fazasiga (F_X) o'tadi. Gaz fazasida tarqaluvchi modda konsentratsiyasi muvozanat konsentratsiyasidan yuqori. Tarqaluvchi komponent F_Y fazaning markazidan ajratuvchi yuzaga va ajratuvchi yuzadan F_X fazaning markaziga modda berish jarayoni orqali o'tadi. Modda o'tkazish jarayoniga ajratuvchi yuza ham qarshilik ko'rsatadi.



13.1-rasm. Modda o'tkazish jarayonining sxemasi

Modda o'tkazish jarayoni har bir fazadagi turbulent oqimining strukturasi bog'liq. Gidrodinamikadan ma'lumki, turbulent oqimida qattiq yuza ustida chegara qatlam hosil bo'ladi. Har bir fazada ikkita zona bor: fazaning yadrosi (yoki fazaning asosiy massasi) va fazaning chegarasidagi yupqa chegara qatlam. Fazaning yadrosida modda asosan turbulent pulsatsiyalar yordamida tarqaladi va tarqaluvchi moddaning konsentratsiyasi (y va x) amaliy jihatdan o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi. Chegara qatlamda turbulent rejim asta-sekin so'nib boradi, natijada ajratuvchi yuzaga yaqinlashgan sari konsentratsiya o'zgarib boradi. Ajratuvchi yuzaning o'zida moddaning tarqalishi juda sekinlashadi, chunki moddaning o'tishi faqat diffuzion tezligiga bog'liq bo'lib qoladi. Fazalar o'rtasidagi ishqalanish va suyuq faza chegarasidagi sirt taranglik ta'sirida ajratuvchi yuza yaqinida konsentratsiya keskin, taxminan to'g'ri chiziq bo'yicha o'zgaradi.

Shunday qilib, turbulent oqimda fazaning markazidan fazalarni ajratuvchi chegaragacha (yoki teskari yo'nalishda) moddaning berilishi molekular va turbulent diffuziyalar yordamida amalga oshiriladi. Chegara qatlamda esa moddaning berilishi molekular diffuziyaning tezligiga bog'liq. Demak, moddaning bir fazadan ikkinchi fazaga o'tish jarayonini tezlatish uchun chegara qatlam qalinligini kamaytirish va oqimning turbulentlik darajasini (ma'lum chegaragacha) ko'paytirish lozim. Oqimning turbulentlik darajasini ko'paytirish uchun fazaning tezligini oshirish (ma'lum chegaragacha) zarur bo'lsa, chegara qatlam qalinligini kamaytirish uchun esa tashqi kuchlardan (masalan, aralashtirish, ultratovush,

pulsatsiya yoki vibratsiya, elektromagnit maydoni va hokazodan) foydalanish mumkin.

Bir fazadan ikkinchi fazaga vaqt birligi ichida o'tgan moddaning massasi (M) modda o'tkazishning asosiy tenglamasi bilan ifoda qilinadi:

$$M = K_Y F(y - y^*), \quad (13.1)$$

$$M = K_X F(x - x^*), \quad (13.2)$$

bu yerda, K_Y , K_X - gaz yoki suyuqlik fazalari konsentratsiyalari orqali ifodalangan modda o'tkazish koeffitsiyenti; F - fazalarning kontakt yuzasi; y , x - gaz yoki suyuqlik fazalaridagi ish konsentratsiyalari; y^* - suyuqlik fazasining markazidagi tarqalayotgan moddaning konsentratsiyasiga mos gaz fazasidagi muvozanat konsentratsiyasi; x^* - gaz fazasining markazidagi tarqalayotgan moddaning konsentratsiyasiga mos suyuq fazadagi muvozanat konsentratsiyasi.

Muvozanat konsentratsiyalarini uskunalarning ishlash paytida o'lchab bo'lmaydi, ularning qiymatlari maxsus adabiyotlardan olinadi.

Bu (13.1) va (13.2) tenglamalarda jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi sifatida ish va muvozanat konsentratsiyalar (yoki aksincha) orasidagi farqdan foydalaniladi. Konsentratsiyalarning bu farqi sistemaning muvozanat holatdan qancha uzoqligini bildiradi.

Fazalar ajratuvchi yuza bo'ylab harakat qilganda ularning konsentratsiyalari o'zgaradi, natijada jarayonning harakatlantiruvchi kuchi ham o'zgaradi. Shu sababli modda o'tkazishning asosiy tenglamasiga o'rtacha harakatlantiruvchi kuch tushunchasi (ΔY_{OR} yoki ΔX_{OR}) kiritiladi:

$$M = K_Y F \Delta Y_{OR}, \quad (13.3)$$

$$M = K_X F \Delta X_{OR}, \quad (13.4)$$

Modda o'tkazish koeffitsiyentlari (K_Y yoki K_X) vaqt birligi ichida fazalarning kontakt yuzasi birligidan, jarayonning harakatlantiruvchi kuchi birga teng bo'lganda, bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan moddaning massasini bildiradi.

Fizik ma'nosi bo'yicha modda berish β va modda o'tkazish K koeffitsiyentlari o'rtasidagi farq bor, biroq ikkala koeffitsiyent ham bir xil o'lchov birliklariga ega: m/s, kg/(m²·s), kg/[m²·s(mol ulushlar)], s/m.

(13.3) va (13.4) tenglamalar yordamida fazalarning kontakt

yuzasi F va uning qiymati orqali uskunaning asosiy o'lchamlari aniqlanadi. M ning qiymati esa moddiy balans tenglamasidan topiladi yoki hisoblab chiqiladi. Modda o'tkazish koeffitsiyenti va o'rtacha harakatlantiruvchi kuch qiymatlari tegishli tenglamalar yordamida aniqlanadi.

Modda o'tkazish va modda berish koeffitsiyentlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun fazalarni ajratuvchi yuzada muvozanat holat o'rnatilgan deb faraz qilinadi. Bunday holat fazalarni ajratuvchi chegaradan moddaning o'tishiga qarshilik yo'q degan ma'noni bildiradi. Natijada fazaviy qarshiliklarning additivlik qoidasi kelib chiqadi. Bu qoidaga asosan K va β o'rtasidagi quyidagi bog'liqliklar bor:

$$\frac{1}{K_v} = \frac{1}{\beta_v} + \frac{m}{\beta_x}, \quad (13.5)$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_v \cdot m}, \quad (13.6)$$

bu yerda, m - muvozanat chizig'i qiyaligi burchagining tangensi.

Bu tenglamalarning chap tomonlari moddaning bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishi uchun umumiy qarshilikni, o'ng tomonlari esa fazalardagi modda berish jarayonlari qarshiliklarining yig'indisini bildiradi. Shu sababli (13.5) va (13.6) ifodalar fazaviy diffuziya qarshiliklarining additivlik tenglamalari deb yuritiladi.

Har bir faza diffuziya qarshiligining ulushi gidrodinamik sharoitga, muhitdagi diffuziya koeffitsiyentlarining qiymatiga hamda muvozanat shartlariga bog'liq. Ayrim sharoitlarda biror fazaning diffuziya qarshiligi ikkinchisiga nisbatan ancha kam bo'lishi mumkin. Masalan, F_x fazaning qarshiligi ancha kam bo'lsa, bu holda modda berish koeffitsiyenti β_x ning qiymati ancha katta bo'ladi, o'z navbatida fazaning diffuziya qarshiligi $1/\beta_x$ juda kichik bo'ladi. (13.5) tenglamadagi m/β_x (m ning berilgan qiymati bo'yicha) nisbatning qiymati juda kichik. F_x fazadagi diffuziya qarshiligini hisobga olmasdan quyidagi ifodaga erishamiz: $K_v \approx \beta_v$. Bu sharoitda modda o'tkazish jarayonining tezligi F_v fazaning qarshiligi orqali aniqlanadi.

Aksincha, masalan, F_v fazaning qarshiligi kam bo'lsa β_v ning qiymati juda katta, $1/\beta_v \cdot m$ ning qiymati esa ancha kichik bo'ladi. Bunda (13.6) tenglamadagi modda o'tkazish koeffitsiyenti K_x modda

berish koeffitsiyenti β_x ga bog'liq bo'lib qoladi. Demak, $K_x \approx \beta_x$. Bu ikkinchi misolda modda o'tkazish jarayonining tezligi F_x fazaning qarshiligi orqali topiladi.

Ko'pchilik sharoitlarda fazalarning kontakt yuzasi F ni aniqlash qiyin. Shu sababli modda berish va modda o'tkazish koeffitsiyentlarini uskunaning ish hajmi V ga nisbatan olish qulay hisoblanadi. Uskunaning ish hajmi bilan fazaning kontakt o'rtasidagi quyidagi bog'liqlik bor:

$$V = \frac{F}{a}, \quad (13.7)$$

bu yerda, a – fazalarning solishtirma kontakt yuzasi, bu uskunaning ish hajmi birligiga nisbatan olingan yuza, m^2/m^3 .

Modda o'tkazish tenglamasidagi F ning o'rniga a V ni qo'yib quyidagilarni olamiz:

$$M = K_Y \cdot a V (y - y^*) = K_{YV} \cdot V (y - y^*), \quad (13.8)$$

$$M = K_X \cdot a V (x - x^*) = K_{XV} \cdot V (x^* - x), \quad (13.9)$$

bu yerda, $K_{YV} = K_Y \cdot a$ va $K_{XV} = K_X \cdot a$ – modda o'tkazishning hajmiy koeffitsiyentlari.

Agar vaqt birligi ichida tarqalayotgan moddaning massasi kg/s , jarayonning harakatlantiruvchi kuchi esa kg/m^3 hisobida o'lchansa, u holda modda o'tkazishning hajmiy koeffitsiyentlari quyidagicha ifodalanadi:

$$\left(\frac{\frac{kg}{m^3 \cdot s} \cdot \frac{kg}{m^3}}{m^3} \right) = [s^{-1}].$$

β_{YV} va β_{XV} ning qiymatlari tegishli kriterial tenglamalar orqali topiladi. Oxirgi tenglamalar (13.8) – (13.9) yordamida uskunaning ish hajmi V topiladi, u orqali modda almashinish uskunasiining asosiy o'lchamlarini aniqlash mumkin.

13.3. MOLEKULAR DIFFUZIYA

Faza ichida moddaning tarqalishi, umuman olganda, molekular diffuziya bilan (agar muhit qo'zg'almas bo'lsa) yoki birdaniga molekular va turbulent diffuziyalar yordamida (agar muhit harakatchan bo'lsa) yuz beradi.

Molekula, atom, ion va kolloid zarrachalarning tartibsiz issiqlik harakati ta'sirida moddaning tarqalishi molekular diffuziya deb

ataladi. Qo'zg'almas muhitda, laminar oqimda va turbulent oqimning fazalarni ajratuvchi yuzasi yaqinidagi chegara qatlamda modda molekular diffuziya yordamida tarqaladi. Molekular diffuziya Fikning birinchi qonuni bilan ifodalanadi. Bu qonunga ko'ra, elementar yuza dF dan ma'lum vaqt $d\tau$ davomida tarqalgan moddaning massasi dM uning konsentratsiya gradienti $\frac{dc}{dn}$ ga to'g'ri mutanosibdir:

$$dM = - D dF d\tau \frac{dc}{dn} \quad (13.10)$$

yoki

$$M = - D F \tau \frac{dc}{dn} \quad (13.11)$$

(13.11) ifodaga asosan, yuza birligidan ($F=1$) vaqt birligi ichida ($\tau=1$) moddaning molekular diffuziya bilan tarqalishi moddaning solishtirma oqimi (yoki molekular diffuziyaning tezligi) deb ataladi:

$$q_m = \frac{M}{F\tau} = - D \frac{dc}{dn} \quad (13.12)$$

Tenglamaning o'ng tomonidagi minus ishora molekular diffuziyaning tarqaluvchi komponent konsentratsiyasining kamayishi tomonga qarab borishini ko'rsatadi. Tenglamadagi mutanosiblik koeffitsiyenti D molekular diffuziya koeffitsiyenti deb ataladi. (13.11) tenglamaga asosan diffuziya koeffitsiyentining o'lchov birligini aniqlaymiz:

$$[D] = \left[\frac{M \cdot dn}{dc \cdot F \cdot \tau} \right] = \left[\frac{kg \cdot m}{kg/m^3 \cdot m^2 \cdot s} \right] = \left[\frac{m^2}{s} \right] \quad (13.13.1)$$

Diffuziya koeffitsiyenti yuza birligidan vaqt birligi ichida, konsentratsiya gradienti birga teng bo'lganda, tarqalgan moddaning massasini bildiradi. Molekular diffuziya koeffitsiyenti fizik o'zgarmas kattalik bo'lib, moddaning diffuziya yo'li bilan qo'zg'almas muhitga kirish qobiliyatini belgilaydi. Diffuziya koeffitsiyentining qiymati jarayonning gidrodinamik shart-sharoitlariga bog'liq emas.

Diffuziya koeffitsiyenti tarqaluvchi modda va muhitning xossalriga, harorat va bosimga bog'liq. Odatda diffuziya koeffitsiyenti haroratning ortishi va bosimning kamayishi (gazlar uchun) bilan ko'payadi. Har bir aniq sharoit uchun D ning qiymati tajriba yo'li bilan yoki tegishli tenglamalar yordamida aniqlanadi.

Ko'pchilik moddalar uchun D ning qiymati maxsus adabiyotlarda berilgan bo'ladi.

Gazlardagi diffuziya koeffitsiyenti, masalan, A gazining V gazidagi (yoki V gazining A gazidagi) diffuziya koeffitsiyenti (D , m^2/s) quyidagi tenglama bilan hisoblanishi mumkin:

$$D = \frac{43 \cdot 10^{-7} T^{3/2}}{P(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}, \quad (13.13)$$

bu yerda, T – absolyut harorat, K; P – absolyut bosim, kgs/sm^2 ; M_A va M_V A va V gazlarning molyar massalari; V_A va V_B – A va V gazlarining molyar hajmlari.

(13.13) tenglamadan ma'lumki, agar harorat T_1 va bosim P_1 dagi diffuziya koeffitsiyentining qiymati D_1 aniq bo'lsa, u holda harorat T_2 va bosim P_2 dagi D_2 ning qiymati quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$D_2 = D_1 \frac{P_1}{P_2} \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{3/2}, \quad (13.14)$$

$20^\circ S$ haroratda suyuqlikda erigan gazning diffuziya koeffitsiyenti (D , m^2/s) taxminiy hisoblashlar uchun quyidagi tenglamadan topilishi mumkin:

$$D = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{AB \sqrt{\mu} (V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}, \quad (13.15)$$

bu yerda, μ – suyuqlik qovushoqligining dinamik koeffitsiyenti, $MPa \cdot s$; V_A va V_B – erigan modda va erituvchining molyar hajmlari; M_A va M_B – erigan modda va erituvchining molyar massalari; A va V – erigan modda va erituvchining xossalriga bog'liq bo'lgan koeffitsiyentlar.

Ma'lum harorat t ga to'g'ri kelgan gazning suyuqlikdagi diffuziya koeffitsiyenti D_t $20^\circ S$ dagi diffuziya koeffitsiyenti D_{20} bilan quyidagi taxminiy bog'liqlikka ega:

$$D_t = D_{20} [1 + v (t - 20)]. \quad (13.16)$$

Ushbu tenglamadagi harorat ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent v quyidagi empirik tenglama orqali aniqlanishi mumkin:

$$v = \frac{0,2 \sqrt{\mu}}{\sqrt[3]{\rho}}, \quad (13.17)$$

bu yerda, μ – $20^\circ S$ dagi suyuqlik qovushoqligining dinamik

koefitsiyenti, MPa·s; ρ – suyuqlikning zichligi, kg/m³.

Gazning boshqa biror gaz tarkibida tarqalish diffuziya koefitsiyenti taxminan 0,1–1,0 sm²/s; gazning suyuqlikka o'tish diffuziya koefitsiyenti esa 10⁴–10⁵ marta kam bo'lib, taxminan 1 sm²/sutkaga teng. Demak, molekular diffuziya juda sekinlik bilan boradigan (ayniqsa, suyuqliklarda) jarayondir.

13.4. KONVEKSIYA VA MODDA BERISH

Fazalarning turbulent oqimi sharoitida moddalarning harakat qilayotgan muhit zarrachalari yordamida tarqalishi konvektiv diffuziya deb ataladi. Ba'zi bir holatlarda moddalarning turbulent pulsatsiyalari ta'sirida tarqalishi turbulent diffuziya deb ham yuritiladi.

13.1-rasmda ko'rsatilgan sxemaga ko'ra, gaz faza markazi (F_Y) dan moddaning fazalarni ajratuvchi yuzaga o'tishi yoki fazalarni ajratuvchi yuzadan moddaning suyuq faza markazi (F_X) ga o'tishi konvektiv diffuziya (yoki modda berish jarayoni) orqali amalga oshadi.

Konvektiv diffuziya konsentratsiya gradienti, muhitning tezligi va fizik xossalariga bog'liq. Konvektiv diffuziya ikki xil bo'ladi: tabiiy (yoki erkin) va majburiy. Konsentratsiyalar yoki haroratlar farqi ta'sirida suyuq muhitning har xil qismlarida zichliklar farqi paydo bo'ladi; bu zichliklar farqi ta'sirida moddaning tarqalishi erkin konveksiya deyiladi. Tashqi kuchlar (nasos, aralashtirgich va boshqalar) ta'sirida moddaning suyuqlik yoki gaz muhitida tarqalishi majburiy konveksiya deb ataladi.

Agar tarqaluvchi modda F_Y fazadan F_X fazaga o'tadi deb olinsa, har bir fazada vaqt birligi ichida tarqalgan moddaning miqdori M modda berish jarayonining asosiy tenglamasi orqali topiladi:

$$F_Y \text{ fazada } M = \beta_Y F (y - y_{ch}), \quad (13.18)$$

$$F_X \text{ fazada } M = \beta_X F (x_{ch} - x), \quad (13.19)$$

bu yerda, $(y - y_{ch})$ – modda berishning F_Y fazadagi harakatlantiruvchi kuchi; $(x_{ch} - x)$ – modda berishning F_X fazadagi harakatlantiruvchi kuchi; y va x – har bir fazaning markazidagi o'rtacha konsentratsiyalar yoki ish konsentratsiyalari; y_{ch} va x_{ch} – tegishli fazalar chegarasidagi konsentratsiyalar; F – fazalarni ajratuvchi yuza; β_Y , β_X – F_Y va F_X fazalaridagi modda berish

koeffitsiyentlari.

Modda berish koeffitsiyenti (β_V yoki β_X) vaqt birligi ichida, jarayonning harakatlantiruvchi kuchi birga teng bo'lganda, yuza birligidan fazalarni ajratuvchi yuzadan fazaning markaziga (yoki teskari yo'nalishda fazaning markazidan ajratuvchi yuzaga tomon) o'tgan moddaning massasini bildiradi.

Modda berish koeffitsiyenti fizik o'zgarmas kattalik emas, u fazaning fizik xossalariga (zichlik, qovushoqlik va hokazo), muhitning gidrodinamik rejimlari (laminar yoki turbulent oqim) ga, modda almashinish uskunasiining konstruktiv tuzilishiga va uning o'lchamlariga bog'liq bo'lgan kinetik kattalikdir.

Shunday qilib, modda berish koeffitsiyenti β ning bir qator o'zgaruvchan omillarga bog'liqligi sababli, uning qiymatini hisoblash yoki tajriba yo'li bilan topish ancha murakkabdir.

Tarqaluvchi komponent va harakatlantiruvchi kuch uchun qabul qilingan o'lchov birliklariga ko'ra β ning o'lchov birligi turlicha bo'ladi (13.1-jadval).

Muhit yoki oqimdagi molekular, turbulent yoki konvektiv diffuziyalar konsentratsiyalarning farqi bo'lganda yuz beradi, shu sababdan diffuziyalarni ayrim paytda konsentratsiya ta'siridagi diffuziya deb ham yuritiladi. Biroq haroratlarning farqi bo'lgan sharoitda ham diffuziya ro'y berishi mumkin.

Modda berish koeffitsiyentining o'lchov birliklari

13.1-jadval

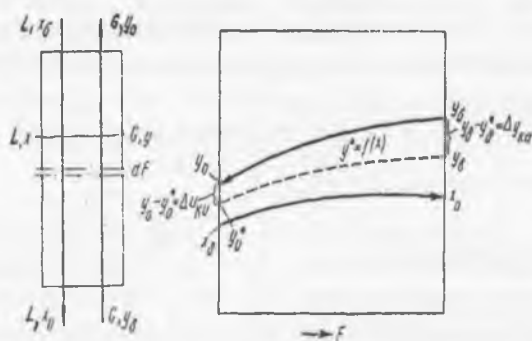
Harakatlanturuvchi kuchning ifodalanishi	Modda berish koeffitsiyentining o'lchov birligi
Hajmiy konsentratsiya farqi, kg/m^3	$\beta_S \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
Nisbiy konsentratsiya farqi, kg/kg	$\beta_G \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \right]$
Mol ulushlari farqi	$\beta_G \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{molulushlari}} \right]$
Gaz yoki bug' fazasi uchun parsial bosim farqi, n/m^2	$\beta_P \left[\frac{\text{s}}{\text{m}} \right]$

Haroratlarning farqi ta'sirida moddaning tarqalishiga termo-diffuziya deb ataladi. Masalan, qizdirilgan gazlar aralashmasi sovuq devor yonidan harakat qilgan paytda yengil molekularlar termodiffuziya ta'sirida devor tomon siljiydi, og'ir molekularlar esa issiqlik manbai tomon harakat qiladi.

13.5. MODDA O'TKAZISHNING HARAKATLANTIRUVCHI KUCHI

Modda o'tkazish jarayoni harakatlantiruvchi kuchining qiymati fazalar harakatining o'zaro yo'nalishiga va ularning o'zaro ta'sir (yoki kontakt) qilish usuliga bog'liq. Fazalar ajratuvchi yuza bo'ylab harakat qilganda ularning konsentratsiyasi o'zgaradi, natijada harakatlantiruvchi kuchning qiymati ham o'zgaradi. Shu sababli modda o'tkazishning asosiy tenglamasiga harakatlantiruvchi kuchning o'rtacha qiymati degan kattalik ($\Delta Y_{O'R}$ yoki $\Delta X_{O'R}$) kiritilgan.

Fazalar harakati qarama-qarshi bo'lgan kolonnali qurilma uchun modda o'tkazish o'rtacha harakatlantiruvchi kuchining qiymatini aniqlaymiz (13.2-rasm). Modda o'tkazish jarayonini quyidagi shartlar bo'yicha boradi, deb qabul qilamiz: 1) muvozanat egri chizig'i ma'lum $y^* = f(x)$; 2) gaz va suyuq fazalarning sarflari o'zgarmas ($G = \text{const}$, $L = \text{const}$), ya'ni ish chizig'i to'g'ri chiziqdan iborat; 3) uskunaning balandligi bo'yicha modda o'tkazish koeffitsiyentlari o'zgarmaydi ($K_Y = \text{const}$; $K_X = \text{const}$).



13.2-rasm. Modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchini aniqlashga doir

Gaz fazasining konsentratsiyasi bo'yicha modda o'tkazish harakatlantiruvchi kuchining o'rtacha logarifmik qiymati quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\Delta Y_{o'r} = \frac{(y_b - y_0^*) - (y_0 - y_0^*)}{\ln \frac{y_b - y_b^*}{y_0 - y_0^*}} = \frac{\Delta Y_{ka} - \Delta Y_{ki}}{2,3 \lg \frac{\Delta Y_{ka}}{\Delta Y_{ki}}}, \quad (13.20)$$

bu yerda, y_b, y_0 - gaz fazadagi boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalar; y_b^*, y_0^* - gaz fazaning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalariga mos kelgan muvozanat konsentratsiyalar; ΔY_{ka} - uskunaning birinchi (yoki ikkinchi) chekkasidagi konsentratsiyalarning katta farqi; ΔY_{ki} - uskunaning ikkinchi (yoki birinchi) chekkasidagi konsentratsiyalarning kichik farqi.

Suyuq fazaning konsentratsiyasi bo'yicha modda o'tkazishning o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta X_{o'r} = \frac{(x_b^* - x_0) - (x_b - x_b^*)}{\ln \frac{x_0^* - x_0}{x_b^* - x_b}} = \frac{\Delta X_{ka} - \Delta X_{ki}}{2,3 \lg \frac{\Delta X_{ka}}{\Delta X_{ki}}}, \quad (13.21)$$

bu yerda, x_b, x_0 - suyuq fazadagi boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalar; x_b^*, x_0^* - suyuq fazaning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalariga mos kelgan muvozanat konsentratsiyalar; ΔX_{ka} - uskunaning birinchi (yoki ikkinchi) chekkasidagi konsentratsiyalarning katta farqi; ΔX_{ki} - uskunaning ikkinchi (yoki birinchi) chekkasidagi konsentratsiyalarning kichik farqi.

Agar $\frac{\Delta Y_{ka}}{\Delta Y_{ki}} \leq 2$ bo'lsa, texnik hisoblashlar uchun modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchi o'rtacha arifmetik qiymat orqali topiladi:

$$\Delta Y_{o'r} = \frac{\Delta Y_{ka} + \Delta Y_{ki}}{2}. \quad (13.22)$$

Xuddi shunga o'xshash,

$$\Delta X_{o'r} = \frac{\Delta X_{ka} + \Delta X_{ki}}{2}. \quad (13.22 a)$$

Modda almashinish jarayonlarini hisoblash ishlarida o'rtacha harakatlantiruvchi kuch bilan bir qatorda, o'tkazish birligining soni va uning balandligi tushunchalaridan ham foydalaniladi. O'tkazish birligining soni va o'rtacha harakatlantiruvchi kuch o'rtasida quyidagi ma'lum bog'liqlik bor:

$$n_{oy} = \frac{y_a - y_0}{\Delta Y_{a'r}} ; \quad (13.23)$$

$$n_{ox} = \frac{x_0 - x_a}{\Delta x_{a'r}} . \quad (13.24)$$

Shunday qilib, o'tkazish birligi soni modda o'tkazish jarayonining o'rtacha harakatlantiruvchi kuchiga teskari mutanosibdir. O'tkazish birligi soni harakatlantiruvchi kuch birligiga mos kelgan faza ish konsentratsiyasining o'zgarishini belgilaydi. O'tkazish birligi sonidan modda almashinish uskunalarining ish balandligini aniqlash, ayniqsa, fazalarning kontakt yuzasini topish qiyin bo'lgan paytlarda foydalaniladi.

Konsentratsiyaning o'zgarishi gaz faza bo'yicha olingan paytda o'tkazish birligining balandligi quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$h_{ox} = \frac{G}{K_p a S} , \quad (13.25)$$

a – fazalarning hajm birligiga to'g'ri kelgan kontakt yuzasi; S – uskunaning ko'ndalang kesim yuzasi.

Agar konsentratsiyaning o'zgarishi suyuq faza bo'yicha olinsa, o'tkazish birligining balandligi:

$$h_{ox} = \frac{L_o}{K_p a S} . \quad (13.26)$$

O'tkazish birligining balandligi uzunlik birligi orqali o'lchanadi:

$$[h_{oy}, h_{ox}] = [m] . \quad (13.27)$$

O'tkazish birligining balandligi bitta o'tkazish birligiga ekvivalent bo'lgan uskunaning balandligini ifodalaydi. O'tkazish birligining balandligi modda o'tkazish koeffitsiyentiga teskari mutanosibdir. Demak, uskunada modda o'tkazish jarayoni qancha tez borsa, o'tkazish birligining balandligi shuncha kichik bo'ladi. O'tkazish birligining balandligi ko'pincha tajriba yo'li bilan topiladi.

13.6. MODDA O'TKAZISH JARAYONLARINI JADALLASHTIRISH

Modda almashinish jarayonlarini jadallashtirishdan ko'zlangan asosiy maqsad tegishli uskunalarining samaradorligini oshirishdan iborat. Bunda uskunaning ish hajmi birligiga nisbatan olingan kattaliklarning o'zgarishi hisobga olinadi: tayyor mahsulot ishlab

chiqarishning ko'payishi; yonilg'i, bug', xomashyo va energiya sarflarining kamayishi; uskunani tayyorlash uchun sarflanadigan metallning miqdori va hokazo. Bundan tashqari, jadallashtirish samaradorligini aniqlashda nazorat-o'lchov asboblari va avtomatlashtirish uchun ketgan sarflar, uskunaning murakkabligi va uning qismlarini tayyorlash imkoniyatlari, uskunaning ishlatish va uni boshqarish uchun zarur ishchi kuchiga sarflar hisobga olinadi.

Modda almashinish uskunalarning ishini jadallashtirish uchun ularda ketadigan jarayonlarning fizik mohiyatini chuqur o'rganish kerak. Modda o'tkazishning asosiy tenglamasi $M = KF\Delta C\tau$ ga ko'ra, bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan moddaning miqdori M fazalarning kontakt yuzasi F ga, modda o'tkazish koeffitsiyenti K ga va harakatlantiruvchi kuch ΔC ga to'g'ri mutanosiblik ravishda bog'langan. Shu sababli, har bir aniq sharoit uchun jarayonni jadallashtirishning eng maqbul usulini ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Modda almashinish jarayonini jadallashtirishda fazalarning kontakt yuzasini ko'paytirish katta ahamiyatga ega. Qattiq fazali sistemalar (adsorbsiya, kristallanish, quritish, ekstraksiyalash, eritish) dagi fazalarning kontakt yuzasini ko'paytirish uchun qattiq zarrachalarning o'lchami kichrayishi bilan jarayonning tezligi ko'payadi. Biroq zarrachaning o'lchamini juda ham kichraytirib yuborish yaramaydi, chunki bunda uskuna ichidagi gidravlik qarshilik ortib ketib, suyuq fazada qattiq modda zarrachalarining konsentratsiyasi ko'payadi (natijada suyuq fazani filtrlash qiyinlashadi). Har bir aniq texnologik jarayon uchun qattiq zarrachaning maqbul o'lchamlari tajriba yo'li bilan topiladi.

Suyuqlik-suyuqlik sistemali jarayonlar (masalan, suyuqliklarni ekstraksiyalash) da kontakt yuzasini ko'paytirish uchun fazalardan biri mayda zarrachalarga ajratiladi. Suyuqlik-gaz (bug') sistemalaridagi jarayonlar (absorbsiya, rektifikatsiya) ning kontakt yuzasini ko'paytirish uchun suyuqlik uskunaga sochilib beriladi, ya'ni ko'pikli va emulsiya rejimlari hosil qilinadi; bunda qo'zg'aluvchan nasadkadan foydalaniladi.

Harakatlantiruvchi kuchni ko'paytirish uchun oqimlarning harakat yo'nalishini to'g'ri tanlash kerak. Modda almashinish jarayonining tezligini $[J, \text{kg/m}^2 \cdot \text{s}]$ quyidagi ifoda bilan topish

mumkin: $J=K\Delta S$. Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, jarayonning tezligi o'rtacha harakatlantiruvchi kuchga to'g'ri mutanosiblik bilan bog'langan. Harakatlantiruvchi kuchning qiymati uskunadagi moddiy oqimlarning rejimga, ularning yo'nalishi va fazalarni aralashtirish usuliga bog'liq.

Moddiy oqimlar bir-biriga nisbatan ideal ravishda qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa (bunday holat ideal siqib chiqarish rejimiga mansub), uskunada borayotgan jarayon oqimining yo'nalishi (yoki uskunaning balandligi) bo'yicha konsentratsiyalarning eng katta gradientiga ega bo'ladi. Bunda modda almashinish jarayoni harakatlantiruvchi kuchning maksimal qiymati bilan davom etadi. Ammo haqiqiy uskunalarda qarama-qarshi oqimlarning harakati ideal siqib chiqarish rejimidan ma'lum darajada cheklangan bo'ladi, natijada uskunaning balandligi bo'yicha ikkala fazaning konsentratsiyalar gradienti kamayadi. Bunda modda almashinish jarayonining o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi ham kamayadi. Demak, harakatlantiruvchi kuchni maksimal qiymatgacha ko'paytirish uchun jarayonni ideal siqib chiqarish holatiga yaqin rejimda olib borish maqsadga muvofiq ekan.

Modda o'tkazish koeffitsiyenti asosan quyidagi kattaliklarga bog'liq:

$$K = f(\beta_1, \delta_1, \delta_2, \beta_2 \dots), \quad (13.27)$$

bu yerda, β_1, β_2 – fazalardagi modda berish koeffitsiyentlari; δ_1, δ_2 – har bir faza tomonidagi chegara qatlamining qalinligi.

Jarayonni jadallashtirish uchun β_1 va β_2 ning qiymatlarini ko'paytirish, δ_1 va δ_2 ning qiymatlarini esa kamaytirish zarur.

Modda berish koeffitsiyentlarini oshirish uchun jarayonni turbulent rejimda olib borish kerak. Turbulentlikni ko'paytirish uchun moddiy oqimlar tezligini oshirish va haroratlarni ko'tarish lozim. Harorat oshirilganda qovushoqlik va sirt taranglik kuchi kamayadi. Sistemaning turbulentligi oshganda uyurma oqimlar hosil bo'ladi, bu hol chegara qatlamlar qalinligining kamayishiga va fazalar kontakt yuzalarining yangilanishiga olib keladi.

Shunday qilib, oqimdagi turbulent darajasining ortishi va fazalar kontakt yuzalarining yangilanishi sababli modda o'tkazish koeffitsiyentining qiymati orta boradi. Bundan tashqari, modda

o'tkazish koeffitsiyentining ortishiga qo'shimcha impulslar ham ta'sir qiladi.

Modda almashinish jarayonlarini jadallashtirish uchun quyidagi qo'shimcha impulslardan foydalanish mumkin: geterogen sistemalarda mavhum qaynash qatlamini qo'llash; elektromagnit va ultratovush maydonlari ta'siridan foydalanish; mexanik tebranishlar (pulsatsion va vibratsion tebranishlar) ni ishlatish; o'zgaruvchan harorat maydonini hosil qilish va hokazo.

13.7. MODDA ALMASHINISH USKUNALARINING ASOSIY O'LCHAMLARINI ANIQLASH

Modda almashinish uskunalarini texnologik hisoblashda ularning asosiy o'lchamlari (diametr va ish balandligi) aniqlanadi.

Uskunaning diametri. Bunday maqsad uchun sarf tenglamasidan foydalaniladi:

$$V_C = S \cdot W_0, \quad (13.28)$$

bu yerda, V_C – tegishli fazaning hajmiy sarfi (masalan, absorbsiya jarayonida gazning sarfi, rektifikatsiyada esa bug'ning sarfi va hokazo); W_0 – shu fazaning mavhum yoki keltirilgan tezligi (yoki tegishli fazaning uskuna to'la kesimiga nisbatan olingan tezligi); S – uskunaning ko'ndalang kesimi yuzasi.

Dumaloq ko'ndalang kesimli uskunalarda $S = \pi D^2/4$ bo'lgani sababli:

$$V_C = \frac{\pi D^2}{4} W_0,$$

bundan

$$D = \sqrt{\frac{4V_C}{\pi W_0}}. \quad (13.29)$$

Odatda V_C berilgan bo'ladi va uskunaning diametri D ni topish uchun tegishli faza (masalan, gaz yoki bug') ning mavhum tezligini qabul qilish kerak. Tezlikni qabul qilishda quyidagi holat hisobga olinishi kerak: oqimning tezligi ortishi bilan modda o'tkazish koeffitsiyentining qiymati ko'payadi, biroq tezlik ortishi bilan uskunaning gidravlik qarshiligi ham ortadi (natijada jarayonni olib borish uchun zarur bo'lgan energiya sarfi ortadi). Shu sababli har bir aniq sharoit uchun texnik-iqtisodiy hisoblashlar orqali gaz yoki

bug'ning maqbul tezligi qabul qilinadi.

Uskunaning balandligi. Modda almashinish uskunasi balandligi fazalar kontakti uzluksiz yoki pog'onali bo'lishiga ko'ra ikki xil usulda aniqlanadi. Masalan, fazalar uzluksiz kontaktda bo'lgan uskunalarning balandligi quyidagi modda o'tkazish tenglamalari orqali topiladi:

$$M = K_y a V \Delta Y_{o'r} \quad (13.30)$$

yoki

$$M = K_x a V \Delta X_{o'r}, \quad (13.31)$$

bu yerda, $F = a V$ – fazalarning kontakt yuzasi; a – fazalarning solishtirma kontakt yuzasi; V – uskunaning ish hajmi.

Uskunaning ish hajmi: $V = S \cdot H$ (bu yerda, N – uskunaning ish balandligi). (12.30) va (13.31) tenglamalardagi V ning o'rniga SH ni qo'yib, ularni H ga nisbatan yechsak, quyidagi ifodalarni olamiz:

$$H = \frac{M}{K_y a S \Delta Y_{o'r}} \quad (13.32)$$

yoki

$$H = \frac{M}{K_x a S \Delta X_{o'r}}. \quad (13.33)$$

(13.31) va (13.32) tenglamalar bo'yicha N ni hisoblash uchun alohida solishtirma kontakt yuzasi a va modda o'tkazishning yuza bo'yicha olingan koeffitsiyenti K_U yoki K_X ning qiymatlarini yoxud shu kattaliklarning solishtirma kontakt yuzasi bilan ko'paytmasidan iborat bo'lgan modda o'tkazishning hajmiy koeffitsiyentlari ($K_Y a = K_{YV}$ yoki $K_X a = K_{UX}$) ni bilish zarur. Ayniqsa, fazalarning kontakt yuzasini aniqlash qiyin bo'lganda K_V ni topish maqsadga muvofiqdir.

Uskunaning ish balandligi o'tkazish birligining balandligi va o'tkazish birligining soni ko'paytmasi bilan ham topilishi mumkin:

$$H = h_{ou} \cdot n_{ou} \quad (13.34)$$

yoki

$$H = h_{ox} \cdot n_{ox}. \quad (13.35)$$

XIV BOB. SUYUQLIKLARNI HAYDASH

14.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Ikki yoki bir necha komponentlardan tashkil topgan bir jinsli suyuqlik aralashmalarini ajratishda haydash (distillatsiya 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 (distillatsiya); 2) murakkab haydash (rektifikatsiya).

Aralashma komponentlarining uchuvchanligi o'rtasidagi farq ancha katta bo'lsa, bunda oddiy haydash usulidan foydalaniladi. Oddiy haydash paytida suyuqlikning 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.

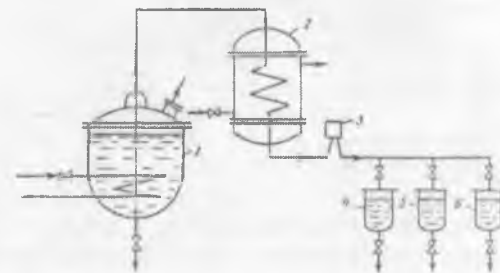
Aralashma komponentlarining qaynash haroratlari bir-biriga yaqin bo'lsa, bunday aralashmalarni ajratish ancha qiyin hisoblanadi. Bunday hollarda haydashning maxsus usullari: ekstraktiv rektifikatsiya, azeotrop rektifikatsiya, molekular distillatsiya va past haroratli rektifikatsiya jarayonlaridan foydalaniladi.

14.2. ODDIY HAYDASH

Suyuq aralashmalarni bir marta qisman bug'latish yo'li bilan ajratish jarayoni oddiy haydash deb ataladi. Oddiy haydash aralashma komponentlarining uchuvchanliklari o'rtasidagi farq ancha katta bo'lgandagina ishlatiladi. Odatda suyuq aralashmalarni birlamchi ajratish hamda murakkab aralashmalarni keraksiz qo'shimchalardan tozalash uchun oddiy haydash jarayonidan foydalaniladi.

Oddiy haydash quyidagi usullarga bo'linadi: 1) fraksiyali haydash; 2) deflegmatsiya bilan haydash; 3) suv bug'i bilan haydash.

Fraksiyali haydash. Suyuqliklarni fraksiyali haydash davriy yoki uzluksiz rejimda olib boriladi. Haydash kubidagi suyuqlik asta-sekin bug'latiladi. Hosil bo'lgan bug'lar kondensatorga yuboriladi. Agar haydash jarayoni davriy ravishda olib borilsa, u holda vaqt o'tishi bilan qoldiq suyuqlikdagi va distillyatning tarkibidagi yengil uchuvchan komponentlarning miqdori kamaya boradi. Shu sababli har xil tarkibli distillyatning fraksiyalari ajratib olinadi. Turli tarkibga ega bo'lgan mahsulotlarni olishga mo'ljallangan suyuqliklarni ajratish usuli fraksiyali haydash deb ataladi. 14.1-rasmda fraksiyali haydash uchun davriy ishlaydigan qurilmaning sxemasi ko'rsatilgan. Dastlabki aralashmaning ma'lum miqdori haydash kubiga solinadi. Haydash kubining ichiga zmeevik joylashtirilgan bo'lib, u orqali suv bug'i o'tadi. Suyuqlik qaynash haroratigacha isitiladi. Hosil bo'lgan bug'lar kondensator - sovitkichiga yuboriladi. Distillyat fraksiyalari tegishli idishlarga tushadi. Haydash jarayoni tamom bo'lgandan so'ng, qoldiq suyuqlik haydash kubidan tushirib olinadi. So'ngra sikl qayta takrorlanib, ajratilishi lozim bo'lgan suyuqlik haydash kubiga yana beriladi.



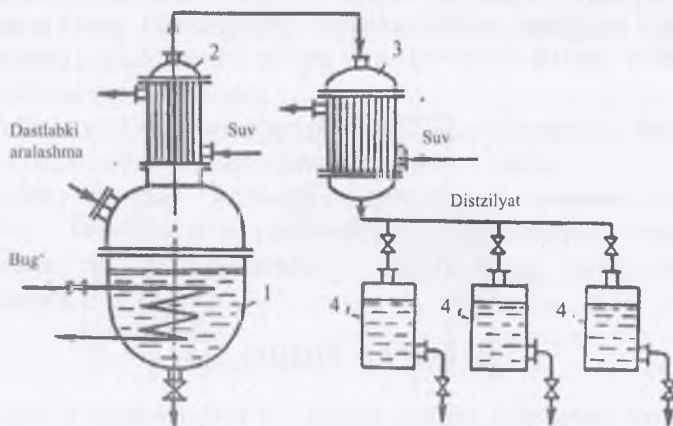
14.1-rasm. Oddiy haydash qurilmasining sxemasi:

1-haydash kubi; 2-kondensator-sovitgich; 3-kuzatish fonari;
4,5,6-distillyat yig'iladigan idishlar.

Oddiy haydash atmosfera bosimi yoki vakuum ostida olib borilishi mumkin. Vakuumni qo'llash natijasida issiqlikka chidamsiz aralashmalarni ajratish imkoniyati paydo bo'ladi. Vakuum

qo'llanilganda eritmalarning qaynash harorati pasayadi, shu sababli, haydash kubini isitishda past ko'rsatkichli suv bug'laridan foydalanish mumkin.

Deflegmatsiya bilan haydash. Suyuqlik aralashmasining ajratish darajasini oshirish uchun distillyatning tarkibi deflegmatsiya yordamida boyitiladi (14.2-rasm). Haydash kubidan chiqayotgan bug'lar deflegmatorga o'tadi, u yerda bug'lar qisman kondensatsiyalanadi. Deflegmatorda asosan bug'ning tarkibidagi qiyin uchuvchan komponent kondensatsiyalanadi va hosil bo'lgan suyuqlik (flegma) haydash kubiga qaytib tushadi. Yengil uchuvchan komponent bilan to'yingan bug'lar kondensator - sovitkichga o'tadi va u yerda to'la kondensatsiya-lanadi. Haydash jarayonining tugashi kubda qolgan suyuqlikning qaynash harorati bo'yicha tekshiriladi. Odatda qoldiq suyuqlik ma'lum tarkibga ega bo'lishi kerak. Tarkibida asosan qiyin uchuvchan komponentni ushlagan qoldiq suyuqlik haydash kubining pastki qismida joylashgan shtuser orqali tegishli idishga tushiriladi.



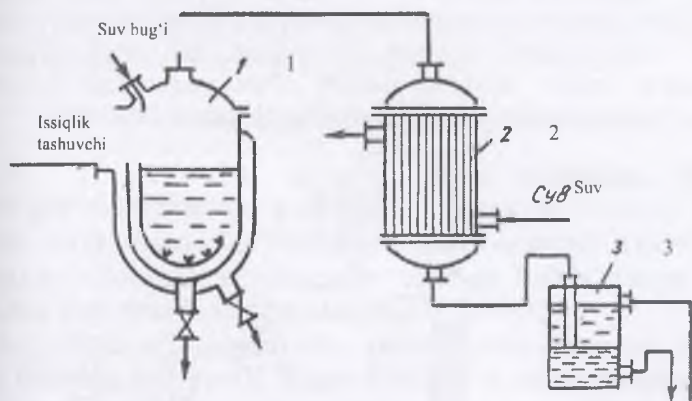
14.2-rasm. Deflegmatsiyali oddiy haydash qurilmasining sxemasi:

1-haydash kubi; 2-deflegmat; 3-kondensator-sovitgich; 4-yig'gich.

Suv bug'i bilan haydash. Aralashmaning qaynash haroratini pasaytirishga vakuum ishlatishdan tashqari uning tarkibiga qo'shimcha komponentlar (suv bug'i yoki inert gaz) kiritish yo'li bilan ham erishish mumkin. Agar aralashmaning komponentlari

suvda erimasa, u holda haydash kubiga qo'shimcha komponent sifatida suv bug'i kiritiladi. Bu usuldan 100^oS dan yuqori haroratlarda qaynaydigan moddalarning aralashmalarini ajratish yoki ularni tozalash uchun foydalanish mumkin.

Suv bug'i bilan ishlaydigan haydash qurilmasi 14.3-rasmda ko'rsatilgan. Bu qurilmaning haydash kubi qobig'iga susaytirilgan bug' beriladi. Dastlabki aralashma haydash kubiga quyiladi, so'ngra barbotyor orqali suv bug'i yuboriladi. Aralashmaning bug'lanishidan hosil bo'lgan bug'lar kondensator-sovitkichga beriladi. Hosil bo'lgan kondensat ko'rsatkich fonar orqali separatorga tushadi. Separatorning pastki qismidan gidravlik zatvor orqali suv chiqarib yuboriladi, yuqorigi qismidan esa suvda erimaydigan yengil komponent chiqariladi va maxsus idishga tushadi. Suv bug'i bilan haydash nomuvozanat holatda olib boriladi.



14.3-rasm. Suv bug'i bilan haydash qurilmasining sxemasi:

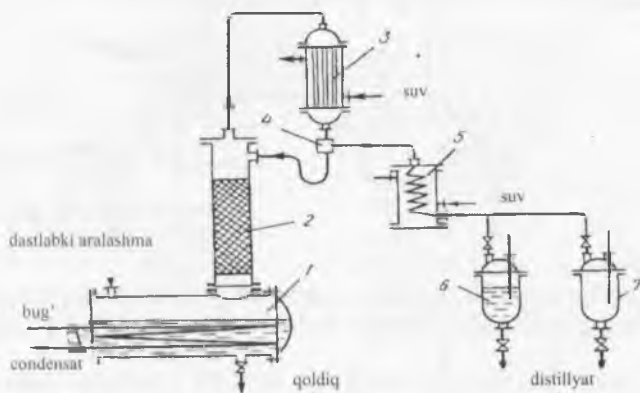
1-bug' g'ilofli haydash kubi; 2-kondensator-sovitgich; 3-separator.

Bu jarayonda kuchli suv bug'i ikki xil (issiqlik tashuvchi va qaynash haroratini pasaytiruvchi agent) vazifani bajaradi. Jarayonni davriy yoki uzluksiz usul bilan olib borish mumkin. Ayrim sharoitlarda suv bug'i o'rniga inert gazlar (masalan, azot, uglerod ikki oksidi va boshqalar) dan foydalaniladi. Inert gazlar qo'llanilganda aralashmaning qaynash haroratini ancha pasaytirish mumkin. Biroq haydash kubidan uchib chiqayotgan bug' tarkibida

inert gazlarning bo'lishi kondensator-sovitkichda issiqlik berish koeffitsiyentining keskin pasayib ketishiga olib keladi. Natijada issiqlik almashinish yuzasi kattalashib ketadi. Bundan tashqari, bug'-gaz aralashmasining kondensatsiyalanishi tuman hosil bo'lishiga olib keladi. Bunday holda esa aralashmaning ajratilishi qiyinlashadi va tayyor mahsulotning bir qismi inert gaz bilan uchib ketadi.

14.3. DAVRIY VA UZLUKSIZ ISHLAYDIGAN REKTIKATSION KOLONNALAR

Kichik ishlab chiqarishlarda davriy ishlaydigan rektifikasion qurilmalar qo'llaniladi. Dastlabki aralashma haydash kubiga beriladi. Kub ichiga isituvchi zmeevik joylashtirilgan bo'lib, aralashma qaynash temperaturasigacha isitiladi. Hosil bo'lgan bug'lar rektifikasion kolonnaning ohirgi tarelkasining pastki qismiga o'tadi. Bug' kolonna buylab ko'tarilgan sari engil uchuvchan komponent bilan to'yinib boradi. Deflegmatordan kolonnaga qaytgan bir qism distillyat flegma deb yuritiladi.



14.4- rasm. Davriy ishlaydigan rektifikasion qurilma sxemasi:

1-haydash kubi; 2-rektifikasion kolonna; 3-deflegmator; 4-ajratgich; 5-sovitkich; 6,7-yig'gichlar.

Flegma (suyuq faza) kolonnaning eng yuqori tarelkasiga beriladi va pastga qarab harakat qiladi. Suyuq faza pastga harakat qilishida o'z tarkibidagi engil uchuvchan komponentni bug' fazasiga

beradi. Bug' va suyuq fazalarning bir necha bor o'zaro kontakti natijasida bug' fazasi yuqoriga harakat qilgani sari engil uchuvchan komponent bilan to'yinib borsa, suyuqlik esa pastga tomon harakat qilgani sari tarkibida qiyin uchuvchan komponentning miqdori oshib boradi.

O'rnatish va ta'mirlashni osonlashtirish maqsadida tarelkalar orasidagi masofa 450 mm dan kam bo'lmagan qiymatda qabul qilingan.

Kolonnaning yuqorigi qismidan bug'lar deflegmatorga o'tadi va u yerda to'la yoki qisman kondensasiyaga uchraydi. Bug'lar to'la kondensasiyalanganda hosil bo'lgan suyuqlik ajratgich yordamida ikki qism (distillyat va flegma)ga ajraladi. Ohirgi mahsulot (distillyat) sovitgichda sovitilgandan so'ng, yig'ish idishiga yuboriladi. Kubda qolgan qoldiq suyuqlik kerakli tarkibiga erishgandagina jarayon to'htatiladi, qoldiq tushiriladi va sikl qaytadan boshlanadi. Qoldiqni tegishli tarkibga ega bo'lishini uning qaynash temperaturasiga qarab aniqlanadi(14.4-rasm).

Uzluksiz ishlaydigan rektifikasion qurilmalar.

Bunday qurilmalar sanoatda keng ishlatiladi. Uzluksiz ishlaydigan rektifikasion qurilmaning principial sxemasi 14.5 - rasmda ko'rsatilgan Qurilmaning asosiy apparati rektifikasion kolonnadir. Kolonna cilindrsimon shaklda bo'lib, uning ichiga tarelkalar yoki nasadkalar joylashtirilgan bo'ladi.

Rektifikasion kolonnalarda rektifikatsiya jarayoni bug' va suyuq fazaning ko'p marta o'zaro kontakti ta'sirida amalga oshadi. Shu maqsadda kolonna maxsus kontakt qurilmalari- tarelkalar bilan ta'minlangan bo'ladi. Tarelkalar kolonna ichida gorizontol holatda o'rnatiladi.

Dastlabki aralashma isitgichda qaynash temperaturasigacha isitiladi, so'ngra kolonnaning ta'minlovchi tarelkasiga yuboriladi.

Ta'minlovchi tarelka qurilmani ikki qismga (yuqorigi va pastki kolonnaga) bo'ladi. Yuqorigi kolonnada bug'ning tarkibi engil uchuvchan komponent bilan boyib boradi, natijada tarkibi toza engil uchuvchan komponentga yaqin bo'lgan bug'lar deflegmatorga beriladi. Pastki kolonnadagi suyuqlik tarkibidan maksimal

Deflegmatorda bug'lar to'la yoki qisman kondensasiyaga uchraydi. Birinchi holda kondensat ikkiga bo'linadi. Birinchi – qism flegma qurilmaga qaytariladi, ikkinchi qism esa distillyat (rektifikat) yoki yuqori mahsulot sovitgichda sovitilgandan so'ng, yig'ish idishiga yuboriladi. Ikkinchi holda esa deflegmatorda kondensasiyaga uchramagan bug'lar sovitgichda kondensasiyalanadi va sovitiladi: bu holda ushbu issiqlik almashinish qurilmasi distillyat uchun kondensator – sovitgich vazifasini bajaradi.

Kolonnaning pastki qismidan chiqayotgan qoldiq ham ikki qismga bo'linadi. Birinchi qism qaynatgichga yuboriladi, ikkinchi qism (pastki mahsulot) esa sovitgichda sovitilgandan so'ng yig'ish idishiga tushadi.

Rektifikasion qurilmalar odatda nazorat-o'lchash va boshqaruvchi asboblardan bilan jihozlangan bo'ladi. Bu asboblardan yordamida qurilmaning ishini avtomatik ravishda boshqarish va jarayonni optimal rejimlarda olib borish imkonini tug'iladi.

Rektifikasion kolonna korpusida hom-ashyo, flegma va bug'ni kiritish, tayyor mahsulotlar, qoldiqni chiqarish, bosim, temperatura va sathni o'lchash asboblari o'rnatish uchun shtuserlar o'rnatilgan bo'ladi.

Tarelkali kontakt qurilmalarini ko'p belgilariga ko'ra sinflarga ajratish mumkin. Masalan: suyuqlikni bir tarelkadan keyingi tarelkaga uzatish usuliga ko'ra ular suyuqlik quyilish moslamali va quyilish moslamasi bo'lmagan turlarga bo'linadi.

Quyilish moslamali tarelkalar maxsus kanallarga ega bo'lib, suyuqlik shu kanallar orqali yuqori tarelkadan pastki tarelkaga quyiladi. Bu kanallar orqali bug' faza yuqoriga o'tolmaydi. Quyilish moslamasi bo'lmagan tarelkalarda suyuqlik va bug' faza yuqori tarelkadan keyingi tarelkaga ulardagi teshiklar orqali o'tadi.

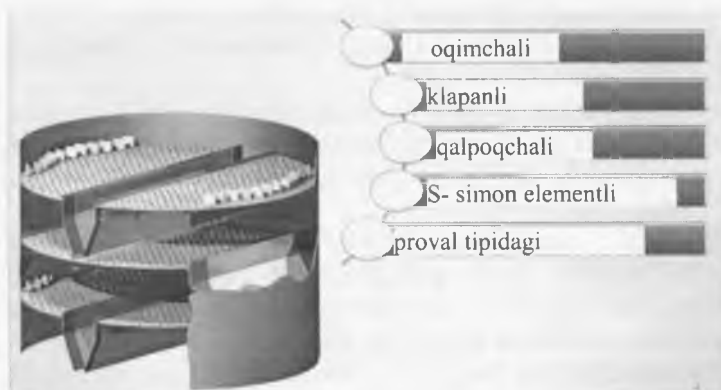
Gaz va suyuq fazaning o'zaro kontaktlashuv usuliga ko'ra tarelkalar barbotajli va oqimli turlarga bo'linadi. Barbotajli tarelkalarda suyuqlik yaxlit, gaz esa dispers faza, oqimli tarelkalarda aksincha, gaz faza yaxlit, suyuqlik dispers holatda bo'ladi.

Rektifikasion (va absorbsion) qurilmalarda asosan etti xil tipdagi kontakt tarelkalari ishlatiladi:

1) G'alvirsimon; 2) g'alvirsimon – klapanli; 3) klapanli; 4) jalyuzali-klapanli; 5) qalpoqchali; 6) g'alvirsimon ko'p quyilishli; 7)

panjarali. Tarelkalar oralig'idagi masofa $h = 200/1200$ mm bo'lishi mumkin, ko'pincha h ning qiymati 200; 300; 400; 500 va 600 mm ga teng qilib olinadi.

14.6-rasmda suyuq va gaz (bug') fazalari o'rtasida intensiv rejimlarni ta'minlab beruvchi tarelkalarining ayrim turlari ko'rsatilgan.



14.6-rasm. Tarelkalarining turlari:

14.7 - rasmda klapanli va qalpoqchali kontakt qurilmalari ko'rsatilgan. Bunday qurilmalarning gidravlik qarshiligi kam.



14.7-rasm. Klapanli va qalpoqchali kontakt qurilmalari

Neftni qayta ishlash sanoatida qalpoqchali tarelkalar keng tarqalgan. Turli tarelkalarning harakteristikalari quyida keltirilgan:

Tarelka konstruksiyasi	Ish unumdorligi	Nisbiy tan narxi
Qalpoqchali	1.0	1.0
Qalpoqchali	1.0	1.0
S – simon	1.0 – 1.1	0.4 – 0.6
Klapanli	1.1 – 1.5	0.6 – 0.8
Panjarali	1.5 va undan yuqori	0.4 – 0.7
G'alvirsimon	1.1 – 1.4	0.6 – 0.7

Keltirilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, qalpoqchali tarelkalar bir qator ko'rsatkichlar bo'yicha boshqa turdagi tarelkalarga nisbatan yomonroq.

Distillyasion va rektifiksion qurilmalarning ishini intensivlash uchun energiyaga bo'lgan harajatlarni kamaytirish, intensiv gidrodinamik rejimlarni tashkil qilish uchun optimal shart-sharoitlar yaratilishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

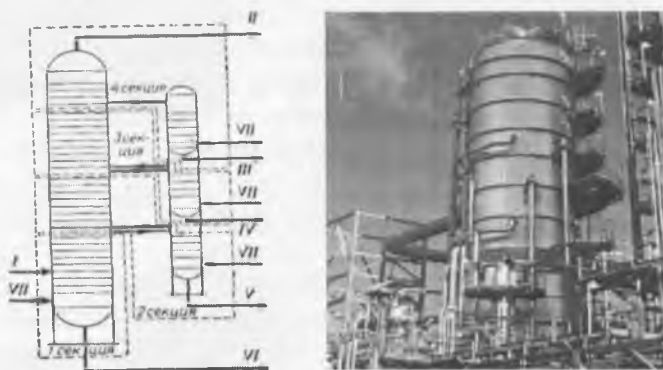
Energetik harajatlarni kamaytirish uchun quyidagilarga e'tibor berish kerak: 1) rektifikaon kolonnalarni yahshi issiqlik himoya qoplamasi bilan qoplash 2) jarayonni optimal flegma bilan olib borish; 3) ikkilamchi issiqlik oqimlaridan ishlab chiqarish ehtiyojlarini qondirish uchun foydalanish; 4) mumkin bo'lgan sharoitda qurilmaning kubida suyuqlikni bug'latish uchun o'tkir bug'ni ishlatish; 5) issiqlik nasosini qo'llash; 6) ayrim sharoitlarda, masalan, azeotrop aralashmalarini rektifikatsiyalash paytida har xil bosim bilan ishlaydigan ikki (yoki ko'p) kolonnali qurilmalardan foydalanish.

Oddiy kolonnalar yordamida aralashma faqat ikki fraksiyaga ajratilishi mumkin. Neftni qayta ishlash zavodlarida esa odatda aralashma bir nechta fraksiyaga ajratiladi. Masalan, neftni haydash natijasida undan benzin, ligroin, kerosin, solyar moyi va mazut ajratib olinadi. Bunday ajratishni amalga oshirish uchun bir nechta ketma-ket joylashgan oddiy kolonnalar talab qilinadi. Kolonnalar soni ajratiladigan komponentlar sonidan birta kam bo'lishi lozim. Jarayonni bu tarzda tashkil qilish ko'plab noqulayliklar tug'diradi va metall sarfining oshishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham neft

hom-ashyosini 3 va undan ortiq fraksiyalarga ajratish bir kolonnali tizim bo'yicha amalga oshiriladi. Bunday kolonna bir korpusda yig'ilgan va ustma-ust joylashgan bir nechta oddiy kolonnadan iborat murakkab kolonna bo'lib hisoblanadi.

14.8-rasmda ko'p komponentli aralashmani to'rtta fraksiyaga ajratadigan tarelkali murakkab kolonna tasvirlangan. Bunday kolonnaning afzalligi shundan iboratki, alohida joylashgan oddiy kolonnalarga nisbatan kam ishlab chiqarish maydonini egallaydi, to'yintirish faqat eng yuqori tarelka orqali amalga oshiriladi.

Kolonnada alohida joylashtirilgan stripping-kolonna deb nomlanuvchi uchta bug'latish seksiyalari mavjud bo'lib, ular umumiy korpusda joylashtirilgan. Seksiyalar qopqoqlar bilan ajratilgan. Har bir seksiya bir nechta tarelkalar bilan ta'minlangan.



14.8-rasm. Murakkab kolonna principial sxemasi:

1 – asosiy kolonna; 2 – stripping kolonnalar.

Murakkab kolonnada aralashmaning ajratilishi quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Kerakli temperaturagacha isitilgan aralashma, birinchi kolonnaning ta'minlovchi qismiga beriladi. Birinchi kolonnada ajralgan asosan engil uchuvchan fraksiya bug'laridan iborat gazlar ikkinchi kolonnaga o'tib, undan ikkinchi og'irroq fraksiya qoldiq sifatida ajratiladi. Qisman ikkinchi fraksiya bug'lari bo'lgan gazlar aralashmasi uchinchi kolonnaga o'tib, undan qoldiq sifatida uchinchi fraksiya ajraladi. Kolonna yuqorisidan bug' holidagi to'rtinchi fraksiya ajratib olinadi.

Kolonna yuqorisida joylashgan parcial kondensator yordamida bug'lar sovitiladi. Bunda bug'larning bir qismi kondensasiyalanadi va flegma hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan flegma murakkab kolonna yuqorisidan uchinchi oddiy kolonna barcha tarelkalari orqali oqib o'tadi. Ushbu kolonna pastki tarelkasidan bir qism flegma bug'latish uchun stripping seksiyaga o'tadi. Qolgan qismi esa ikkinchi oddiy kolonnada to'yintirish vazifasini bajaradi. Ikkinchi kolonnada ham shu jarayon takrorlanadi.

Oddiy kolonnalar pastki tarelkalarida yig'ilgan fraksiyada ma'lum miqdorda chegaraviy fraksiya ham bo'ladi. Fraksiyalarni sof holda ajratish uchun stripping seksiyalar pastki qismiga suv bug'i beriladi. Suv bug'i qiyin uchuvchan fraksiya bug'lari bilan asosiy kolonnaga qaytiriladi. Qoldiq mahsulot esa har bir oddiy kolonna pastidan alohida fraksiya holida chiqariladi.

14.4.KOLONNALARNI ISHLATISH

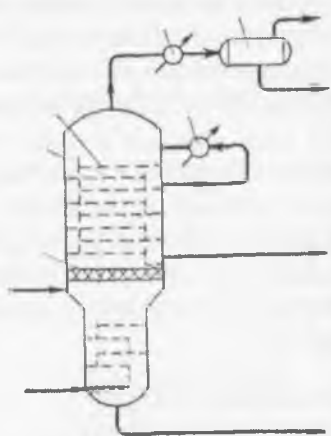
Kolonnalarning asosiy ekspluatasion omillaridan biri bosimdir. Yuqori bosim asosan qaynash temperaturasi past bo'lgan uglevodorodlar aralashmalarini yuqori temperatura rejimida ajratishda qo'llaniladi.

Rektifikasion kolonna balandligi bo'yicha bosim o'zgarib turadi. Bunga tarelkalarning gidravlik qarshiligi sabab bo'ladi.

Yuqori qaynash temperaturasiga ega bo'lgan komponentlarni ajratish, yuqori molekulyar uglevodorodlar parchalanishining oldini olish maqsadida past temperaturalarda amalga oshirilishi lozim. Bunday uglevodorodlar vakuum kolonnalarda haydaladi. Kolonnada bosimni kamaytirish yo'li bilan uglevodorodlar qaynash temperaturasi sun'iy ravishda pasaytiriladi. Mazutdan moyli distillyatlar olishda shunday kolonnalar ishlatiladi.

14.9-rasmda atmosfera – vakuumli qurilma vakuum kolonnasi tasvirlangan. Kolonna diametri 6,4 m ni tashkil etadi. Koncentrasion qismida 14-20 ta, bug'latish qismida 4 ta tarelka o'rnatilgan. Bug'latish qismi diametri 3,2 m ni tashkil etadi. Buning sababi bu qismda bug' miqdori kamligi va ikkinchi tomondan gudronnig termik parchalanishi hamda tarelkalarda koks hosil bo'lishining oldini olishdir.

Kolonna yuqorisida 110-130°S, o'rta qismida 400-420°S, pastida 380-400°S temperatura rejimi tashkil qilinadi. Kolonnadagi qoldiq bosim 40-80 mm. sim. ust.ga teng.

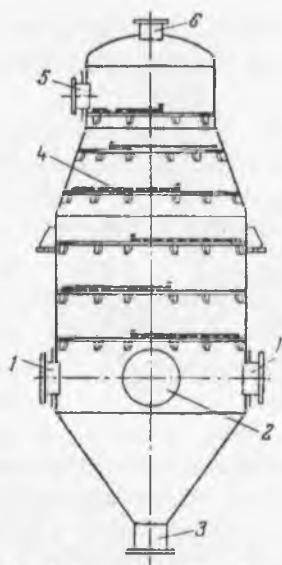


14.9-rasm. Atmosfera – vakuumli qurilma vakuum kolonnasi.

Kolonnada vakuum hosil qilish va ushlab turish apparat yuqorisidan chiqayotgan bug'larni kondensasiyalash va kondensasiyalanmaydigan gazlarni so'rish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Bug'larni kondensasiyalash uchun barometrik kondensator ishlatiladi. Kondensator diametri 1,8 m gacha, balandligi 2,1 m gacha bo'ladi.

Uglevodorod gazlari, suv bug'i va kondensasiyalanmaydigan gazlardan iborat aralashma kolonna yuqorisidan barometrik kondensatorga uzatiladi. (14.10-rasm). Bug'larni sovitish uchun kondensatorga sovuq suv beriladi. Kondensator pastidan yuqoriga qarab harakatlanayotgan bug'lar, tarelka tokchalari orqali yuqoridan pastga oqib tushayotgan suv bilan kontaktda bo'lib, soviydi va kondensasiyalanadi. Kondensasiyalangan bug'lar sovituvchi suv bilan barometrik quvur orqali quduqqa tushadi.



14.10. Barometrik kondensator.

1-bug'larning chiqishi; 2-lyuk; 3- barometrik trubani ulash shtutseri; 4- kaskad tarelka; 5- suvning' kirishi; 6- kondensatsiyanmagan gaz va bug'larning chiqishi.

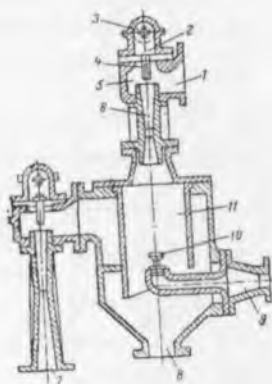
Kondensasiyalanmaydigan gazlar bug' oqimli ejektor yoki vakuum-nasoslar yordamida so'rib olinadi.

Bug' oqimli ejektorlar ikki-, uch- va ko'p bosqichli bo'lishi mumkin. 14.11-rasmda ikki bosqichli ejektor tasvirlangan.

Gaz va kondensasiyalanmagan suv bug'lari 1 shtuser orqali barometrik kondensatordan birinchi bosqich so'rish kamerasi 5 ga so'riladi. 6 diffuzor markazida bug' soplosi 4 o'rnatilgan. Soploga yuqori bosimli o'tkir bug' beriladi. Bug' kamerada vakuum hosil qilib, oraliq kondensatorga o'tadi va kondensasiyalanadi. Oraliq kondensatorga suv 9 shtuser va 10 purkash moslamasi orqali beriladi.

Gaz va kondensasiyalanmagan bug'lar qoldig'i birinchi bosqichdan faqat o'lchamlari bilan farq qiladigan ejektor ikkinchi bosqichiga so'riladi va atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Ejektor korpusi cho'yandan quyiladi, soplo va purkagich po'latdan tayyorlanadi.



14.11-rasm. Ikki bosqichli bug' oqimli ejektor:

1-bug' va gazlarning kirishi; 2-bug' boshagi; 3- o'tkir bug' kirishi; 4-bug' soplosi; 5-so'rish kamerasi; 6-diffuzor; 7-chiqish; 8-chiqarish quvursini ulash shtuseri; 9-suvning kirishi; 10-suv purkagich; 11-oraliq kondensator.

Kolonnadagi temperatura rejimi hom-ashyoni isitish pechlarida qizdirish, kolonna pastida qo'shimcha isitish va kolonna ma'lum qismlarida to'yintirishni tashkil etish yo'li bilan ushlab turiladi.

Kolonna pastida qo'shimcha isitishni kolonna ichida yoki uning tashqarisida isitkich o'rnatish yo'li bilan amalga oshirish mumkin. Hozirgi paytda kolonna pastiga suv bug'i berish yo'li bilan isitish keng qo'llanilmoqda. Suv bug'i o'z issiqligining bir qismini qoldiqqa berish bilan birgalikda, komponent bug'lari parcial basimini ham kamaytiradi. Bunda suyuqlik o'ta qizdirilgan holatga o'tib, tez bug'lanadi.

O'tkir to'yintirish kolonna eng yuqori tarelkasida amalga oshiriladi. To'yintirish miqdorini o'zgartirish yo'li bilan kolonna yuqorisida temperaturani rostlab turish mumkin.

Cirkulyasion to'yintirish uchun mos tarelkalar yon mahsulotlari ishlatiladi. Yon mahsulotlar sovitkichlarda sovitilib, kerakli nuqtada kolonnaga qaytariladi. To'yintirish miqdori hisobiga kolonna alohida qismlarida zarur temperatura hosil qilinadi.

Doimiy temperatura rejimini ushlab turish uchun apparatni issiqlik himoya qatlami bilan qoplash ham katta ahamiyat kasb etadi.

Issiqlik himoyasiga qo'yiladigan asosiy talablar shundan iboratki, uning iisqlik o'tkazuvchanligi past va himoya hossalarini uzoq saqlaydigan bo'lishi lozim. Himoya qatlam materiali yuqori temperatura ta'siriga, temperaturaning tez-tez o'zgarib turishiga chidamli bo'lishi lozim.

Himoya qatlami atrof-muhit ta'siriga kimyoviy barqaror bo'lib, ishlatish mobaynida ishdan chiqmasligi kerak. Namlikni yutmaydigan bo'lishi lozim. Chunki nam qatlam apparat sirtini tez zanglashiga olib keladi.

Ta'mirlash paytida himoya qatlami mukammal ko'zdan kechirilib, shikastlangan joylari tuzatilishi lozim.

Rektifikasion kolonnalar butun tizimni sovuq cirkulyasiya qilish bilan bir vaqtda ishga tushiriladi. 10-30 minut vaqt mobaynida tizimdagi zich bo'lmagan joylarni aniqlash, nazorat - o'lchov asboblarning ishlashini tekshirish maqsadida hom-ashyo oqiziladi. So'ngra quvurli pechlarda hom-ashyoni asta-sekin isitish yo'li bilan issiq cirkulyasiya tashkil etiladi. Kolonna yuqorisidagi 95-100 °S temperaturada issiq cirkulyasiya ikki soat davom ettiriladi. So'ngra kolonnadagi temperatura soatiga 20-30°S tezlikda oshirib boriladi.

Engil fraksiyalar bug'lanishining boshlanishi bilan kolonnaga hom-ashyo berila boshlaydi. Zarur temperatura rejimi o'rnatilgach kolonna eng yuqori tarelkasida tuyintirish tashkil etilib, texnologik kartada ko'zda tutilgan normal ish rejimi o'rnatiladi.

Shu holatda kolonnaga toza hom-ashyo, suv bug'i berila boshlab, uni normal ish rejimiga chiqariladi.

Kolonnani ishdan to'htatish yuqoridagilarga teskari ketma - ketlikda amalga oshiriladi. Apparatda hom-ashyo, bug', suv va elektr energiya ta'minoti qo'qqisdan buzilganda, qurilmadagi boshqa apparatlar ishdan chiqqanda avariya to'htatishi amalga oshiriladi.

Vakuum-qurilmasiga suv ta'minotining qo'qqisdan buzilishi ayniqsa havfli hisoblanadi. Bunday holatda barometrik kondensator va ejektorga olib boradigan suv liniyasidagi zadviyka tezda yopilib, havo so'rilishining oldi olinishi lozim.

Kolonnani ta'mirlashga tayyorlashda dastlab undagi bosim atmosfera bosimigacha pasaytiriladi va qoldiq mahsulotdan tozalanadi. So'ngra, kolonnaga suv bug'i yuborilib, neft mahsulotlari bug'laridan tozalanadi. Bu jarayon 8-48 soat davom ettiriladi.

So'ngra kolonna yuqori qismiga suv yuborilib, yuviladi. Yuvish 8-24 soat davom etadi. Kolonnadagi havo tarkibi tahlil qilinib, so'ngra ta'mirlash ishlari boshlanadi.

14.5. REKTIFIKASION KOLONNALARNI HISOBLASH

Yuqoridagi aytib o'tilgandek, sanoatda rektifikatsiya jarayonini amalga oshirish uchun turli kolonnalar ishlatiladi. Bu borada tarelkali kolonnalar eng samarali hisoblanadi. Misol tariqasida suyuqlikni o'tkazish qurilmalari bo'lgan tarelkali kolonnaning gidravlik hisobini ko'rib chiqamiz.

Texnolog hisoblash natijasida rektifikatsiya jarayonining asosiy kattaliklari (bosim, temperatura, suyuqlik va bug'ning sarfi, kolonnadagi tarelkalar soni) aniqlanadi. Bu ma'lumotlar gidravlik hisoblashlarga asos bo'ladi. Gidravlik hisoblar kolonna va tarelkalar asosiy ish o'lchamlarini tanlashga yordam beradi. Kolonnada tegishli gidravlik rejim tashkil qilinsa, bu holda kerakli ish unumiga va apparatning samarali ishlashiga erisxiladi.

Kolonnadagi bug'ning chiziqli tezligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\omega = 0,847 \cdot 10^{-4} \cdot c \sqrt{\frac{p_s - p_b}{p_b}} \quad (14.1)$$

Bug'ning massaviy tezligi esa ushbu tenglama bo'yicha topiladi.

$$G = 0,305 \cdot c \cdot \sqrt{p_b(p_s - p_b)} \quad (14.2)$$

Bu yerda: G – kolonna erkin kesimidagi bug'larning massaviy tezligi; $\text{kg/m}^2 \cdot \text{soat}$; p_s, p_b – bug' va suyuqlikning zichliklari, kg/m^3 , c – tuzatish koeffisienti, uning qiymati tarelkaning tuzilishiga, tarelkalar oralig'idagi masofaga (odatda bu masofa 0,2 0,8 m atrofida bo'ladi) va suyuqlikning sirt tarangligiga bog'liq.

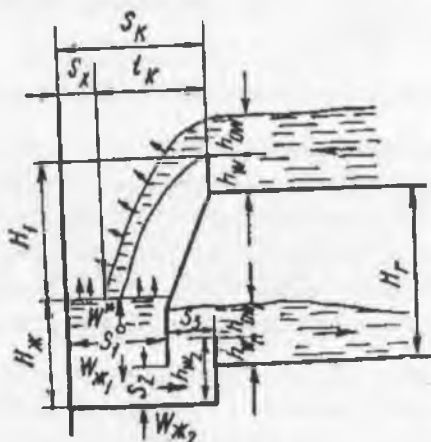
Kolonaning diametri quyidagi tenglama bo'yicha topiladi:

$$D_k = 2 \frac{\sqrt{G_b}}{c \sqrt{p_b(p_s - p_b)}} \quad (14.3)$$

Bu yerda: G_b – bug' miqdori, kg/ soat.

Apparatning aniqlangan diametri eng yaqin standart qiymatgacha yaxlitlanadi va suyuqlikni o'tkazish qurilmalari hisoblangandan so'ng solishtirib ko'riladi.

Suyuqlikning bir tarelkadan keyingisiga qo'yilishi uchun moslangan qurilmalarni hisoblashda 14.12– rasmda ko'rsatilgan sxemadan foydalaniladi.



14.12-rasm. Quyilish qurilmalari asosiy kattaliklarining gidravlik hisobi

Bunda $S_k > l_k$ shart bajarilishi kerak, bu yerda S_k – o'tkazish qurilmasi yuqorigi qismning kengligi; l_k – o'tkazish to'sig'idan o'tib, otilib tushayotgan suyuqlik oqimning kengligi.

Otilib tushayotgan suyuqlik oqimning kengligi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$l_k = 0,8 \sqrt{h_{0w} \left[(K_n - 1) \left(\frac{\Delta p}{p_s g} + h_{w2} + h_{0w1} + \Delta + h_{0w} \right) + h_{0w} \right]} \quad (14.4)$$

Bu yerda: $h_{0w} = h_{0w1}$; K_n – o'tkazish qurilmasi balandligi zapas ko'effisienti; K_n ning suyuqlikning ko'piklanish darajasiga bog'liq:

Ko'piklanish darajasi..... K_n

Kam ko'piklanadigan suyuqliklar.....1,25 – 1,50

Kuchli ko'piklanadigan suyuqliklar.....2,5 – 3,0

Quyilish chuqurchasi yuqorigi qismning kengligi quyidagicha qabul qilinadi:

$$S_k \geq (1,5 - 2,0) l_k \quad (14.5)$$

Tarelkalar orasidagi masofa NT quyidagi shart bo'yicha aniqlanadi:

$$H_T \geq K_n H_s - (h_{\omega} + h_{\omega 2} - h_{\omega 1}); \quad (14.6)$$

Bu yerda: H_s - quyilish chuqurchasidagi ko'piklanmagan suyuqlik balandligi.

Segmentsimon shakldagi quyilish chuqurchasining kengligi S_k o'tkazish to'sig'i uzunligi V va kolonnaning diametri D_k quyidagi nisbat orqali bog'langan:

$$\frac{S_i}{D_i} = 0,5 \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{B}{D} \right)^2} \right) \quad (14.7)$$

Odatda $V/D_k = 0,6 - 0,8$.

Quyilish qurilmasi pastki qismining kesimini aniqlashda quyidagi shartlarga amal qilinadi: eng tor kesimdagi suyuqlikning tezligi 0,2 m/s dan oshmasligi va havo pufakchalarining ajralib chiqish tezligidan kam bo'lish lozim. Quyilish chuqurchasi pastki kesimning zarur bo'lgan minimal yuzasi quyidagicha topiladi:

$$F_i = \frac{Q}{\omega_{i1}} = \frac{D_k^2 (V_0 / D_k) \left(1 - \sqrt{1 - (B_0 / D_k)^2} \right)}{3}; \quad (14.8)$$

Bu yerda: Q - suyuqlikning hajmiy sarfi; V_0 - quyilish chuqurchasining pastki kesimdagi quyilish kesimidagi to'sig'ining uzunligi, m.

Quyilish qurilmasining suyuqlik oqimiga bo'lgan qarshiligi quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$h_{\omega} = \xi \frac{\omega_{i2}^2}{2g} \quad (14.9)$$

Quyilish to'sig'ining ustidan o'tib otilib tushayotgan suyuqlik oqimning balandligi (metr hisobida) quyidagi tenglama bo'yicha topiladi:

$$h_{0w} = 2,9 \cdot 10^{-3} \sqrt{(Q/V)^2} \quad (14.10)$$

XV BOB. ABSORBERLAR. ULARNI HISOBLASH VA LOYIHALASH

15.1. 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 hokazo.

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 hokazo.

Neft va gaz sanoatida absorbsiya jarayoni uglevodorodli gazlarni ajratish, quritish va tozalashda ishlatiladi. Tabiiy va yo'ldosh 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 hokazo) dan tozalanadi. Absorbsiya yordamida piroliz va katalitik kreking gazlari ajratiladi va gazlar zararli qo'shimchalardan 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 o'tkazishga mo'ljallangan uskunalarni absorberlar deb yuritiladi.

Neftni qayta ishlash sanoatida absorbsiya jarayoni uglevodorod gazlarini tozalash va quritish, tabiiy va yo'ldosh gazlar tarkibidan etan, propan, butan, benzin komponentlari, oltingugurtni ajratib olish, piroliz va katalitik kreking gazlarini ajratishda qo'llaniladi.

Absorbsiya jarayoni fazalarni ajratuvchi yuzada ro'y beradi. Shu sababdan absorberlarda iloji boricha gaz va suyuqlik o'rtasidagi to'qnashuv yuzasini ko'paytirish zarur. Ushbu to'qnashuv yuzasini hosil qilish usuliga ko'ra absorberlar shartli ravishda quyidagi guruhlarga bo'linadi: 1) yuzali va yupqa qatlamli (jumladan nasadkali); 2) barbotajli (tarelkali); 3) suyuqlik sochib beruvchi.

5.2. DESORBSIYA

Absorbyerdan 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.

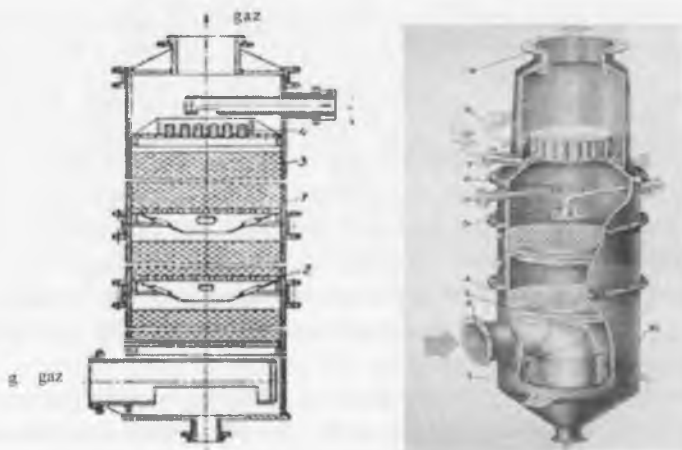
15.3.ABSORBERLAR TUZILISHI

Bunday kolonnalar eng ko'p tarqalgan yuzali absorberlar qatoriga kiradi. Har xil shaklli va o'lchami 12/150 mm bo'lgan qattiq jismlar, ya'ni nasadkalar bilan to'ldirilagan vertikal kolonnalarning tuzilishi sodda va yuqori samaradorlikka ega bo'lgani uchun ular sanoatda keng ishlatiladi. Nasadkali

kolonnalarda nasadkalar gaz va suyuqlik o'tadigan tayanch to'rlarga o'rnatiladi. Qurilmaning ichki bo'shlig'i nasadka bilan to'ldirilgan bo'ladi yoki har birining balandligi 1,5 – 3 m bo'lgan qatlamlar holatida joylashtiriladi. Gaz to'rning tagiga beriladi, so'ngra nasadka qatlamidan o'tadi. Suyuqlik esa kolonnaning yuqori qismidan maxsus taqsimlagichlar orqali sochib beriladi, u nasadka qatlamidan o'tayotganda pastdan berilayotgan gaz oqimi bilan uchrashadi. Kolonna samarali ishlashi uchun suyuqlik bir tekisda, qurilmaning butun ko'ndalang kesimi bo'ylab bir xil sochib berilishi kerak. Bu qurilmalarda kontakt yuzasi esa nasadkalar yordamida hosil qilinadi.

Odatda nasadkali absorberlarning diametri 4 m dan ortmaydi. Katta diametrli kolonnalarda gaz va suyuqlikni qurilmaning ko'ndalang kesimi bo'yicha bir me'yorda taqsimlash juda qiyin, shu sababdan katta diametrli absorberlar samaradorligi ancha kam bo'ladi. Biroq sanoatda diametri 12 m gacha bo'lgan qurilmalar ham ishlatiladi.

15.1 – rasmda nasadkali absorber tasvirlangan. Qurilmaning qobig'i 1 kavsharlash yo'li bilan yaxlit qilib tayorlanadi yoki bir necha alohida olingan qismlardan tuzilgan bo'ladi. Nasadkalarni namlash uchun suyuqlik tarqatuvchi tarelka 2 orqali beriladi. Nasadka 3 qurilmaning balandligi bo'yicha bir necha qatlamlarga ajratilgan holatda tayanch to'rlari 4 ning ustiga joylashtiriladi. Nasadkani qurilmaga yuklash yoki undan tushirish uchun lyuklar 6 va 8 hizmat qiladi. Kolonnaning yuqori qismida suyuqlik tomchilarini qaytaruvchi qurilma 7 joylashtirilgan. Nasadkali kolonnada gaz va suyuqlik qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Bunda gaz kolonnaga pastki shtuser A orqali beriladi va shtuser V yordamida tashqariga chiqariladi. Namlash uchun suyuqlik kolonaga yuqorigi shtuser V orqali yuboriladi va paski shtuser G yoki D yordamida tashqariga chiqariladi.



15.1-rasm. Nasadkali absorber:

1- qobiq; 2- tarqatuvchi tarelka; 3-nasadka qatlami.

Hozirgi kunda sanoat kolonnalarini to'ldirish uchun turli nasadkalar ishlatiladi. Nasadkalar katta solishtirma yuzaga, minimal massaga va katta erkin hajmga ega bo'lishi kerak. Ular quyidagi ko'rsatgichlar bilan harakterlanadi:

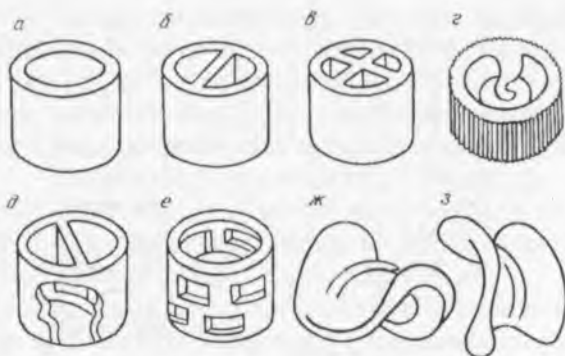
1. Solishtirma yuza m^2/m^3 ; bu kattalik absorberning 1 m^3 hajmiga to'ldirilgan nasadkaning yuzasini bildiradi.

2. Erkin hajm, m^3 / m^3 ; bu kattalik 1 m^3 hajmdagi nasadkalarining ichida qancha erkin hajm borligini ko'rsatadi.

3. Suyuqlikning ushlab qolish qobiliyati, m^2/m^3 ; Bu kattalik nasadka qatlamining hajm birligida ushlab qolinadigan suyuqlikning miqdorini bildiradi.

4. 1 m^3 nasadkaning massasi, kg.

Nasadkalar sifatida Rashig halqalari, keramik buyumlar, koks, maydalangan kvarc, polimer halqalar, maydalangan kvarc, polimer halqalar, metallardan tayyorlangan to'rlar, sharlar, propellerlar, egarsimon elementlar va boshqalar ishlatiladi (15.2-rasm).



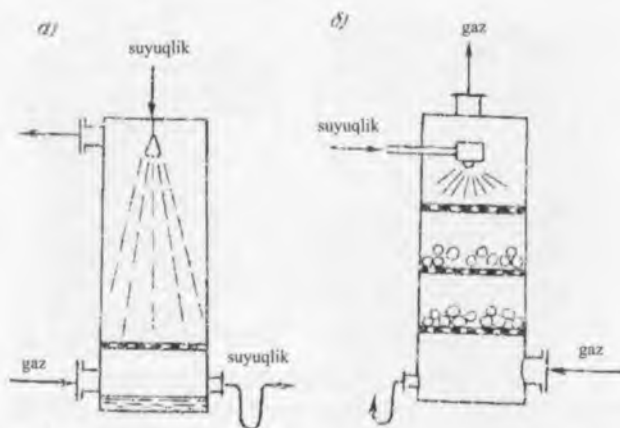
15.2- rasm. Nasadkalarining turlari:

a-Rashig halqasi; b-Lessing halqasi; v-krestga o'hshash to'siqli halqa;
g-bitta spiralli halqa; d-ikkita spiralli halqa; j-Berl egari;
z-Intalloks egari.

Suyuqlikni sochib beruvchi absorberlar

Bu absorberlarda fazalarni o'zaro jips kontakti suyuqlikni gaz oqimiga sochib yoki yoyib berish usuli orqali amalga oshiriladi. Gaz bilan suyuqlik bir-biriga nisbattan qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Ichi bo'sh sochib beruvchi absorberlar vertikal kolonnadan iborat bo'lib, yuqori qismiga suyuqlikni sochib beruvchi maxsus forsunkalar o'rnatiladi (15.3-rasm). Sochib beruvchi absorberlarda forsunkalardan suyuqlik uzoqlashib, tomchilarga aylanishi natijasida hajmiy modda o'tkazish koeffisientining qiymati birdan kamayadi. Shu sababli bu qurilmalarda forsunkalar ma'lum masofada qurilmaning balandligi bo'yicha bir necha qator qilib o'rnatiladi. Forsunkali absorberlarda gazning tezligi odatda 1-1,5 m/sek ga teng bo'ladi.

Sochib beruvchi ichi bo'sh absorberlarning tuzilishi sodda, gidravlik qarshiligi kam, iflosroq gaz aralashmalarini ham tozalash mumkin, boshqarish, tuzatish va tozalash oson. Kamchiliklari: bu qurilmalarning samaradorligi yuqori emas, suyuqlikni sochib berish uchun ko'p energiya sarflanadi, loyqalangan suyuqliklar bilan ishlash qiyin, fazalarning kontakt yuzasini oshirish uchun ko'proq suyuqlik sarflanadi, suyuqlik tomchilari kolonnadan chiqib ketmasligi uchun gaz tezligining miqdori kichik qiymatga ega.



15.3-rasm. Suyuqlikni sohib beruvchi absorberlar:
a-ichi bo'sh; b-sharsimon nasadkali.

Fazalarning nisbiy tezligi va katta gaz oqimi to'liqinsimon harakatda bo'lgani uchun bu qurilmalarda gaz fazasidagi massa almashinish koeffisienti yuqori bo'lib, bu absorberlar yahshi eriydigan gazlarni suyuqlikka yuttirish uchun keng qo'llaniladi.

15.4. ABSORBERLARNI HISOBLASH

Absorberlarni hisoblash uchun quyidagi parametrlar berilishi kerak: gazning sarf miqdori; uning dastlabki va jarayon ohiridagi konsentratsiyasi; absorbentning boshlang'ich konsentratsiyasi. Bu kattaliklar asosida absorbentning sarf miqdori L , absorberning balandligi va diametri hamda uning gidravlik qarshiligi aniqlanadi. Gaz kolonna bo'ylab harakatlanganda u gidravlik qarshilikni engadi, kirish va chiqishdagi gaz bosimlari farqi gazning harakat qilishi uchun to'sqinlik qilgan gidravlik qarshilikning miqdoriga teng bo'ladi.

Absorberning gidravlik qarshiligi uning konstruksiyasiga, gaz tezligiga, apparatning gidrodinamik rejimiga bog'liq. Umuman olganda esa gidravlik qarshilik asosan gazning tezligiga bog'liq. Absorbyerdagi gazning optimal tezligi gazning tezligiga bog'liq bo'lgan barcha faktorlarni hisobga olgan holda faqat texnik-iqtisodiy hisoblashlar orqali aniqlanadi. Agar absorbsiya jarayoni yuqori

bosim ostida borsa, absorbyerdagi gidravlik qarshilikni engish uchun ketgan bosim yo'qotishlari umumiy bosimning juda kichik ulushlarini tashkil qilib, absorberlarning iqtisodiy ko'rsatkichlariga hech qanday ta'sir qilmaydi. Bu vaqtda absorbyerdagi gazning tezligini eng katta miqdorda olish mumkin, masalan (0,8 ... 0,9) ω . Bu yerda: ω — tiqilib qolish nuqtasiga to'g'ri kelgan gazning tezligi.

Kolonna atmosfera yoki undan past bosimda ishlasa, gazni uzatishda sarf bo'ladigan energiyaning miqdorini kamaytirish uchun absorbyerdagi gazning tezligini kichik qilib olinadi.

Har qanday apparatni iqtisodiy jihatdan tejamli qilib loyihalash uchun kolonna diametrini kichikroq qilib apparatdagi gaz oqimining tezligini oshirish kerak. Absorberning diametri sekundli sarf tenglamasi orqali qabul qilingan gazning fiktiv tezligi ω_0 vositasida ifodalanadi:

$$D = \sqrt{\frac{4V_s}{\pi\omega_0}}; \quad (15.15)$$

bu yerda: V_s — kolonnadan o'tayotgan gazning hajmiy sarf miqdori, m^3/s .

Absorberning balandligi, agar jarayonning harakatlantiruvchi kuchi gaz fazasining konsentrasiyasi bilan ifodalansa modda o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi:

$$H = \frac{M}{K_y \cdot a \cdot S \cdot \Delta y_{o'r}} \quad (15.2)$$

bu yerda: M — yutilgan gaz miqdori, K_y — modda o'tkazish koeffisienti, a — kontaktlashuvchi fazalarning solishtirma yuzasi, S — kolonnaning ko'ndalang kesimi, $\Delta y_{o'r}$ — jarayonning o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi.

Kontaktlashuvchi fazalarning yuzasi noma'lum bo'lsa, absorberning balandligi modda o'tkazishning hajmiy koeffisienti yoki bir fazadan ikkinchi fazaga o'tayotgan moddalarning miqdori bilan aniqlanadi.

Plyonkali absorberlarni hisoblash. Bu absorberlarda gaz oqimi bilan suyuqlik to'htovsiz ta'sir qilib, suyuqlik plyonka hoida kolonna balandligi bo'yicha oqib tushib turadi. Plyonkaning gidravlik qarshiligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\Delta P_{pl} = \lambda \frac{H}{d_s} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2}; \quad (15.3)$$

bu yerda: H – oqib tushayotgan plyonka yuzasining balandligi, m ; d_e – gaz harakatlanayotgan kanalning ekvivalent diametri m ; ω – suyuqlik plyonkasining o'rtacha tezligi, m/s ; ρ – gazning zichligi; kg/m^3 ; λ – ishqalanish koeffisienti.

Ishqalanish koeffisienti gaz harakatining rejimiga, ya'ni gaz uchun olingan Re kriteriysining miqdoriga hamda o'lchovsiz kompleks $\omega\mu/\delta$ ning qiymatiga bog'liq; bu yerda: μ —suyuqlikning qovushqoqligi; δ —sirt taranglik; λ ning qiymati quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

Agar $Re_g < Re_{kr}$ bo'lsa,

$$\lambda = \frac{86}{Re} \quad (15.4)$$

Agar $Re_g > Re_{kr}$ bo'lsa,

$$\lambda = \frac{0,11 + 0,9 \left(\frac{\omega\mu}{\delta} \right)^{2/3}}{Re_g^{0,16}} \quad (15.5)$$

bu yerda: $Re_g = \omega d_e \rho_g / \mu_g$ — gaz fazasi uchun Reynol'ds kriteriysi; Re_{kr} — suyuqlik plyonkasining fizik xususiyatlarini, gaz oqimining harakat tezligini va rejimini hisobga oluvchi Reynol'ds kriteriysining kritik qiymati. Re ning kritik qiymati quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Re_{kr} = \left[\frac{86}{0,11 + 0,9 \left(\frac{\omega\mu}{\delta} \right)^{2/3}} \right]^{1,19} \quad (15.6)$$

Quvurli absorberlarning diametrini aniqlash uchun quvurlardagi gazning qabul qilingan tezligi bo'yicha quvurlarning umumiy ko'ndalang kesim yuzasi aniqlanadi:

$$S = \frac{V}{\omega}, m^2, \quad (15.7)$$

Quvurlarning ichki diametrini (0,02 ... 0,05) m deb olib, quvurlarning umumiy soni aniqlanadi:

$$n = \frac{S}{0,785 \cdot d^2} \quad (15.8)$$

Quvurlar orasidagi masofa $t = (1,25 \dots 1,5) d_t$ ni va qalinligi δ_{tr} ni aniqlab, absorberning diametri sekundli sarf tenglamasidan aniqlanadi. Bu yerda d_t quvurning tashqi diametri.

Tiqilib qolish nuqtasiga to'g'ri kelgan gazning tezligi ω_t quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_t = \lg \left(\frac{\omega_g^2 \cdot p_g}{g \cdot d_e \cdot p} \mu^{0.16} \right) = A - 1.75 \left(\frac{L}{G'} \right)^{1/4} \left(\frac{p_g}{p} \right)^{1/8} \quad (15.9)$$

bu yerda: p — suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; μ — suyuqlik qovushqoqligi, ns/m^2 ; L va G' — suyuqlik va gazning sarf miqdori, kg/s .

(15.9) tenglama nasadkali va plyonkali absorberlar uchun umumiy bo'lib, faqat A ning qiymati bilan farqlanadi. Plyonkali absorberlar uchun:

$$A = 0.47 + 1.51 \lg \frac{d_e}{0.025} \quad (15.10)$$

Quvurli absorberlarning balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$H = \frac{F_n}{n \cdot \pi \cdot d_i} \quad (15.11)$$

Bu yerda: F_n — quvurlarning umumiy ichki yuzasi, d_i — quvurning ichki diametri.

Quvurlardan oqib tushayotgan plyonkaning qalinligi e'tiborga olinmasa, u holda quvurlarning ichki yuzasi gaz va suyuqliklarning kontakt yuzasiga teng bo'ladi:

$$F = \pi \cdot n \cdot d_i \cdot N \quad (15.12)$$

F ning qiymatini modda o'tkazishning asosiy tenglamasiga qo'ysak, unda absorberning balandligi quyidagicha topiladi:

$$H = \frac{M}{n \cdot \pi \cdot d_i \cdot K_v \cdot \Delta y_{o,r}} \quad (15.13)$$

Modda o'tkazish koeffisientlarini hisoblashda gaz fazasidagi modda berish koeffisienti quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Nu_g = \frac{\lambda}{8} \text{Re}(\text{Pr})^{1/2}, \quad (15.14)$$

bu yerda: λ — ishqalanish qarshilik koeffisienti.

Gaz fazadagi o'tkazish sonining balandligi:

$$h = \frac{8 \cdot d_e \cdot \text{Re}^{0.16} (\text{Pr})^{2/3}}{0.44 + 3.6 \left(\frac{\omega \cdot \mu}{\delta} \right)^{2/3}}; \quad (15.15)$$

(15.14) va (15.15) tenglamalardagi $Nu = \beta d_e / D$ ifoda diffuzion Nusel't kriteriysi; D — gaz fazasidagi molekulyar diffuziya koeffisienti, m^2/s ; Pr — diffuzion Prandtl kriteriysi.

Suyuqlik fazasidagi modda berish koeffisienti quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Nu_s = B \cdot Re_s^m (Pr_s)^n \left(\frac{\delta_s}{H} \right)^p, \quad (15.16)$$

Bu yerda: Nu_s — suyuq plyonka uchun diffuzion Nuselt kriteriysi;

$d_e = 4\pi \cdot d\delta / \pi \cdot d = 4\delta$ - suyuqlik plyonkasining ekvivalent diametri;

$Re_s = \frac{\omega \cdot d_e \cdot \rho}{\mu}$ - suyuqlik plyonkasi uchun Reynold's kriteriysi;

$Pr_s = \mu / \rho \cdot D_s$ — suyuqlik uchun Prandtl kriteriysi; D_s — suyuqlik fazasidagi molekulyar diffuziya koeffisienti;

$\delta_k = [\mu^2 (pg)]^{1/3}$ — plyonkaning qalinligi.

Huddi shu rejimlar uchun o'tkazish sonining balandligi:

$$h_s = 0,282 \delta_k Re_s^{0,55} \cdot (Pr_s)^{0,5} \cdot \left(\frac{H}{\delta_s} \right)^{0,5}; \quad (15.17)$$

300 < Re_s < 1600 bo'lganda:

$$h_s = 0,206 \delta_k Re_s^{2,18 \cdot (R/3)} \cdot (Pr_s)^{0,5} \cdot \left(\frac{H}{\delta_s} \right)^p; \quad (15.18)$$

$Re > 1600$ bo'lganda:

$$h_s = 3250 \cdot \delta_k \cdot (Pr_s)^{0,5} \quad (15.19)$$

Nasadkali absorberlarni hisoblash. Absorbyerdan gaz o'tganda naporning yo'qolishi sodir bo'ladi. Yo'qolgan naporning miqdori nasadkaning harakteriga, gazning tezligiga, namlanish zichligiga bog'liq. Quruq nasadkadagi naporning yo'qolishi yoki quruq nasadkaning qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta p_s = \lambda \frac{H}{d_s} \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}; \quad (15.20)$$

bu yerda: H — nasadka qatlamining balandligi, m; ($d_s = 4 \varepsilon / a$ - nasadka elementlari tashkil qilgan kanallarning ekvivalent diametri;

ε — nasadkaning erkin hajmi yoki nasadkalar orasidagi bo'shliq hajm;

a — nasadkaning solishtirma yuzasi m^2/m^3 ; $\omega = \omega_0 / \varepsilon$ — nasadka qatlamidagi gazning haqiqiy tezligi (ω_0 — gazning fiktiv tezligi yoki apparatning to'la kesimiga nisbatan olingan gazning tezligi, m/s);

λ — ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni engish uchun ketgan bosimning yo'qotilishini hisobga oluvchi qarshilik koeffisienti.

Qarshilik koeffitsienti λ ning qiymati Re kriteriysiga bog'liq. U nasadkaning turli elementlari uchun gazning harakat rejimiga asosan empirik tenglamalar bilan aniqlanadi. Masalan, absorberlardagi tartibsiz joylashtirilgan xalqali nasadkalarda gazning laminar rejimdagi harakati uchun ($Re < 40$):

$$\lambda = \frac{140}{Re} \quad (15.21)$$

Turbulent rejimdagi gazning harakati uchun ($Re > 40$):

$$\lambda = \frac{16}{Re^{0,2}} \quad (15.22)$$

Kolonnaga tartibli joylashtirilgan halqali nasadkalar uchun:

$$\lambda = \frac{9,2}{Re^{0,375}} \quad (15.23)$$

Bu yerda: $Re = \omega \cdot d_e \cdot \rho_g / \mu_g$ — gaz uchun berilgan Reynol'ds kriteriysi;

ρ_g, μ_g — mos ravishda, gazning zichligi va qovushqoqligi.

Namlangan nasadkaning gidravlik qarshiligi Δr_h quruq nasadkalarnikidan katta, chunki suyuqlikning ma'lum miqdori nasadkaning ho'llanishi natijasida uning yuzasida va nasadkaning tor kanallarida ushlanib qoladi. Natijada nasadkaning bo'sh hajmi va kesimi kamayadi hamda gazning haqiqiy tezligi ko'payib, nasadkaning gidravlik qarshiligini oshiradi. Namlangan nasadkaning gidravlik qarshiligini aniq hisoblash qiyin, chunki gazning tezligi va namlash zichligi bir xil bo'lganda ham Δr_h ning qiymati nasadkaning kolonna ichida joylashuviga bog'liq. Nasadka elementlarining kattaligi turlicha bo'lgani uchun Δr_h ning qiymati o'zgaruvchan bo'ladi.

Kolonna ishi davomida namlangan nasadkaning gidravlik qarshiligi tahminan quyidagi empirik formuladan aniqlanadi:

$$\Delta r_h = 10^{vi} \Delta r_q \quad (15.24)$$

Bu yerda: u — namlash zichligi, $m^3/m^2 \cdot s$; b — nasadkaning kattaligi va namlash zichligiga qarab tajriba orqali aniqlanadigan koeffitsient. Masalan, namlash zichligi $i = (0,5 \dots 36,5) \cdot 10^{-3} m^3/m^2 \cdot s$ bo'lganda o'lchami $25 \times 25 \times 3$ mm bo'lgan nasadka uchun b ning qiymati $b = 51,2$ bo'ladi.

Namlangan yuza an ning hamma nasadka elementlarining solishtirma yuzasi a ga nisbati nasadkaning namlash koeffitsienti φ deyiladi:

$$\varphi = \frac{a_n}{a} \quad (15.25)$$

Nasadkaning namlash koeffisienti quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\varphi = 1 - A \cdot e^{-m} \quad (15.26)$$

Daraja ko'rsatkich t ning qiymati:

$$m = c \operatorname{Re}^n = c \left(\frac{4up}{a\mu} \right); \quad (15.27)$$

Bu yerda: ρ , μ — mos ravishda, suyuqlikning zichligi va qovushqoqligi.

Nasadkaning turiga qarab A , c va p ning miqdori maxsus adabiyotlarda beriladi. Masalan, o'lchami 15 ... 35 mm bo'lgan Rashig halqasi uchun: $A = 1,02$;

$c = 0,16$; $n = 0,4$.

Absorberning diametri quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$D_a = \frac{L_0}{0,785 \cdot D^2}; \quad (15.28)$$

bu yerda L_0 — absorbyerdagi sarf, m^3/s .

Absorberning ish balandligi nasadkalarining hajmi asosida aniqlanadi. Nasadkaning hajmi esa o'z navbatida huddi shu nasadka uchun uning modda o'tkazish yuzasiga bog'liq. Bu holda nasadkaning hajmi:

$$V_{\text{nas}} = H \cdot S = \frac{F}{a\varphi}; \quad (15.30)$$

Bu yerda: F — kolonnaning ko'ndalang kesimi yuzasi, m^2 . Modda o'tkazish yuzasi esa, modda o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi. F ning qiymatini (15.31) tenglamaga qo'yib, absorberning balandligini aniqlaymiz:

$$H = \frac{V_{\text{nas}}}{S} = \frac{F}{Sa\varphi} = \frac{M}{Sa\varphi K \cdot \Delta y_o}; \quad (15.31)$$

Modda o'tkazish koeffisientlari K_x , K_y ni hisoblashda, gaz fazasidagi modda berish koeffisienti β_g tartibsiz o'rnatilgan nasadkalar uchun quyidagi kriterial tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu'_g = 0,407 \cdot \operatorname{Re}_g^{0,655} \cdot (Pr')^{0,33} \quad (15.32)$$

Gaz fazasi uchun balandlik birligidan o'tayotgan gaz fazasidagi o'tkazish sonining balandligi quyidagicha:

$$h_g = 0,615 \cdot d_e \cdot \operatorname{Re}_g^{0,655} \cdot (Pr')^{0,66} \quad (15.33)$$

Tartibli joylashtirilgan nasadkalar uchun:

$$Nu'_g = 0,167 \operatorname{Re}_g^{0,74} \cdot (Pr')^{0,33} \cdot \left(\frac{l}{d_e} \right)^{0,47} \quad (15.34)$$

Bu yerda: l — nasadkaning balandligi.

(15.33), (15.34) tenglamalardagi $Nu_g = \beta_g d_e/D$ va $Re_g = \omega_0 d_e \rho_g / \varepsilon \mu_g$ kriteriyalarda aniqlovchi geometrik kattalik sifatida nasadkaning ekvivalent diametri olinadi ($d_e = 4\varepsilon/a$). Halqasimon nasadkalar uchun suyuqlik fazasidagi modda berish koeffitsientining hamma nasadkalarining birlik yuzasiga bo'lgan nisbati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$h_g = 1,5 d_e \cdot Re_g^{0,26} \cdot (Pr)^{0,67} \cdot \left(\frac{l}{d_e}\right)^{0,47}; \quad (15.35)$$

$$Nu_s = 0,0021 \cdot Re_g^{0,75} \cdot (Pr)^{0,5}; \quad (15.36)$$

Bu yerda $Nu_s = \beta_s \delta_k / D_s$

Nu_c —Nusel't kriteriyasi hosil bo'lgan plyonka qalinligi uchun hisoblangan.

Suyuq fazadagi o'tkazish sonining balandligi esa:

$$h_s = 119 \delta_k \cdot Re_s^{0,25} \cdot (Pr_s)^{0,5}; \quad (15.37)$$

Tarelkali absorberlarni hisoblash. Bu absorberlarda gazning harakati quruq tarelka va suyuqlik yuzasidagi sirt taranglik kuchi tarelkadagi gaz-suyuqlik qatlamiga qarshilik qiladi. Shuning uchun tarelkalarining gidravlik qarshiligi uch qarshilikning yig'indisiga teng bo'ladi:

$$\Delta P_t = \Delta p_{qt} + \Delta p_{ck} + \Delta p_{gs} \quad (15.38)$$

Bu yerda: Δp_{qt} — quruq tarelkaning qarshiligi; Δp_{sk} — suyuqlik yuzasida sirt taranglik kuchi ta'siridan hosil bo'ladigan qarshilik; Δp_{gs} — gaz – suyuqlik qatlamidagi qarshilik.

Quruq tarelkaning qarshiligi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta p_{qt} = \xi \frac{\omega_t^2 P_t}{2} \quad (15.39)$$

Bu yerda: $\omega_2 = \omega/F$ — tarelka teshiklaridagi gazning tezligi. ξ — tarelkaning qarshilik koeffitsienti, u katta intervalda (0,5..4) o'zgarib, tarelkaning konstruksiyasiga bog'liq.

Tarelkaga kirayotgan suyuqlik qatlamidagi suyuqlikning sirt taranglik kuchi ta'siridan hosil bo'layotgan qarshilikni engish uchun ketgan bosim quyidagicha.

$$\Delta p_{cs} = \frac{4\delta}{d_e} \quad (15.40)$$

Oqimli rejimda ishlaydigan tarelkalar uchun Δr_{sk} hisobga olinmaydi. Tarelkaning gaz-suyuqlik qatlamidagi qarshiligi qatlamning statik bosimiga teng deb olinadi:

$$\Delta p_{gs} = h_0 p_s g = h_{gs} \cdot p_{gs} \cdot g \quad (15.41)$$

Bu yerda: h_0 va h_{gs} —tarelkadagi suyuqlik va gaz-suyuqlik qatlamining balandligi; p_s p_{gs} —tarelkadagi suyuqlik va gaz-suyuqlik aralashmasining zichligi.

Δp_{gs} ning qiymatini empirik tenglamalar orqali ham aniqlash mumkin.

Ag'darilma, elaksimon va klapanli tarelkalar uchun tarelkadagi gaz-suyuqlik qatlami balandligini quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$Eu_1 = \frac{P_s}{P_s} \sqrt{F} = 0,25 \cdot Fr^{-1,25} ; \quad (15.42)$$

Bu yerda: $Eu_1 = \Delta p_{2s} / p_2 \omega^2 T$ - Eyler kriteriysi; $Fr = \omega^2 T / gh_{re}$ - Frud kriteriysi.

Gazning ma'lum tezligida barbotaj qatlamining yuzasiga chiqib ko'piklardan ajralgan suyuqlik tomchilarini gaz o'ziga tortib oladi. Suyuqlik tomchilari gaz oqimi bilan yuqorigi tarelkaga tushadi.

Gaz oqimi bilan suyuqlikning chiqib ketishi natijasida modda o'tkazishning haraqatlantiruvchi kuchi kamayadi, quyilish qurilmalarida suyuqlikning sarflanish miqdori ko'payadi va absorbyerda suyuqlikning gaz bilan chiqib yo'qolib ketishi sababli tarelkali apparatlarning samaradorligini oshirish imkoniyati chegaralanadi. Suyuqlikning gaz bilan chiqib ketishi absorberga berilayotgan suyuqlik umumiy miqdorining 5 ... 10 % idan oshmasligi kerak.

Gazning tezligi ortishi, separasiya bo'shlig'i balandligining kama-yishi bilan suyuqlikning gaz bilan chiqib ketishi ko'payadi. Elaksimon tarelkalarda suyuqlikning chiqib ketish miqdori quyidagi tenglama bilan aniqlanadi;

$$e = 7,7 \cdot 10^{-5} \left(\frac{\omega}{H_{cp}} \right)^{1,2} \left(\frac{73}{\delta} \right) \quad (15.43)$$

Bu yerda: $H_{cp} = H - H_{gs}$ — separasiya bo'shlig'ining balandligi; δ - suyuqlikning sirt tarangligi.

Absorbentning chiqib ketishini kamaytirish uchun yuqorigi tarelkaning ustki qismiga nasadka qatlamidan iborat bo'lgan, metall to'rdan ishlangan separator qurilmasi o'rnatiladi.

Kontaktlashgan fazalar yuzasi barbotaj qatlamidagi ko'piklar yuzasi bilan aniqlanadi. Fazalarning solishtirma kontakt yuzasi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$a = \frac{6\varepsilon}{d_{or}} \quad (15.44)$$

Bu yerda: ε - gazni to'ldiruvchi ko'pik qatlami; m^3/m^3 ; d_{or} — ko'pikning o'rta hajmiy yuza diametri; m .

Kontakt fazasining tarelka birlik yuzasiga bo'lgan nisbati quyidagicha aniqlanadi:

$$a = \frac{6\varepsilon \cdot h_{gs}}{d_{or}} \quad (15.46)$$

Absorberning diametri gazning qabul qilingan fiktiv tezligi bo'yicha umumiy sarf tenglamasidan aniqlanadi.

Absorberning ish balandligi yoki pastki va ustki tarelkalar orasidagi masofa — modda o'tkazish koeffisientini hajmiy birliklarda ifodalab modda o'tkazishning asosiy tenglamasidan yoki tarelkalar sonini analitik va grafik usulda hisoblab aniqlanadi.

Tarelkalarda fazalarning kontakt yuza kattaligini aniqlash qiyin, shuning uchun modda o'tkazishdagi modda berish koeffisientlari qiymati tarelkaning kesimiga nisbatan yoki tarelkadagi ko'piklarning $V = h_{gs} S_T$ va suyuqlikning $V_0 = h_0 S_T$ hajmiga nisbatan olinadi (h_{gs} , h_0 — ko'pikning va suyuqlik qatlamining tarelkadagi balandligi).

Tarelkadagi gaz va suyuqlik fazalaridagi o'tkazish sonining balandligi (p_g yoki p_s) quyidagi tenglamalar orqali aniqlanadi:

Gaz fazasi uchun:

$$n_g = \frac{\beta_T S_T \cdot S_T}{G} \quad (15.47)$$

Suyuqlik fazasi uchun:

$$n_s = \frac{\beta_0 S_T \cdot S_T}{L} \quad (15.48)$$

Tarelkaning ish yuzasiga nisbatan olingan modda berish koeffi-sentlari, β_{T, s_T} , β_{0, s_T} , sirtqi modda berish koeffisientlari β_g , β_s bilan quyidagicha bog'langan:

Gaz fazasi uchun:

$$\beta_{G S_T} = \beta_{GV} \cdot h_{gc} = \beta'_{GV} \cdot h_0 = \beta' \cdot a \cdot h_{gc}; \quad (15.49)$$

Suyuqlik fazasi uchun:

$$\beta_{G S_T} = \beta_{GV} \cdot h_{gc} = \beta'_{GV} \cdot h_0 = \beta' \cdot a \cdot h_{gc}; \quad (15.50)$$

Bu yerda: va gaz va suyuqlik fazalari uchun tarelkadagi suyuqlik-ning hajmga nisbatan olingan modda berish koeffisientlari.

Modda berish koeffisientlari yoki tarelkaning birlik o'tkazish sonlari tarelkaning konstruksiyasiga nisbatan alohida tenglamalar

orqali hisoblanadi. Qalpoqchali tarelkalarda gaz fazasi uchun birlik o'tkazish soni quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$n_1 (Pr_g)^{0.5} = 0,776 + 4,63h_{qt} - 0,238\omega\sqrt{\rho_g} \cdot 0,292 \cdot q; \quad (15.51)$$

Bu yerda: $Pr_g = v_g / D_g$ — gaz uchun Prandtl kriteriysi; v_g — gazning kinema-tik qovushqoqligi, m^2/s ; D_g — gazdagi molekulyar diffuziya koeffisienti, m^2/s ; h_{qt} — quyilish to'sig'ining balandligi, m; q — quyilish to'sig'ining perimetriga nisbatan olingan suyuqlik sarfi, $m^2/(m \cdot s)$.

Suyuqlik fazasidagi birlik o'tkazish soni quyidagicha aniqlanadi:

$$n_s = 3050 D_s^{0.5} (68 \cdot h_{kr} + 1) \tau_s; \quad (15.52)$$

Bu yerda: D_s — suyuqlik fazasidagi diffuziya koeffisienti; τ_s — fazalarning o'rtacha kontakt vaqti, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau_s = \frac{l_m \cdot h_0}{q_{chiz}}, \quad (15.53)$$

Bu yerda: l_m — suyuqlik yurish yo'lining uzunligi yoki quyilish qurilmalari orasidagi masofa, m; q_{chiz} — tarelkaning kengligiga nisbatan olingan chiziqli namlash zichligi, $m^3/(m \cdot s)$. Elaksimon va ag'darilma tarelkalarda:

Gaz fazasi uchun:

$$n_g = 1,77 \cdot 10^3 \cdot (Pe_g)^{-0.5} \cdot h_{rc}^{1.2} \quad (15.54)$$

Suyuqlik fazasi uchun:

$$N_s = 1,26 \cdot 10^5 \cdot (Pe_s)^{-0.5} \cdot h_{rc}^{1.9} \quad (15.55)$$

Bu yerda: $Pe_g = \omega h_{gs} / D_g$ — gaz fazasi uchun Pekle kriteriysi; $Pe_s = L h_s / D_s$ — suyuqlik fazasi uchun Pekli kriteriysi; h_{gs} — tarelkadagi gaz-suyuqlik aralashmasining balandligi, m.

Tarelkalarning haqiqiy sonini hisoblashda (analitik yoki grafik usul bilan) quyilish qurilmalari bo'lgan kolonnalarda fazalar bir-biriga qarama-qarshi o'zaro perpendikulyar harakat qiladi deb faraz qilinadi.

Tarelkalarning haqiqiy sonini aniqlab absorberning balandligini hisoblaymiz:

$$H = p_h H_n + h_u = n_h (h_{gs} + H_{SP}) + h_i \quad (15.56)$$

Bu yerda: H_{SP} — separasiya bo'shlig'ining balandligi, m; h_i — ustki tarelkadan absorberning qopqog'igacha bo'lgan masofa, m.

XVI BOB. REKTIFIKATSION VA ABSORBSION KOLONNALARNING ASOSIY RUSUMLARI VA ULARNI HISOBLASH

16.1. 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 uskunalariga 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 kreking qurilmalarining kolonnalari; gazlarni ajratish qurilmalarining kolonnalari; moylarni deparafinizatsiya qilishda erituvchilarni regeneratsiyalaydigan qurilmalarning kolonnalari va boshqalar.

Ichki kontakt moslamalarining rusumiga ko'ra kolonnali uskunalar to'rtta turga bo'linadi: tarelkali, nasadkali, plyonkali va suyuqlikni sochib beruvchi uskunalar. Kontakt moslamalarini tanlash quyidagi omillarga bog'liq bo'ladi: ajraladigan aralashmalarning xossalari; uskunadagi ishchi bosim; bug' (gaz) va suyuqlikning sarflari va hokazo.

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

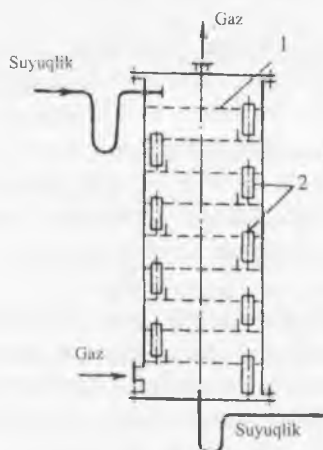
16.2. TARELKALI KOLONNALAR

Tarelkali kolonnaning ichki qismiga uning balandligi bo'ylab bir xil oralig'ida bir necha gorizontal to'siqlar, ya'ni tarelkalar

o'rnatiladi. Tarelkalar orqali gaz va suyuqlik bir-biri bilan o'zaro to'qnashib, ularning harakati boshqariladi. Gazlarning suyuqlikdan o'tishi va natijada tomchi hamda ko'piklarning hosil bo'lishi barbotaj deyiladi.

Sanoatda konstruktiv tuzilishi turlicha bo'lgan tarelkalar ishlatiladi. Suyuqlikning bir tarelkadan ikkinchi tarelkaga quyilishiga qarab tarelkali kolonnalar quyilish moslamasi bor va quyilish moslamasi yo'q bo'ladi.

Quyilish moslamasi bor tarelkali kolonnalarda suyuqlik bir tarelkadan ikkinchi tarelkaga quyiluvchi quvur yoki maxsus moslama orqali o'tadi. Bunda quvurning pastki qismi pastki tarelkadagi stakanga tushirilgan bo'lib, gidravlik zatvor vazifasini bajaradi, ya'ni bir tarelka-kadan ikkinchi tarelkaga faqat suyuqlikni o'tkazib gazni o'tkazmaydi. 16.1-rasmda quyilish moslamasi bor tarelkali absorberning sxemasi ko'rsatilgan.

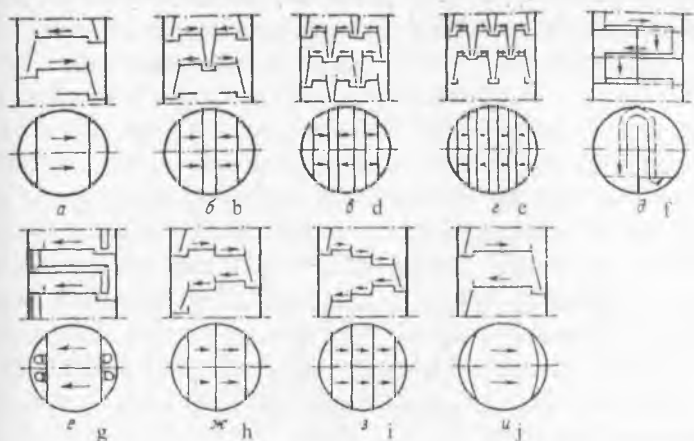


16.1-rasm. Quyilish moslamasi bo'lgan tarelkali kolonna:

1—g'alvirsimon tarelka; 2—quyilish quvuri.

Bunda suyuqlik kolonnaning yuqorigi qismidagi tarelkaga berilib, bu suyuqlik tarelkadan tarelkalarga maxsus moslama orqali o'tib, kolonnaning pastki qismidan chiqib ketadi. Gaz esa kolonnaning pastki qismidagi tarelkalarning teshikchalaridan pufakchalar holida taqsimlanib, tarelkalardagi suyuqlik qatlamida

ko'pik hosil qilib yuqoriga harakat qiladi. Tarelkada 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 tarelkadagi suyuqlik qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi.



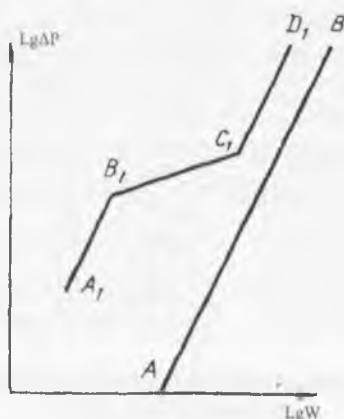
16.2-rasm. Quyilish moslamasi bo'lgan tarelkalarining ustida suyuqlik oqimining sxemalari:

a-bir oqimli; b-ikki oqimli; d-uch oqimli; e-to'rt oqimli; f-halqa bo'ylab harakat; g-tutash tarelkalarda bir tomonga yo'nalgan harakat; h,i-pog'onasimon harakat; j-o'roqsimon quyilish to'sig'i orqali harakat.

Quyilish moslamasi bor kolonnalarda elaksimon, qalpoqchali, S - simon elementli, klapanli, kapsulali, plastinali, tez harakat qiladigan oqimli va boshqa turdagi tarelkalar o'rnatiladi. Bunday tarelkalarda suyuqlik oqimi harakatini tashkil etishda quyidagi usullar ishlatiladi: bir oqimli, ikki oqimli, uch oqimli, to'rt oqimli, halqasimon harakat, tutash tarelkalarda bir tomonga yo'nalgan harakat, pog'onalar bo'ylab harakat, o'roqsimon quyilish to'sig'i orqali harakat (16.2-rasm). Turli xildagi quyilish moslamasi bo'lgan tarelkalarining samarali ishlashi gidrodinamik harakat rejimiga bog'liq. Gazlarning tezligi va suyuqlikning tarelkalarda taqsimlanishiga qarab tarelkali absorberlar uch xil: pufakli, ko'pikli, ingichka oqimli gidrodinamik rejimda ishlaydi. Bu rejimlar barbotaj

qatlamiyining tarkibiga qarab bir-biridan farq qilishi bilan birga, kontakt yuzasining kattaligi, gidravlik qarshilik miqdori va balandligini aniqlaydi (16.3-rasm). Ushbu rasmda quyilish moslamasi bor tarelkaning gidravlik qarshiligi bilan kolonnadagi gaz oqimi tezligining o'zaro bog'lanishi ko'rsatilgan.

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



16.3-rasm. Tarelkali absorberlarning gidrodinamik rejimlari:

AB—quruq tarelkaning ishlash rejimi; A_1V_1 —pufakli rejim; V_1S_1 —ko'pikli rejim; C_1D_1 —ingichka oqimli(injektsion) rejim.

Gazning sarfi ortganda alohida pufakchalar bir-biri bilan birlashib, bir chiziqli oqim hosil qiladi. Keyinchalik, gaz tezligining ortishi bilan, oqimda barbotaj qatlamiyining qarshiligi natijasida oqimning bir chiziqiligi buzilib, katta pufakchalar hosil bo'ladi. Bu vaqtda tarelkada 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 tarelkali absorberlarda gaz bilan suyuqlikning kontakt yuzasi miqdori katta bo'ladi.

Gaz tezligi yana ham ko'paytirilsa, gaz oqimlarining o'lchami

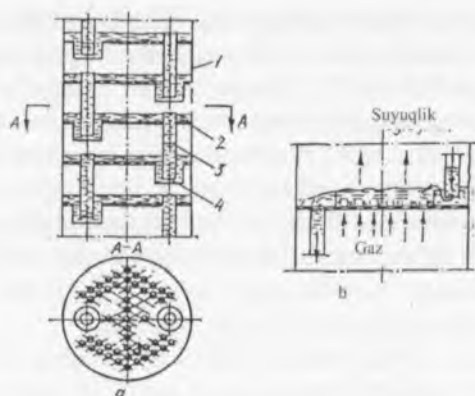
kattalashib, ular barbotaj qatlamidan chiqib ketadi, lekin sistema barqaror bo'lib, bunda juda ko'p miqdorda tomchilar hosil bo'ladi. Ushbu holat ingichka oqimli rejimni tashkil etadi. Bu gidrodinamik rejimda fazalarning kontakt yuzasi birdan kamayib ketadi.

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

16.4-rasmda elaksimon tarelkali kolonnaning ishlash sxemasi ko'rsatilgan. Bu turdagi uskunalarda vertikal silindrsimon qobiq bo'lib, uning ichiga gorizontal tarelkalar o'rnatiladi. Tarelkalarining butun yuza qismi 2–8 mm li teshikchalardan iborat bo'ladi. Suyuqlikning bir tarelkadan ikkinchisiga o'tishi va tarelkadagi suyuqlik qatlamining balandligi quyi qismi stakanga o'rnatilgan quyilish quvurlari orqali rostlanadi. Gaz tarelka teshiklaridan o'tib, suyuqlik qatlamida pufakchalar holida taqsimlanadi. Gaz tezligi juda kam bo'lsa, bunda yuqorigi tarelkadagi suyuqlik teshiklar orqali quyi tarelkaga oqib tushib ketadi, natijada gaz bilan suyuqlikning modda almashinish samaradorligi juda ham kamayib ketadi. Shuning uchun berilayotgan gaz tezligining qiymati va uning bosimi tarelkadagi suyuqlik qatlamining bosimidan yuqori bo'lib, tarelkadan suyuqlikning oqib tushishiga yo'l quymasligi kerak. Odatda g'alvirsimon tarelka yuzasidagi suyuqlik qatlamining balandligi 25–30 mm bo'ladi.

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

Elaksimon tarelkalarining teshiklari ifloslanadi va cho'kindilar ta'sirida tez berkilib qoladi. Agar gazning tezligi yoki bosimi birdan kamayib ketsa yoki to'xtatib quyilsa, tarelkalardagi suyuqlikning hammasi quyi tarelkalarga oqib tushadi va jarayonni davom ettirish uchun kolonna qaytadan to'ldiriladi.



16.4-rasm. Elksimon tarelkali kolonna:

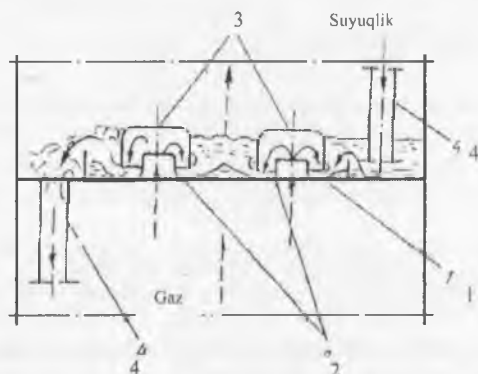
a–kolonnaning tuzilishi; b–tarelkaning ishlash prinsipi; 1–qobiq;
2–tarelka; 3–quyilish quvuri, 4–stakan.

Elksimon tarelkali kolonnalarga nisbatan qalpoqchali tarelkali kolonnalar gaz aralashmalari iflos bo'lganda ham uzoq muddatda barqaror ishlaydi. Gaz tarelkalarga patrulkalar orqali kirib, bir necha alohida oqim holida qalpoqchalarning teshigi bo'ylab taqsimlanadi (16.5-rasm). Qalpoqchalarning teshiklari tishli bo'ladi va ular uchburchakli to'g'ri burchak shaklida tayyorlanadi. Keyin esa gaz quyish moslamasi orqali bir tarelkadan ikkinchi tarelkaga 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 tarelkalardagi gaz ko'piklari va pufakchalarning hosil bo'lishi samaradorligi gaz harakatining tezligiga va qalpoqchalarning suyuqlikka tushirilgan balandligining o'lchamiga bog'liq.

Qalpoqchali tarelkalar gaz va suyuqlikning sarfi katta bo'lganda ham barqaror ishlaydi. Kamchiliklari: tuzilishi murakkab, gidravlik qarshiligi katta, tozalash qiyin, narxi qimmat, berilayotgan gaz miqdori kam bo'lganda yomon ishlaydi.

Plastinali tarelkalarda fazalar bir tomonlama yo'nalishda harakat qiladi (16.6-rasm). Har bir pog'ona to'g'ri yo'nalishda ishlagani uchun gaz va suyuqlikning sarfini birdan oshirish mumkin.

Plastinali tarelkali kolonnada suyuqlik yuqorigi tarelkadan gidravlik zatvorga tushib, quyish to'siqlari orqali og'ma shaklda joylashgan qator plastinalardan tashkil topgan tarelkaga tushadi. Tarelkaga tushgan suyuqlik og'ma plastinalardan tashkil topgan plastinalarning birinchi teshigiga kirishi zahoti teshikdan katta tezlikda kelayotgan gaz bilan to'qnashadi (punktir chiziq).

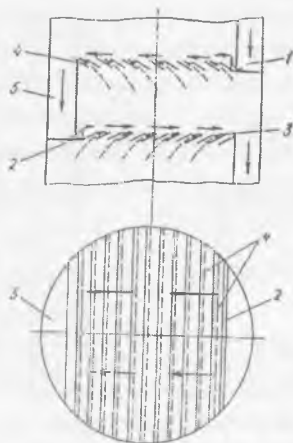


16.5-rasm. Qalpoqchali tarelkanin ishlash prinsipi:

1-tarelka; 2-gaz patrubkasi; 3-qalpoqchalar; 4-quyilish quvurlari.

Plastinalarning og'ish burchagi kichik bo'lgani ($10-15^\circ$) uchun kirayotgan gaz tarelka tekisligiga nisbatan bir oz parallel bo'ladi. Natijada suyuqlik siqiladi va gaz oqimida suyuqlik mayda tomchilarga yoyilib, tarelka bo'yicha keyinga teshiklarga otiladi va suyuqlik bilan gazning to'qnashishi yana takrorlanadi. Bunda suyuqlik katta tezlikda tarelka bo'ylab harakat qilib, quyish to'siqlaridan o'tib, to'kish cho'ntagiga tushadi.

Plastinali tarelkalarda boshqa konstruksiyali tarelkalarga nisbatan suyuqlik dispers, ya'ni tarqaluvchi fazada bo'lib, gaz esa yaxlit holda bo'ladi. Gaz bilan suyuqlik tomchi va ko'piklar sirtida to'qnashadi. Tarelkadagi gaz-suyuqlik (dispers) fazalardagi gidrodinamik rejim tomchi va ko'pik holida bo'ladi. Plastinali tarelkalarning gidravlik qarshiligi kam, uni tayyorlash uchun kam metall sarflanadi, loyqalangan suyuqliklarda ham yaxshi ishlashi mumkin. Bu tarelkalarda kolonna balandligi bo'ylab gaz bilan suyuqlikning aralashishi natijasida modda almashinishining harakatlantiruvchi kuchi ko'p bo'ladi.



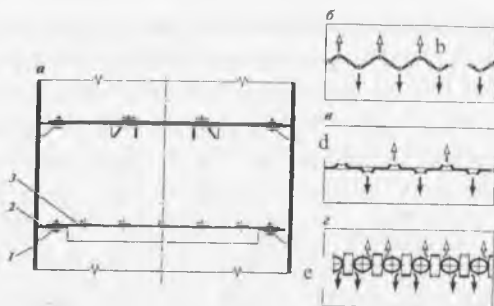
16.6-rasm. Plastinali tarelka:

1–gidravlik zatvor; 2–to'siq; 3–tarelka; 4–plastina; 5–to'kish cho'ntagi.

Plastinali tarelkalarining kamchiliklari: tarelkaga issiqlik berish va hosil bo'lgan issiqlikni olib ketish qiyin, suyuqlikning sarfi kam bo'lgani sababli, uning ish samaradorligi kam.

Quyilish moslamasi bo'lmagan tarelkalarda gaz va suyuqlik bitta teshikdan o'tadi (16.7-rasm). Tarelkada gaz bilan suyuqlikning bir vaqtda o'zaro ta'sirida barbotaj natijasida suyuqlikning bir qismi pastdagi tarelkaga o'z-o'zicha oqib tushadi. Shuning uchun bu holdagi kolonnalar ag'darilma tarelkali kolonnalar deyiladi. Bular panjarali, to'liqsimon elakli, tirqishlarining chetlari egilgan panjarali, qat-qat burma lenta bilan ta'minlangan quvurli-panjarali bo'ladi.

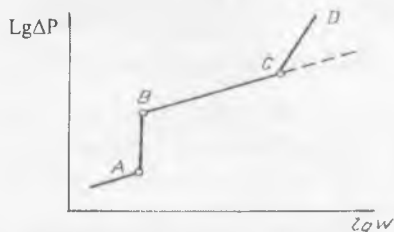
16.8-rasmda suyuqlikning sarfi $L=const$ bo'lganda ag'darilma tarelkaning gidravlik qarshiligi bilan kolonnadagi gaz oqimi tezligining o'zaro bog'lanishi ko'rsatilgan. Gazning tezligi kam bo'lganda tarelkalarda suyuqlik ushlanib qolmaydi, chunki bunda fazalar orasidagi ishqalanish kuchi kichik bo'ladi (AV chiziq). Gazning tezligi ortishi bilan tarelka sirtida suyuqlik yig'ila boshlaydi, gaz esa suyuqlikni ko'pirtirib orasidan o'tib ketadi (VS chiziq). Gaz tezligining bu oralig'ida tarelka normal ishlaydi. Bu vaqtda gaz bilan suyuqlik navbatma-navbat bitta teshikdan o'tadi.



16.7-rasm. Ag'darilma rusumidagi tarelkalarining sxemalari:

a-panjarali tarelka; b-to'liqsimon elakli tarelka; d-tirqishlarining chetlari egilgan panjarali tarelka; e-qat-qat burma lenta bilan ta'minlangan quvurli-panjarali tarelka; 1-kolonna qobig'i; 2-tayanch halqasi; 3-tarelka seksiyasi.

Agar gazning tezligi yanada oshirilsa, gaz bilan suyuqlik orasidagi ishqalanish ortishi natijasida suyuqlikning tarelkada yig'ilishi birdan ko'payadi, gidravlik qarshilik ham birdan oshib, natijada suyuqlik tarelkada tiqilib qoladi (SD chiziq). Suyuqlik sarfi kam, tarelkaning bo'sh kesimi va teshiklarning diametri katta bo'lganda S nuqtada keskin o'zgarish bo'lmaydi (punktir chiziq). Ag'darilma tarelkalarda gazning normal rejimdagi va tiqilib qolish holatidagi tezligi tarelka teshigining ekvivalent diametriga va bo'sh kesimning yuzasiga, gaz va suyuqlikning sarfiga, zichligiga va qovushoqligiga bog'liq.



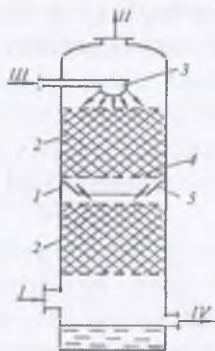
16.8-rasm. Ag'darilma tarelkaning gidravlik qarshiligi bilan kolonnadagi gaz oqimi tezligining o'zaro bog'lanishi ($L=const$).

Ag'darilma tarelkalardagi barcha teshiklar yoki tirqishlar yuza kesimning yig'indisi kolonna yuza kesimining 10–30 % ini egallaydi. Bu rusumdagi tarelkalar suyuqlik va bug' sarflarining o'zgarishlariga

o'ta ta'sirchan hisoblanadi. Ushbu omillarning ish holatida o'zgarish chegarasi maxsus quyilish moslamasi bo'lgan tarelkalarga nisbatan ancha kichik. Bug'ning sarfi kam bo'lgan holatda, uning bosimi tarelkaning ustida suyuqlik qatlamini hosil qilishga yetarli bo'lmaydi. Bug'ning sarfi ancha katta bo'lganda esa suyuqlik tarelkaning teshiklari orqali harakati uchun qarshilik kuchayadi, oqibat natijada tarelkalar oralig'ida bo'shliq ko'pik bilan to'ladi, suyuqlikning bitta tarelkadan ikkinchi tarelkaga qarab harakati qiyinlashadi. Bug'ning oqimi uchun gidravlik qarshilik ko'payadi. Bunday sharoitda kolonnaning normal ishlashi buziladi.

16.3. NASADKALI KOLONNALAR

Har xil shaklli va turli o'lchamga ega bo'lgan qattiq jismlar, ya'ni nasadkalar bilan to'ldirilgan vertikal kolonnalarning tuzilishi sodda va yuqori samaradorlikka ega bo'lgani uchun ular sanoatda keng ishlatiladi. Nasadkali kolonnalarda nasadkalar gaz va suyuqlik o'tadigan tayanch panjaralariga o'rnatiladi. Uskunaning ichki bo'shlig'i nasadka bilan to'ldirilgan bo'ladi (16.9-rasmga qarang) yoki har birining balandligi 1,5–3 m bo'lgan qatlamlar holatida joylashtiriladi.



16.9-rasm. Nasadkali kolonna:

1-qobiq; 2-nasadka qatlami; 3-suyuqlik taqsimlagichi; 4-tayanch panjarasi; 5-suyuqlikni qayta taqsimlagich; I-gaz aralashmasi; II-tozalangan gaz; III-toza sorbent; IV-ishlatilgan sorbent.

Gaz panjaraning tagiga beriladi, so'ngra nasadka qatlamidan o'tadi. Suyuqlik esa kolonnaning yuqorigi qismidan maxsus

taqsimlagichlar orqali sohib beriladi, u nasadka qatlamidan o'tayotganda pastdan berilayotgan gaz oqimi bilan uchrashadi. Kolonna samarali ishlash uchun suyuqlik bir tekisda, uskunaning butun ko'ndalang kesimi bo'ylab bir xil sohib berilishi kerak. Bu uskunada kontakt yuza nasadkalar yordamida hosil qilinadi.

Odatda nasadkali kolonnalarning diametri 4 m dan ortmaydi. Katta diametrli kolonnalarda gaz va suyuqlikni uskunaning ko'ndalang kesimi bo'yicha bir me'yorda taqsimlash juda qiyin, shu sababdan katta diametrli kolonnalarning samaradorligi ancha kam bo'ladi. Biroq sanoatda diametri 12 m gacha bo'lgan kolonnalar ham ishlatiladi.

Kolonnalarning yuqori samaradorlik bilan ishlashi uchun nasadkalarining solishtirma yuzasi (m^2/m^3) katta bo'lishi kerak. Solishtirma yuza katta bo'lishi uchun kichik o'lchamli nasadkalardan foydalanish zarur bo'ladi.



16.10-rasm. Nasadkaning turlari

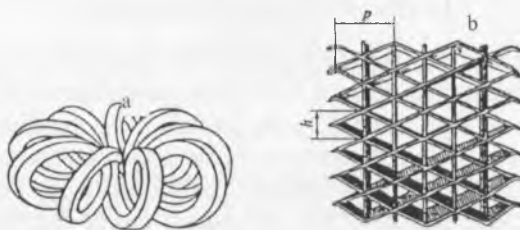
Biroq bunday sharoitda gidravlik qarshilikning ko'payishi muno-sabati bilan gaz oqimini nasadkali qatlamdan o'tkazish uchun zarur bo'lgan energiya sarfi ortib ketadi. Shu sababdan gidravlik qarshiligi kichik va yuqori samaradorlikka ega bo'lgan nasadkalarni yaratish dolzarb muammo hisoblanadi. Bunday nasadkalar qatoriga simdan tayyorlangan spirallar, metallardan tayyorlangan elaksimon nasadkalar, Teller rozetkasi va «Spreypak» nasadkasini (16.11-rasm) kiritish mumkin.

Sanoatda ishlatiladigan ayrim turdagi nasadkalarining tasnifiy kattaliklari 16.1-jadvalda keltirilgan.

Tartibsiz joylashtirilgan nasadkalarining tasnifiy kattaliklari

16.1-jadval

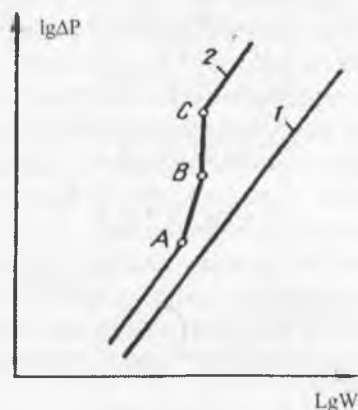
Nasadkalarining turlari	O'lchamlari (tashqi diametr, balandlik, devor qalinligi), mm	1 m ³ dagi elementlarning soni	Solishtir-ma yuza, m ² /m ³	Erkin hajmi, m ³ /m ³	1 m ³ nasadkaning massasi, kg
Keramikadan tayyorlangan Rashig halqalari	15x15x2	192000	330	0,76	590
	25x25x3	48000	200	0,74	530
	35x35x4	14300	140	0,78	590
	50x50x5	6000	90	0,78	530
Po'latdan tayyorlangan Rashig halqalari	10x10x0,5	910000	500	0,88	960
	15x15x0,5	192000	350	0,92	660
	25x25x0,8	48000	220	0,92	640
	50x50x1,0	6000	110	0,95	430
Keramikadan tayyorlangan Pall halqalari	25x25x3	48000	220	0,74	610
	35x35x4	14300	165	0,76	540
	50x50x5	6000	120	0,78	520
Po'latdan tayyorlangan Pall halqalari	5x15x0,4	192000	380	0,9	525
	25x25x0,6	48000	170	0,9	455
	50x50x1,0	6000	108	0,9	415
Keramikadan tayyorlangan Berl egarlari	20x2,0	190000	310	0,69	800
	25x2,5	7900	250	0,70	720
	35x4,5	22000	155	0,75	610
	50x6,0	8800	115	0,77	640
Keramikadan tayyorlangan Intalloks egarlari	20x2,0	210000	300	0,73	640
	25x2,5	84000	250	0,75	610
	35x4,5	22700	165	0,74	670
	50x6,0	8800	110	0,75	610



16.11-rasm. Gidravlik qarshiligi kichik va yuqori samaradorlikka ega bo'lgan nasadkalar:

a–Teller razetkasi; b– «Spreypak» nasadkasi (h va p–nasadkaning tasnifiy o'lchamlari).

Nasadkali kolonnalarda gaz va suyuqlik nasadka qatlami orqali qarama-qarshi harakatda bo'ladi. Berilayotgan suyuqlikning miqdori (namlash zichligi) va gaz harakatining tezligiga ko'ra uskuna turli xil rejimda ishlashi mumkin. Kolonnadagi bu rejimlar ho'llangan nasadkaning gidravlik qarshiligi bilan gaz keltirilgan tezligining o'zaro bog'lanish grafigi orqali ifodalanadi (16.12-rasm). Ushbu grafikdan ko'rinib turibdiki, nasadkali kolonnalar to'rt xil gidrodinamik rejim bilan ishlashi mumkin.



16.12-rasm. Nasadka gidravlik qarshiligi bilan kolonnadagi gaz oqimi tezligining o'zaro bog'lanishi ($L=\text{const}$):

1-quruq nasadka; 2-ho'llangan nasadka.

Birinchi rejim - yupqa qatlamli (plyonkali) rejim bo'lib, gazning kichik tezliklarida va suyuqlik oz miqdorda berilganda hosil bo'ladi. Bunday rejimda suyuqlik nasadkalarining yuzalari bo'ylab tomchi va yupqa qatlam tarzida harakat qiladi. Nasadkalarda ushlab qolingan suyuqlikning miqdori amaliy jihatdan gazning tezligiga bog'liq bo'lmaydi. Yupqa qatlamli rejim o'tish nuqtasi A da tamom bo'ladi.

Ikkinchi rejimda - qarama-qarshi yo'nalgan gaz va suyuqlik o'rtasida ishqalanish kuchlari ko'payib, fazalarning kontakt yuzasida suyuqlikning gaz oqimi ta'sirida to'xtab qolishi yuz beradi. Natijada suyuqlik oqimining tezligi kamayadi, plyonkaning qalinligi va nasadkada ushlab qolingan suyuqlikning miqdori ko'payadi. Bu holat shartli ravishda tomchilarning osilib turish rejimi deb ataladi. Ushbu rejimda gaz tezligining ortishi bilan modda o'tkazish

jarayonining tezligi ko'payadi. Bu rejim ikkinchi o'tish nuqtasi V da tamom bo'ladi.

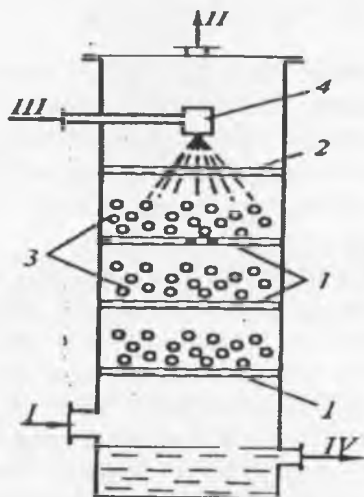
Berilayotgan suyuqlik miqdori va gaz tezligi ancha ko'payganda **emulgatsion rejim** hosil bo'ladi. Bu rejim eng samarali rejim hisoblanadi. Bunda jadal aralashish yuz beradi, chunki suyuqlik bo'sh hajmdagi nasadkalarining hamma yuzasini to'ldiradi. Ammo kolonna bu rejimda ishlaganda gidravlik qarshilik boshqa rejimlarga nisbatan yuqori bo'ladi. Shuning uchun yuqori bosim ostida ishlaydigan kolonnalarda gidravlik qarshilikning ta'siri bo'lmagani uchun, absorbsiya jarayoni emulgatsion rejimda olib boriladi. Emulgatsion rejim grafikda vertikal kesma VS bilan belgilanadi. Ushbu rejimda fazalarning inversiyasi, ya'ni o'rni almashib qolishi yuz beradi, bunda suyuqlik yaxlit faza, gaz esa dispers faza holatiga o'tadi. Emulgatsion rejimda pufakchalar va tomchilarning umumiy yuzasi katta bo'lganligi sababli modda o'tkazish jarayoni katta tezlik bilan boradi.

Suyuqlik miqdori va gazning tezligi yana ham ortib ketsa, u holda suyuqlik nasadkaning ustki sathidan oshib, uskunadan tashqariga chiqib ketadi. Bu holat **to'rtinchi rejimni** tashkil etadi (grafikda S nuqtasining yuqorigi qismi). To'rtinchi rejim amalda qo'llanilmaydi.

Birorta aniq sharoit uchun nasadkali kolonnalardan foydalanishdan oldin texnikaviy-iqtisodiy hisoblashlar orqali ularning ishlashi uchun eng samarali bo'lgan gidrodinamik rejim tanlanadi.

Suyuqlik va gaz fazalari o'rtasidagi kontakt yuzasini ko'paytirish maqsadida nasadkalarining mavhum qaynash holatidan foydalanish mumkin. Ushbu prinsipga asoslangan nasadkali kolonnaning sxemasi 16.13-rasmda keltirilgan. Tayanch panjarasi (1) ning ustiga turli shaklga ega bo'lgan jismlar (ko'pincha sharlar) joylashtiriladi. Bunday jismlarning tuyuladigan zichligi suyuqlik zichligidan kam bo'lishi kerak. Nasadkalar (diametri 10–30 mm atrofiga bo'lgan yaxlit va ichi bo'sh sharlar) polietilen, polipropilen va boshqa polimerlardan hamda metall yoki rezinadan tayyorlanadi. Gazning tezligi ma'lum kritik tezlikdan ortgandan so'ng tarelkalarda suyuqlik qatlami hosil bo'ladi, sharlar (3) esa mavhum qaynash holatini egallaydi. Gaz tezligining ko'payishi bilan nasadka qatlamining balandligi va qatlamning g'ovaklilik darajasi ortadi.

Nasadkaning jadal harakati ta'sirida tarelkaning ustidagi suyuqlik yaxshi aralashadi. Bunday holatda suyuqlikning ko'ndalang kesim bo'yicha notekis harakati kamayadi va uskunaning samaradorligi ortadi.



16.13-rasm. Mavhum qaynash holatida bo'lgan sharsimon nasadkali kolonna

- 1-tayanch panjaralari; 2-chegarovchi panjara; 3-sharsimon nasadka; 4-suyuqlik taqsimlagichi; I-ifloslangan gaz; II-tozalangan gaz; III-toza absorbent; IV-ishlatilgan absorbent.

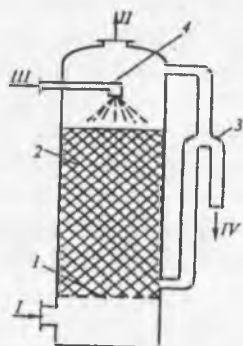
Sharlarning eng yuqorigi seksiyadan chiqib ketmasligi uchun chegaralovchi panjara (2) o'rnatilgan. Shu sababdan bunday kolonnalarda, qo'zg'almas qatlamli nasadkali uskunalariga nisbatan, gazning tezligini anchagina oshirish imkoniyati mavjud. Mavhum qaynash qatlamli kolonnada gazning ishchi tezligi 4–5 m/s ga teng bo'ladi, suyuqlik bilan ta'minlash zichligi esa $0,05 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ gacha boradi. Bunday kolonnalarda suyuqlikning bitta tarelkadan ikkinchisiga oqib tushishi ham, gaz oqimining pastdan yuqoriga qarab harakati ham bir xil teshiklar orqali yuz beradi.

Mavhum qaynash qatlamli kolonna bir qator afzalliklarga ega: modda almashinish uchun kontakt yuzasi (bu sharlar ustidagi plyonkalar yuzasi va tomchilar yuzasining yig'indisi) ko'p bo'lganligi va gaz oqimining tezligi katta bo'lganligi oqibatida suyuqlik

plyonkasi va chegara qatlam qalinliklarining kichikligi sababli modda berish koeffitsiyentlari katta qiymatlarga ega; yuqorida keltirilgan holatga binoan uskunaning foydali ish koeffitsiyenti yuqori; kolonnaning ishi gaz oqimi bo'yicha 4-6 marotaba tezlashgan; ifloslangan suyuqlik va gazlar bilan ishlash imkoniyati mavjud.

Ushbu rusumdagi uskunalarining asosiy kamchiligi - kolonnaning uzunasiga konsentratsiyalarning baravarlashi yuz beradi va oqibat natijada modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchi kamayadi. Kolonnadagi uzunasiga aralashtirishni kamaytirish uchun uskunani seksiyalarga ajratish zarur. 16.13-rasmda uch seksiyali kolonnaning sxemasi ko'rsatilgan.

Nasadkali kolonnalar bir qator afzalliklarga ega: tuzilishi sodda va uskuna ichki yuzasini yemirilishiga olib keladigan suyuqliklar bilan ishlash imkoniyati mavjud. Bunday uskunalaridan modda o'tkazishdagi diffuzion qarshilikning qiymati suyuq yoki gaz fazada katta bo'lgan paytda ham foydalanish mumkin. Bunday uskunalar kamchiliklardan ham xoli emas. Nasadkali kolonnalarda ifloslangan yoki loyqalangan suyuqliklarni ishlatib bo'lmaydi. Bunday kolonnalarda gazlarning yutilishida ajralib chiqadigan issiqlikni yo'qotish qiyin, bundan tashqari suyuqliklarning sochilish miqdori kam bo'lganda nasadkalar yomon ho'llanadi. Bu uskunalarda hosil bo'ladigan issiqlikni kamaytirish, nasadkalarni yaxshi ho'llash uchun absorbentlarni nasos orqali resirkulatsiya qilish (ya'ni absorbentning ma'lum qismini qaytadan kolonnaga berish) usuli qo'llaniladi. Bunday holatda absorbsion uskunaning tuzilishi murakkablashadi va resirkulatsiya uchun quvur ishlatilishi natijasida uning qiymati ortib ketadi. 16.14-rasmda nasadkali emulgatsion kolonnaning sxemasi ko'rsatilgan. Ushbu nasadkali kolonna emulgatsion rejimda, ya'ni uskunada gidravlik zatvor yordamida suyuqlikning ma'lum bir o'zgarmas hajmi ushlab turiladi. Fazalarning o'zaro ta'sir etish mexanizmiga ko'ra, bunday uskuna tarelkali (yoki barbotajli) kolonnalar qatoriga qo'shilsa, konstruktiv tuzilishi bo'yicha esa nasadkali kolonnalar guruhiga kiritiladi.



16.14-rasm. Nasadkali emulgatsion kolonna:

1-tayanch panjarasi; 2-nasadka; 3-gidravlik zatvor; 4-suyuqlik taqsimlagichi;
I-ifloslangan gaz; II-tozalangan gaz; III-toza absorbent; IV-ishlatilgan
absorbent.

Nasadkalarining samarali ishlashi uchun quyidagi talablar bajarilishi kerak: 1) nasadkalar hajm birligida katta yuzaga ega bo'lishligi; 2) sochilib beruvchi suyuqlik bilan yaxshi aralashishi; 3) gaz oqimiga nisbatan kam gidravlik qarshilik ko'rsatishi; 4) sochiluvchan suyuqlikni bir xil tarqatishi; 5) kolonnada harakat qilayotgan suyuqlik va gazlarning ta'siriga kimyoviy mustahkam bo'lishi; 6) solishtirma og'irligi kam bo'lishi; 7) mexanik jihatdan mustahkam; 8) arzon bo'lishi lozim. Lekin amalda bunday talablarni qondiradigan nasad-kalar uchramaydi, masalan, solishtirma yuzaning katta bo'lishi, uskuna gidravlik qarshiligining ortib ketishiga olib keladi. Shuning uchun sanoatda absorbsiya yoki rektifikatsiya jarayonining asosiy talablarini qanoatlantiradigan nasadkalar ishlatiladi.

16.4. KOLONNALI USKUNALARNI HISOBLASH

Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida qo'llaniladigan rektifikatsion va absorbsion kolonnalarda turli rusumdagi tarelkalar (qalpoqchali, klapanli, elaksimon, tez harakat qiladigan oqimli, S-simon elementli, nasadkali va boshqalar) ishlatiladi.

Rektifikatsion kolonnalar (absorberlardan farqli) qo'shimcha issiqlik almashinish uskunalari (isitgich, qaynatgich, haydash kubi, deflegmator, kondensator, sovitgich) bilan ta'minlangan bo'ladi.

Energetik xarajatlarni kamaytirish uchun quyidagi ishlar qilingan bo'lishi kerak: 1) rektifikatsion kolonnalarni yaxshi issiqlik izolatsiyasi bilan qoplash; 2) jarayonni maqbul (ya'ni optimal) flegma soni bilan olib borish; 3) ikkilamchi issiqlik oqimlaridan ishlab chiqarish ehtiyojlarini qondirish uchun foydalanish; 4) mumkin bo'lgan sharoitda uskunaning kubida suyuqlikni bug'latish uchun o'tkir bug'ni ishlatish; 5) issiqlik nasosini qo'llash; 6) ayrim sharoitlarda, masalan azeotrop aralashmalarini rektifikatsiyalash paytida, har xil bosim bilan ishlaydigan ikki (yoki ko'p) kolonnali qurilmalardan foydalanish.

Rektifikatsion kolonnalarni hisoblash ham bir xil rusumdagi absorbsion uskunalarini hisoblashdan farq qilmaydi. Faqat dastlab yuqorigi va pastki kolonna alohida hisoblanadi, so'ngra rektifikatsion uskunaning umumiy ish balandligi aniqlanadi.

Misol tariqasida tarelkali va nasadkali absorberlarni hisoblashni ko'rib chiqamiz. Absorberlarni hisoblashda quyidagi kattaliklar berilgan bo'ladi: gazning sarfi G , gazdagi tegishli komponentning boshlang'ich Y_b va oxirgi Y_0 konsentratsiyalari, tegishli komponentning suyuqlikdagi boshlang'ich konsentratsiyasi X_b . Quyidagi qiymatlar esa aniqlanishi kerak: absorbentning sarfi L , absorberning diametri D_a va balandligi H , uskunaning gidravlik qarshiligi ΔP .

Absorberlarni hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi.

1. $Y-X$ diagrammasida muvozanat bog'liqligi $Y^* = f(X)$ chizilib, X_0 ning qiymati aniqlanadi. Fazalarning muvozanat holatidagi tarkiblari maxsus adabiyotlarda berilgan bo'ladi.

2. Absorbentning sarfi L topiladi, buning uchun avvalo, uning minimal sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$L_{min} = G \frac{Y_0 - Y_b}{X_0^* - X_b} \quad (16.1)$$

So'ngra $L = \varphi L_{min}$ hisoblanadi, bu yerda, φ - absorbentning ortiqcha kerakligini bildiruvchi koeffitsiyent (odatda $\varphi=1,3-1,5$). L ning topilgan qiymatiga asosan moddiy balans tenglamasi bo'yicha absorbentning oxirgi tarkibi X_0 ni aniqlash mumkin.

3. $Y-X$ diagrammasida ish chizig'i chiziladi, bu chiziq koordinatalari Y_b , X_0 va Y_0 , X_b bo'lgan nuqtalardan o'tgan to'g'ri chiziqni tashkil etadi.

4. Yutilgan komponentning miqdori quyidagi moddiy balans tenglamasiga asosan aniqlanadi:

$$M = G (Y_b - Y_0) = L (X_0 - X_b). \quad (16.2)$$

5. Absorberning balandligi H va diametri D_a topiladi. Modda almashinish uskunalarining asosiy o'lchamlarini aniqlash tartibi oldingi boblarda keltirilgan.

6. Absorberlarning gidravlik qarshiligi topiladi. Uskunaning gidravlik qarshiliklarini aniqlash tartibi ularning turiga qarab har xil bo'ladi.

a) Tarelkali absorberlarning gidravlik qarshiligini hisoblash. Bu absorberlarda gazning harakatiga quruq tarelka, suyuqlik yuzasidagi sirt taranglik kuchi va tarelkadagi gaz-suyuqlik qatlami qarshilik qiladi. Shuning uchun tarelkalarining gidravlik qarshiligi ($\Delta P_r, P_a$) uch qarshilikning yig'indisiga teng bo'ladi:

$$\Delta P_r = \Delta P_{qt} + \Delta P_{sq} + \Delta P_{gs}, \quad (16.3)$$

bu yerda, ΔP_{qt} – quruq tarelkaning qarshiligi, Pa; ΔP_{sq} – suyuqlik yuzasida sirt taranglik kuchi ta'siridan hosil bo'ladigan qarshilik, Pa; ΔP_{gs} – gaz-suyuqlik qatlamidagi qarshilik, Pa.

Quruq tarelkaning qarshiligi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta P_{qt} = \xi \frac{w_r^2 \rho_g}{2}, \quad (16.4)$$

bu yerda, $w_r = w_0/f_t$ – tarelka teshiklaridagi gazning tezligi, m/s; w_0 – gazning mavhum tezligi, m/s; f_t – tarelka teshiklarining yuzasi, m^2 ; ρ_g – gazning zichligi, kg/m^3 ; ξ – tarelkaning qarshilik koeffitsiyenti, u katta intervalda ($\xi=0,5 \div 4$) o'zgarib, tarelkaning konstruksiyasiga bog'liq bo'ladi.

Tarelkaga kirayotgan suyuqlik qatlamidagi suyuqlikning sirt taranglik kuchi ta'siridan hosil bo'layotgan qarshilikni yengish uchun ketgan bosim quyidagicha:

$$\Delta P_{sq} = \frac{4\sigma}{d_e}, \quad (16.5)$$

bu yerda, σ – sirt taranglik kuchi, n/m, d_e – tarelkadagi suyuqlik kiradigan tirqishlarning ekvivalent diametri, m.

Oqimli rejimda ishlaydigan tarelkalar uchun ΔP_{sq} hisobga olinmaydi. Tarelkaning gaz-suyuqlik qatlamidagi qarshiligi qatlamning statik bosimiga teng deb olinadi:

$$\Delta P_{gs} = h_0 \rho_s g = h_{gs} \rho_{gs} g, \quad (16.6)$$

bu yerda, h_0 va h_{gs} – tarelkadagi suyuqlik va gaz-suyuqlik qatlamlarining balandliklari, m; ρ_s, ρ_{gs} – tarelkadagi suyuqlik va gaz-suyuqlik aralashmasining zichliklari, kg/m^3 ; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – erkin tushish tezlanishi.

b) Nasadkali absorberlarning gidravlik qarshiligini hisoblash. Buning uchun dastlab quruq nasadkaning gidravlik qarshiligi ($\Delta P_q, Pa$) topiladi:

$$\Delta P_q = \lambda \frac{H \rho_g w^2}{d_e^5}, \quad (16.7)$$

bu yerda, H – nasadka qatlaminin balandligi, m; $d_e = 4\varepsilon/a$ – nasadka elementlari tashkil qilgan kanallarning ekvivalent diametri, m; ε – nasadkaning erkin hajmi yoki nasadkalar orasidagi bo'sh hajm; a – nasadkaning solishtirma yuzasi, m^2/m^3 ; $w = w_0/\varepsilon$ – nasadka qatlamidagi gazning haqiqiy tezligi (w_0 – gazning mavhum tezligi yoki uskunaning to'la kesimiga nisbatan olingan gazning tezligi, m/s); λ – ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan bosimning yo'qotilishini hisobga oluvchi qarshilik koeffitsiyenti.

Qarshilik koeffitsiyenti λ ning qiymati Re mezonga bog'liq. U nasadkaning turli elementlari uchun gazning harakat rejimiga asosan empirik tenglamalar bilan aniqlanadi. Masalan, absorberlardagi tartibsiz joylashtirilgan halqali nasadkalarda gazning laminar rejimdagi harakati uchun ($Re < 40$):

$$\lambda = \frac{140}{Re}. \quad (16.8)$$

Turbulent rejimdagi gazning harakati uchun ($Re > 40$):

$$\lambda = \frac{16}{Re^{0.2}}. \quad (16.9)$$

Kolonnadagi tartibli joylashtirilgan halqali nasadkalar uchun:

$$\lambda = \frac{9.2}{Re^{0.375}}. \quad (16.10)$$

bu yerda, $Re = wd_e\rho/\mu_g$ – gaz uchun Reynolds mezoni; ρ_g – gazning zichligi, kg/m^3 ; μ_g – gazning dinamik qovushoqlik koeffitsiyenti, Pa·s.

Kolonna ishi davomida namlangan nasadkaning gidravlik qarshiligi ($\Delta P_n, Pa$) taxminan quyidagi empirik tenglama yordamida aniqlanadi:

$$\Delta P_n = 10^{bu} \Delta P_q, \quad (16.11)$$

bu yerda, u – namlash zichligi, $m^3/m^2 \cdot s$; b – nasadkaning kattaligi va namlash zichligiga qarab tajriba orqali aniqlanadigan koeffitsiyent. Masalan, namlash zichligi $u = (0.5 \div 36.5) \cdot 10^{-3} m^3/(m^2 \cdot s)$ bo'lganda o'lchami $25 \times 25 \times 3$ mm bo'lgan nasadka uchun $b = 51.2$ bo'ladi.

XVII BOB. ADSORBSIYA

17.1. 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 molekulali 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 xomashyo 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 molekular kuchlarning o'zaro ta'sir etishiga 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.

17.2. 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 adsorbktivning miqdori; 3) adsorbentni rege-neratsiya 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) narxi arzon.

Adsorbentning tanlovchanligi va uning adsorbsion hajmi adsorbent va adsorbktivning tabiatiga va molekulalarning 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, adsorbktivning muhitdagi konsentratsiyasi) ga ham bog'liq bo'ladi. Haroratning kamayishi, bosimning ko'payishi (gaz va bug'lar uchun) va aralashmadagi kerakli komponent konsentrat-siyasining 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 mikro-g'ovaklar yuzasiga uzatish uchun xizmat qiladi.

Sanoatda adsorbent sifatida faollashtirilgan ko'mir, qattiq g'ovak-simon moddalar, silikagel, selluloza, 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 xomashyolar (yog'och, tosh ko'mir, qipiq hamda teri, qog'oz va go'sht 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 $6 \cdot 10^5 - 17 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{kg}$, uyilgan zichlik 200–900 kg/m^3 . Bunday ko'mirlar noaniq shaklli zarrachalar (o'lchami 1–7 mm), silindrsimon 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 $4 \cdot 10^5 - 7,7 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{kg}$, uyilgan zichligi esa 400–800 kg/m^3 . 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 granular hoida ishlatiladi. Ba'zi seolitlarning g'ovaklari juda ingichka bo'lib, ularning kattaligi yutilayotgan modda molekulalarining kattaligiga teng bo'ladi. Bu xildagi seolitlar molekular elak sifatida, ya'ni o'lchamlari g'ovaklarining kattaligidan kichik bo'lgan molekulalarni 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

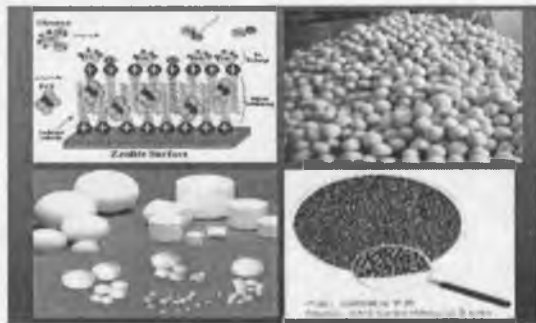
soviganidan so'ng qaytadan suvni yutish qobiliyatini tiklaydi. Seolitlarning uyilish zichligi $600\text{--}800\text{ kg/m}^3$ bo'ladi. Seolitlarning yutish qobiliyati g'ovaklarning solishtirma yuzasi bilan emas, balki g'ovaklarni adsorbat bilan hajmiy to'ldirish qiymati bilan belgilanadi ($0,2\text{--}0,25\text{ sm}^3/\text{g}$).

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 ($35\text{--}150\text{ m}^3/\text{g}$).

17.1-jadvalda neft va gazni qayta ishlash sanoatida ishlatiladigan adsorbentlar haqida asosiy ma'lumotlar keltirilgan.

Adsorbentlar statik va dinamik faollikka ega. Adsorbent ma'lum vaqt ishlagandan so'ng adsorbktivni to'la yutmay qo'yadi, bunda adsorbktiv adsorbent qatlamidan yutilmasdan o'tib ketadi. Bunday jarayon yutiluvchi komponentning o'tib ketishi deyiladi. Shu paytda uskunadan chiqib ketayotgan gaz aralashmasida adsorbktivning miqdori ko'payib, muvozanat holatigacha boradi. Adsorbsiya jarayonining boshlanishidan adsorbktivning adsorbent qatlamidan o'tib ketishigacha bo'lgan vaqtda adsorbent massasi birligida yutilgan modda miqdori adsorbentning dinamik faolligini belgilaydi.

Adsorbsiya jarayonining boshlanishidan to muvozanat holat yuz berguncha adsorbent massasi birligida yutilgan modda miqdori adsorbentning statik faolligini belgilaydi. Dinamik faollik doim statik faollikdan kam bo'ladi. Shu sababli adsorbentning sarfi uning dinamik faolligi bo'yicha topiladi.



17.1-rasm. Adsorbentlarning turlari. Silikagel, aktivlangan ko'mir, aliyuminiy oksidi, tseolit.

Sanoatda qo'llaniladigan adsorbentlarning tasnifiy ko'rsatgichlari

17.1-jadval

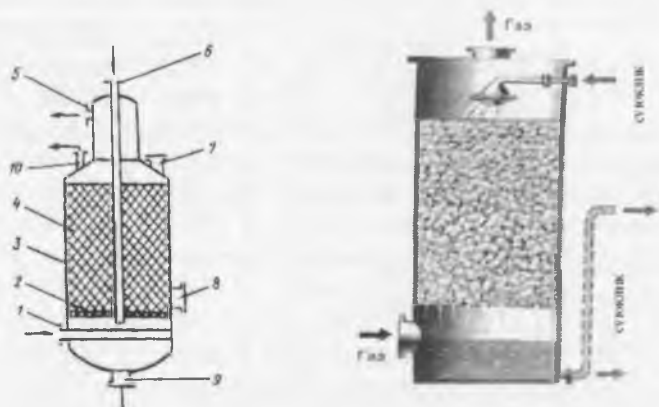
Adsorbentlar	Zichlik, g/sm ³			G'ovaklar-ning hajmi, sm ³ /g	G'ovaklarning radiusi, Å	Solishtir- -ma yuza, m ² /g
	Haqiqiy	Mavhum	Uyilgan			
Silikagel mayda g'ovakli yirik g'ovakli	2,1-2,3 2,1-2,3	1,3-1,4 0,75-0,85	0,8 0,5	0,28 0,90	5-30 70-100	450-500 270-350
Alyumosilikatli katalizator	2,3	1,06-1,09	0,7	0,57	20-25	300-350
Faollashtirilgan ko'mir	1,75-2,1	0,5-1,0	0,2-0,6	-	70 dan kam	600-1700
Alyuminiyning faol oksidi	-	-	0,4-0,6	0,8-1,0	60-100	180-220
Seolitlar	-	1,08-1,16	0,62-0,78	0,20-0,24	3-9	-

17.3. ADSORBERLARNING TUZILISHI

Neftni qayta ishlash sanoatida adsorbsiya jarayoni tabiiy va yo'ldosh gazlar tarkibidan benzin komponentlarini ajratishda, vodorod va etilen olish uchun gazlarni ajratishda, suyuqlik va gazlarni quritish va tozalashda, benzin fraksiyasi tarkibidan past molekulyar aromatik uglevodorodlarni ajratishda, moylarni tozalashda qo'llaniladi. Boshqa modda almashinish jarayonlaridan farqli ravishda, bu jarayon aralashma tarkibida ajratiladigan modda konsentratsiyasi past bo'lganda yahshi samara beradi.

Ish rejimiga ko'ra adsorberlar davriy va uzluksiz bo'ladi. Adsorbent qatlamining harakteriga ko'ra davriy adsorberlar o'zgarmas va mavhum qaynash qatlamli apparatlarga bo'linadi. Uzluksiz ishlaydigan qurilmalar esa harakatchan va mavhum qaynash qatlamli qurilmalarga bo'linadi.

17.1-rasmda davriy ishlaydigan vertikal adsorberning sxemasi ko'rsatilgan. Qobiq 3 ning ichidagi taqsimlovchi panjara 2 ning ustida qo'zg'almas adsorbent qatlami 4 mavjud.



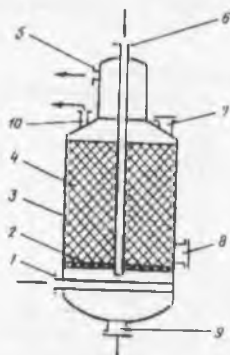
17.1-rasm. Davriy ishlaydigan vertikal adsorberning sxemasi:

1-taqsimlovchi qurilma; 2-gaz taqsimlovchi tayanch panjara; 3- qobiq;
4-adsorber qatlami; 5 va 6-yaxlit muhitning chiqishi va kirishi; 7 va 8-
adsorberni yuklash va tushirish uchun lyuklar; 9- pastki patrubka;
10- bug'-gaz aralashmasi chiqadigan patrubka.

Gaz aralashmasi patrubka 6 orqali appar taga kirib, panjara 2 orqali adsorbent qatlamiga tarqaladi. Tegishli komponent gaz fazasidan qattiq yuzaga yutiladi. Tozalangan gaz patrubka 5 orqali qurilmadan tashqariga chiqadi. Adsorbent lyuk 7 yordamida qurilmaga solinadi, lyuk 8 yordamida esa qurilmadan tushiriladi. Desorbsiya qilish uchun taqsimlovchi qurilma (barbotyor) 1 yordamida o'tkir suv bug'i beriladi. Desorbsiya paytida adsorbentda yutilgan komponent suv bug'i tarkibiga o'tadi va bug'-gaz aralashmasi sifatida patrubka 10 orqali qurilmadan chiqariladi. O'tkir bug'ning qisman kondensasiyalanishi okibatida hosil bo'lgan kondensat patrubka 9 orqali qurilmadan chiqib ketadi.

Davriy ishlaydigan gorizontall adsorberning sxemasi 17.2-rasmda berilgan. Bu qurilmaning ishlash prinsipi vertikal adsorbyerdan farq qilmaydi, faqat cilndrsimon qobiq gorizontall joylashgan.

Davriy ishlaydigan adsorberlarda adsorbentning yutish sig'imidan to'la foydalanilmaydi. Desorbsiya jarayoni ham ushbu adsorberlarning o'zida olib boriladi. Natijada qurilmadan foydalanish darajasi kam bo'ladi. Bu kamchiliklardan uzluksiz ishlaydigan qurilmalar holidir.



17.2-rasm. Davriy ishlaydigan gorizontal adsorberning sxemasi:

1-qobiq; 2-adsorbent qatlami; 3-gaz taqsimlovchi tayanch panjara; 4-gaz beriladigan patrubka; 6-bug' kiradigan patrubka; 7-bug' aralashmasi chiqadigan patrubka; 8-pastki patrubka; 9-lyuklar.

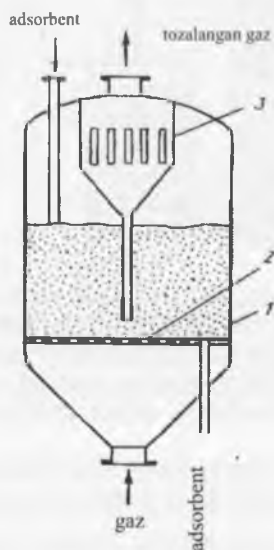
Odatda davriy adsorbsiya jarayoni 4 ta bosqichda olib boriladi:

- 1) adsorbsiyaning o'zi; 2) desorbsiya; 3) adsorbentni quritish;
- 4) adsorbentni sovitish.

Bir necha (eng kami bilan ikkita) davriy ishlaydigan adsorberlardan tashkil topgan qurilmaning ishini Uzluksiz rejimda uyushtirish mumkin. Bunda qurilmalar ketma-ket adsorber yoki desorber vazifasini bajaradi. Bir rejimdan ikkinchi rejimga o'tish avtomatik ravishda amalga oshiriladi.

17.3-rasmda mavhum qaynash qatlamli adsorberning sxemasi berilgan. Bu qurilmada adsorbent mavhum qaynash holatida bo'ladi. Qurilma cilindrsimon qobiq 1 dan iborat bo'lib, adsorbent uzluksiz ravishda gaz taqsimlovchi panjara 2 ustiga berilib turiladi. Gaz aralashmasi ma'lum kritik tezlik bilan panjaraning ostiga beriladi, so'ng adsorbent qatlamidan o'tib uni mavhum qaynash holatiga keltiradi. Adsorbsiya davomida tegishli komponentlar gaz aralashmasi tarkibidan qattiq fazaga yutiladi.

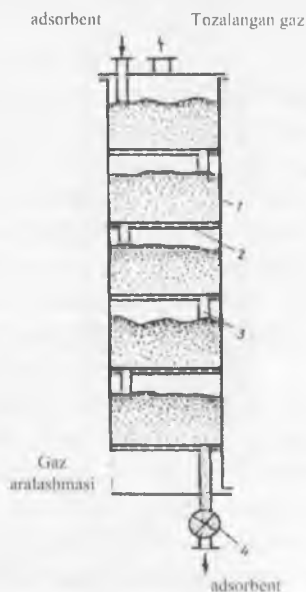
Tozalangan gaz qurilmaning yuqorigi qismidagi shtuser orqali chiqib ketadi. Adsorbentning ortiqchasi tushirish quvursi orqali chiqib ketadi. Gaz oqimi bilan qo'sxilib ketayotgan adsorbentning mayda zarrachalari separator 3 yordamida ajratilib, qatlamga qaytariladi. Sirtida yutiluvchi modda tutgan adsorbent boshqa qurilmada desorbsiya qilinadi. Regenerasiya qilingan adsorbent qayta ishlatiladi.



17.3-rasm. Mavhum qaynash qatlamli adsorber:
1-qobiq; 2- taqsimlovchi panjara; 3- separator.

Bu xildagi uzluksiz ishlaydigan bir kamerali adsorberlar bir qator kamchiliklarga ega. Bunday qurilmada adsorbent zarrachalari yahshi aralashadi, biroq ularning qatlamda bo'lish vaqti har xil. Natijada zarrachalarning yutilayotgan modda bilan to'yinish darajasi ham turlicha bo'ladi. Bunday kamchiliklardan qutulish uchun sanoatda ishlatiladigan qurilmalarning ko'pchiligi ko'p kamerali qilib tayyorlangan.

17.4-rasmda mavhum qaynash qatlami bilan uzluksiz ishlaydigan ko'p kamerali adsorberning sxemasi berilgan. Bunday qurilma cilindrsimon vertikal kolonna 1 dan iborat bo'lib, gaz taqsimlagichlar 2 yordamida bir necha kameralarga bo'lingan.

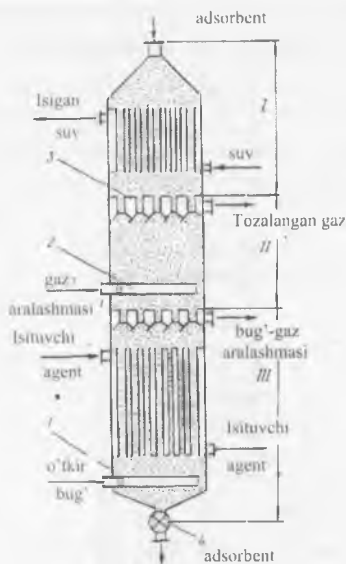


17.4- rasm. Uzlüksiz ishlaydigan ko'p kamerali adsorberning sxemasi:

1-kolonna; 2-gaz taqsimlovchi tarelkalar; 3-quyilish trubkalari; 4—tushirish mehanizmi; 5-gaz kiradigan patrubka; 6- adsorbent yuklanadigan patrubka; 7- toza gaz oqimi chiqadigan patrubka.

Gaz aralashmasi patrubka 5 orqali kolonnaning pastki qismiga beriladi va ketma-ket gaz taqsimlagichlar yordamida pastki tarelkadan yuqorigi tarelka tomon harakat qiladi. Adsorbent zarrachalari quyilish quvurlari 3 orqali, gaz oqimiga qarama-qarshi yo'nalishda, yuqorigi tarelkalardan pastga tomon harakat qiladi. Adsorbent patrubka 6 orqali qurilmaga beriladi va tushirish mehanizmi 4 yordamida qurilmadan uzluksiz chiqarib turiladi. Tozalangan gaz esa patrubka 7 yordamida kolonnadan chiqariladi.

Bu qurilmalarda gaz aralashmasi uning ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab bir har taqsimlanadi va fazalarning kontakt yuzasi ortadi. Natijada adsorbent zarrachalarining to'yinish darajasi yutilayotgan komponentga nisbatan bir xil va maksimal yutilish sig'imiga ega bo'ladi.



17.5-rasm. Uzlüksiz ishlaydigan harakatchan qatlamli adsorberning sxemasi:

I-adsorbentni sovitish seksiyasi; II- adsorbsiya seksiyasi; III-regenerasiya seksiyasi; 1 va 2-taqsimlovchi qurilmalar; 3-taqsimlovchi tarelka; 4-zatvor (tushirish mexanizmi).

17.5-rasmda uzluksiz ishlaydigan harakatchan qatlamli adsorberning sxemasi berilgan. Qattiq jism – gaz sistemalari uchun bunday qurilmalar balandligi bo'yicha bir necha seksiyalarga ajratilgan kolonna shaklida tayyorlanadi. Har bir seksiya ma'lum bir jarayonni amalga oshirish uchun moslashtiriladi. I seksiya adsorbentni sovitish uchun mo'ljallangan bo'lib, qobiq quvurli issiqlik almashgich ko'rinishiga ega. Regenerasiyadan qaytgan adsorbent zarrachalari quvurlarning ichidan harakat qiladi. Sovituvchi suyuqlik quvurlararo bo'shliqdan o'tadi.

II seksiya adsorberning o'zi bo'lib, bu yerda asosiy jarayon, ya'ni gaz fazasidan qattiq fazaga bir yoki bir necha komponentning yutilishi yuz beradi. Adsorbent zarrachalari taqsimlovchi tarelka 3 yordamida kolonnaning ko'ndalang kesimi bo'ylab sohib beriladi. Gaz aralashmasi taqsimlovchi qurilma 2 orqali II seksiyaga beriladi,

tozalangan gaz esa tarelka 3 ning ostida joylashgan patrubka orqali tashqariga chiqariladi. Ushbu seksiyada qattiq va gaz fazalari qarama-qarshi oqimda harakat qiladi.

III seksiyada adsorbent regenerasiya qilinadi. Bu seksiya ham I seksiyaga o'hshash qobiq-quvurli issiqlik almashlagich ko'rinishiga ega. Quvurlarning ichki qismidan adsorbent zarrachalari harakat qiladi, quvurlararo bo'shliqdan esa isituvchi agent o'tadi. Adsorbentni regenerasiya qilish maqsadida taqsimlovchi qurilma I orqali o'tkir bug' yuboriladi. II va III seksiyalarning oralig'ida ham taqsimlovchi tarelka o'rnatilgan. Regenerasiya aytida hosil bo'lgan bug'-gaz aralashmasi seksiyaning yuqorigi qismida joylashgan patrubka orqali tashqariga chiqariladi.

Regenerasiya qilingan adsorbent maxsus zatvor 4 yordamida qurilmadan tushiriladi. Bu zatvor bug'ning qurilmadan chiqib ketmasligini ham ta'minlaydi. So'ngra pnevmotransport yordamida adsorbent uzluksiz ravishda qurilmaning yuqorigi seksiyasiga yuborib turiladi. Pnevмотransport adsorbent zarrachalarining qurishiga yordam beradi.

17.4. 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 boradi. 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 40–80°S bo'lganda foydalanish yaxshi samara beradi.

Har 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°S 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 adsorbsiyanigiga nisbatan kam bo'ladi.

17.5. ADSORBERLARNI HISOBLASH

Davriy ishlaydigan adsorberlar. Bunday uskunalar hisoblanilganda ularning diametri va balandligi topiladi. O'zgarmas qatlamli adsorberning diametri quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,78\omega_0}}, \quad (17.1)$$

bu yerda, V – adsorbent qatlamidan o'tayotgan gaz aralashmasi yoki eritmaning hajmiy sarfi; ω_0 – gaz aralashmasi yoki eritmaning uskunaning bo'sh kesimiga nisbatan olingan mavhum yoki keltirilgan tezligi.

Gaz aralashmasi (yoki eritma) ning mavhum tezligini to'g'ri tanlash muhim ahamiyatga ega. Agar adsorbsiya jarayonining jadalligi tashqi difuziyaning tezligi orqali belgilansa, ω_0 ning ortishi bilan adsorbsiya tezligi ko'payadi, biroq bir vaqtning o'zida oqimni adsorbent qatlami orqali o'tkazish uchun zarur bo'lgan energiya sarfi ortadi. Shu sababdan har bir aniq sharoit uchun ω_0 ning maqbul qiymati topiladi. Sanoat miqyosida ω_0 ning qiymati 0,3 m/s dan ortmaydi.

Adsorberning balandligini aniqlash adsorbent qatlamining

balandligi H ni aniqlash bilan bog'liq. Qatlamning balandligi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$H = U(\tau_a + \tau_0), \quad (17.2)$$

bu yerda, U – qatlamdagi bir xil konsentratsiyali adsorbsiya fronti (yoki modda o'tkazish zonasi) harakatining tezligi; τ_a – qatlamning adsorbsion himoya qilish vaqti; τ_0 – qatlamni himoya qilish vaqtining yo'qolishi.

Modda o'tkazish zonasining o'zgarmas tezligi moddiy balans tenglamasiga asosan quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$U = \omega_0 \frac{C_a}{\varepsilon C_b + C_0^*}, \quad (17.3)$$

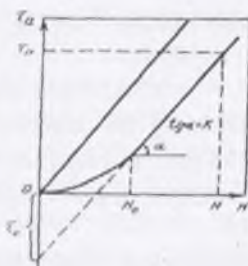
bu yerda, C_0^* – adsorbentning oqimdagi dastlabki hajmii konsentratsiyasi C_b bilan muvozanatda bo'lgan adsorbent qatlamining hajm birligidagi adsorbentning konsentratsiyasi; ε – adsorbent qatlamidagi erkin hajmning ulushi.

Adsorbsiya jarayonining samaradorligi adsorbent qatlamiga gaz aralashmasi berilgandan tortib, to tegishli komponentning adsorbentda yutilmasdan qatlamning tashqi chetida paydo bo'lish momentigacha ketgan vaqt bilan ham belgilanadi. Vaqtning ushbu qiymati qatlamning yutilayotgan moddaga nisbatan adsorbsion himoya qilish vaqti deb yuritiladi. Qatlamning himoya qilish vaqti τ_a ni N.A. Shilov va uning xodimlari tomonidan taklif etilgan empirik tenglama orqali topish mumkin:

$$\tau_a = KH - \tau_0. \quad (17.4)$$

bu yerda, $K=1/U$ – qatlamning himoya qilish koeffitsiyenti, $K\omega_0 = \text{const}$.

17.6-rasmdan yaqqol ko'rinib turibdiki, τ_a ning H dan bog'liqligi silliq egri chiziqni tashkil etib, adsorbsiya fronti parallel holatda siljigan paytda to'g'ri chiziq ko'rinishini egallaydi. Ushbu to'g'ri chiziq og'ish burchagining tangensi qatlamning himoya qilish koeffitsiyentiga teng bo'ladi, ya'ni $\text{tg}^a = K$.



17.6-rasm. Qatlamning adsorbsion himoya qilish vaqti τ_a ning adsorbent qatlami balandligi H dan bog'liqligi

Amaliy hisoblashlarda qatlamni himoya qilish vaqtining yo'qolishi τ_0 ning qiymati tajriba natijalari asosida olingan quyidagi taxminiy bog'liqlik yordamida aniqlanadi:

$$\tau_0 \approx 0,5 \frac{H_0}{U}, \quad (17.5)$$

bu yerda, H_0 – modda o'tkazish zonasining balandligi.

Modda o'tkazish zonasining balandligi quyidagi tenglama orqali hisoblanadi:

$$H_0 = \frac{Un_{oy}}{K_{yu}}, \quad (17.6)$$

bu yerda, n_{oy} – gaz (yoki suyuqlik) fazasi bo'yicha hisoblangan umumiy o'tkazish soni; K_{yu} – gaz (yoki suyuqlik) fazasi bo'yicha hisoblangan modda o'tkazishning hajmiy koeffitsiyenti.

Qatlamni himoya qilish vaqtining yo'qolishi τ_0 ni kamaytirish uchun gaz aralashmasini qatlamga bir me'yorda berilishini ta'minlash va uning adsorbent zarrachalarini aylanib o'tish shart-sharoitlarini yaxshilash kerak. Masalan, adsorbsiya jarayonini mavhum qaynash holatida olib borilganda sharoitni shunday tanlash mumkinki, bunda τ_0 minimal qiymatga ega bo'ladi.

Uzluksiz ishlaydigan adsorberlar. Bunday adsorberlarning diametri (17.1) tenglama yordamida aniqlanadi. Adsorbent qatlamining kerakli balandligi (yoki hajmi) boshqa modda almashinish jarayonlari (absorbsiya, rektifikatsiya va hokazo) ga o'xshash modda o'tkazishning umumiy tenglamasiga asosan topiladi. Buning uchun modda o'tkazishning umumiy tenglamasini quyidagi differensial shaklga keltirish mumkin:

$$G_u dy = K_{yu} (y - y^*) dV . \quad (17.7)$$

O'zgaruvchi kattaliklarni ajratib va ularni O dan V gacha (bu yerda, V – adsorbent qatlamining hajmi) va u_b dan u_0 gacha (bu yerda, u_b va u_0 – gaz aralashmasidagi ajratib olinayotgan komponentning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalari) chegaralarda integrallab, quyidagi ifodaga erishamiz:

$$\frac{K_{yu}}{G_u} = \int_{y^*, y^*}^{y, y^*} \frac{dy}{y - y^*} . \quad (17.8)$$

(17.8) ifodadan adsorbentning hajmini aniqlash mumkin:

$$V = \frac{G_u n_{oy}}{K_{yu}} , \quad (17.9)$$

bu yerda, G_u – gaz aralashmasining hajmiy sarfi; n_{oy} – o'tkazish birligining soni, bu kattalikni aniqlash usuli 12-bobda keltirilgan; K_{yu} – modda o'tkazishning hajmiy koeffitsiyenti.

Qatlamning hajmi V va ko'ndalang kesimi S ga asosan uning balandligi (yoki uzunligi) topiladi:

$$H = \frac{V}{S} . \quad (17.10)$$

Agar uskuna silindrsimon shaklga ega bo'lsa (16.22) tenglama quyidagi ko'rinishni egallaydi.

$$H = \frac{V}{\pi D^2} = \frac{4V}{\pi D^2} . \quad (11.11)$$

Ko'p kamerali mavhum qaynash qatlamli adsorberlar uchun har bir tarelkadagi qatlamning balandligi h_0 qabul qilinib (taxminan $h_0=50$ mm), so'ngra uskunadagi tarelkalar soni aniqlanadi:

$$n = \frac{H}{h_0} . \quad (17.12)$$

Adsorbentning sarfi moddiy balans tenglamasiga asosan topiladi. Qarama-qarshi oqimli (qattiq faza yuqoridan pastga, gaz aralashmasi esa pastdan yuqoriga qarab harakat qiladi) uzluksiz ishlaydigan uskunalar uchun moddiy balans tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$L(a - a_0) = G(c - c_0) , \quad (17.13)$$

bu yerda, L va G – adsorbent va tashuvchi gazning sarfi; a_0 va a – uskunaga kirishda va uning xohlagan kesimida olingan adsorbent

tarkibidagi adsorbktivning konsentratsiyasi; s_0 va s – adsorbyerdan chiqayotgan va uning xohlagan kesimi bo'yicha olingan oqimdagi adsorbktivning konsentratsiyalari.

Agar jarayon boshlanishi va oxiridagi adsorbktivning konsentratsiyalari aniq bo'lsa, ish chizig'ining og'ish burchagiga asosan adsorbentning minimal sarfi L_{min} ni aniqlash mumkin:

$$\frac{L_{min}}{G} = \frac{C_s - C_0}{a_u - a_s}, \quad (17.14)$$

bu yerda, a_u – adsorbent tarkibidagi adsorbktivning muvozanat konsentratsiyasi.

Adsorbentning haqiqiy sarfi L_{min} dan 10-30 % ko'p bo'ladi. Hisoblashlarda adsorbentning haqiqiy sarfi $L \approx 1,2 L_{min}$ deb olinadi.

Desorberlarni hisoblashda jarayonning davomiyligi (davriy jarayonlar uchun) va desorbsiya qiluvchi agentlar (suv bug'i, havo va hokazo) ning sarfi aniqlanadi. Ko'pincha bu qiymatlar tajriba natijalari asosida tanlab olinadi yoki tegishli tenglamalar asosida hisoblab topiladi.

XVIII BOB. SUYUQLIKLARNI EKSTRAKSIYALASH

18. 1. 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 aralashtirilganda 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 xossalari bog'liq. Rektifikatsiyalash jarayoni odatda issiqlik ta'sirida boradi. Ekstraksiyalashni amalga oshirish uchun issiqlik talab etilmaydi. Rektifikatsiyalash aralashma komponentlarining har xil uchuvchanlik-lariga 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 hokazo) 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 mahsu-lotlaridan yoki kokslashning yengil gazoyllaridan aromatik uglevo-dorodlarni 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' jinslaridan 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, rektifikatsiyalash uchun issiqlik xarajatlari ancha kamayadi.

Suyuqliklarni ekstraksiyalash uchun ishlatiladigan uskunalar ekstraktorlar deb ataladi.

18.2. 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 reekstraksiyalash imkoniyati borligi; 4) fazalarning qatlamlarga oson ajralishi; 5) erituvchi bilan ishlash xavfsiz bo'lishligi uchun, u zaharli, uchuvchan, portlab ketish xossalariga ega bo'lmasligi kerak; 6) saqlash va ish davomida

(ekstraksiyalash va reekstraksiyalash) parchalanib ketmaslik; 7) narxi arzon; 8) oson topiladigan, ya'ni kamyob bo'lmashligi kerak; 9) erituvchining 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:

$$m = \frac{y^*}{x} \quad (18.1)$$

bu yerda, y^* - tarqalayotgan komponentning ekstraktidagi muvozanat ulushi; x - tarqalayotgan komponentning rafinatdagi muvozanat ulushi.

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

Erituvchining ajratish qobiliyatini baholash uchun quyidagi nisbatdan foydalaniladi:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{y_1^*}{x_1}}{\frac{y_2^*}{x_2}} = \frac{y_1^*}{y_2^*} \cdot \frac{x_2}{x_1} = \beta \quad (18.2)$$

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

Kattalik β ekstraksiyalashdagi ajratish koeffitsiyenti yoki omili deb ataladi. Ushbu koeffitsiyent ajralayotgan komponentlarning ekstraktidagi muvozanat konsentratsiyalari rafinatdagi muvozanat konsentratsiyalaridan necha marta kattaligini bildiradi. Bu koeffitsiyent rektifikatsiyalash jarayonidagi komponentlarning nisbiy uchuvchanligiga o'xshaydi. Haqiqiy sharoitlarda β ning qiymati 2 dan kam bo'lmashligi maqsadga muvofiq bo'ladi.

18.3. EKSTRAKSIYALASHNING ASOSIY USULLARI

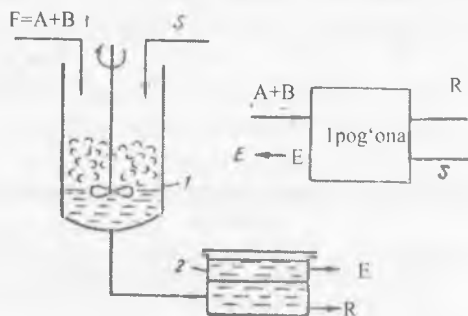
Amaliyotda suyuqlik aralashmalarini ekstraksiyalashning quyidagi usullari qo'llaniladi: 1) dastlabki aralashma va ekstragentni bir marotabalik kontaktiga asoslangan jarayon (bir pog'onali ekstraksiyalash); 2) har bir pog'onada toza erituvchi ishlatish yo'li bilan ekstraksiyalash (ko'p pog'onali ekstraksiyalash); 3) bitta yoki ikkita erituvchi yordamida qarama-qarshi oqim bilan ko'p bosqichli ekstraksiyalash (ko'p pog'onali ekstraksiyalash). Birinchi va ikkinchi usullar kichik hajmli ishlab chiqarishlarda hamda laboratoriya sharoitlarida qo'llaniladi.

Sanoat miqyosida uchinchi usuldan, ya'ni fazalarning qarama-qarshi oqimidan foydalaniladi. Qaysi bir usul qo'llanishidan qat'i nazar, ekstraksiyalash jarayoni erituvchini regeneratsiya qilish bilan birga olib boriladi. Regeneratsiyaning maqsadi eritmalar tarkibidagi kerakli komponentlarni ajratib olish va erituvchilarni qaytadan ishlatishdan iboratdir.

Bir pog'onali ekstraksiyalashning sxemasi 18.1-rasmda tasvirlangan. Dastlabki eritma G va erituvchi S aralashtirgich (1) ga beriladi, so'ngra aralashma tindirgich (2) da ikki qatlam – ekstrakt E va rafinat R ga ajraladi. Dastlabki aralashma va erituvchi bir karra to'qnashib, jarayon ko'p vaqt davom etgan holatdagina muvozanat konsentratsiyalariga yaqin tarkibli ekstrakt va rafinat olish mumkin bo'ladi. Jarayonni davriy va uzluksiz rejimda olib borish mumkin. Ekstraksiyalash jarayoni uzluksiz rejim bilan olib borilganda regeneratsiya qilingan erituvchi uzluksiz ravishda aralashtirgichga qaytariladi. Ushbu usul tarqalish koeffitsiyentining qiymati katta bo'lgan sharoitda qo'llaniladi.

18.2-rasmda har bir pog'onada toza erituvchini ishlatishga asoslangan ko'p karrali ekstraksiyalashning sxemasi ko'rsatilgan. Bunday jarayon bir necha pog'onalarda olib borilib, ikkinchi pog'onadan keyingi hamma pog'onalarda dastlabki aralashma sifatida oldingi pog'onalardan olingan rafinatlar ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_{n-1}$) ishlatiladi. Toza holdagi ekstragentning umumiy miqdori bir necha bo'laklar ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) ga bo'linib, parallel ravishda hamma pog'onalarga beriladi. Keyingi har bir pog'onaga dastlabki eritma sifatida uzluksiz ravishda konsentratsiyasi pasayib borayotgan

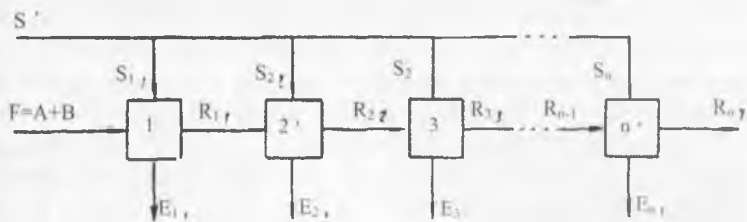
rafinatlar ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_{n-1}$) beriladi, shu sababdan ekstraktning konsentratsiyasi birinchi pog'onadan (E_1) oxirgi pog'onagacha (E_n) kamayib boradi. Yuqori darajadagi toza rafinat olish uchun katta hajmdagi toza ekstragent kerak bo'ladi, bu holat rafinatni regeneratsiya qilish jarayonini qimmat-lashishiga olib keladi. Shu sababdan, ushbu usuldan sanoatda juda kam foydalaniladi.



18.1-rasm. Bir pog'onali ekstraksiyalashning sxemasi:

1-aralashtirgich; 2-tindirgich; F-dastlabki eritma; A,V-aralashma komponentlari; S-ekstragent; E-ekstrakt; R-rafinat.

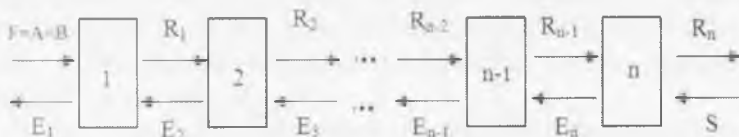
Ko'p pog'onali qarama-qarshi oqimli ekstraksiyalashning sxemasi 18.3-rasmda ko'rsatilgan. Qurilma bir-biri bilan ketma-ket bog'langan n-ta pog'onalardan tashkil topgan. Dastlabki eritma G' va ekstragent S qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lib, oxirgi tarkibi E_1 ga teng bo'lgan ekstrakt birinchi pog'onadan, oxirgi tarkibi R_n ga teng bo'lgan rafinat esa n - pog'onadan uzatiladi.



18.2-rasm. Ko'p pog'onali va erituvchini parallel ravishda ishlatishga asoslangan ekstraksiyalashning sxemasi:

1,2,3, n – pog'onalar; $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ – pog'onalariga berilayotgan rafinatlar; $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ – pog'onlardan uzatilayotgan ekstraktlar.

Ekstraksiyalashning ushbu usuli texnikaviy-iqtisodiy jihatdan katta afzalliklarga ega bo'lganligi sababli sanoatda keng ishlatiladi. Ekstraksiyalashning ko'p pog'onali va qarama-qarshi yo'nalishli usuli kolonnali ekstraktorlarda va aralashtirgich-tindirish uskunalarida amalga oshiriladi.



18.3-rasm. Ko'p pog'onali va qarama-qarshi oqimli ekstraksiyalashning sxemasi:

1,2,..., n-1, n – pog'onalar; E_1 – birinchi pog'onadan chiqayotgan ekstrakt; R_n – oxirgi pog'onadan chiqayotgan rafinat.

Oxirgi yillarda suyuqliklarni ekstraksiyalash uchun sanoatda flegma yordamida ishlaydigan qarama-qarshi yo'nalishli va ikkita erituvchidan foydalanishga asoslangan usullar ham keng qo'llanilmoqda.

18.4. EKSTRAKTORLARNING TUZILISHI

Moylarni tozalash, dizel yoqilg'isi va kerosin ishlab chiqarish, aromatik uglevodorodlarni ajratib olishda suyuqlik-suyuqlik sistemasidagi ekstraksiya jarayoni keng qo'llaniladi. Bunda tanlovchi erituvchi sifatida furfurol, fenol, dietilenglikol', suyuq propan ishlatiladi. Erituvchi bilan kontaktlashish natijasida ikkita eritma hosil bo'ladi: ajralgan komponentli ekstrakt eritmasi va ajralmagan komponentli qoldiq – rafinat eritmasi. Ularni zichliklar farqi hisobiga cho'ktirish yo'li bilan ajratish mumkin.

Ekstraktorlarga quyidagi talablar qo'yiladi: 1) qurilmaning ish hajmi birligiga to'g'ri keladigan qurilmaning miqdori, ya'ni solishtirma ish unumi katta bo'lishi kerak; 2) hosil bo'layotgan eritmaning konsentratsiyasi iloji boricha yuqori bo'lishi zarur; 3) ohirgi eritma hajm birligiga to'g'ri keladigan energiya sarfi kam bo'lishi lozim.

Ekstraktorlar davriy va uzluksiz ishlaydigan qurilmalarga bo'linadi. Fazalarning o'zaro yo'nalishiga ko'ra, ular to'g'ri yo'nalishli, qarama-qarshi yo'nalishli va aralash yo'nalishli qurilmalarga ajratiladi. Sanoatda asosan uzluksiz ishlaydigan qurilmalardan keng foydalaniladi.

Suyuqlik-suyuqlik sistemasidagi ekstraktorlar tuzilishiga ko'ra asosan uch turga (aralashtirgich - tindirish, kolonnali va markazdan qochma kuch ta'sirida ishlaydigan ekstraktorlarga) bo'linadi.

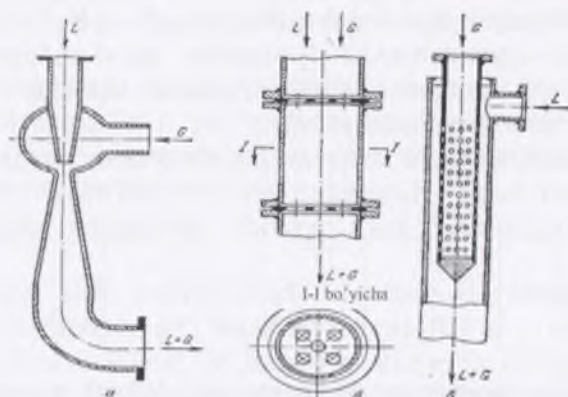
Aralashtirgich-tindirish ekstraktori. Eng oddiy davriy ishlaydigan aralashtirgich-tindirish ekstraktorlar vazifasini aralashtirgichli apparatlar bajaradi. Bir pog'onali ekstraksiyalashni uzluksiz olib borish uchun ikki (aralashtirgich va tindirish) dan iborat apparatlar ishlatiladi.

Sanoatda aralashtirgichlar sifatida injektorli, diafragmali quvurli aralashtirgichlar, markazdan qochma nasoslar, oddiy ventillar keng ishlatiladi.

Injektorli aralashtirgich quyidagicha ishlaydi. Suyuqlik L katta tezlik bilan soplodan chiqadi va o'zining kinetik energiyasi ta'sirida boshqa suyuqlik G ni so'rib oladi (18.4-rasm, a). Bu ikki suyuqlik diffuzor orqali o'tayotganida aralashadi. Hosil bo'lgan aralashma $L + G$.

Aralashtirgichdan chiqib, tindirish apparat bo'lib, aralashma $L + G$ aralashtirgichdan chiqib, tindirish apparatiga o'tadi. Diafragmali aralashtirgich cilindrsimon apparat bo'lib, uning ichiga bir necha teshikli diafragmalar o'rnatilgan bo'ladi (18.4-rasm, b). Suyuqliklar L va G diafragmalardagi teshiklar orqali o'tganida aralashadi, so'ngra hosil bo'lgan aralashma $L + G$ tindirish apparatiga yuboriladi.

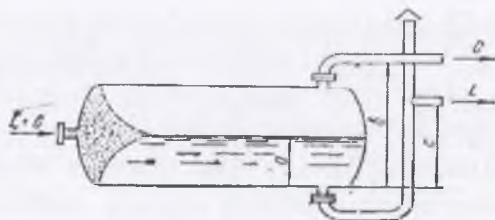
Quvurli aralashtirgichning sxemasi -rasm, v da ko'rsatilgan. Bu apparat birining ikkinchisi kiritilgan ikkita quvurdan iborat bo'lib, L va G suyuqliklar quvurlarga alohida-alohida kiritiladi va quvurning yuzasidagi teshiklar orqali katta tezlikda suyuqlik G chiqadi hamda halqasimon bo'shliqda bu suyuqlik L suyuqlik bilan aralashadi, natijada aralashma $L + G$ hosil bo'ladi.



18.4-rasm. Aralashtirgichlar:

a) injektorli; b) diafragmalı; v) quvurli

Eng oddiy tindirgich gorizontaal joylashgan idishdan iborat (18.5-rasm). Tindirgichning hajmi bo'ylab suyuqlik laminar rejim bilan harakat qiladi, natijada aralashma ikki qismga ajraladi. Engil fraksiya (ekstrakt) apparatning tepasida joylashgan shtuser orqali chiqadi. Og'ir fraksiya (L rafinat) esa, tindirgichning pastki qismidagi shtuser va sifon orqali tashqariga chiqadi.



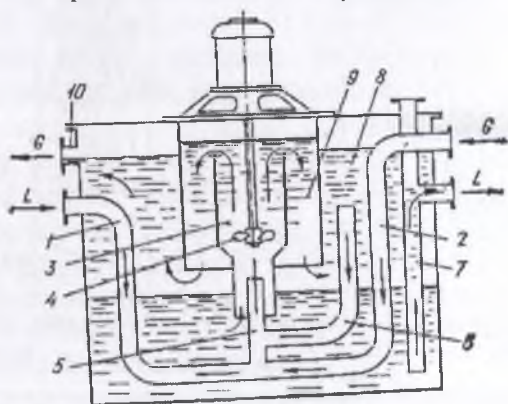
18.5-rasm. Tindirgich

Aralashmalarni ikki qismga ajratishda murakkab tuzilishga ega bo'lgan boshqa tindirish apparatlari (gidrosiklonlar, centrifugal va markazdan qochma separatorlar) ham keng ishlatiladi.

Sanoatda ko'pincha ikki xil fazani aralashtirish va ajratish operatsiyalari bitta apparatda amalga oshiriladi. Bunday apparatlar

aralashtirish - tindirish ekstraktorlari deb ataladi (18.6-rasm). Dastlabki eritma L va erituvchi G tegishli quvurlar orqali aralashtirish kamerasiga yuboriladi. Aralashtirish zonasida aralashtirigich doim ishlab turadi. Hosil bo'lgan aralashma yuqoriga ko'tariladi, so'ngra halqasimon bo'shliq orqali ajratish zonasiga o'tadi. Og'ir fraksiya G esa apparatning yuqorisiga joylashgan shtuser yordamida tashqariga chiqadi. O'zaro ta'sir qilayotgan suyuqliklar maxsus quvur orqali recirkulyasiya qilinadi.

Kolonnali ekstraktorlar. Bu turdagi apparatlar socxiluvchan, nasadkali, tarelkali, pul'sasion va rotorli - diskli ekstraktorlarga bo'linadi. Kolonnali ekstraktorlarda fazalarning kontakt yuzasini ko'paytirish uchun suyuqlik fazalaridan bittasi mayda tomchilarga parchalanadi. Mayda tomchilar holida bo'lgan suyuqlik dispers faza deb yuritiladi, apparatning butun hajmini egallagan suyuqlik esa yaxlit (yoki dispersion) faza deb ataladi. Engil suyuqlik G ham, og'ir suyuqlik L ham dispers faza vazifasini bajara oladi.



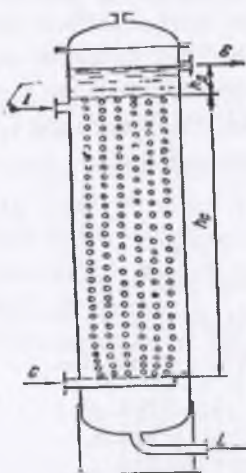
18.6-rasm. Aralashtirish - tindirish ekstraktori:

1,2 - eritma va erituvchi kiradigan quvur; 3- aralashtirish zonas; 4- aralashtirigich; 5- aralashtirish quvursi; 6- sirkulyasion quvur; 7-sifon; 8- ajratish zonas; 9- halqasimon bo'shliq; 10- quyuvchi shtuser.

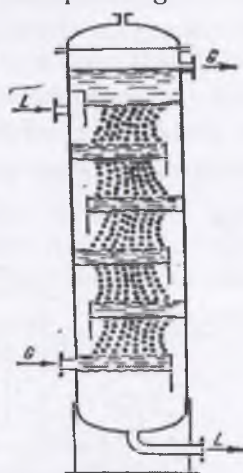
18.7-rasmda suyuqlikni sochuvchi ekstraktorning sxemasi keltirilgan. Ekstraktor ichi bo'sh cilindrsimon kolonnadan iborat. Apparat og'ir suyuqlik L (dastlabki aralashma) bilan to'ldiriladi, bu suyuqlik ω s tezlik bilan yuqoridan pastga qarab harakat qiladi va

pastki shtuser orqali rafinat L sifatida tashqariga chiqariladi. Engil suyuqlik (erituvchi) G apparatga teshiklari bo'lgan quvur orqali kiradi. Erituvchi mayda tomchilar holida yuqoriga tomon ω tezlik bilan harakat qiladi. Apparatning yuqorgi qismida tomchilar qo'sxilishib ketib, h balandlikdagi engil suyuqlik qatlamini tashkil qiladi. Hosil bo'lgan engil suyuqlik (ekstrakt) G yuqorgi shtuser orqali apparatdan chiqadi. Kolonnaning ish balandligi hi dan iborat. Apparat devoriga nisbatan tomchilar siljishining absolyut tezligi quyidagicha topiladi:

Bu yerda: ω_r – tomchining nisbiy ko'tarish (yoki cho'kish) tezligi; ω_s – yaxlit faza harakatining chiziqli tezligi.



18.7-rasm. Suyuqlikni sochib beruvchi tarelkali ekstraktor.



18.8 -rasm. G'alvirsimon ekstraktor.

Agar ichi bo'sh kolonnalar nasadkalar bilan to'ldirilsa, fazalarning samarali kontakti hosil bo'ladi. Bunday kolonnalar nasadkali ekstraktorlar deyiladi. Nasadka suyuqlikning qo'shimcha ravishda mayda tomchilarning apparatda ko'proq tutilib o'tishiga yordam beradi. Nasadkali ekstraktorlarning tuzilishi oddiy, ularning samaradorligi oldingi tipdagi apparatlarga nisbatan birmuncha yuqori.

Sanoatda ko'pincha g'alvirsimon tarelkali ekstraktorlar ishlatiladi (18.8-rasm). Apparatda yaxlit faza bitta tarelkadan

ikkinchisiga quyilish quvurlari yordamida o'tadi. Erituvchi apparatning pastki qismiga beriladi va tarelkaning teshiklari orqali o'tganda mayda tomchilarga ajraladi. Tomchilar ko'tarish kuchi ta'sirida yaxlit faza ichida yuqoriga qarab harakat qiladi va tarelka etganida o'zaro qo'sxilib, suyuqlik qatlamini hosil qiladi. Bu qatlam tirgovich qatlam deb yuritiladi. Bu qatlamdagi suyuqlik tarelkaning teshiklari orqali o'tib yana tomchilar hosil qiladi.

Shunday qilib, bitta kolonnada ko'p marotaba suyuqlikning mayda qatlamini hosil qilishi yuz beradi. Eng yuqorigi tarelkadan ko'tarilib chiqayotgan tomchilar qo'sxilib, engil suyuqlik qatlami - ekstraktni hosil qiladi va apparatdan tashqariga chiqariladi. Og'ir fraksiya (rafinat) apparatning pastki qismiga joylashgan shtuser yordamida apparatdan uzatiladi.

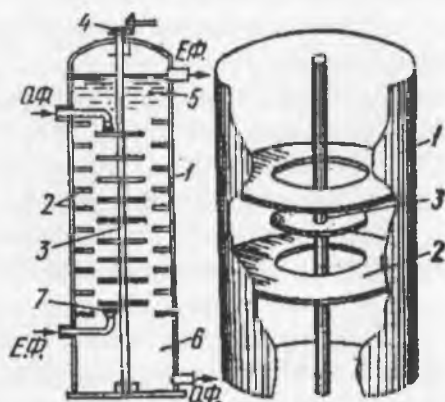
Tarelka teshiklaridan chiqayotgan tomchilarning tezligiga ko'ra, tomchi hosil qilishning uch rejimi bor: 1) notekis tomchi hosil bo'lishi (kichik tezliklarda); 2) bir tekisda tomchi hosil bo'lishi (tezlik biroz ortganda); 3) suyuqlikning kichik oqimlar bilan chiqishi (katta tezliklar). Tajribalarning ko'rsatishicha, g'alvirsimon tarelkalarining eng samarali ishlashi uchun dispers fazaning teshiklardan o'tish tezligi $0,15 \dots 0,30$ m/s bo'lishi kerak ekan. Bunday tezlikda suyuqlikning kichik oqimlar hosil qilish rejimi mavjud bo'ladi. Tarelkalar oralig'idagi masofa $0,25 \dots 0,60$ m qilib olinishi mumkin. Yaxlit fazaning tarelka ustunidagi balandligi $0,2$ m atrofida bo'lsa, modda o'tkazish jarayoni tez ketadi. Tarelkadagi teshiklarning diametri odatda $3 \dots 6$ mm bo'ladi.

Tarelkali ekstraktorlar ichi bo'sh va nasadkali kolonnalarga nisbatan birmuncha samarali ishlaydi.

Agar dastlabki eritma va erituvchi zichliklari oralig'idagi farq 100 kg/m^3 dan kam va fazalar o'rtasidagi sirt taranglik kuchi katta qiymatga ega bo'lsa, bunda kontakt yuzasini ancha oshirish uchun mehaniq aralashtirgich bilan jihozlangan ekstraktorlar ishlatiladi. Mehaniq aralashtirish diskli, turbinali, parrakli va shu kabi aralashtirgichlar yordamida amalga oshiriladi.

Bu tip apparatlardan rotorli - diskli ekstraktorlar keng ishlatiladi (18.9-rasm). Kolonnaning o'qi bo'ylab rotor - val aylanadi, unga disklar o'rnatilgan bo'ladi. Disklarning aylanishi natijasida ikki fazali oqim yahshi aralashadi. Apparatning ichki

devoriga halqasimon to'siqlar o'rnatilgan. Halqasimon to'siqlar apparatni bir necha seksiyaga bo'ladi. Har bir seksiyaning o'rtasida rotor disklari aylanib turadi. Fazalar L va G qarama - qarshi yo'nalishda harakat qilib aylanuvchi disklar yordamida har bir seksiyada aralashadi va qo'zg'almas halqasimon to'siqlar yonida qisman qatlamlarga ajraladi. Agar og'ir suyuq L yaxlit faza vazifasini bajarsa, apparatning yuqorgi qismida, ya'ni teshikli to'siqning tepasida engil dispers faza yaxlit fazadan to'la ajraladi va tegishli shtuser orqali kolonnadan tashqariga chiqariladi. Og'ir faza esa ekstraktorning pastki qismidan uzatiladi.



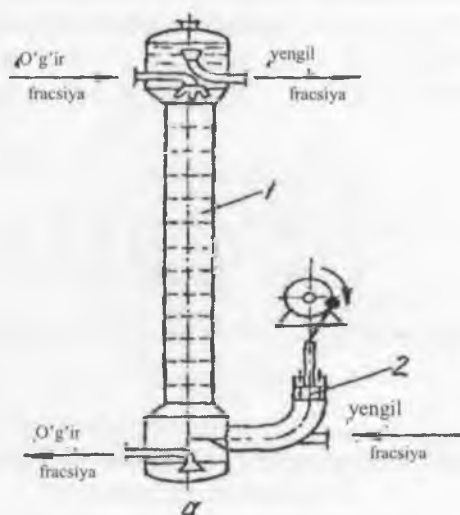
18.9-rasm. Rotor diskli ekstraktor:

1-korpus; 2- halqasimon to'siqlar; 3-rotor; 4-uzatish mehanizmi; 5,6- qo'zg'almas zonalar; 7-taqsimlagich.

Pul'sasiyali ekstraktorlarda ham ikki fazali oqimga qo'shimcha energiya beriladi. Bunda apparatning ichidagi suyuqlikka pul'satorlar yordamida qaytarma-ilgarilanma harakat beriladi. Pul'sasiya tebranishlari ta'sirida oqimning turbulentligi va fazalarning tomchilarga aylanish darajasi ortadi, natijada nasadkali va g'alvirsimon tarelkali kolonnalardagi modda o'tkazish jarayonining samaradorligi ortadi.

Sanoatda pul'satorlar sifatida klapanisiz porshenli, plunjerli yoki membranali nasadkalar yohud maxsus pnevmatik qurilmalar ishlatiladi. 18.10-rasmda pul'sasiyali ekstraktorning sxemasi ko'rsatilgan. Bu ekstraktor oddiy kolonna bo'lib, ichiga g'alvirsimon

tarelkalar o'rnatilgan. Pul'sator klapani porshenli nasos vositasida engil faza uzatadigan quvurga o'rnatilgan. Odatda tarelka teshiklarining diametri 3...5 mm, tarelkadagi hamma teshiklarning yuzasi esa kolonna ko'ndalang kesimi yuzasining 20...25 % ini tashkil etadi. Tarelkalar orasidagi masofa 50 mm. Pul'sasiyali ekstraktorlarning diametri chegaralangan bo'ladi (eng ko'pi bilan 600; 800 mm). Ekstraktorning samaradorligi pul'sator tebranishining chastotasi va amplitudasiga bog'liq. Pul'satorlarning ko'pincha optimal tebranishlar soni 200... 300 ni tashkil qiladi, bunda amplituda 1 2 mm ga teng bo'lishi kerak.

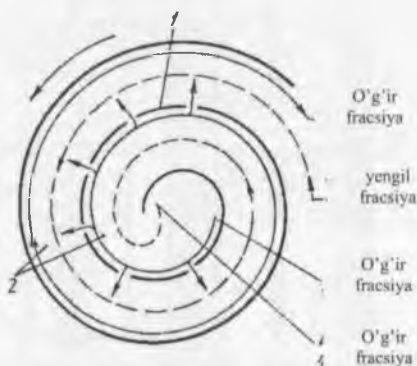


18.10-rasm. Pul'sasiyali ekstraktor:
1-elaksimontarelkali kolonna; 2-pul'sator.

Markazdan qochma ekstraktorlar. Agar ekstraksiya qilinayotgan modda tez parchalanib ketish xususiyatiga ega bo'lsa, bunda jarayon kechishining vaqtini maksimal darajada kamaytirish zarur. Markazdan qochma ekstraktorlarda ekstraksiyalash maksimal tezlik bilan boradi. Aralashma va erituvchi zichliklarning ayirmasi juda kichik bo'lgan taqdirda ham bunday ekstraktorlarni ishlatish maqsadga muvofiq. Bu turdagi apparatlarning tuzilishi juda

ihcham, ish unumi katta, ekstraksiyalash jarayoni esa katta tezliklarda boradi.

18.11-rasmda markazdan qochma kuch ta'sirida ishlaydigan rotasion ekstraktordagi suyuqliklarning harakatlanish sxemasi ko'rsatilgan. Bunday ekstraktor katta chastota bilan ishlaydigan gorizontaal silindrik rotor va barabandan tashkil topgan. Barabanning ichki qismi g'alvirsimon spiral to'siq 1 yordamida to'g'ri burchak kesimli kanallar 2 ga bo'lingan. Suyuqliklar apparatga alohida kanallar bo'ylab nasoslar yordamida beriladi va barabanning ichida qarama - qarshi yo'nalish bilan harakat qiladi, suyuqlik teshiklardan o'tishida bir necha marta aralashadi, nihoyat hosil bo'lgan fazalar ham markazdan qochma kuch ta'sirida ajraladi.



18.11-rasm. Rotorli ekstraktorlarda suyuqlikning harakatlanish sxemasi:

1-g'alvirsimon spiral to'siq; 2- kanal.

Markazdan qochma ekstraktorlarning ish unumi rotorning kengligiga, nazariy pog'onalarining soni esa rotorning diametriga bog'liq. Sanoatda ishlatilayotgan ekstraktor - rotorlarning aylanishlar soni tahminan 1200... 5000 min⁻¹ arofida, bu hol esa baraban o'lchamlarini chegaralashga olib keladi (barabanning diametri 1,2 - 1,5 m dan oshmaydi).

18.5. EKSTRAKSIYALASH APPARATLARINI HISOBLASH

Ekstraktorlarni hisoblashdan asosiy maqsad ularning asosiy o'lchamlarini topishdir. Apparatning asosiy o'lchami uning diametri va balandligi hisoblanadi. Ekstraksiyalash apparatlarining ko'pchilik tiplarini hisoblash usullari yahshi ishlab chiqilmagan, chunki umumlashtirish uchun tajriba natijalari etarli emas, bundan tashqari, tadqiqot ishlari o'lchamlari kichik bo'lgan apparatlarda olib borilgan.

Sanoatda g'alvirsimon tarelkali ekstraktorlar ancha ko'p ishlatiladi. Shu sababli, misol tariqasida shu apparatlarning hisoblash tartibi bilan tanishib chiqamiz.

Dispers (yoki tomchi) fazaning sarfi G bo'yicha tarelkaning perforasiya qilingan (ya'ni teshiklari bo'lgan) qismining yuzasi hisoblanadi:

$$F_1 = \frac{G}{3600 \rho_s \cdot \varepsilon \cdot \omega_0} \quad (18.1)$$

Bu yerda: ρ_s – dispers fazaning zichligi, kg/m^3 ; ω_0 – tomchining nisbiy tezligi, $\omega_0 = 0,15 \dots 0,30 \text{ m/s}$; ε – tarelkaning perforasiyalangan qismi erkin kesimining koeffisienti, bu koeffisient teshiklari uchburchaklik bo'yicha joylashtirilganda quyidagiga teng:

$$\varepsilon = 0,907 \frac{d_0^2}{t^2} \quad (18.2)$$

Bu yerda: t – teshiklar qadami.

Yaxlit fazaning sarfi bo'yicha tarelkadagi quyilish trubkasining yuzasi topiladi:

$$F_2 = \frac{L}{3600 \cdot \rho_c \cdot \omega_c} \quad (18.3)$$

Bu yerda: ρ_c – yaxlit yuza zichligi, kg/m^3 ; ω_c – bu fazaning patrubkadagi tezligi, m/s .

Qo'yilish patrubkasidagi yaxlit faza oqimi orqali olib ketilayotgan mayda tomchilarning diametri yordamida ning qiymatini aniqlash mumkin:

$$\omega_0 = \frac{\Delta \gamma \cdot d_{MT}^2}{18 \cdot \mu_c} \quad (18.4)$$

Bu yerda: μ_c – yaxlit fazaning dinamik qovushqoqligi, ns/m²,
 $\Delta\gamma$ – dispers va yaxlit fazalarning solishtirma massalari orasidagi farq, n/m³.

Tarelkani apparat korpusiga birlashtirish va quyilish qurilmalarini montaj qilish uchun F_1 va F_2 yuzalar yig'indisining 10 % iga teng bo'lgan halqasimon kesimli maydon qoldiriladi:

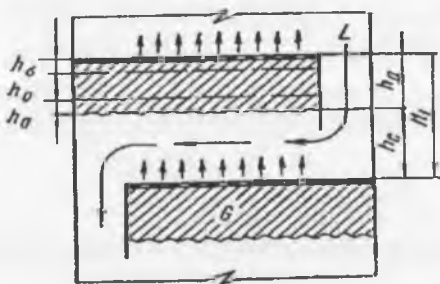
$$F_3 = 0,1 (F_1 + F_2) \quad (18.5)$$

Bunda ekstaraktorning ichki diametri quyidagicha aniqlanadi:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} (F_1 + F_2 + F_3)} \quad (18.6)$$

Har bir tarelka ostidagi (yoki ustidagi) tomchilangan suyuqlik tirgovich qatlamining balandligi (18.12- rasm) quyidagi yig'indiga teng:

$$h_d = h_z + h_o + h_p \quad (18.7)$$



18.12-rasm. Tirgovich balandligini va tarelkalar orasidagi masofani hisoblash

(18.7) tenglamadagi fazalarning o'zaro taranglik kuchini english uchun zarur bo'lgan tomchilangan suyuqlik qatlamining balandligi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$h_o = \frac{4 \cdot \delta}{d_{em} \cdot \Delta\gamma}; \quad (18.8)$$

Bu yerda: d_{em} – suyuqlikni tomchilarga ajratuvchi qurilma teshiklarining diametri, m; δ – fazalar orasidagi taranglik kuchi, n/m.

Teshiklardagi ish tezligi ni hosil qilish uchun kerak bo'lgan tomchilangan suyuqlik qatlamining balandligi h_0 quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h_0 = \xi_0 \frac{\omega_0^2 \cdot \gamma_d}{2g \cdot \Delta\gamma} \quad (18.9)$$

Bu yerda: γ_d – dispers fazaning solishtirma massasi, n/m^3 ; ξ_0 – teshiklarning qarshilik koeffisienti.

Quyilish patrulkalarida yaxlit fazaning tezlik bilan harakatlanishi uchun zarur bo'lgan tomchilangan suyuqlik qatlami balandligi quyidagi ifodadan topiladi:

$$h_n = \xi_n \frac{\omega_n^2 \cdot \gamma_n}{2g \cdot \Delta\gamma} \quad (18.10)$$

Bu yerda: γ_n – yaxlit fazaning solishtirma massasi, n/m^3 ; $\xi_n = 4,5$ – qo'sxilish patrulkasining qarshilik koeffisienti.

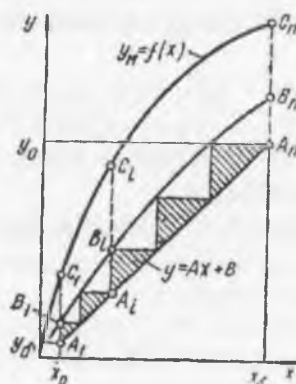
Tarelkalar orasidagi masofa H_t dispers va yaxlit fazalar qatlamlari balandliklari h_d va h_s ning yig'indisiga teng (18.13- rasm):

$$H_t = h_d + h_s \quad (18.11)$$

Tajriba natijalariga ko'ra, yaxlit faza qatlamining balandligi $h_s = 0,2$ m bo'lganda modda o'tkazish jarayoni ancha tez boradi. Tarelkalar orasidagi masofa $0,25 \dots 0,6$ m qilib olinadi. Katta o'lchamdagi kolonnalar uchun $H_t = 0,4 \dots 0,6$ m, bunda tarelkalarni vaqt – vaqti bilan tozalab turish uchun tarelkalar orasiga lyuklar o'rnatish imkoni bo'ladi. Tarelkaning yuzasiga nisbatan olingan modda o'tkazish koeffisienti K_{yf} ni bilgan holda tarelkaning o'tkazish birligi soni topiladi.

$$m_{y/t} = \frac{K_{yf} \cdot F}{G} \quad (18.12)$$

$x - y$ diagramasiga muvozanat chizig'i $y_t = f(x)$ va ekstraksiyalashning ish chizig'i $y = Ax + B$ ni joylashtirish orqali jarayonning kinetik chizig'ini qurish mumkin (18.13- rasm).



18.13-rasm. Qarama-qarshi yo'nalishli ekstraktorlarda tarelkalar sonini aniqlash

Buning uchun muvozanat va ish chiziqlari orasidagi masofalar quyidagi nisbatlar bo'yicha bo'linadi:

$$\frac{A_1 C_1}{B_1 C_1} = \frac{A_2 C_2}{B_2 C_2} = \dots = \frac{A_n C_n}{B_n C_n} = L^{n-1} \quad (18.13)$$

$L_{i, n}$ ning qiymatlarini bilish orqali $V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_n$ nuqtalarni aniqlaymiz, so'ngra bu nuqtalarni o'zaro birlashtirib kinetik egri chizig'ini hosil qilamiz. $y - x$ diagrammada topilgan kinetik egri chiziq hamda ish chizig'i orasida va berilgan konsentrasiyalar x_b, x_o , yoki y_b, y_o , chegaralaridagi tuzilgan pog'onalarining soni kolonnadagi tarelkalarining soni n ni beradi. Shunday qilib, ekstraktorlarning ish balandligi quyidagicha aniqlanadi.

$$H_i = H_t \cdot n \quad (18.14)$$

XIX BOB. KRISTALLANISH

19.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Eritma, erigan qotishma va gaz fazasi tarkibidan kristallar holatidagi qattiq fazani hosil qilish jarayoni kristallanish deb ataladi. Ushbu jarayon sanoatning neft va gazni qayta ishlash, kimyo, metallurgiya, oziq-ovqat, dori-darmon ishlab chiqarish kabi tarmoqlarida ishlatiladi.

Kristallanish jarayonlari yordamida quyidagi vazifalar hal qilinadi:

- zarrachalarning to'plami, granula, tangacha va boshqa shakldagi qattiq mahsulotlarni olish;
- turli aralashmalarni fraksiyalarga ajratib, ularni birorta komponent bilan boyitish;
- texnik yoki tabiiy eritmalardan turli moddalarni ajratib olish;
- moddalarni aralashmalardan chuqur tozalash;
- suyultirilgan eritmalarni erituvchini muzlatish orqali quyiq-lashtirish;
- ma'lum fizik-mexanik xossalarga ega bo'lgan moddalarni olish;
- qattiq jismlar yuzasiga turli qoplamalarni surtish va hokazo.

Kristallanish jarayonini amalga oshirishda turli-tuman uslublardan foydalaniladi. Ularni asosan besh guruhga bo'lish mumkin: erigan qotishmalardan kristallar hosil qilish; eritmalardan kristallar hosil qilish; bug' yoki gaz fazasidan kristallar hosil qilish; qattiq holatdagi kristallanish; moddalarning o'zaro kimyoviy ta'siri paytida kristallar hosil qilish.

Kristallanish jarayonining qonuniyatlari bir qator omillarga bog'liq bo'ladi: aralashma yoki eritma tarkibidagi dastlabki moddaning tarkibi, uning fizik-kimyoviy xossalari, ko'rilyotgan sistema fazalari muvozanat diagrammasining ko'rinishi, to'yingan eritma hosil qilish usuli, issiqlik berish va uzatish jadalligi, aralashtirish tezligi va boshqalar.

Gaz fazasidan kristallarni hosil qilish desublimatsiya yoki «qattiq fazali» kondensatsiya deb ataladi.

Moddaning bevosita qattiq holatdan gaz holatiga o'tishi sublimatsiya deyiladi. Teskari jarayon, ya'ni moddaning gaz holatidan qattiq holatga o'tishi esa desublimatsiya deb yuritiladi. Ba'zi adabiyot-larda sublimatsiyani bug'lanish yoki qattiq fazani haydash (qattiq fazani bevosita bug'ga aylantirish) deyiladi, desublimatsiyani esa – qattiq fazali kondensatsiya yoki bug' fazasidan kristallanish deb ataladi.

Sanoatda eritmalar tarkibidan kristallar holatida qattiq fazani hosil qilish va uni ajratib olish jarayoni ko'proq ishlatiladi. Bunday maqsadni amalga oshirishda asosan ikki xil uslubdan foydalaniladi: 1) izotermik – bunda bir xil konsentratsiyaga ega bo'lgan (harorat o'zgarmas) eritmani tuyintirish uchun erituvchining bir qismi bug'latiladi; 2) izogidrik – bunda erituvchining massasi o'zgarmagan holatda eritmani to'yintirish uchun erituvchi sovitiladi.

Kristallanish jarayoni eritishning teskarisi hisoblanadi. Ikkala jarayon ham qattiq faza-suyuqlik sistemasida yuz beradi. Kristallanish jarayoni odatda suvli eritmadagi kristallanishi lozim bo'lgan moddaning eruvchanligini kamaytirish orqali, ya'ni uning haroratini o'zgartirish yoki erituvchining bir qismini bug'latish yo'li bilan amalga oshiriladi. Ergan qotishmalardan kristallarni ajratib olish uchun esa ular sovitiladi.

Kristallanish jarayoni eritmadagi qattiq faza eruvchanligining o'zgarishiga asoslangan. Haroratning ortishi bilan moddalarning eruvchanligi ko'payib, ular yaxshi eruvchanlik xususiyatiga ega bo'ladi. Haroratning ortishi bilan ba'zi moddalarning eruvchanligi kamayib ketadi va ular yomon eruvchan moddalar hisoblanadi.

Berilgan haroratda eritmaning qattiq faza bilan muvozanat holatida bo'lishi to'yingan eritma deyiladi. To'yingan eritma tarkibidagi erigan moddaning miqdori eruvchanlik darajasini belgilaydi. Eruvchanlik erigan moddaning va erituvchining xossalriga, haroratga hamda qo'shimcha komponentlarning borligiga bog'liq. To'yingan eritma o'z tarkibida imkoni boricha ko'p miqdorda erigan modda ushlaydi. Bu holatdagi eritma turg'un bo'ladi.

O'ta to'yingan eritma esa o'z tarkibida eruvchanlik xususiyatiga nisbatan ortiqcha miqdorda erigan modda ushlaydi. Shu sababli o'ta to'yingan eritmalar turg'un bo'lmaydi. Bunda eritmalardan ortiqcha

erigan moddalar kristall holida ajraladi, so'ngra esa eritma yana to'yingan holatga o'tadi.

Eritmalarning o'ta to'yinish holatiga quyidagi usullar bilan erishish mumkin: 1) ochiq idishda erituvchining bir qismini bug'latish; 2) bug'latish uskunasi qaynayotgan eritmadagi erituvchining bir qismini bug'latish; 3) eritmaga suvni o'ziga tortuvchi moddalarni qo'shish; 4) to'yingan eritmani sovitish.

Kristallanish tezligi bir necha omillarga bog'liq bo'ladi: eritmaning o'ta to'yinishi darajasi, aralashtirish tezligi, eritma tarkibida qo'shimchalarning borligi va hokazo. Ushbu jarayon odatda kristallanish markazlarining paydo bo'lishidan boshlanadi, so'ngra bu markazlar atrofida kristallarning o'sishi yuz beradi. Kristallanish markazlarining paydo bo'lish tezligiga harorat, mexanik kuchlar (masalan, aralashtirish, silkitish), uskuna yuzasining g'adir-budirligi, aralashtirgichning turi, qo'shimcha moddalarning borligi (masalan, sirt-faol moddalar) va boshqa shu kabi omillar ta'sir qiladi.

Kristallanish tezligi doimiy kattalik emas; bu qiymat dastlab kattalashib boradi, so'ngra kamayadi. Haroratning ko'tarilishi bilan kristallarning o'sishi tezlashadi, chunki bunda diffuziya tezlashadi va eritmadagi yangi-yangi molekulalarning qattiq faza tomon siljishi osonlashadi.

Sanoatda kristallanish jarayoni quyidagi bosqichlarda boradi: 1) kristallanish; 2) hosil bo'lgan kristallarni eritmalardan ajratib olish; 3) kristallarni yuvish va quritish.

Kristallanish jarayonlaridan neft moylarini deparafinizatsiya qilishda, oltingugurt, parafin va serezinlar ishlab chiqarishda hamda ksilollarni ajratishda foydalaniladi.

Ayrim holatlarda kristallanish jarayoni kimyoviy reaksiya yordamida amalga oshiriladi. Bunday jarayon adduktiv kristallanish deb yuritiladi. Buning uchun eritmaga shunday reagent qo'shiladiki, u ajralayotgan modda bilan kompleks birikma – addukt hosil qiladi. Hosil bo'lgan kristallsimon kompleks birikma eritmadan ajraladi (masalan, filtrlash yo'li bilan), so'ngra kompleks birikma issiqlik ta'sirida parchalantiriladi, oqibat natijada kerakli mahsulot kompleks hosil qiluvchidan ajratib olinadi.

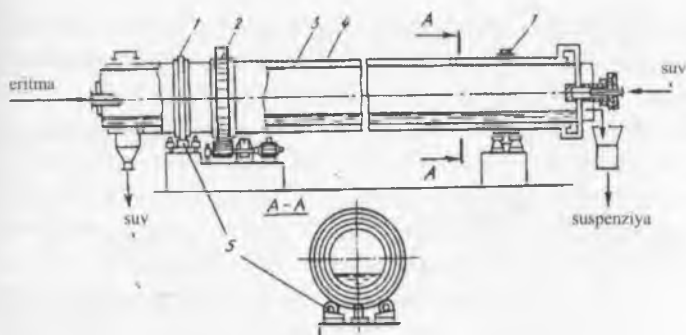
Kristallanish moddalarni ajratishning boshqa usullariga

nisbatan bir qator afzalliklarga ega: 1) energetik xarajatlari past, chunki modda-larning solishtirma suyulish issiqligi ularning bug'lanish solishtirma issiqligiga nisbatan 6–8 marotaba kam bo'ladi; 2) ish haroratlari past; 3) yaqin qaynovchi komponentli va azeotrop aralashmalarni ajratish imkoniyati mavjud; 4) erituvchilarni ishlatishga ehtiyoj yo'q; 5) modda suyultirilgan holatdan kristall holatga o'tganida katta termodinamik ajratish koeffitsiyentiga ega bo'lganligi sababli kristallanish yuqori samaradorlikka ega.

19.2. KRISTALLIZATORLARNING TUZILISHI

Neftni qayta ishlash sanoatida neft mahsulotlari tarkibidagi qattiq uglevodorodlar (parafin) ajratib olishda kristallanish jarayoni qo'llaniladi. Sanoatda kristallanish jarayonini amalga oshirish uchun turli qurilmalar ishlatiladi. Ishlash principiga ko'ra kristalizatorlar bir necha turga bo'linadi: 1) erituvchining bir qismini bug'latish yo'li bilan ishlaydigan kristalizatorlar; 2) eritmani sovitish bilan ishlaydigan kristalizatorlar; 3) sovituvchi qurilmasi bo'lgan vakuum kristalizatorlar; 4) mavhum qaynash qatlamli kristalizatorlar.

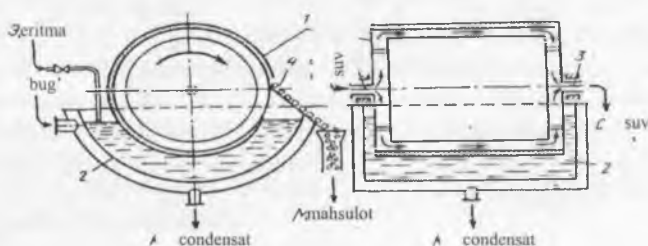
Barabanli kristalizatorlar. 19.1-rasmda suv bilan sovitiladigan barabanli kristalizatorning sxemasi berilgan. Bunday kristalizatorlar sanoatda eng ko'p tarqalgan bo'lib, g'ilof 4 bilan ta'minlangan cilindrsimon qobiq 3 dan iborat. Baraban bandajlar 1, tayanch g'ildiraklari 5 va tojli shesternya 2 yordamida aylanma harakatga keladi. G'ilofga sovitish uchun suv yoki havo beriladi. Eritma va sovituvchi suv qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi. Barabanli kristalizatorning diametri 1,5 m va uzunligi 15 gacha bo'lganda uning qiyaligi 1/100 yoki 1/200, aylanish soni esa 10/20 ayl/min bo'ladi. Bunday qurilma yordamida mayda kristalli cho'kma olish mumkin. Kamchiligi – barabanning ichki yuzasiga kristallar yopishib qoladi.



19.1-rasm. Barabanli kristalizator:

1-bandajlar; 2-tojli shesternya; 3- qobiq; 4- g'ilof; 5- tayanch g'ildiraklari.

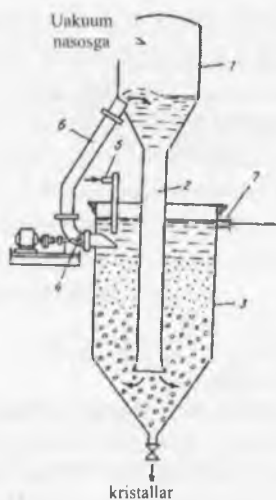
19.1-rasmda suyuq qotishmalarni kristallashga mo'ljallangan bitta barabanli kristalizatorning sxemasi ko'rsatilgan. Bu qurilmada kristallanish jarayon suv bilan sovitish orqali olib boriladi.



19.2-rasm. Suyuq qotishmalar uchun barabanli kristalizator:

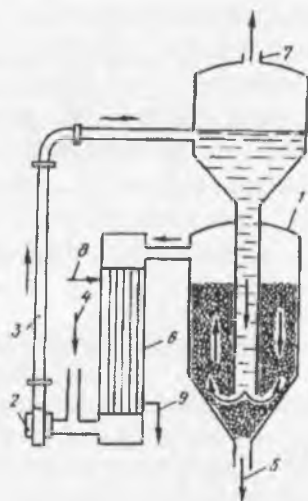
1-baraban; 2-tog'ora; 3-ichi bo'sh val; 4-kristallarni kesib olish uchun pichoq.

Vakuum – kristalizatorlar. Eritmani qisman bug'latish uchun u bug'latish kamerasiga yuboriladi. Bug'latgichda vakuum – nasos va kondensator yordamida vakuum (bo'shliq) hosil qilinadi (19.3-rasm). Bug'latgichdan eritma barometrik quvur orqali yig'gichga o'tadi. Hosil bo'lgan suv bug'lari vakuum-nasos orqali tortib olinadi. Cho'kmaga tushgan kristallar yig'gichning pastki qismidan tushiriladi. Kristallardan ajralgan eritma yig'gichning yuqori qismidan uzatiladi. Vakuum – kristalizatorlarda mayda o'lchamli kristallar olinadi. Bunday qurilmalar uzluksiz ravishda ishlaydi.



19.3-rasm. Vakuum kristalizator:

1- bug'latgich; 2-barometrik quvur; 3-yig'gich; 4- nasos; 5- eritma beruvchi quvur; 6- cirkulyasiya quvuri; 7- kristallardan ajralgan eritma chiqadigan patrubka.



19.4-rasm. Mavhum qaynash qatlamli kristalizator:

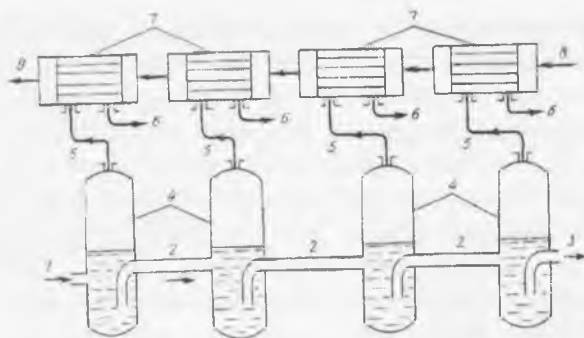
1-qurilmaning qob ig'i; 2-cirkulyasion nasos; 3-uzatuvchi quvur; 4- eritma beriladigan patrubka; 5-kristall mahsuloti chiqadigan patrubka; 6- bug'latgich; 7- ikkilamchi bug'lar chiqadigan patrubka; 8- isituvchi bug' patrubkasi; 9-kondensat chiqadigan patrubka.

Mavhum qaynash qatlamli kristalizatorlar. Bunday kristalizatorlar katta o'lchamli bir har shakldagi kristallar olish uchun ishlatiladi. Mavhum qaynash qatlamli kristalizatorlarda kristallanish jarayon eritma bir qismining bug'latilishi yoki eritmaning sovitilishi bilan olib boriladi. Mavhum qaynash qatlamli bug'latuvchi kristalizatorlarning tuzilishi 19.3-rasmda ko'rsatilgan. Bu qurilma qobiq quvurli sovitgich va cirkulyasiya qiluvchi nasosdan iborat. Uzluksiz so'riluvchi quvur orqali berilayotgan eritma qisman kristallardan ajralgan suyuqlik oqimi bilan aralashadi. Bu oqimning miqdori dastlabki berilayotgan eritmaning miqdoriga nisbatan bir necha marta ko'p bo'lgani uchun aralashgan elementning konsentratsiyasi va temperaturasi kam o'zgaradi. Shu

sababli sirkulyasiya nasos orqali aralashgan eritmani sovitgichga uzatib sovitilganda, eritma kamroq to'yinadi. So'ngra eritma qurilmaning pastki qismiga berilib, kelayotgan issiqlik oqimi bilan qurilmadagi kristallar qaynab, to'yingan eritma hisobiga kristallar kattalashadi. O'z tarkibida juda mayda kristallarni ushlagan, qisman kristallardan ajralgan suyuqlik qoldig'i uzluksiz so'ruvchi quvurga tushib, berilayotgan eritma bilan aralashib yana nasos orqali uzatiladi va sikl qaytadan takrorlanadi. Hosil bo'lgan kristall mahsulotlari apparatning pastki qismidan ajratib olinadi.

Sovituvchi suyuqlikning sarfi va temperaturasi sovitkich yuzasida har xil kristallarning yopishib qolmasligi uchun, issiqlik agentlari orasidagi temperaturalar yuqori va bir har bo'lishligi uchun hisoblab tanlab olinadi. Shuning uchun sovitgichga kirayotgan va chiqayotgan suyuqlikning kerakli temperaturasini hosil qilish maqsadida qo'shimcha sirkulyasiya konturidan foydalaniladi. Ko'p pog'onali vakuum - kristalizator. Sanoatda ko'p miqdorda kristallar olish uchun ko'p pog'onali kristalizatorlar ishlatiladi. Bunda bir necha qurilma ketma-ket ulanib, boradi (19.5-rasm). Har qaysi qurilma uchun ikkilamchi bug'larni kondensasiyalashga alohida yuzali kondensatorlar o'rnatilgan. Kondensatorlar sovituvchi suvning oqimi yo'nalishiga qarab ketma-ket ulanadi. Issiq quyultirilgan eritma Uzluksiz ravishda birinchi qurilmaga berilib, qisman bug'latiladi va vakuum hisobiga sovitiladi.

Rasmda vakuum hosil qilish qurilmasi ko'rsatilmagan. Birmuncha sovitish natijasida kristallar hosil bo'lgan to'yingan eritma, keyingi qurilmalarda ko'proq vakuum bo'lgani uchun, ularga o'z-o'zidan oqib tushadi. Kristall mahsulotlari ohirgi qurilmadan barometrik quvur yordamida tortib olinadi.



19.5-rasm. Ko'p pog'onali vakuum kristalizator:

1-issiq quyushtirilgan eritmaning kirishi; 2-suspenziyaning bir pog'onadan ikkinchisiga o'tishi; 3- mahsulotning chiqishi; 4-qurilma (pog'ona); 5- ikkilamchi bug'; 6-kondensat; 7-yuzali kondensator; 8,9-sovituvchi suyuqlikning kirishi va chiqishi.

19.5-rasmda ko'rsatilgan ko'p pog'onali vakuum - kristallizator adiabatik bug'latkichlarga o'hshab ishlaydi. Pog'onalar soni 15 tagacha bo'ladi, har bir pog'onadagi temperaturalar farqi 4-5°S, kristallarning o'lchami esa 0,2-0,25 mm.

19.3.KRISTALLIZATORLARNI HISOBLASH

Kristallanish jarayonining moddiy balansi. Erituvchining bir qismini yo'qotish bilan boradigan kristallanish jarayonida moddalar miqdorlarini aniqlash uchun ularning kattaliklarini quyidagicha belgilaymiz: G_e , G_{kr} , G_q - dastlabki eritmaning, ajralgan kristallarning hamda kristallardan ajralgan, o'z tarkibidagi erigan modda konsentrasiyalarining ulushlari;

$a = M/M_{kr}$ - erigan absolyut quruq modda molekulyar massasining kristallgidratning molekulyar massasiga nisbati;

W - yo'qotilgan erituvchining miqdori.

Bunda umumiy balans quyidagicha bo'ladi:

$$G_e = G_{kr} + G_q + W \quad (19.1)$$

Erigan absolyut quruq moddaga nisbatan balans quyidagicha yoziladi:

$$G_e v_b = G_{kr} a + G_q v_q \quad (19.2)$$

(19.1) va (19.2) tenglamalarni birgalikda echib, olingan kristallarning massasi aniqlanadi. Bu vaqtda eritmaning miqdori hamda unda erigan moddalarning konsentrasiyasi va suyuqlik qoldig'idagi erigan moddaning konsentrasiyalari berilgan bo'ladi. Hosil bo'lgan kristallarning massasi esa;

$$G_{kr} = \frac{G_e (v_q - v_b) - W v_b}{v_q - a} \quad (19.3)$$

Agar $a = 1$ bo'lsa,

$$G_{kr} = G_e \left(1 - \frac{v_b}{v_q}\right) W \quad (19.4)$$

Sovitish usuli bilan ishlaydigan kristallizatorlarni hisoblash.

Bu kristallizatorlarda eritma bug'latilmagani uchun $W=0$ bo'ladi. Hosil bo'lgan kristallarning miqdori:

$$G_{kr} = \frac{G_e (v_b - v_q)}{a - v_q} \quad (19.5)$$

$A = 1$ bo'lganda

$$G_{kr} = \frac{G_e v_b - v_q}{1 - v_q} \quad (19.6)$$

Erituvchining bug' holidagi bug'latish uchun sarflangan gaz miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1}; \quad (19.7)$$

bu yerda: L - quruq gazning sarfi, kg; x_1 , x_2 - gazning boshlang'ich va jarayon ohiridagi namlik ushlab qobiliyati.

Qattiq kristal holidagi moddaning erishi natijasida kristall to'siqlarni ajratish uchun issiqlik yutiladi. Qattiq moddaning erituvchi bilan o'zaro himyaviy ta'sirida issiqlik ajraladi. Yutilgan va ajralib chiqqan issiqliklarning miqdoriga nisbatan kristallanishning issiqlik effekti ijobiy yoki salbiy bo'lishi mumkin.

Kristallizatorlarning umumiy sovitish va isitish yuzalari umumiy issiqlik balansi tenglamasidan topiladi, so'ngra bu qiymat asosida kristallizatorning asosiy o'lchamlari aniqlanadi.

XX BOB. QURITISH

20.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Nam materiallarni qurituvchi agent yordamida suvsizlantirish jarayoni quritish deb ataladi. Bu jarayonda namlik bug'lanish 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 yaxshilanadi, 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 bo'lgan 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 kislota, 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.

20.2. NAM HAVONING ASOSIY XOSSALARI

Nam havo quruq havo va suv bug'larining aralashmasidan iborat. Quritish jarayonida nam havo namlik va issiqlik tashuvchi agent vazifasini bajaradi. Ayrim sharoitlarda tutunli gazlar yoki ularning havo bilan aralashmasi ishlatiladi, biroq nam havo va tutunli gazlarning fizik xossalari bir-biridan faqat son qiymati bo'yicha farq qiladi. Nam havoning asosiy xossalari quyidagi tushunchalar bilan belgilanadi: absolyut namlik, nisbiy namlik, nam saqlash, entalpiya.

Absolyut namlik. Nam havoning hajm birligiga to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdori absolyut namlik deb ataladi va ρ_{sb} (kg/m^3) bilan belgilanadi. Agar nam havo sovitilib borilsa, ma'lum haroratga yetgach, namlik shudring sifatida ajrala boshlaydi. Namlikning bunday holatda ajralishiga to'g'ri kelgan haroratga shudring nuqtasi deb ataladi. Bunday sharoitda havo tarkibida maksimal miqdorda

suv bug'i bo'ladi. Havoning to'yinish paytidagi absolyut namligi ρ_T (kg/m^3) orqali ifodalanadi.

Nisbiy namlik. Havo absolyut namligining to'yinish paytidagi absolyut namlikka nisbati nisbiy namlik deb ataladi. Havoning nisbiy namligi (to'yinish darajasi) quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$\varphi = \frac{\rho_{sh}}{\rho_T} = \frac{P_{sh}}{P_T}, \quad (20.1)$$

bu yerda, P_{sh} – tekshirilayotgan nam havodagi suv bug'larining parsial bosimi, Pa; P_T – berilgan harorat va umumiy barometrik bosimda to'yingan suv bug'larining bosimi, Pa.

Nisbiy namlik havoning muhim xossasi hisoblanadi. Havo tarkibida namlik qancha kam bo'lsa, bunday havo quritish jarayonida shuncha samarali ishlatiladi. Namlik bilan to'yingan havodon qurituvchi agent sifatida foydalanish mumkin emas.

Nisbiy namlikni aniqlash uchun psixrometrdan foydalanildi. Psixrometr ikkita termometrdan iborat bo'lib, bitta termometrning sharchasi doim ho'llab turiladi va u ho'l termometr deb yuritiladi. Ikkinchisi esa quruq termometr deb ataladi. Quruq va ho'l termometrlar ko'rsatishlarining ayirmasi $\Delta t = t_q - t_h$ haroratlarning psixrometrik ayirmasi deyiladi. Nisbiy namlik qancha kam bo'lsa, ho'l termometr sharchasi yuzasida suvning bug'lanishi shuncha tez boradi, natijada sharcha tezlik bilan soviydi. Shu sababli havoning nisbiy namligi kamayishi bilan haroratlarning psixrometrik ayirmasi ko'payadi. Bu ayirma Δt asosida va psixrometrik jadvallar yoki diagrammalar yordamida havoning namligi topiladi.

Nam saqlash. 1 kg absolyut quruq havoga to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdori havoning nam saqlashi deb yuritiladi. Bu kattalik x (kg/kg) yoki d (g/kg) bilan belgilanadi. Havoning nam saqlashi quyidagi nisbat orqali topiladi:

$$x = \frac{m_{sh}}{m_{kx}} = \frac{\rho_{sh}}{\rho_{kx}}, \quad (20.2)$$

bu yerda, m_{sh} – nam havoning berilgan hajmidagi suv bug'lari massasi, kg; m_{kx} – nam havoning berilgan hajmidagi absolyut quruq havoning massasi, kg; ρ_{kx} – absolyut quruq havoning zichligi, kg/m^3 .

Nam havoning entalpiyasi. Nam havoning entalpiyasi I (J/kg quruq havo) quruq havo entalpiyasi bilan shu nam havoda bo'lgan

suv bug'ining entalpiyasi yig'indisiga teng:

$$I = S_{qh} t + x i_{o'b} , \quad (20.3)$$

bu yerda, S_{qh} – quruq havoning solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K; t – havo harorati, °S; $i_{o'b}$ – o'ta qizdirilgan bug'ning entalpiyasi, J/kg.

O'ta qizdirilgan bug'ning entalpiyasi $i_{o'b}$ (J/kg) termodinamikada quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$i_{o'b} = r + C_b t , \quad (20.4)$$

bu yerda, $r = 0^\circ\text{S}$ dagi bug'ning entalpiyasi; $r = 2495 \cdot 10^3$ J/kg; C_b – bug'ning solishtirma issiqlik sig'imi, $C_b = 1,97 \cdot 10^3$ J/(kg·K).

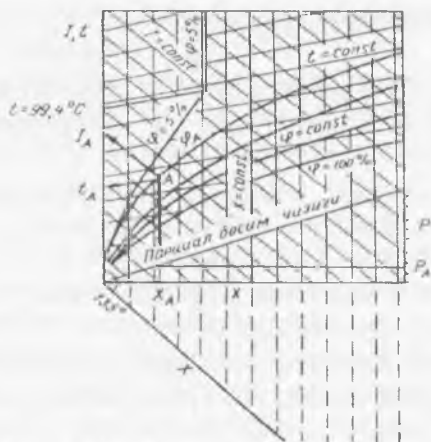
Agar quruq havoning solishtirma issiqlik sig'imini 1000 J/(kg·K) ga teng deb olinsa, (16.3) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$I = 1000 + x (2493 + 1,97 t) \cdot 10^3 \text{ J/kg (quruq havo)} \quad (20.5)$$

Demak, nam havoning issiqlik ushlashi (entalpiyasi) nam saqlash x va harorat t ga bog'liq bo'lib, nam havo tarkibida bo'lgan quruq havoning 1 kg miqdoriga nisbatan olinadi.

20.3. NAM HAVONING HOLAT DIAGRAMMASI

Nam havoning asosiy xossalari texnik hisoblashlar uchun zarur bo'lgan aniqlik bilan I - x diagrammasi yordamida topilishi mumkin. Bu diagramma L.K. Ramzin tomonidan 1917-yili taklif qilingan. I - x diagrammasini tuzishda bosimning qiymati o'zgarmas deb olingan, ya'ni $P=745$ mm simob ustuni (99 kPa ga yaqin). Diagrammaning asosiy o'qlari oralig'idagi burchak 135° ga teng (20.6-rasm). Asosiy o'qlarga nam havoning ikkita asosiy xossalari – entalpiya I (J/kg quruq havo va nam saqlash x (kg/kg quruq havo) joylashtirilgan. Diagrammadan foydalanish qulay bo'lishi uchun nam saqlashning qiymatlari yordamchi gorizonttal o'qqa joylashtirilgan. Bunda $I=\text{sonst}$ chiziqlar ordinata o'qiga nisbatan 135° burchak bilan ma'lum masshtabda joylashtirilgan. $x = \text{const}$ chiziqlar esa yordamchi absissa o'qiga perpendikular qilib joylashtirilgan.



20.1-rasm. Nam havoning I-x diagrammasi.

I-x diagrammasiga asosiy chiziqlardan tashqari quyidagi chiziqlar ham joylashtirilgan: o'zgarmas harorat chiziqlari yoki izotermalar ($t = \text{const}$), o'zgarmas nisbiy namlik chiziqlari $\varphi = \text{const}$; nam havodagi suv bug'ining parsial bosimi chizig'i. $\varphi = 100\%$ chizig'i diagrammani ikki qismga bo'ladi. Bu chiziqning tepa qismi diagrammaning ish yuzasi deb ataladi va u to'yinmagan nam havoga to'g'ri keladi. To'yinmagan nam havo qurituvchi agent sifatida ishlatiladi. $\varphi = 100\%$ chizig'ining pastki qismida joylashgan yuza suv bug'i bilan to'yingan havoga to'g'ri keladi va quritgichlarni hisoblashda ishlatilmaydi.

Harorat $99,4^{\circ}\text{S}$ ga yetganda to'yingan bug'ning bosimi o'zgarmas barometrik qiymati ($P=745$ mm simob ustuni) ga teng bo'lib qoladi, natijada nisbiy namlik φ haroratga bog'liq bo'lmaydi. Bunday sharoitda φ namlik saqlash x kabi amaliy jihatdan o'zgarmas qiymatni egallaydi. Shu sababli $t = 99,4^{\circ}\text{S}$ bo'lganda $\varphi = \text{const}$ chizig'i keskin buriladi va yuqoriga vertikal bo'ylab yo'naladi.

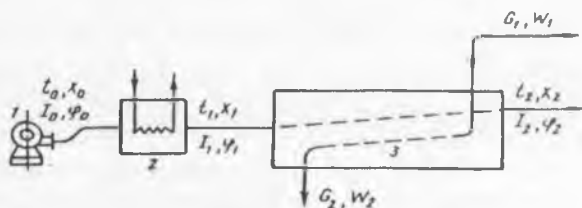
I-x diagrammasi yordamida nam havoning istalgan ikkita xossasi bo'yicha uning holatini belgilovchi nuqta (masalan, A nuqta) topiladi, so'ngra bu nuqta yordamida nam havoning qolgan xossalarini aniqlash mumkin. Nam havodagi suv bug'ining parsial bosimi chizig'i diagrammaning pastki qismiga joylashtirilgan. Agar diagrammada nam havoning holatini belgilovchi nuqta ma'lum

bo'lsa, suv bug'ining parsial bosimi qiymati P_A ni aniqlash mumkin.

I - x diagrammasida nam havo bilan bog'liq bo'lgan istalgan jarayonlarni tasvirlash mumkin: a) isitish va sovitish; b) havoning entalpiyasi o'zgarmas paytda nam material bilan o'zaro ta'sir etish; d) turli ko'rsatgichlarga ega bo'lgan ikkita havo oqimlarini aralashtirish; e) bug'-havo aralashmasidagi suvni kondensatsiyalash va hokazo.

20.4. QURITISH USKUNALARINI HISOBLASH

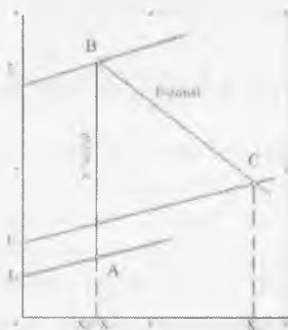
Normal nazariy quritish jarayoni. Bunday jarayonning sxemasi 20.2-rasmda ko'rsatilgan. Bu qurilma ventilator, isitkich (kalorifer) va quritish kamerasidan iborat. Isitkichga kirayotgan havoning kattaliklarini I_0 , t_0 , φ_0 , x_0 bilan belgilaymiz. Isitkichda havo t_1 haroratgacha qizdiriladi, bunda uning namlik saqlashi o'zgarmaydi ($x_0 = x_1$), nisbiy namligi kamayadi (φ_1), entalpiyasi ortadi (I_1). Shu kattaliklar bilan qizigan havo quritish kamerasiga kiradi. Quritish kamerasida havoga qo'shimcha issiqlik berilmaydi va havo o'zidagi issiqlikni yo'qotmaydi, deb qabul qilamiz. Bu jarayon nazariy quritish deb ataladi. Havo orqali materialga berilgan issiqlik miqdori namlikning materialdan bug'lanishi uchun sarflanadi va hosil bo'lgan suv bug'i orqali materialdan qaytadi, deb qabul qilinadi. Nazariy quritishda havoning entalpiyasi o'zgarmay qoladi ($I = \text{const}$). Quritkichdan chiqayotgan havoning kattaliklari t_2 , φ_2 , I_2 , x_2 , biroq $I_2 = I_1$; $x_2 > x_1$; $t_2 < t_1$; $\varphi_2 > \varphi_1$. Sxemadan ko'rinib turibdiki, nam materialning massasi G_1 (kg/soat), uning namligi W_1 (%), qurigan materialning massasi G_2 (kg/soat) va uning namligi W_2 (%).



20.2-rasm. Normal quritish jarayonining sxemasi:

1-ventilator; 2-kalorifer; 3-quritish kamerasi.

20.3-rasmda nazariy quritish jarayoni I - x diagramatsida tasvirlangan. Isitkichdagi havoning t_0 haroratdan t_1 haroratgacha qizdirish jarayoni AB chiziq bilan ifodalanadi. BC chiziq esa quritish kamerasida sodir bo'ladigan jarayonni ko'rsatadi. Quritish kamerasidan chiqayotgan havoning holati C nuqta bilan belgilanadi.



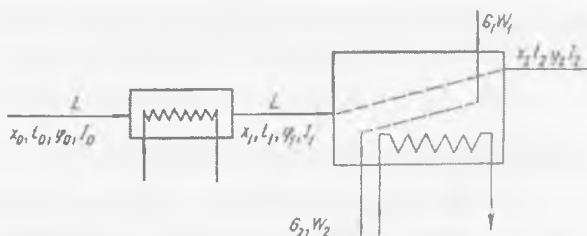
20.3-rasm. Nazariy quritish jarayonining I - x diagrammasida tasvirlash

Diagramma yordamida (20.8-rasm) 1 kg namlikni bug'latish uchun zarur bo'lgan havo sarfi l (kg) va issiqlik sarfi q (kJ) ni aniqlash mumkin:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_1} = \frac{1}{x_2 - x_0}; \quad (20.6)$$

$$q = l(I_1 - I_0) = \frac{I_1 - I_0}{x_2 - x_1}. \quad (20.7)$$

Haqiqiy quritkichning moddiy va issiqlik balansi. Haqiqiy quritkichlardagi jarayon nazariy quritishdagi jarayondan shu bilan farq qiladiki, bunda $I_2 \neq I_1$ bo'ladi. Bunga sabab shuki, haqiqiy quritkichlarda issiqlikning bir qismi atrof-muhitga yo'qoladi. Ayrim paytlarda quritish kamerasiga qo'shimcha issiqlik kiritiladi (20.4-rasm). Uzlüksiz ishlaydigan quritkichning moddiy balansini tuzish uchun quyidagilarni qabul qilamiz: G_1 – nam materialning massasi, kg/soat; W_1 – uning namligi, %; G_2 – quruq materialning massasi, kg/soat; W_2 – uning kamligi, %; W – bug'langan namlik miqdori, kg/soat; L – havoning sarfi (quruq havo hisobida), kg/soat.



20.4-rasm. Haqiqiy quritgichni hisoblashga doir

Moddaning kirishi (kg/soat): 1) havo L ; 2) havo tarkibidagi namlik Lx_0 ; 3) nam material G_1 .

Moddaning chiqishi (kg/soat): 1) havo L ; 2) havo tarkibidagi namlik Lx_2 ; 3) qurigan material G_2 .

Moddiy balans tenglamasini tuzamiz:

$$L + Lx_0 + G_1 = L + Lx_2 + G_2 \quad (20.8)$$

Bundan

$$G_1 - G_2 = Lx_2 - Lx_0 = L(x_2 - x_0) \quad (20.9)$$

yoki

$$W = L(x_2 - x_0) \quad (20.10)$$

Bu yerda

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{W}{x_2 - x_1} \quad (20.11)$$

Quritish jarayoni uchun quruq moddalar bo'yicha ushbu balans tenglamasini tuzish mumkin:

$$\frac{G_1(100 - W_1)}{100} = \frac{G_2(100 - W_2)}{100} \quad (20.12)$$

Bu so'nggi ifodadan quritish oxiridagi materialning massasini aniqlaymiz:

$$G_2 = G_1 \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right) \quad (20.13)$$

Bug'langan namlikning (yoki materialdan chiqarilgan suvning) miqdorini quyidagi tenglama orqali ham topish mumkin:

$$W = G_1 - G_2 = G_1 \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right)$$

yoki

$$W = G_1 \left[1 - \frac{100 - W_2}{100 - W_2} \right] = G_1 \left(\frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} \right). \quad (20.14)$$

Modda balans asosida haqiqiy quritkichning issiqlik balansini tuzamiz.

Issiqlikning kirishi (kJ/soat): 1) havo bilan $LI_1 = LI_0 + Q_n$ (bu yerda LI_0 – isitkichga kirgan havoning issiqligi, Q_n – isitkichda havoning bergan issiqligi; 2) material bilan $G_1 C_1 \theta_1$ (bu yerda S_1 – nam materialning issiqlik sig'imi, θ_1 – materialning dastlabki harorati); 3) transport uskunalari bilan $G_{tr} C_{tr} \theta_{tr}$ (bu yerda G_{tr} – uskunalarining massasi, S_{tr} – transport uskunalari materialining issiqlik sig'imi, θ_{tr} – transport uskunalarining dastlabki harorati); 4) quritish kamerasiga kiritilgan qo'shimcha issiqlik q_k .

Issiqlikning sarflanishi (kJ/soat): 1) quritkichdan chiqayotgan havo bilan LI_2 ; 2) quritilgan material bilan $G_2 C_2 \theta_2$; 3) transport uskunalari bilan $G_{tr} S_{tr} \theta_{tr}$; 4) issiqlikning atrof-muhitga yo'qolishi Q_y .

Issiqlik balansini tuzamiz:

$$LI_1 + G_1 C_1 \theta_1 + G_{tr} S_{tr} \theta_{tr} + q_k = LI_2 + G_2 C_2 \theta_2 + G_{tr} S_{tr} \theta_{tr} + Q_y; \quad (20.14)$$

bundan

$$L(I_2 - I_1) = G_1 C_1 \theta_1 + G_{tr} S_{tr} \theta_{tr} + q_k - G_2 C_2 \theta_2 - G_{tr} S_{tr} \theta_{tr} - Q_y; \quad (20.15)$$

yoki

$$L(I_2 - I_1) = \Sigma Q. \quad (20.16)$$

Oxirgi tenglamaning o'ng va chap tomonlarini W ga bo'lib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{L}{W}(I_2 - I_1) = \frac{\Sigma Q}{W}. \quad (20.17)$$

$$\frac{\Sigma Q}{W} = \Delta \text{ deb belgilaymiz, } \frac{L}{W} = l \text{ bo'lgani uchun}$$

$$l(I_2 - I_1) = \Delta \quad (20.18)$$

yoki

$$I_2 = I_1 + \frac{\Delta}{l}. \quad (20.19)$$

Tenglamaga kiritilgan Δ kattalik quritish kamerasi ichidagi kiritilgan va sarflangan issiqliklar ayirmasining 1 kg bug'langan namlikka nisbatini belgilaydi. Bu yerda asosiy kalorifyerda isitilgan havo bilan kirgan va chiqqan issiqliklar hisobga olinmaydi. Ko'pincha Δ quritish kamerasining ichki balansi deb ataladi. (18.19)

tenglamadan ko'rinib turibdiki, Δ ning ishorasiga ko'ra I_2 ning qiymati I_1 ning qiymatidan katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Agar $\Delta = 0$ bo'lsa, u holda $I_2 = I_1$.

20.5. QURITGICHLARNI SINFLASH

Sanoatda har xil quritgichlar ishlatiladi. Quritgichlar bir-biridan turli belgilari bilan farq qiladi. Nam materialga issiqlik berish usuliga ko'ra quritgichlar 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 perpendikular 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 sirkulatsiya 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 sovuq havoni material qatlamiga ketma-ket almashtirib berish) va hokazo.

Konstruktiv tuzilishga ko'ra quritgichlar har xil bo'ladi. Sanoatda shkafl, kamerali, koridorli (tunelli), shaxtali, lentali, barabanli, quvurli, shnekli, silindrsimon, turbinali, kaskadli, karuselli, konveyerli, pnevmatik, sohib 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.

20.6. QURITISH USKUNALARINING TUZILISHI

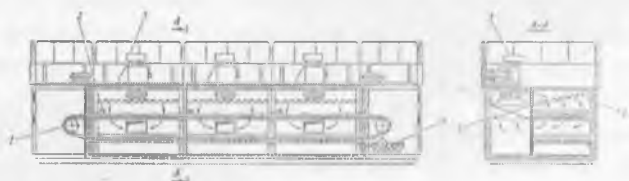
Sanoatda konvektiv usul bilan ishlaydigan quritish uskunolari (lentali, barabanli, pnevmatik, mahsulotlar sohib beriladigan, mavhum qaynash qatlamli) keng tarqalgan. Kontaktli quritish uskunalaridan barabanli-rotorli vakuum quritgichlar, aylanuvchi barabanli vakuum quritgichlar va valsovkali quritgichlar ko'proq ishlatiladi.

Lentali quritgichlar. Bunday quritgichlar dastlabki namligi 75 % gacha bo'lgan, portlash va yonish xavfiga ega bo'lmagan, zaharsiz, sochiluvchan (donador, granula holatidagi, tolali) mahsulotlarni issiq havo bilan atmosfera bosimida uzluksiz ravishda quritishga mo'ljallangan. 20.5-rasmda ko'rsatilgan lentali 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 konveyeri (lentasi) joylashtirilgan. Lentaning ustida quritilishi lozim bo'lgan mahsulot harakat qiladi. Chap tomonidagi koridorda esa bug' kaloriferlari, sirkulatsiya qiladigan ventilatorlar 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 ventilatorlar (3) va kaloriferlar (5)

bilan jihozlangan oraliq seksiyalari mavjud. Lenta ustidagi qatlamning balandligi bo'yicha material namligini baravarlamog uchun aralashtirgichlar (3) joylashtirilgan.



20.5-rasm. Lentali quritgich:

1-lentali konveyr; 2-aralashtirgich; 3-sirkulatsion ventilatorlar; 4-havoni taqsimlovchi panjara; 5-bug' kaloriferi; 6-quritilgan materialni tushirish uchun shnek.

Oraliq seksiyalarining kaloriferlarida qizdirilgan havo sirkulatsion ventilatorlar 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 ventilatorga boradi, ikkinchi qismi esa - ishlatilgan havo kanali orqali uskunadan tashqariga chiqariladi. Toza va ishlatilgan havo kanallarida o'rnatilgan zaslonkalar 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 m² gacha, talab qilinadigan quvvat esa 22-137 kVt atrofida o'zgarishi mumkin. Turli rusumdagi lentali quritgichlarning bug'langan namlik bo'yicha ish unumdorligi 35 dan 600 kg/soat gacha o'zgaradi.

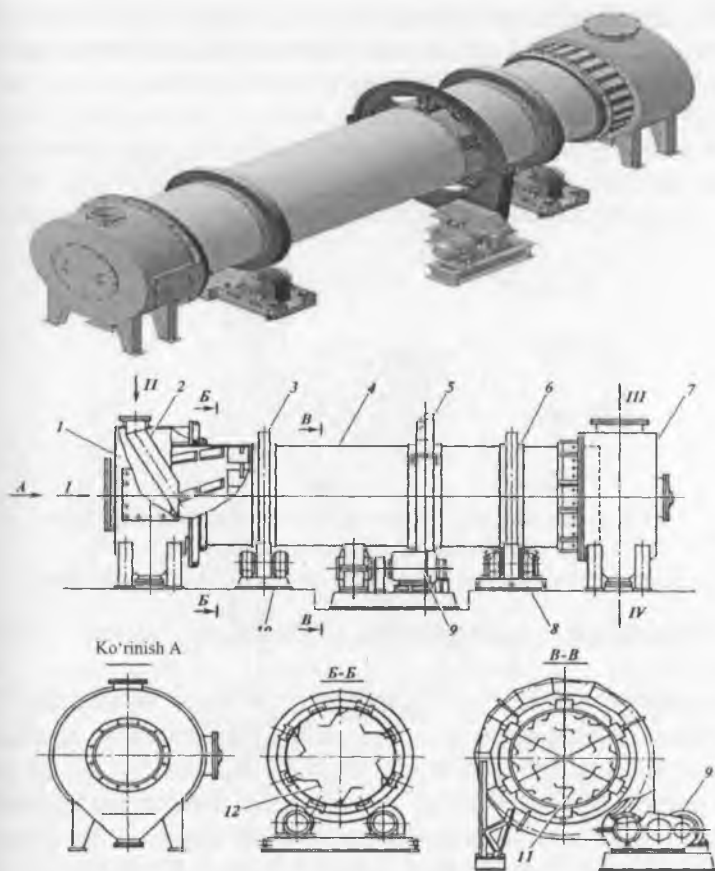
Lentali quritgichlar ko'p joyni egallaydi va ularni ishlatish ancha murakkab (lentalarning cho'zilishi va barabanda noto'g'ri joylanish holatlari ro'y berishi mumkin). Bunday quritgichlarning solishtirma ish unumi kichik, solishtirma issiqlik sarfi esa katta,

pastasimon materiallarni quritish mumkin emas.

Barabanli quritgichlar. Bunday quritgichlar atmosfera bosimi bilan uzluksiz ravishda turli sochiluvchan materiallarni quritish uchun ishlatiladi. Barabanli quritgich silindrsimon barabandan tashkil topgan bo'lib, gorizontga nisbatan kichik og'ish burchagi ($3-6^{\circ}$ S) bilan joylashtirilgan bo'ladi (20.6-rasm). Baraban bandajlar va roliklar yordamida ushlab turilib, elektromotor va reduktor yordamida aylantiriladi. Quritgich uzunligining diametriga nisbati $L/D_a=5:6$. Barabanning aylanishlar soni $1-8 \text{ min}^{-1}$. Nam material ta'minlagich orqali vintli qabul qiluvchi nasadkaga beriladi, bu yerda material aralashtirish ta'sirida bir oz quriydi. So'ngra material barabanning ichki qismiga o'tadi. Barabanning material bilan to'lish darajasi 20 % dan ortmaydi. Barabanning butun uzunligi bo'yicha nasadkalar joylashtiriladi. Nasadkalar barabanning kesimi bo'yicha materialni bir me'yorda tarqatish va aralashtirishni ta'minlaydi. Bunday sharoitda material bilan qurituvchi agentning o'zaro ta'siri samarali bo'ladi.

Baraban ichida materialning o'ta qizib ketish darajasini kamaytirish uchun material va qurituvchi agent (tutunli gazlar yoki qizdirilgan havo) bir-biriga nisbatan to'g'ri yo'nalishda bo'ladi, chunki bunday sharoitda yuqori haroratli issiq gazlar katta namlikka ega bo'lgan material bilan o'zaro kontaktda bo'ladi. Mayda sochiluvchan materiallar uchun havoning baraban ichidagi tezligi $0,5-1,0 \text{ m/s}$, katta bo'lakli materiallar uchun esa $3,5-4,5 \text{ m/s}$ dan ortmasligi kerak. Ishlatilgan gazlar atmosferaga chiqarilishidan oldin mayda changlardan siklonda tozalanadi. Quritilgan material barabandan tashqariga tushiruvchi moslama orqali chiqariladi.

Quritilgan material donalarining o'lchamlari va xossalariga ko'ra har xil nasadkalardan foydalaniladi (20.7-rasm). Katta bo'lakli va qovishib qolish xususiyatiga ega bo'lgan materiallarni quritish uchun ko'taruvchi-parrakli nasadkalar, yomon sochiluvchan va katta zichlikka ega bo'lgan katta bo'lakli materiallarni quritish uchun esa sektorli nasadkalar ishlatiladi. Kichik bo'lakli, tez sochiluvchan materiallarni quritishda tarqatuvchi nasadkalar keng ishlatiladi. Mayda qilib ezilgan, chang hosil qiluvchi materiallarni berk yacheykali donasimon nasad-kalari bo'lgan barabanlarda quritish maqsadga muvofiqdir. Ayrim sharoitlarda murakkab nasadkalardan foydalaniladi.

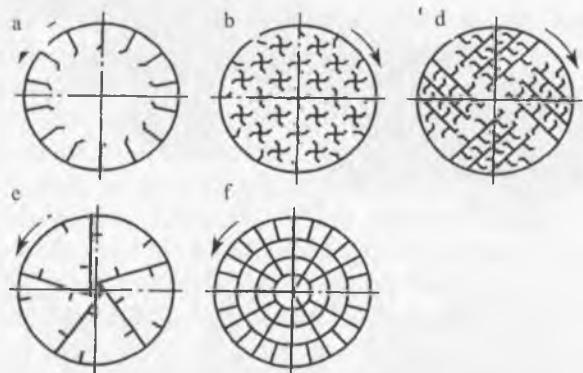


20.6-rasm. Barabanli quritgich:

1-yuklash kamerasi; 2-qiya tarnov; 3-bandaj; 4-baraban; 5-tishli toj; 6-halqali qoplamalar; 7-tushirish kamerasi; 8-tirgovchi roliklar; 9-uzatma; 10-tayanch roliklari; 11-sektorli nasadka; 12-kurakchali nasadka. Oqimlar: I-issiqlik tashuvchi; II-dastlabki mahsulot; III-issiqlik tashuvchi va suv bug'lari aralashmasi; IV-tayyor mahsulot.

Barabanli quritkichlarda materialning yaxshi aralashishiga erishiladi, natijada qattiq va gaz fazalari oralig'ida uzluksiz kontakt yuz beradi. Bunday quritkichlarning ish unumdorligi bug'lanayotgan namlik bo'yicha $100-120 \text{ kg/m}^3$ -soat gacha yetadi. Barabanning uzunligi $2,5-16 \text{ m}$ bo'lganda uning diametri esa $0,5$ dan $3,5 \text{ m}$ gacha

boradi. Barabanli quritgichlar katta miqdordagi mahsulotlarni quritish uchun keng qo'llaniladi. Uskunaning o'lchamlariga ko'ra uning iste'mol quvvati $0,75 \div 200$ kVt ni tashkil etadi.



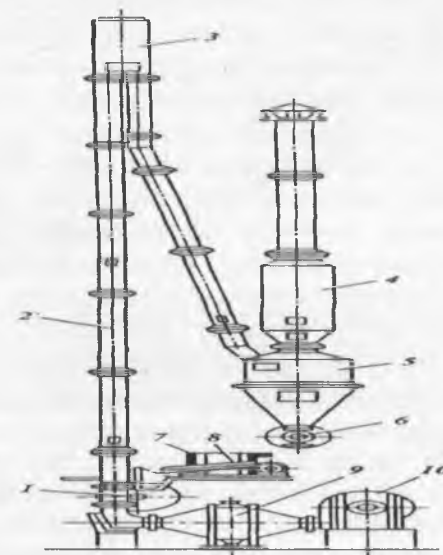
20.7-rasm. Barabanli quritgichlarda foydalaniladigan nasadkalarining asosiy rusumlari:

a–kurakchali; b,d–tarqatuvchi; e–sektorli; f–berk yacheykali.

Pnevmatik quritgichlar. Donador (lekin qovishib qolmaydigan) va kristall materiallarni suvsizlantirish uchun pnevmatik quritgichlar ishlatiladi. Quritish jarayoni uzunligi 10–20 m bo'lgan vertikal quvurda olib boriladi. Materialning zarrachalari isitilgan havo (yoki tutunli gaz) oqimi bilan harakat qiladi. Bunda havo oqimining tezligi qattiq zarrachaning harakat tezligidan katta bo'ladi (10–40 m/s). Bunday quritgichlarda jarayon juda qisqa vaqt (1–3 s) davom etadi, shu sababli material tarkibidagi erkin namlikning bir qismigina ajralib chiqadi.

Pnevmatik quritgichda (20.8-rasm) material bunkyerdan ta'min-lagich orqali vertikal quvur-quritgichga tushadi. Havo oqimi ventilator yordamida kalorifer orqali vertikal quvurga yuboriladi. Quvurda havo oqimi material zarrachalarini o'zi bilan birga olib ketadi. Havo qurigan material bilan birga yig'uvchi amortizatorga kiradi, keyin siklonga o'tadi. Siklonda qurigan material havo oqimidan ajraladi, so'ngra to'kish moslamasi yordamida tashqariga chiqariladi. Ishlatilgan havo filtrda tozalangandan so'ng atmosferaga uzatiladi. Shunday qilib, quritish jarayoni pnevмотransport rejimida olib boriladi.

Pnevmatik quritgichlarda energiya sarfi ancha katta, bu sarf material zarrachasining o'lchami kichrayishi bilan kamayadi, biroq zarrachalarning o'lchami 8–10 mm dan oshmasligi kerak. Katta o'lchamli zarrachalari bo'lgan materiallardan namlikni chiqarish uchun pnevmatik uskunalarini boshqa rusumdagi quritgichlar bilan birga ishlatish zarur. Demak, tuzilishi oddiy va ixcham bo'lishidan qati nazar, pnevmatik quritgichlarni ishlatish chegaralangan.



20.8-rasm. Pnevmatik quritgich:

1–ta'minlagich; 2–quritish quvuri; 3–yig'gich; 4–filtr; 5–siklon; 6–tushirgich; 7–nam material bunkeri; 8–dozator; 9–havo isitgich; 10–ventilator.

Quritish quvurining namlik bo'yicha ish unumdorligi $400 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{soat}$ atrofida bo'ladi, issiqlik sarfi – 5000 kJ/kg namlik, quritilayotgan materialning nisbiy sarfi esa – $8 \div 20 \text{ kg/kg}$ havo.

Mahsulotlar sohib beriladigan quritgichlar. Bunday quritish uskunalarini turli eritmalar va suspenziyalarni suvsizlantirish uchun ishlatiladi. Bunday uskunaning issiqlik ta'sir qilish zonasida 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

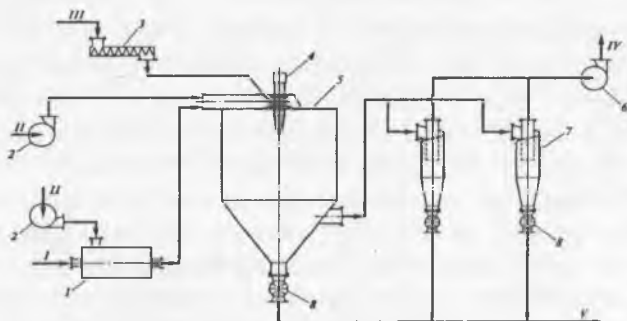
jarayonlarida yaxshi eriydi. Ushbu rusumdagi quritgichlar ichi bo'sh va konus tubli silindrsimon uskunadan iborat bo'lib, uning yuqorigi qismidan suyuq modda sochib beriladi va parallel oqimda harakat qilayotgan qurituvchi agent (issiq havo yoki tutunli gazlar) bilan to'qnashadi, natijada katta tezlik 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 diskalar (aylanishlar soni minutiga 4000–20000) ishlatiladi.

Ushbu turdagi uskunada (20.9-rasm) nam material quritish kamerasiga forsunka yordamida sochib beriladi. Qurituvchi agent (tutunli gaz yoki havo) ventilator 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.

Sochib beruvchi quritgichlar 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^3 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.

Mavhum qaynash qatlamli quritgichlar. Bunday quritgichlarda 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 quritgichlar sochiluvchan donasimon materialdan tashqari, qovushib qolish xususiyatiga ega bo'lgan materiallar, pastasimon moddalar, eritmalar, qotishmalar va suspenziyalarni suvsizlantirish uchun ham ishlatilmoqda.



20.9-rasm. Mahsulot sochib beriladigan quritgich:

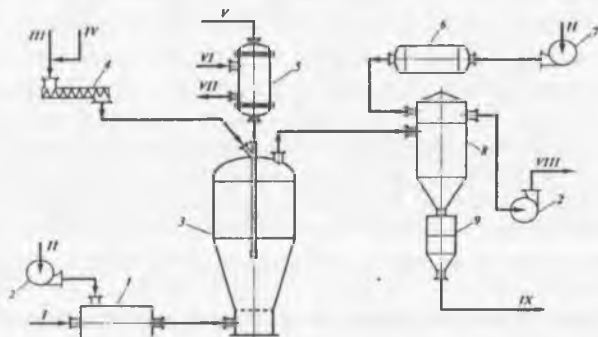
1-pech; 2-ventilator; 3-vintsimon nasos-dozator; 4-markazdan qochma sochib beruvchi; 5-quritish kamerasi; 6-tutun tortuvchi ventilator; 7-siklon; 8-shlyuzli ta'minlagich. Oqimlar: I-gaz; II-havo; III-dastlabki mahsulot; IV-namlik bug'leri va issiqlik tashuvchi aralashmasi; V-tayyor mahsulot.

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.

20.10-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 granularining ustiga yopishib qoladi. Mavhum qaynash holatida granularning o'zaro jadal to'qnashuvi ta'sirida qurigan mahsulot granularidan 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 tozalan-gandan 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.



20.10-rasm. Mahsulotlarni inert materialning mavhum qaynash holatida suvsizlantiradigan qurilmaning sxemasi:

1-tabiiy gazning yonish kamerasi; 2-havo haydagich; 3-quritgich; 4-ta'minlagich; 5-issiqlik 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-issiqlik tashuvchi va namlik bug'lar; IX-tayyor mahsulot.

Mavhum qaynash qatlamli quritgichlarning asosiy qismi silindrsimon, konussimon yoki silindr-konussimon bo'lishi mumkin. Silindrsimon qobiqli quritgichlarda ba'zan quritish jarayoni bir me'yorda bormaydi, chunki qatlamda jadal aralashtirish mavjud bo'lganligi sababli ayrim zarrachalarning quritgichda bo'lish vaqti o'rtacha qiymatdan ancha farq qiladi. Shu sababli o'zgaruvchan kesimli (masalan, konussimon) quritgichdan 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 sirkulatsiyasi mavjud bo'lib, zarrachalar quritgichning markaziy qismiga ko'tariladi, uning chekka qismlaridan esa pastga qarab tushadi. Natijada material bir me'yorda isiydi va kameraning ish balandligi kamayadi.

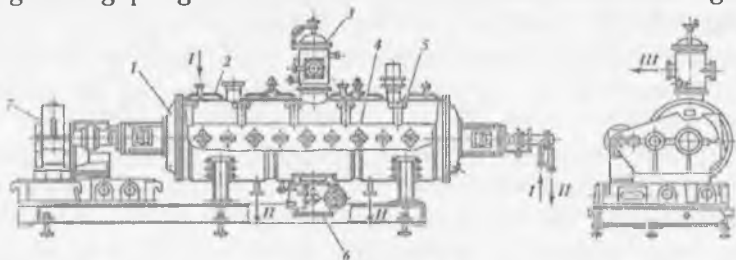
Mavhum qaynash qatlamli quritgichlarning samarali ishlashi uchun nam material va qurituvchi agentni quritgichning ko'ndalang kesimi bo'yicha bir me'yorda tarqalishiga erishish kerak. Buning uchun nam materialni quritgichga berib turadigan ta'minlagich, quritilgan materialni quritgichdan chiqarib turadigan va gaz tarqatuvchi moslamalarning konstruksiyasini to'g'ri tanlash zarur.

Barabanli rotorli vakuum-quritgichlar. Bunday quritgichlar portlash va yong'in chiqish jihatdan xavfli, zaharli, sochiluvchan yoki pastasimon mahsulotlarni suvsizlantirishga mo'ljallangan. Zaharli preparatlar, gerbisidlar, 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'ilofli silindrsimon qobiqdan tashkil topgan (20.11-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 perpendikular 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.



20.11-rasm. Barabanli rotorli vakuum-quritgich:

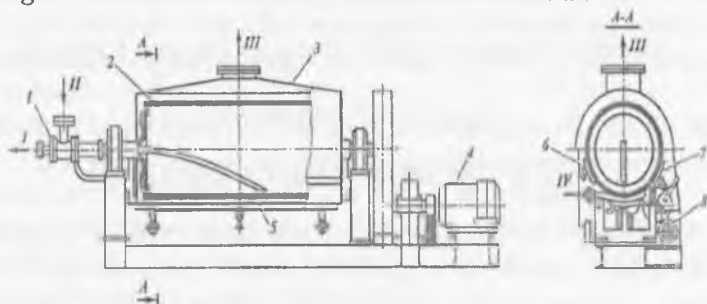
1-baraban; 2-bug' g'ilofi; 3-yuklash uchun tuynuk; 4-rotor; 5-taroq;
6-tushirish uchun tuynuk; 7-uzatma. Oqimlar: I-suv bug'i; II-kondensat;
III-gazlar.

Aralashtirgichli vakuum-quritgichlarning asosiy afzalligi - boshqa uskunalarga nisbatan quritish jarayoni past haroratda olib boriladi. Unga xizmat ko'rsatish uchun ishchi kuchi kam talab qilinadi, bunday quritkichlarda portlash xavfi 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'ladi.

Quritgich qobig'ining nominal hajmi 0,16 dan 10 m³ gacha o'zgarishi mumkin. Silindrsimon qobiqni material bilan to'ldirish koeffitsiyenti odatda 50 % ni tashkil etadi. Portlash xavfi bo'lgan materiallar bilan ishlaganda, xavfsizlikni 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 quritgich bitta yoki ikkita barabandan iborat. 20.12-rasmda bitta barabanli quritgichning sxemasi keltirilgan.

Bunday quritgichda tog'oraning ichida bitta baraban aylanib turadi. Tog'oraga material uzluksiz ravishda berib turiladi.



20.12-rasm. Bitta valsovkali 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.

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 qirqiladi va shnek yordamida uskunadan tashqariga chiqariladi. Qurigan material kukun, yupqa qatlam (plyonka) yoki paraxa holatida bo'ladi. Quritgichning hamma ish qismlari umumiy qobiqning ichiga joylashtirilgan va vakuum hosil qiluvchi qurilma bilan bog'langan.

Valsovkali uskunalar yordamida yuqori haroratlarga chidamsiz bo'lgan materiallarni yupqa qatlam bilan quritish mumkin. Quritish vaqti barabanning aylanishlar soni orqali boshqariladi. Quritgichning 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.

OLTINCHI QISM. NEFTKIMYOVIIY JARAYONLAR VA JIHOZLAR

XXI BOB. NEFTKIMYOVIIY JARAYONLARNING

NAZARIY ASOSLARI

21.1. 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 xomashyolar, jumladan, to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, propilen, butilenlar, butadien) va aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol, etilbenzol, ksilollar, izopropilbenzol) olinadi. Ushbu xomashyolar 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 hokazo) mumkin.

Neftni qayta ishlash va neft kimyosi ishlab chiqarishlarida qo'llaniladigan eng asosiy kimyoviy jarayonlar qatoriga katalitik riforming, katalitik kreking, izomerlash, gidrotozalash, gidrokreking, kokslash, piroliz, alkilash, 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 sirkulatsiya qilish orqali amalga oshiriladi. Harorat 450–530^oS va bosim 1,5–4,0 MPa atrofida

o'zgaradi. Ushbu jarayon turli katalizatorlar (asosan, platinali katalizator) ishtirokida olib boriladi. Riforning 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°S; bosim 0,1–0,3 MPa; alyumosilikat, seolit ushlovchi va boshqa katalizatorlar ishtiroki bilan) turli distillyatlar va qoldiq xomashyodan 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 xomashyo hisoblangan izopentan olinadi. Jarayon harorat 120–150°S 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°S 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°S va bosim 14–20 MPa chegarasida o'zgarganda amalga oshiriladi. Tarkibida ko'p miqdorda oltingugurti 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°S

atrofida o'zgargan paytda amalga oshiriladi.

Piroliz. Neft distillyatlari (benzin, kerosin) yoki gaz (etan, propan) ni piroliz qilish neft kimyosi uchun muhim ashyo bo'lgan to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, propilen, butadien) 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 650–900°S atrofida o'zgarganda amalga oshiriladi.

Alkillash. To'yinmagan uglevodorodlar (propilen, butilenlar, amilenlar) yordamida izoparafinni uglevodorodlar (izobutan yoki 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°S gacha o'zgarganda (katalizator sifatida H_2SO_4 ishlatilganda) yoki harorat 25–30°S bo'lganda (katalizator sifatida HF ning suvdagi eritmasi qatnashganda) amalga oshiriladi.

Benzolni to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, propilen) bilan alkillash jarayonida katalizator sifatida fosfor yoki sulfat kislotasi, alyumosilikatlar va boshqalar ishlatiladi. Katalizatorning turiga ko'ra, jarayon harorat 50 dan 450°S gacha va bosim 1 dan 3 MPa gacha o'zgarganda amalga oshiriladi.

Vodorodsizlantirish. To'yingan uglevodorodlardan to'yinmagan uglevodorodlarni olish (masalan, butandan butilen, butilendan butadien, izopentandan izoamilen, izoamilendan izopren olish va hokazo) maqsadida molekula tarkibidan vodorodni ajratib chiqarish vodorodsizlantirish jarayonining asosini tashkil etadi. Jarayon xromalyuminiyli katalizatorlar ishtirokida, harorat 530–600°S bo'lganda, atmosfera bosimida yoki vakuum ostida olib boriladi. Vodorodsizlantirish yo'li bilan etilbenzoldan stirol, izopropilenbenzoldan esa α – metilstirol olinadi.

Polimerlanish. Kichik molekulali moddalar (monomerlar)ning katalizatorlarning ishtiroki bilan o'zaro ta'siri natijasida yuqori molekulali 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 (molekular massasi 200000 atrofida) yoki suyuq poliizobutilen (molekular massasi 10000 atrofida) olinadi.

21.2. 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 alomatlariga 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 uglevodrodlarni piroliz qilish gomogen reaksiyani tashkil etadi.

Geterogen reaksiyalari yuz berganda eng kami 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 molekulalarning soniga ko'ra,

kimyoviy jarayonlar mono-, bi- va uchmolekulali reaksiyaga ajralishi 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 jarayon-larning 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; xomashyolardan 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 xomashyoni 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.

XXII bob. KIMYOVIY REAKTORLAR

22.1. REAKTORLARNI SINFLASH

Neftni qayta ishlash texnikasining rivojlanishi bilan xom-ashyoning kimyoviy o'zgarishlariga asoslangan jarayonlar ulushi ortib bormoqda. Xom-ashyoning kimyoviy o'zgarish jarayonlari reaksiyon apparatlar – reaktorlarda amalga oshiriladi. Bu jarayonlar ko'plab neft mahsulotlarini olinishini va ular sifatining yaxshilanishini ta'minlaydi. Reaktor konstruksiyasi berilgan kimyoviy jarayon talablariga javob berishi kerak. Reaktor konstruksiyasi ko'p jihatdan unda amalga oshiriladigan reaksiyalarga bog'liq bo'ladi. Masalan: yuqori tezlik, temperatura va bosimda amalga oshiriladigan reaksiyalar uchun reaktor qalin devorli silindr shaklida bo'lishi lozim. Agar reaksiya katalizator ishtirokida boradigan bo'lsa, reaksiyon aralashmani katalizatorni zaharlaydigan kimyoviy moddalardan tozalaydigan apparatlar qo'llaniladi. Agar reaktorda boradigan jarayon qaytar bo'lsa, undagi hosil bo'lgan tayyor mahsulotni reaksiyon aralashmadan ajratib oluvchi va reaksiyasi tugallanmagan moddani apparatga qaytarib turuvchi reaktorlar ishlatiladi.

Reaktor tuzilishi nafaqat unda boradigan reaksiyaga, balki apparatdagi gidrodinamik sharoitga ham bog'liq bo'ladi. Kubli reaktorlar balandligi 1-2 m bo'lgan silindrsimon apparat bo'lib, uning butun hajmida suyuqlikning temperatura va konsentrasiyasining bir xilligini ta'minlash maqsadida aralashtirgich bilan ta'minlangan bo'ladi.

Quvurli reaktorlarda aralashtirgich bo'lmaydi. Aralashma konsentrasiyasi apparat uzunligi bo'yicha bir tekis o'zgarib boradi va modda zarralarining apparat ichida bo'lish vaqti bir xil bo'ladi.

Suyuq reaksiyon muhitli reaktorlar organik sintez, kauchuk olish, butadienni polimerlash jarayonlarida qo'llaniladi.

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 alomatlar.

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 sirkultatsion 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 gradienti 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 ikki turga 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 hokazo. Geterogen-katalitik jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan reaktorlar alohida o'rinni egallaydi.

Reaktorlarni jarayon 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 vaqt 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'zgarmasligiga erishiladi. Turg'un rejim uzluksiz ishlaydigan reaktorlarda hosil 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 uskunolari hisoblash va tayyorlashga ta'sir ko'rsatadi. Ushbu prinsipga asosan reaktorlar quyidagicha sinflanadi: idishsimon reaktorlar (avtoklavlar; reaktorlar-kameralar; silindrsimon vertikal va gorizontal konvertorlar va hokazo); kolonnali reaktorlar (nasadka va tarelka rusumidagi kolonnalar-reaktorlar; katalizatorning qo'zg'almas, harakatlanuvchi, mavhum qaynash qatlami bo'lgan katalitik reaktorlar; polkali reaktorlar); issiqlik almashgich rusumidagi reaktorlar; reaksiya pech rusumidagi reaktorlar (shaxtali, polkali, kamerali, aylanuvchi pechlar va hokazo).

22.2. 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.

Katalitik krekinglash qurilmasining reaktor va regeneradorlari

Katalitik kreking jarayon tezligini oshirishga ijobiy ta'sir ko'rsatuvchi katalizatorlar ishtirokida boradi. Bunday jarayonlar 450-500°S temperaturada va 0,05-0,15 Mn/m² bosimda amalga oshiriladi. Kerosin va dizel yoqilg'isi distilyati, qoldiq mahsulotlar (mazut va boshqalar) kreking jarayoni uchun xom-ashyo bo'lib hisoblanadi. Bu jarayon asosan yuqori oktanli benzin, gaz va gazoyl olishga mo'ljallangan.

Hozirgi vaqtda neftni qayta ishlash zavodlarida asosan ikki tipdagi katalitik kreking qurilmalari ishlatiladi: 1. Kreking jarayoni va katalizatorning tiklanishi katalizatorning yahlit qatlamida amalga oshiriladigan qurilmalar (sharsimon katalizatorlar ishtirokida).

2. Kreking jarayoni katalizatorning mavhum qaynash holatida tashkil qilinadigan qurilmalar (kukunsimon katalizatorlar ishtirokida).

Katalizator sirkulyasiyasi bo'ladigan qurilmalarda jarayon shahta tipidagi apparatlarda amalga oshiriladi. Bunda 3-5 mm li sharsimon katalizatorlar apparatning yuqorisidan pastga qarab uzluksiz oqim hosil qiladi. To'g'ri yo'nalishli reaktorlarda katalizator va xom-ashyo bir yo'nalishda harakatlanib kontaktda bo'ladi. Har qaysi qurilmaning reaktor bloki reaktor, regenerador va katalizatorni uzatish tizimidan iborat bo'ladi. Kukunsimon va mikrosirtli katalizatorlar ishtirokidagi qurilmalar keng tarqalgan. Mavhum qaynash rejimi apparat konstruksiyasini va katalizatorni uzatish tizimini soddalashtirish imkonini beradi.

Sirkulyasiyalanadigan sharikli katalizatorli qurilma apparatlari

Rektor bloki sxemalari reaktor va regeneradorning balandlik bo'yicha o'zaro joylashuviga bog'liq. Hozirda katalizatorni bir karra ko'tarishli sxemalar keng ishlatilmoqda. Bu sxema bo'yicha reaktor

regeneratorning pastida yoki aksincha joylashtiriladi. Boshqacha joylashtirishda katalizatorni ikki karra ko'tarish talab qilinadi.

Katalizatorni bir karrali ko'tarish sxemasining farqli belgisi shundan iboratki, ularda reaktor bloki balandligi 100 m.gacha bo'ladi.

Reaktorlar. To'g'ri yo'nalishli sharixsimon katalizatorli reaktor qurilmalari har biri alohida vazifani bajaradigan oltita zonaga ega (22.1-rasm).

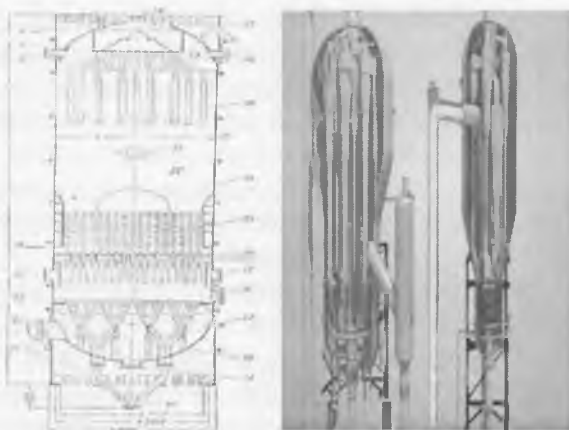
Yuqori bunkyerdan katalizator o'z oqimi bilan silindr shaklidagi taqsimlash moslamasiga beriladi. Moslama katalizator oqimini apparatning reaksiya zonasiga bir tekis taqsimlash vazifasini bajaradi. Shu maqsadda unda taqsimlash quvurlari o'rnatilgan. Katalizator yig'gichga reaksiya mahsulotlarining chiqib ketishiga to'sqinlik qiluvchi inert gaz beriladi.

Xom-ashyoni kiritish zonasi konstruksiyasi apparatga berilayotgan xom-ashyo sifati va holatiga bog'liq. Jarayon yahshi borishi uchun katalizator shariklari ustiga xom-ashyo bir tekis socxilishi lozim.

Katalitik kreking reaksiyasi reaksiyon zonada issiqlik yutilishi bilan boradi. Shuning uchun ham katalizator va reaksiyon aralashma temperaturasi pasayadi. To'g'ri yo'nalishli oqim regenerasiyalangan katalizatorning ortiqcha issiqligidan xom-ashyoni isitish va bug'latish imkonini beradi. Kreking jarayoni etarli darajagacha davom etishi uchun xom-ashyo va katalizatorning kontakt vaqtdan kelib chiqqan holda reaksiyon zona hajmi aniqlanadi.

Reaksiyon zona pastida reaksiya mahsulotlari va parchalanmagan xom-ashyo bug'larini ajratish zonasi joylashgan. Ajratish zonasi reaksiya bug'larini chiqarish va katalizatorni kiritish quvurlari o'rnatilgan tarelkalardan iborat. Tarelkalar mustahkamligini oshirish uchun ularga po'latdan tayyorlangan qovurg'alar o'rnatiladi. Katalizator tirqishlardan o'tib ketmasligi uchun, tarelka gardishi bo'ylab asbest iplar yordamida zichlanadi.

Quvur to'ri katalizator og'irligining vertikal tashkil etuvchisi ta'sirida egiladi. Bu kattalik R_k quyidagi formula yordamida aniqlanadi.



22.1-rasm. Sharikli katalizatorli kreking qurilmasi reaktori:

I-xom-ashyoning kiritilishi; II-katalazatorning kiritilishi; III-reaksiya mahsulotlarining chiqarilishi; IV-katalizatorning chiqarilishi; V-suv bug'ining kiritilishi; 1-taqsimlash moslamasi; 2-reaksiya zonasi; 3-separasiyalash moslamasi; 4-bug'latish zonasi; 5-yig'ish moslamasi.

$$R_k = H_k R_k g; \quad (22.1)$$

R_k – katalizatorning uyulgan zichligi;

H_k – katalizator qatlamining balandligi.

Quvurlar orqali kokslangan katalizator bug'latish zonaga tushadi. Gaz yig'gich quvurlar tarelkaning har ikki tomoniga chiqib turadi va yuqoridan ko'ndalang ustunchalarga osiladi. Quvurlarning tarelkadan chiqib turgan ustki qismida reaksiya mahsulotlari bug'lari chiqib ketishi uchun teshiklar mavjud. Bu teshiklar ustida qo'ng'iroqchalar- konussimon qalpoqchalar o'rnatilgan. Bug'lar dastlab qo'ng'iroqchalar ostiga va so'ngra teshiklar orqali quvur ichiga o'tib, to'r ostki bo'shlig'iga o'tkaziladi.

Teshiklardan o'tadigan bug'larning gidravlik qarshiligi gaz yig'gich quvurlar butun balandligi bo'yicha bir xil bo'lgandagina, ular bir tekis ishlaydi. Shuning uchun ham quvurlarning pastki qalpoqchalar qismidagi teshiklar soni ustki qalpoqchalar qismidagiga qaraganda ko'proq bo'ladi. Gaz yig'gich quvurlarning ochiq uchlariga bug' yo'nalishini o'zgartiruvchi qaytargichlar payvandlanadi.

Reaksiya mahsulotlari bug'lari apparatning korpusiga payvandlangan ikki shtuser orqali chiqariladi. Reaktor ichida ushbu shtuserlar uchida qaytargich listlar payvandlangan bo'lib, ular

katalizator qatlamiga botib turadi va katalizator zarralarining bug' bilan chiqib ketishining oldini oladi.

Bug'latish zonasida katalizator sirtidan uglevodorodlar bug'lantiriladi. Buning uchun katalizator qatlami orqali qarama-qarshi yo'nalishda suv bug'i o'tkaziladi.

Ishlatilgan katalizator reaktorning butun ko'ndalang kesimi bo'yicha bir tekis chiqarilishi lozim. Buning uchun apparat pastki qismida katalizatorni bir tor oqimga yig'adigan va regeneratorga uzatadigan taqsimlash moslamasi o'rnatiladi.

Reaktorlar yuqori temperatura rejimida (500-560°S) ishlaydi. Shuning uchun ham reaktor korpusi IX18N9T markali legirlangan po'latdan yoki 12MH+08H13 markali bimetalldan, barcha ichki moslamalar – IV18N9T yoki 08H13 markali po'latdan tayyorlanadi.

Reaktor korpusi ishchi bosim va apparat devoriga katalizator qatlami tomonidan ko'rsatiladigan bosimining gorizontal tashkil etuvchisi P_k ni hisobga olgan holda mustahkamlikka hisoblanadi.

$$P_k = RV_k H k_i; \quad (22.2)$$

R – materialning harakatlanuvchanlik koefitsienti.

$$R = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}; \quad (22.3)$$

φ – materialning tabiiy sirpanish burchagi.

Alyumosilikatli sharikli katalizator uchun: $\varphi=25-30^\circ$, $R=0,4$

Shunday qilib, korpus quyidagi bosimga hisoblanadi:

$$P = P_r + P_k; \quad (22.4)$$

P_r – reaktordagi ishchi bosim.

Apparat devori qalinligi ishchi bosim bo'yicha aniqlangach, albatta shamol va seysmik kuchlanishlarga tekshiriladi.

Regeneratorlar – ishlatilgan katalizatorni qayta tiklash uchun xizmat qiladi. Bu uchun katalizator sirtini qoplagan koksni yondirish kerak. Koksni yondirgandan so'ng, katalizator temperaturasi juda yuqori bo'ladi, shuning uchun uni reaktorga yuborguncha 500-560°S temperaturagacha sovitish lozim.

Koks kokslangan katalizator qatlamiga issiq havo yuborish yo'li bilan yondiriladi. Havo bosim ostidagi maxsus o'thonalarda 500°S temperaturagacha isitiladi. Havo sarfi qanchalik ko'p va temperaturasi yuqori bo'lsa, yondirish shunchalik tez boradi. Bu jarayon ko'p miqdordagi issiqlik ajralishi bilan borganligi uchun muhitning temperaturasi oshadi. Jarayon parametrlarini rostlab

turish uchun ortiqcha issiqlik regenerasiyalangan katalizator qatlami ichida joylashtirilgan zmeevikda sirkulyasiyalanadigan bug'-suv aralashmasi yordamida olib turiladi.

Katalizator regenerasiyasi uning apparatda yuqoridan pastga qarab harakatida bir necha zonalarda amalga oshadi. Har bir zonada havoni kiritish, tutun gazlarini chiqarish moslamalari, shuningdek sovituvchi aralashma harakatlanadigan zmeevik mavjud. Zonalar soni katalizator sirkulyasiyasi karraliliga bog'liq. Har bir zonada koksning bir qismi yondiriladi va keyingi zonaga kiritilishidan oldin katalizator sovitiladi. Katalizatorning regeneratordagi harakat tezligi, ichki qoplama va moslamalarning mexanik eyilishini oldini olish uchun, 0,25 m/s dan oshmasligi lozim.

Regenerator silindr yoki tug'ri to'rtburchak shaklidagi apparat bo'lib, muhitning yuqori temperaturasi (700°S) ta'siri natijasida St.3 markali po'latdan tayyorlangan regenerator korpusi ichki tomondan 250 mm qalinlikda o'tga chidamli g'isht bilan qoplanadi. Qoplama va korpus devori orasiga issiqlik himoya qatlami yotqiziladi. Regeneratorning ichki qurilmalari IX18N9T markali po'latdan tayyorlanadi.

Regenerator korpusi ishchi bosim ($0,01 \text{ Mn/m}^2$) va katalizator bosimiga hisoblanadi. Korpus mustahkamligini oshirish uchun uning tashqi tomonida vertikal va gorizontal qovurg'alar o'rnatiladi.

Regenerasiya zonolari havoni apparat ko'ndalang kesimi bo'ylab bir tekis taqsimlash va tutun gazlarini to'plab chiqarib yuborish tizimi bilan ta'minlangan. Shuningdek, ular sovituvchi zmeeviklar bilan ham ta'minlangan. Sovituvchi zmeeviklar yuzasi yondirish zonasining joylashuviga bog'liq. Masalan, jarayon boshlang'ich bosqichida katalizator temperaturasi past bo'lgan regenerator yuqori qismida zmeevik yo'q; pastki qismida katalizator chiqishida uning temperaturasi yuqori bo'lgan zonada zmeevik katta yuzaga ega.

Havoni taqsimlash va gazlarni yig'ish tizimi konstruksiyasi ajraladigan va temperatura deformasiyasini hisobga olgan holda tayyorlanishi lozim. Havo regeneratorga uzatiladi va gazlar undan markaziy qutisimon kollektorlar orqali chiqarib olinadi.

Apparatga uzatiladigan havo kollektorning gaz yig'ish qurilmasiga nisbatan joylashuviga qarab, katalizatorga nisbatan to'g'ri yoki qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Havo taqsimlash va gaz yig'ish qurilmalari quyidagi kamchiliklarga ega. 1)

kesim yuzasining faqat 40 % igina gazni ajratish uchun foydalaniladi. Shuning uchun katalizatorning olib ketilishini bartaraf qilish maqsadida gaz tezligi sun'iy ravishda kamaytiriladi. 2) regeneratori kesimi bo'yicha gazning etarli darajada bir tekis taqsimlanishini ta'minlay olmaydi. 3) mahkamlash elementlarning etarli germetikligiga erishish qiyin.

Aralashmani sovitadigan zmeeviklar choksiz 60x5 mm o'lchamli 1X 18N9T yoki H5M markali po'latdan tayyorlanadi. Quvurlar o'zaro egilgan dvoyniklarni payvandlash yo'li bilan ulanadi. Ular orasidagi masofa 150 mm ni tashkil etadi.

Zmeeviklar 230^oS temperaturada 3 Mn/m² bosimda ishlaydi. Bug'-suv aralashmasining zmeevikdagi tezligi 0,7 m/s dan kam bo'lmasligi kerak. Zmeevik qatorlari aralashmani qabul qilish va taqsimlash kollektorlari bilan mustaqil ravishda ulanadi. Bu zarur hollarda nosozlik bo'lgan quvur qatorlarini tizimdan uzish imkonini beradi. Zmeevik qatorlarini ushlab turish uchun apparat korpusiga maxsus ustunlar payvandlanadi.

Reaksiya apparatlar konstruksiyasi va tayyorlash usuli katalizator, korpus devorlari va katalizator uzatish quvurlarining mustahkamligini ta'minlashi lozim. Payvand choklar silliq, yuqori sifatli bo'lishi lozim.

Changsimon katalizatorning mavhum qaynash qatlamli qurilma apparatlari. 20-80 mkm o'lchamli changsimon katalizatorning mavhum qaynash qatlamli qurilmalarda sun'iy yoki tabiiy aktivlangan alyumokatalizatorlar ishlatiladi.

Krekinglashning bu usuli sharikli katalizator yordamida krekinglash ga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: 1) xomashyoning o'zgarish darajasi va katalizator sirkulyasiyasini keng chegarada oson rostlash imkoniyatga ega; 2) reaktor va regeneratorda intensiv aralashtirish natijasida yuqori issiqlik uzatish ta'minlanadi; 3) katalizatorni uzatishga kam energiya sarflanadi; 4) asosiy apparatlar konstruksiyalari nisbatan soddaga tuzilishga ega.

Jarayonning xususiyati shundan iboratki, kreking va regenerasiya doimiy harakatda bo'lgan muallaq holdagi katalizator zarralarining mavhum qaynash qatlamida ro'y beradi. Mavhum qaynash katalizator zarralari qatlami orqali gaz o'tkazish yo'li bilan hosil qilinadi. Agar gaz tezligi etarli bo'lsa, katalizator zarralari qatlamdan uzilib, tartibsiz harakat qila boshlaydi. Zarralarning

harakat intensivligi va ular orasidagi bo'shliq o'lchami gaz tezligiga bog'liq. Gaz tezligi qanchalik yuqori bo'lsa, mavhum qaynash qatlamining balandligi shunchalik katta bo'ladi. Changsimon katalizator qatlamda huddi suyuqlikka o'hshab harakatchan bo'lganligi uchun ham bunday holat mavhum qaynash deyiladi.

Gaz tezligi yanada oshirilsa, pnevmotransport rejimi vujudga kelib, zarralarning bir tomonga yo'nalgan tartibli harakati hosil bo'ladi. Gaz tezligi kamaytirilsa, mavhum qaynash qatlamining zichligi ortadi, hajmi kamayadi va katalizator tinch holatga kelib, bug' yoki gaz katalizator zarralari orasidagi bo'shliq orqali ularni siljitmasdan va aralashtirmasdan o'tishi mumkin bo'ladi.

Mavhum qaynash qatlamidagi kreking 460-510°S temperatura va 0,18 Mn/m² bosimda boradi. Katalizator oqimining mavhum qaynash qatlamidagi tezligi 0,3-0,75 m/s ni tashkil etadi. Bunda 1m³ - aralashmada 400-560 kg katalizator bo'ladi.

Reaktorlar bloki sxemalari. Mavhum qaynash qatlamli kreking quyidagi principial sxema bo'yicha amalga oshiriladi. 400°S temperaturagacha qizdirilgan xom-ashyo tiklangan issiq katalizator bilan aralashtirilib, reaktorga yuboriladi. Katalizator, xom-ashyo va suv oqimi apparat kesimi bo'yicha bir tekis taqsimlanadi. Apparatda mavhum qaynash qatlamining muayyan balandligi ushlab turiladi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan uglevodorodlar va suv bug'lari, ular olib ketadigan katalizator changlari aralashmasi siklonga o'tib, katalizator zarralaridan tozalanadi. Katalizator mavhum qaynash qatlamiga qaytariladi, bug'lar rektifikasion kolonnaga yuboriladi.

Kokslangan katalizator reaktordan regeneratorga uzatiladi. Regeneratorda mavhum qaynash qatlamida 580-650°S temperaturada koks havo yordamida yondiriladi. Regeneratordagi temperatura mavhum qaynash qatlamida joylashtirilgan bug' isitkich zmeeviklari yordamida ortiqcha issiqlikni olish yo'li bilan rostlab turiladi. Tiklangan katalizator yana reaktorga qaytariladi.

Reaktor blokining to'rt asosiy sxemasi mavjud.

1) katalizatorni ikki marta ko'tarish sxemasi. Bunda regeneratordagi reaktordan yuqorida joylashgan bo'ladi, katalizator suyultirilgan fazada uzatiladi. Jarayon reaktordagi ortiqcha bosim (0,15-0,3) 105 n/m² va regeneratordagi ortiqcha bosim (0,5-1) 105 n/m² da amalga oshiriladi. Regeneratordagi regeneratorga nisbatan shunday balandlikda joylashtiriladiki, o'tish quvursidagi katalizator

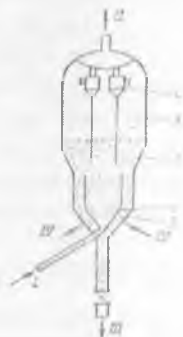
og'irligi reaktordagi bosim qarshiligini engi oladigan bo'lishi lozim. Shu sharoitdagina katalizator uzluksiz uzatilishi mumkin.

2) Reaktor va regeneratori bir sathda joylashgan holatda katalizatorni ikki marta ko'tarish sxemasi. Reaktor bloki har ikkala qurilmasida ham bir xil bosim bo'lganligi uchun havoni siqishga sarflanadigan energiya sarfi yuqori bo'ladi.

3) Reaktor va regeneratorni bir sathda joylashtirish sxemasi. Bunda katalizator ko'tarish va tushirish yo'laklaridagi katalizator og'irliklari farqi hisobiga uzatiladi. Sirkulyasiyalanayotgan katalizator miqdori uning kutarish yo'lagidagi zichligini o'zgartirish yo'li bilan rostlanadi. Buning uchun yo'lakka beriladigan havo yoki suv bug'i sarfi o'zgartiriladi.

4) Reaktor va regeneratorni bir o'qda joylashtirish va katalizatorni suyultirilgan fazada bir marta ko'tarish sxemasi. Bu sxemada reaktor regeneratori ostida yoki ustida o'rnatilishi mumkin.

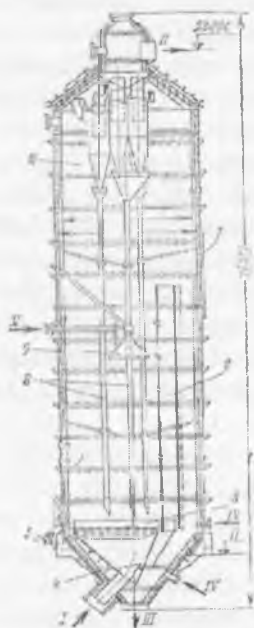
Reaktorlar. Hozirgi zamon katalizatorning mavhum qaynash qatlamli kreking qurilmalari diametri 2500-12000 mm, balandligi 27000 mm gacha bo'lgan silindrsimon korpusli, konussimon taglikka ega bo'lgan apparatdir. Reaktordagi temperatura 450-480°S ni tashkil etadi. Apparat korpusi uglerodli po'latdan yoki bimetalldan tayyorlanadi. 22.2-rasmda reaktor sxemasi tasvirlangan.



22.2-rasm. Changsimon katalizatorli reaktorning sxemasi: 1- xom ashyo va katalizatorni taqsimlash zonasi; 2-reaksiyon zona; 3-cho'ktirish zonasi; 4-siklonlar; 5-bug'latish zonasi; I-xom ashyo va katalizator; II-reaksiya mahsulotlari; III-katalizatorni chiqarish; IV-suv bug'i.

Reaktorda beshta harakterli zonasi belgilangan: bug' va katalizator aralashmasini taqsimlash zonasi, reaksiyon zona, cho'ktirish zonasi, siklonlar joylashgan zona va bug'latish zonasi.

22.3-rasmda shunday zonalari mavjud bo'lgan yana bir reaktor sxemasi tasvirlangan. Bu reaktor yuqorisi va pastidan konussimon qopqoqlar bilan bekitilgan. Apparat diametri 5350 mm, balandligi 26400 mm. Apparat korpusi ichki tomondan shlakovata bilan himoyalangan va o'tga chidamli g'isht hamda po'lat list bilan qoplangan. Ustki qopqoq ham korpusga payvandlangan tavr ustunlarda o'rnatiladigan o'tga chidamli g'isht bilan qoplangan.



22.3-rasm. Changsimon katalizatorli kreking qurilmasining reaktori: 1- xom-ashyo va katalizatorni taqsimlash zonasi; 2-reaksion zona; 3- cho'ktirish zonasi; 4- siklonlar; 5-bug'latish zonasi; I- xom-ashyo va katalizator; II - reaksiya mahsulotlari; III - katalizatorni chiqarish; IV- suv bug'i.

Katalizator va xom-ashyo aralashmasi 35-50 mm diametrli teshiklari bo'lgan panjara shaklidagi taqsimlash qurilmasi ostiga beriladi. Panjara aralashma ta'sirida tez eyilishini hisobga olib 20-40 mm qalinlikdagi xrommolibidenli yoki uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Panjara xom-ashyo va katalizator oqimini reaktorning butun ko'ndalang kesimi bo'yicha bir tekis taqsimlash vazifasini bajaradi.

Reaktor pastki qismida panjara ustida vertikal to'siqlar o'rnatish yo'li bilan bug'latish zonasi hosil qilinadi. Bu yerda ishlatilgan katalizatoridan o'ta qizdirilgan suv bug'i yordamida uglevodorod bug'lari ajratiladi.

Cho'ktirish zonasining balandligi odatda 4,5 m ni tashkil etadi. Bug' bilan olib ketilayotgan katalizator mayda zarralari o'tirish va mavhum qaynash qatlamiga qaytishga ulgurishini ta'minlash maqsadida zona balandligini 6-8 m bo'ladi.

Bug'lar o'tirishga ulgurmagan katalizator changlari bilan birgalikda yuqoriga ko'tarilib, 8 ta siklondan iborat siklonlar batareyasiga kiradi. Bu yerda katalizator changlari ajratilib mavhum qaynash zonasiga qaytariladi. Bug'lar esa reaktorning yig'ish kamerasida to'planib, rektifikasion kolonnaga uzatiladi.

Sirtida 1,1-1,3 % koksi bo'lgan ishlatilgan katalizator apparatning pastki qismidan chiqariladi. Reaktorga xom-ashyo beriladigan va reaksiya mahsulotlari chiqariladigan quvurlarning diametri 1 m ni tashkil etadi.

Ishchi parametrlar. Reaktorning asosiy ish ko'rsatkichlari temperatura va bosimdir. Reakzion zonadagi o'rtacha temperatura reaktorga kiritilayotgan xom-ashyo va katalizator miqdori, temperaturallari va hossalari bilan belgilanadi. Xom-ashyo va katalizator sarfi o'zgarmas bo'lgan hollarda esa temperatura rejimi xom-ashyoni dastlabki isitish temperaturasi va katalizator sirkulyasiyasi karraligi bilan rostlanadi.

Apparatga kiritilayotgan regenerasiyalangan katalizator miqdorining u bilan birga berilayotgan xom-ashyo miqdoriga nisbatiga sirkulyasiya karraligi deyiladi. Bu nisbat katalizator berilish tezligini oshirish yoki xom-ashyoning sarfini kamaytirish yo'li bilan rostlanadi. Sirkulyasiya karraligi odatda 4-6 ga teng bo'ladi.

Sirkulyasiya karraligi ortishi bilan reakzion zonadagi o'rtacha temperatura va kreking darajasi ortadi. Shu bilan birgalikda sirkulyasiya karraligi ortishi bilan jihozlarning eyilishi ham tezlashadi.

Regeneratorlar. Regenerator korpusi yuqori va pastki qopqoqlari konussimon bo'lgan vertikal silindrdan iborat. Regeneratorning reaktordan asosiy konstruktiv farqi shundan iboratki, mavhum qaynash zonasida reaksiya natijasida ajraladigan issiqlikni olish uchun zmeevik kollektor quvurlari joylashtirilgan.

Ba'zi reaktorlarda bu zona alohida ajratilgan holda bo'ladi. Bunday holda katalizator regeneratordan issiqlik almashlagichga o'tib, sovitiladi va yana regeneratorga qaytariladi.

Regenerator diametri 7000 mm, balandligi 21450 mm bo'lib, unda katalizatorni tiklash 580-650°S temperaturada olib boriladi. Apparat korpusi uglerodli po'latdan tayyorlanadi va ichki tomondan bir g'isht qalinligida shamot qatlami bilan qoplanadi. Korpus devori va shamot qatlami orasiga issiqlik himoya qatlami joylashtiriladi. Shamot qatlamining eyilishini oldini olish maqsadida uning sirti 6 mm qalinlikdagi po'lat list bilan qoplanadi. Ustki konussimon qopqoq himoya qatlami osma g'ishtlardan tayyorlanadi. Ayrim hollarda korpusning ichki himoya qatlami betondan ham bo'lishi mumkin. Buning uchun korpusga metall shpil'kalar payvandlanadi. Ularga armaturadan sim to'rlar o'rnatilib, 175 mm qalinlikdagi beton qatlami hosil qilinadi. Beton qatlam ustidan sim to'r tortilib, 25-30 mm qalinlikda beton yotqiziladi (22.4-rasm).

Regenerator barcha ichki qurilmalari IX18N9T markali po'latdan tayyorlanadi. Ishlatilgan katalizator apparatning pastki qismiga konussimon diffuzorli diametri 800 mm bo'lgan, taqsimlash panjarasi tomonga kengayadigan quvur orqali beriladi. Havo katalizator qatlamiga ustki qismi 10 mm diametli teshiklari bo'lgan list bilan yopilgan halqasimon to'g'ri burchakli quti orqali uzatiladi. Quti halqasimon uchastkada korpus va taqsimlash panjarasi orasiga joylashtiriladi.

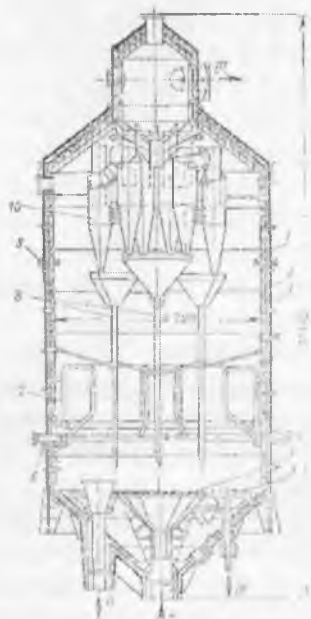
Regenerator mavhum qaynash qatlamida bir soatda 1500-1600 kg koks yoqiladi. Bu jarayon katta miqdordagi issiqlik ajralishi bilan boradi. Ortiqcha issiqlik (1,4-1,6 kVt) sovituvchi zmeevik quvurlari orqali uzatiladigan bug'-suv aralashmasi yordamida olib ketiladi.

Regenerator mavhum qaynash qatlamida bir soatda 1500-1600 kg koks yoqiladi. Bu jarayon katta miqdordagi issiqlik ajralishi bilan boradi. Ortiqcha issiqlik (1,4-1,6 kVt) sovituvchi zmeevik quvurlari orqali uzatiladigan bug'-suv aralashmasi yordamida olib ketiladi.

Regenerator korpusida suv-bug' kollektorlari pastida apparatni va katalizatorni qurilmani ishga tushirish arafasida isitish uchun forsunkalar o'rnatilgan.

Tutunli gazlar katalizator changlari bilan birgalikda apparat ustki qismiga osilgan ikki bosqichli siklon-separatorga uzatiladi.

Dastlab gazlar birinchi bosqichdagi olti siklonga yuboriladi. Ularda ajratilgan katalizator uchta bunkyerda yig'iladi va mavhum qaynash qatlamiga qaytariladi. So'ngra gazlar ikkinchi bosqichdagi oltita siklondan o'tib, katalizatoridan to'liq tozalanadi. Ajralgan katalizator mavhum qaynash qatlamiga qaytariladi.



22.4-rasm. Changsimon katalizatorli kreking qurilmasining regeneratori:

I- katalizatori kiritish; II-katalizatorni chiqarish; III- tutun gazlarni chiqarish; IV-havoni kiritish; 1-korpus; 2-himoya qatlami; 3-himoya qoplamasi; 4-taqsimlash panjarasi; 5-havoni taqsimlash qutisi; 6-yoqilg'i forsunkasi; 7-sovitish zmeeviklari; 8-quvurlar; 9-suv forsunkasi; 10-siklonlar.

Yonish rejimi to'g'ri tanlansa, havo kislorodidan to'liq foydalaniladi. Agar regenerasiya kamerasida erkin kislorod bo'lsa, apparat yuqori qismida uglerod oksidi to'liq uglerod ikki oksidigacha oksidlanadi va muhit temperaturasi birdaniga ortib ketadi. Katalizatorning passivlanishini va ichki qurilmalarni yuqori temperatura ta'siridan himoyalash maqsadida regeneratorkorpusida, siklonlardan pastroqda korpus aylanasi bo'yicha

forsunkalar, siklonlarning ustki qismida esa sovituvchi kondensatni uzatish uchun halqasimon kollektor o'rnatiladi.

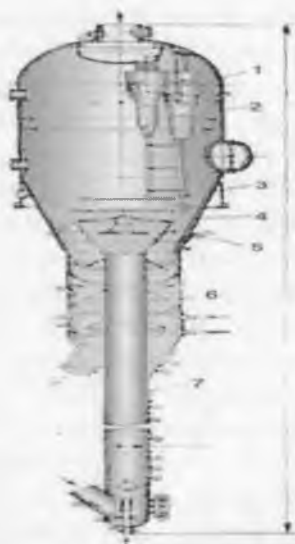
Katalizatoridan tozalangan gazlar siklonlardan reaktorning yig'ish kamerasiga o'tadi. Bu yerdan utilazator-qozon orqali yakuniy tozalash uchun namlagich va elektrofil'trga yo'naltiriladi va tutun quvurlar orqali atmosferaga chiqariladi. Tiklangan katalizator regeneratordan taqsimlash panjarasidan 1500 mm pastroqda joylashgan voronka orqali chiqariladi. Tiklangan katalizatorida uning sirkulyasiya karraligi 4-5 bo'lganda koks miqdori 0,2-0,3 % dan ortmaydi. Apparatning ish rejimi katalizator sirtidagi koks, beriladigan havo va katalizator miqdorlarigi bog'liq.

Regeneratorga havoning 20 % i uzatish quvurlaridan va 80 % i taqsimlash qutisi orqali uzatiladi. Havo miqdori kerakli miqdordagi koksni yoqish uchun etarli bo'lishi lozim. Havoning sarfi ortishi katalizatorning tutun gazlari bilan olib ketilishiga va siklonlarning eyilishining tezlashuviga sabab bo'ladi.

Katalizator sirkulyasiyasi karraligi regenerator ishining muhim ko'rsatkichlaridan bo'lib hisoblanadi. Bu kattalik ortishi bilan regeneratordagi temperatura ham ortadi.

Regeneratorda mavhum qaynash qatlamining balandligi odatda 3-5 m ni tashkil etadi. Katalizatorning mavhum qaynash sathining ortishi, uning tutun gazlari bilan olib ketilishiga va siklon - separator hamda elektrofil'trlar yuklamasining ortishiga olib keladi.

Yiliga 2 mln. tonna vakuum-distillyatorlarini qayta ishlashga mo'ljallangan katalitik kreking qurilmasining mukammallashtirilgan reaktori 22.5-rasmda berilgan. Reaktor o'zgaruvchan kesimga ega bo'lgan vertikal silindrsimon uskunadir. Regeneratsiya qilingan 650-700°S haroratli katalizator regeneratordan naporli ustun bo'ylab reaktor liftining pastki qismiga tushadi, u yerda xomashyoning soplo (9) dan o'tishida hosil bo'lgan tomchilari bilan kontaktga uchraydi. Issiqlik almashinish ta'sirida katalizator qisman (500-510°S gacha) soviydi, ajralib chiqqan issiqlik esa xomashyoni isitish va bug'lanishi uchun sarflanadi. Bunda katalitik kreking reaksiyasi boshlanib, koksning katalizator zarrachalari ustida cho'kishi yuz beradi. Hosil bo'lgan bug'-gaz oqimi yordamida katalizator reaktor liftining quvuri bo'yicha yuqoriga harakat qiladi.

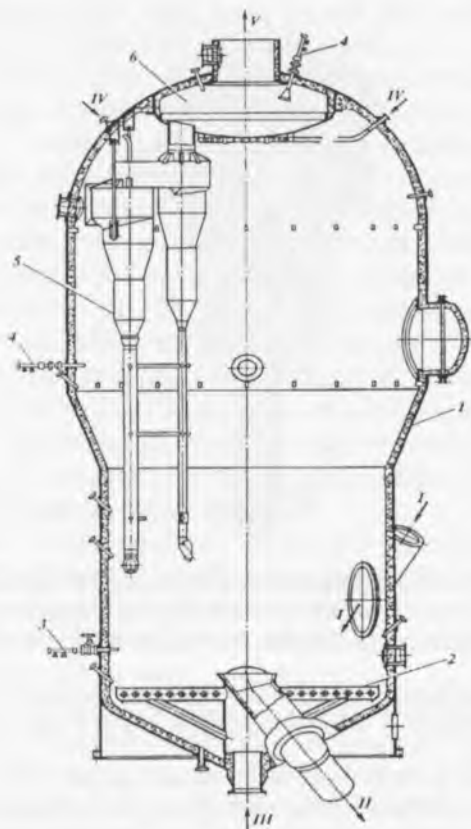


22.5- rasm. Changsimon katalizatorli reaktor:

1-qobiq; 2-ikki bosqichli siklonlar; 3-ballistik separator; 4-siklonlarning quvurlari; 5-qo'zg'aluvchan tayanch; 6-shlam uchun forsunka; 7-desorber; 8-reaktor lifti; 9-ko'p forsunkali soplo; 10-saqlovchi klapan uchun shtuser. Oqimlar: I-xomashyo; II-regeneratsiya qilingan katalizator; III-kokslangan katalizator; IV-kreking mahsulotlari; V-suv bug'i.

Katalizatorni neft mahsulotlaridan tezlik bilan ajratib olish uchun reaktor liftining yuqorigi qismiga ballistik separator (3) o'rnatilgan. Ushbu separator xomashyoni keraksiz darajada chuqurroq o'zga-rishining oldini oladi va uning katalizator bilan kontakt vaqtini kamaytiradi. Reaktor liftining yuqorigi qismi harakatchan tayanch (5) bilan jihozlangan. Ballistik separatordan o'tgan katalizator desorber (7) ga kiradi, u yerda qarama-qarshi oqimdagi suv bug'i bilan qizdiriladi. Desorber, porshenli rejim paydo bo'lmasligi uchun, kaskadli perforatsiya qilingan konuslar yordamida seksiyalarga bo'lingan. Desorberning pastki qismiga suv bug'ini kiritish uchun kollektorlar, yuqorigi qismiga esa shlamni kiritish uchun forsunkalar (6) o'rnatilgan. Shlam - rektifikatsion kolonnadan chiqayotgan va tarkibida reaktordan olib ketilgan katalizatorni ushlagan qoldiq mahsulotning bir qismidir.

Kreking qurilmasining regeneratori 22.6-rasmda ko'rsatilgan.



22.6- rasm. Changsimon katalizatorli regenerator:

- 1-qobiq; 2-havoni kiritish uchun kollektor; 3-yonilg'i forsunkasi;
 4-kondensat uchun forsunka; 5-ikki bosqichli siklonlar; 6-yig'uvchi kamera.
 Oqimlar: I-reaktordan kelayotgan kokslangan katalizator;
 II-regeneratsiya qilingan katalizator; III-havo; IV-suv bug'i; V-tutunli gazlar.

Katalizatorni rektifikatsion kolonnaga o'tib ketishini kamaytirish va reaktorning yuqori qismida resirkulatsiya bo'layotgan shlamning miqdorini kamaytirish uchun reaktorning yuqorigi qismiga bir yoki ikki bosqichli siklonlar (2) o'rnatiladi. Reaktor qobig'ining ichki qismi qalinligi 50 mm bo'lgan issiqlikka bardoshli torkret-beton qatlami bilan, siklonlar esa qalinligi 20 mm bo'lgan eroziyaga mustahkam beton bilan qoplangan.

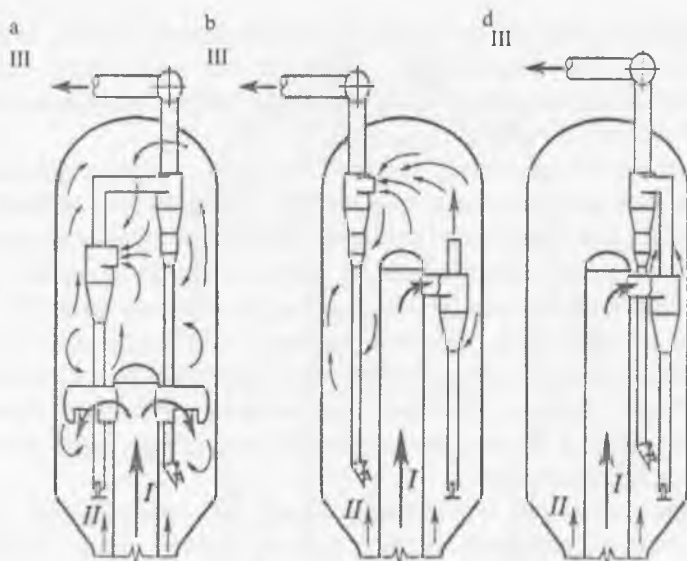
Reaktor qobig'ida xomashyo va katalizatorni kiritish, kreking mahsulotlari va kokslangan katalizatorni chiqarishi uchun shtuserlar ko'zda tutilgan hamda saqllovchi klapan, termoparalar va qopqoqli tuynuk o'rnatilgan.

Regeneratorning asosiy qismlari qobiq (1), koksni kuydirish va qatlamni muallaq holatda ushlab turish uchun havoni kiritadigan kollektor (2), uskunani ishga tushirish paytida katalizatorni qizdirib olish uchun yonilg'i forsunkalari (3), uglerod oksidining yonib uning ikki oksidiga o'tib ketmasligi uchun kondensat forsunkalari (4), ikki bosqichli siklonlar (5), yig'uvchi kamera (6) hamda suv bug'ini birinchi bosqichli siklonlarga va yig'uvchi kameraning tubiga berish sistemasidan iborat. Odatda regenerator katalitik kreking qurilmasidagi eng katta uskuna hisoblanadi, uning hajmi reaktor hajmidan ancha kattadir.

Regeneratorning o'lchamlari uning ish unumdorligi, ya'ni katalizatorning yuzasida o'tirib qolgan koksni vaqt birligida kuydirib chiqarish miqdori va regeneratsiya jarayonining qabul qilingan texnologik rejimlari (harorat, bosim) bilan belgilanadi.

Regeneratorning ichki qismi qalinligi 150–200 mm bo'lgan torkret-beton qatlami bilan qoplanadi.

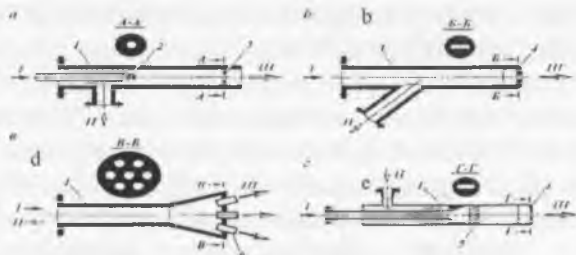
525⁰S dan katta bo'lgan rejimda ishlaydigan zamonaviy yuqori haroratli katalitik kreking qurilmalarining asosiy shartlaridan biri reaktor liftidan chiqishda katalizatorni tezkorlik bilan neft mahsulotlari bug'laridan ajratib olishdan iboratdir. Hozirgi kunda reaktor lifti uchun bir necha maxsus uskunalar ishlatiladi (22.7-rasm); inersion separator; yuqoriga yo'nalgan oqimli siklonlar; berk oqimli siklonlar.



22.7-rasm. Reaktor lifti uchun neft mahsulotlaridan katalizatorni ajratib olish uskunalarining turlari:

a–inersion separator; b–yuqoriga yo‘nalgan oqimli siklonlar; d–berk oqimli siklonlar. Oqimlar: I–reaktor liftidan chiqib ketayotgan katalizator va neft mahsulotlari aralashmasi; II–desorbyerdan chiqib ketayotgan bug‘-gaz oqimi; III–kreking mahsulotlari.

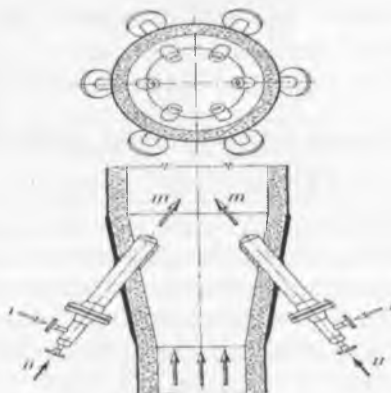
Katalitik kreking qurilmalarida mahsulotlarning ko‘proq chiqishida xomashyoni sohib berish sistemasi muhim va hal qiluvchi ahamiyatga ega. Nazariy jihatdan olganda, kreking reaksiyasi qattiq katalizator yuzasi ustidagi bug‘ fazada yuz bersa, yuqori natijaga erishiladi. Xomashyo va katalizatorni tez va bir me’yorda aralashtirish natijasida neft mahsulotlari to‘la bug‘lanadi va reaktor liftida neft mahsulotlari va katalizatorning qisqa vaqtda bo‘lishi paytida yaxshi kontakt yuz beradi. 22.8 va 22.9-rasmlarda katalitik kreking qurilmalari uchun mo‘ljallangan sohib beruvchi soplolarning konstruksiyalari ko‘rsatilgan.



22.8-rasm. Katalitik kreking qurilmalari uchun mo'ljallagan sochib beruvchi soplolarning turlari:

a-dumaloq teshikli soplo; b-«Kellog» firmasining tirqishli soplosi; d-ko'p forsunkali soplo; e-«Kellog» va «Mobil» firmalarining «Atomax» soplosi; 1-qobiq; 2-spiral; 3-dumaloq teshikli diafragma; 4-tirqishli poynak; 5-statik aralashtirgich; 6-forsunkalar. Oqimlar: I-xomashyo; II-suv bug'i; III-bug'-xomashyo aralashmasi.

Sochib beruvchi soplolarning vazifasi mayda tomchilarni hosil qilishdan iborat. Agar xomashyo sochib berilayotganda katta tomchilar hosil bo'lsa, bunda ular sekin bug'lanadi yoki umuman bug'lanmaydi. Reaktor liftida bug'lanmagan xomashyo bilan namlangan katalizatorning bo'lishligi koks, vodorod va S_1 - S_2 uglevodorodlarning hosil bo'lishiga olib keladi.

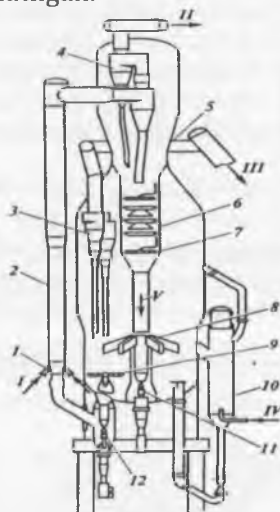


22.9- rasm. Reaktor liftining pastki qismiga «Atomax» soplosini o'rnatish sxemasi:

Oqimlar: I-xomashyo; II-suv bug'i; III-bug'-xomashyo aralashmasi.

«Kellog» firmasining solishtirma baholashiga ko'ra, «Atomax» soplolari eng yuqori ko'rsatgichlarga ega.

22.10-rasmda «Kellog» firmasi katalitik kreking qurilmasining reaktor-regenerator bloki sxemasi keltirilgan. Qurilmada reaktor sifatida xomashyoni sochib beruvchi soplolar sistemasi «Atomax» (1) bilan ajratib chiqarilgan reaktor lifti (2) ishlatilgan. Katalizatorni tezlik bilan kreking mahsulotlaridan ajratib olish va reaktor liftidan chiqishda kreking jarayonining keraksiz darajada chuqurlashishining oldini olish maqsadida berk oqimli ikki bosqichli siklonlar o'rnatilgan.



22.10-rasm. «Kellog» firmasi katalitik kreking qurilmasining reaktor-regenerator bloki:

1– «Atomax» soplosi; 2–reaktor lifti; 3–regeneratorning ikki bosqichli siklonlari; 4–berk oqimli ikki bosqichli siklonlar; 5–tutunli gazlarning tashqi kollektori; 6–qizdirish seksiyasi; 7–suv bug'ini kiritish uchun kollektor; 8–kokslangan katalizator taqsimlagichi; 9–havo taqsimlagichi; 10–zich fazadagi katalizatorning sovitgichi; 11–yangi katalizatorni kiritish uchun klapan; 12–regeneratsiya qilingan katalizatorni reaktor liftiga kiritadigan klapan. Oqimlar: I–xomashyo; II–kreking mahsulotlari; III–tutunli gazlar; IV–havo; V–katalizator.

Kokslangan katalizatorni qizdirish seksiyasi (6) ga kiradi va u yerda katalizatorga birikkan uglevodorodlar suv bug'i yordamida ajratib chiqariladi. So'ngra katalizator quvur orqali taqsimlagich (8)

ga tushadi. Ushbu taqsimlagich katalizatorni bir me'yorda qarama-qarshi oqimdagi regeneratsiya zonasiga kiritib turadi. Regeneratsiya zonasiga havo uchta taqsimlagich (9) orqali yuboriladi (rasmda shartli ravishda bitta taqsimlagich ko'rsatilgan). Tutunli gazlar katalizator changlaridan ikki bosqichli siklonlar (3) da ajratiladi va tashqi kollektor (5) orqali atmosferaga chiqariladi. Og'ir xomashyo ishlatilgan paytda regenerator haroratini optimallashtirish maqsadida zich fazadagi katalizator uchun sovitgich qo'llaniladi.

Changsimon ko'rinishdagi katalizatorni pnevmotransport qilish ikki xil rejimda olib boriladi: 1) suyuqlashtirilgan fazada (ko'taruvchi-ustundagi katalizatorning konsentratsiyasi 25-35 kg/m³, gaz oqimining tezligi 7-10 m/s, qatlamdagi erkin hajm ulushi $\epsilon \geq 0,97$); zich fazada (ko'taruvchi-ustundagi katalizatorning konsentratsiyasi 200-350 kg/m³, gaz oqimining tezligi 1,5-3,0 m/s; qatlamdagi erkin hajm ulushi $\epsilon = 0,70-0,85$).

Reaktor bloklarini ishga tushirish, normal ishlatish va to'htatish

Apparat, quvur uzatkichlar, armatura va boshqa qurilmalar ichki va tashqi ko'rikdan o'tkazilgach, tizim asta - sekin isitila boshlaydi.

Tizimga havo o'thonadan bosim ostida uzatiladi. O'thonadan chiqishda gazlar temperaturasi asta - sekin soatiga 30 - 40^oS tezlikda oshirib boriladi. Temperaturani tezroq oshirish apparat va quvur uzatkichlarda deformasiyalanish hosil bo'lishiga olib keladi. 200 - 250^oS temperaturada reaktor va regeneratorga kirish liniyalaridagi zadvijkalar ocsiladi, atmosferaga chiqish liniyasida esa ular yopiladi. Reaktor va regeneratorga havo pnevmouzatkichlar va havo quvurlari orqali uzatiladi, tutun quvurlari orqali chiqariladi.

Apparat va quvur uzatkichlarni isitish bilan bir vaqtda regenerator zmeevikiga bug' isitkichdan suv bug'i uzatila boshlaydi.

Apparatdagi temperatura 200 - 250^oS ga etganda yuklash bunkeri orqali reaktorga katalizator berila boshlaydi. Katalizator yuklash yuqori (zahira) klapanlarning to'liq ochiq holatida amalga oshiriladi. Katalizatorning berilishi pastki (ishchi) klapanlar yordamida rostlanadi.

Yuklash paytida elektrofil'trda gaz temperaturasi kuzatib boriladi va uning 110^oS dan past bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi.

Yuklash yakunlangach, regeneratorning bunkyerdan uzatish liniyasigacha bo'lgan qismida yuklash liniyasi shamollatiladi va bunkyerdan regeneratorga katalizator berish boshlanadi. Yuklash tezligi shunday bo'lishi kerakki, apparatdagi temperatura 150°S dan past bo'lmasligi lozim.

Tizimga 40 t gacha katalizator beriladi va yuqorida keltirilgan usulda 300 – 320°S gacha qizdiriladi. Keyingi 425 – 450°S gacha bir tekis qizdirish regeneratorkorpusining katalizator qatlamidan pastki qismida joylashtirilgan forsunkalarda har 5 – 10 minutda oz miqdordagi yoqilg'ini yondirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Yoqilg'ini yondirish nihoyatda ma'suliyatli operatsiya bo'lib hisoblanadi. Chunki, regeneratorda bug'larning portlashga havfli konsentrasiyalari hosil bo'lishi mumkin. Bug' isitkichdan chiqishdagi temperatura 400 – 420°S gacha olib boriladi.

Temperaturani oshirish bilan bir vaqtda tizimga o'rnatilgan normadagi (150 – 180 t) katalizatorni yuklash ham davom ettiriladi, so'ngra uning sirkulyasiyasi tashkil etiladi. Katalizatorni reaktordan regeneratorga o'tkazish 0,4 – 0,5 105 n/m² ga teng ortiqcha bosimda amalga oshiriladi.

Yoqilg'i forsunkalari ishini rostlash bilan regeneratordagi temperatura 500°S gacha oshiriladi. Reaktor katalizator sirkulyasiya karraligini oshirish yo'li bilan qizdiriladi. O'thonadan bosim ostida chiqadigan gazlar temperaturasi asta – sekin 200°Sgacha tushiriladi.

Reaktor blokini ishga tushirishdan oldin 30 minut davomida uzatish liniyasiga katalizator sirkulyasiyasi karraligini stabillash uchun bug' uzatib turiladi. Shuningdek bu liniya va reaktorning bug'latish zonasiga o'ta qizdirilgan bug' uzatish tizimi va havo uzatish liniyasidagi zadvijskalarining ishonchli yopilganligi tekshiriladi.

Pechdan chiqishdagi temperatura 380 – 400°S ga etganda o'ta qizdirilgan bug' sarfi kamaytirilib, reaktor uzatish liniyasiga xom-ashyo berish boshlanadi.

Reaktor blokining ishga tushirish umumiy davomiyligi 32 – 48 soatni tashkil etadi.

Reaktor blokini normal ishdan to'htatish uchun reaktorning uzatish liniyasi xom-ashyodan tozalanadi, katalizator sirkulyasiyasi

esa o'ta qizdirilgan bug' yordamida amalga oshiriladi. So'ngra tizim suv bug'i yordamida 300°S gacha sovitiladi va shamollatiladi. Katalizator reaktordan regeneratorga va undan bunkerga uzatiladi.

Reaktor blokining normal ishchi holatidan uzilishi quyidagi sabablar natijasida ro'y berishi mumkin:

1. Xom-ashyo berilishidagi uzilish sababli. Bunda qurilma sirkulyasiya rejimiga o'tkaziladi va reaktorning uzatish liniyasiga unda katalizator o'rnashib, zichlashib qolishini oldini olish maqsadida o'ta qizdirilgan bug' berila boshlaydi.

2. Suv bug'i berilishining uzilishi sababli. Bunday holatda qurilma sirkulyasiya rejimiga o'tkaziladi, reaktorga xom-ashyo berish va reaktor-regenerator tizimida katalizator sirkulyasiyasi to'htatiladi. Agar o'z vaqtida muvofiq choralar ko'rilmasa, xom-ashyo regenerator uzatish liniyasiga tushib, bug' isitkich quvurlarining kuyishiga, quvur uzatkichlarni koks bilan to'lib qolishiga olib keladi.

3. Elektr ta'minotidagi uzilish sababli. Bunda reaktor uzatish liniyasiga o'ta qizdirilgan bug' beriladi, katalizator va havo uzatkichlardagi zadvijskalar yopiladi. Elektr ta'minotidagi uzilish cho'zilib ketsa, qurilma ishdan to'htatiladi.

4. Reaktorda bosimning ortib ketishi sababli. Bunday holatda apparatga beriladigan xom-ashyo sarfini kamaytirish, reaksiya zonasidagi temperaturani pasaytirish, katalizatorni shamollatish uchun beriladigan bug' sarfini kamaytirish talab etiladi. Bosimni pasaytirish imkoniyati bo'lmasa, katalizator sirkulyasiyasi to'htatiladi.

5. Katalizator sirkulyasiyasida uzilish bo'lishi sababli. Bunday holatda uzatish liniyalarining tiqilib qolishi, reaktor va regeneratorda katalizator sathining pasayib ketishi natijasida vujudga kelishi mumkin.

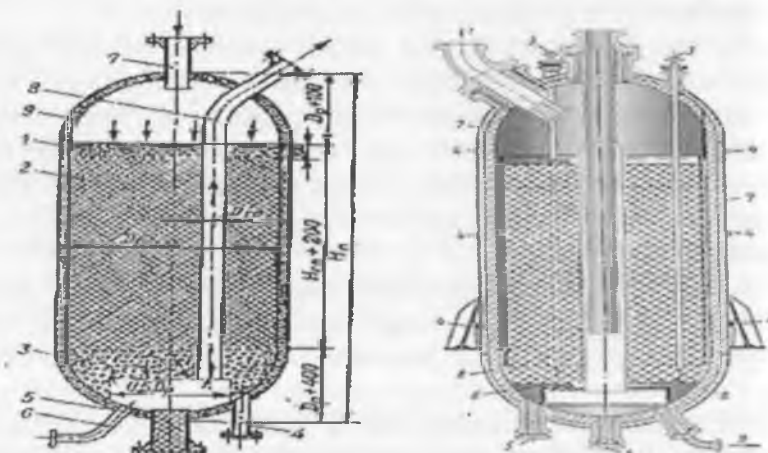
Yuqorida keltirilgan avariya holatlarini bartaraf qilish usullari har bir qurilma uchun reglamentlarda keltirilgan.

Katalitik riforming qurilmasi reaktorlari

Katalitik riforming qurilmasi reaktorlarida benzin fraksiyalari tarkibidagi normal tuzilishga ega naften va parafin uglevodorodlari aromatik uglevodorodlar va yuqori oktanli izoparafintlarga aylantiriladi.

Neftni qayta ishlash zavodlarida katalitik riforming keng joriy etilmoqda. Masalan, riforming avtomobil benzinlarining hossalarini yaxshilash va aromatik uglevodorodlar ishlab chiqishning asosi bo'lib hisoblanadi.

Katalitik riformingda asosan platinali katalizatorlar qo'llaniladi. Shuningdek, sirtiga alyuminiy oksidi qoplangan molibidenli katalizatorlar ham ishlatiladi.



22.11-rasm. Katalitik riforming qurilmasining adiabatik reaktori:

- 1-qopqoq; 2- korpus; 3,16-termoparalar; 4-tayanch halqa; 5-shamot kukuni;
6- katalizatorni chiqarish lyuki; 7-lyuk; 8- gaz ejeksiyasi; 9-tayanch panjara;
10-12,14-shariklar; 13-katalizator; 15-qoplama; 17,19-bug'-gaz
aralashmasining kirishi va chiqishi; 18-taqsimlagich.

Platinali katalizator ishtirokidagi riforming qurilmasi quyidagi sxema bo'yicha ishlaydi (22.11-rasm). Isitkichlarda va pechlarda isitilgan xom-ashyo suvli sirkulyasiya gazlari bilan birgalikda birinchi reaktorga yuboriladi. Bu yerda reaksiya issiqlik yutilishi bilan borishi natijasida temperatura pasayadi. Reaktordan chiqayotgan gaz – xom-ashyo aralashmasi ikkinchi pech zmeevikida qizdirilib, ikkinchi reaktorga, uchinchi pech zmeevikida qizdirilib, uchinchi reaktorga uzatiladi. Reaksiya mahsulotlari ohirgi reaktordan issiqlik almashlagich va sovitkich – kondensatorlar orqali gaz separatoriga beriladi. U yerdan gazning bir qismi sirkulyasiyani

ta'minlash maqsadida tizimga qaytariladi, qolgani gaz chiqarish tizimi orqali atmosferaga chiqariladi. Suyuq mahsulotlar stabillash qurilmasiga uzatiladi.

Vodorodning yuqori bosimi gidrirlash reaksiyasining tezlashuviga sabab bo'lib, katalizatorning kokslanishiga to'sqinlik qiladi.

Platinali katalizator asta - sekin koks va oltingugurtli birikmalar bilan qoplanib, aktivligini yo'qotib boradi. Katalizator regenerasiyasi koks va oltingugurtli cho'kmalarni inert gaz va 1 Mn/m² bosim ostidagi havo aralashmasi yordamida yondirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Yondirish shu reaktorlarning birinchi bosqichida 300 - 350°S, ikkinchi bosqichida 380 - 420°S, uchinchi bosqichida 450 - 500°S temperaturada amalga oshiriladi.

Ko'p qurilmalar reaktor bloki uch va undan ortiq reaktorlardan iborat.

Adiabatik reaktorlar asosiy reaksiya apparat bo'lib hisoblanadi. Ular katalizator qatlami bilan to'ldirilgan bo'ladi.

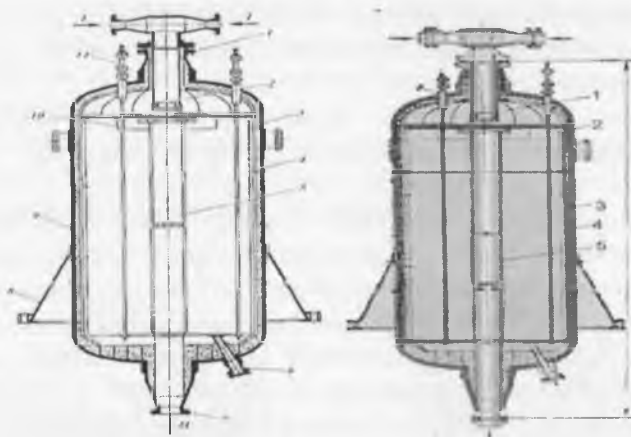
Gaz - xom-ashyo oqimi bu reaktorlarda yuqoridan pastga qarab yoki korpus chetidan o'rtasiga qarab harakatlanishi mumkin.

Reaktorlar silindrsimon korpusi ichki tomonidan o'tga chidamli beton qatlami bilan qoplanadi. Bu metall mustahkamligini saqlash va yuqori temperatura sharoitida vodorodli hamda sul'fidli korroziyadan himoya qilish vazifasini bajaradi. Reaktorlar uglerodli po'latdan tayyorlanadi.

Rasmda tasvirlangan reaktor korpusi 22 K yoki 09G2DT markali po'latdan tayyorlanib, ichki tomonidan beton qatlami bilan qoplangan.

Xom-ashyo reaktorga yuqori shtusiyadan apparatning bo'sh qismini bir tekis to'ldirishni ta'minlaydigan taqsimlagich orqali beriladi. Xom-ashyo oqimi 20 mm li chinni shariklar, so'ngra balandligi 4 m gacha bo'lgan tabletka shaklidagi alyumoplatinali katalizator qatlami orqali o'tadi.

Katalizatorning ustiga 20, 13, 6 mm li chinni shariklar qatlami hosil qilingan panjara ushlab turadi. Panjara ostida to'planadigan reaksiya mahsulotlari 300 mm diametrli yuqori shtuser orqali chiqariladi.



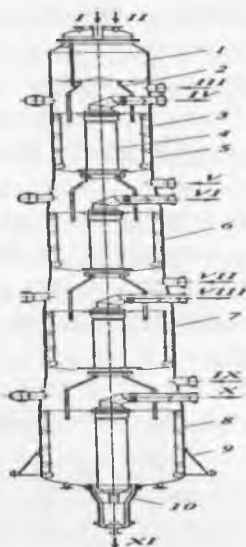
22.12-rasm. Xomashyo radial harakat qiluvchi katalitik riforming reaktori:

1-xomashyoning kirishi uchun shtuser; 2-xomashyo taqsimlagichi;
3-qobiq; 4-quticha; 5-reaksiya mahsulotlari yig'gichi; 6-katalizatorni
tushirish uchun shtuser; 7-reaksiya mahsulotlarini tushirish uchun shtuser;
8-tayanch; 9-termopara uchun mufta; 10-silindrsimon stakan; 11-ko'p zonali
termopara. Oqimlar: I-xomashyo; II-reaksiya mahsulotlari.

Pastki qopqoqda 500 mm diametrli lyuk o'rnatilgan bo'lib, undan apparatni ta'mirlashda foydalaniladi. Shuningdek pastki qopqoqda 175 mm diametrli yana ikkita lyuk o'rnatilgan bo'lib, ular katalizatorni tushirishda foydalaniladi.

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 qutichalar 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. Xomashyo 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 shtuser (7) orqali tashqariga chiqariladi.



22.13-rasm. «YuOP» firmasi harakatlanuvchi katalizatorli katalitik riforming reaktori:

1-katalizator uchun bunker; 2-quyilish quvurlari; 3-quticha; 4-reaksiya mahsulotlari uchun yig'gich; 5-birinchi bosqich reaktori; 6-ikkinchi bosqich reaktori; 7-uchinchi bosqich reaktori; 8-to'rtinchi bosqich reaktori; 9-tayanch; 10-katalizatorni chiqarish uchun moslama. Oqimlar: I-regeneratsiya qilingan katalizator; II-resirkulatsiya qiladigan gaz; III-xomashyo; IV-birinchi bosqich reaktordan keyingi riforming mahsulotlari; V-birinchi bosqich reaktorining pechda isitishdan keyingi riforming mahsulotlari; VI-ikkinchi bosqich reaktordan keyingi riforming mahsulotlari; VII-ikkinchi bosqich reaktorining pechda isitishdan keyingi riforming mahsulotlari; VIII-uchinchi bosqich reaktordan keyingi riforming mahsulotlari; IX-uchinchi bosqich reaktorining pechda isitishdan keyingi riforming mahsulotlari; X-to'rtinchi bosqich reaktordan keyingi riforming mahsulotlari; XI-kokslangan katalizator.

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 shtuser (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 xomashyoni kiritish uchun ko'zda tutilgan yuqorigi diametri 800 mm bo'lgan shtuser (1) orqali amalga oshiriladi.

«YuOP» firmasiga tegishli harakatchan katalizatorli katalitik riforming reaktorining sxemasi 22.13-rasmda keltirilgan. Reaktor bloki ketma-ket birlashtirilgan to'rtta reaktordan iborat. Ushbu reaktorlarda gaz-xomashyo aralashmasi radial yo'nalishda harakat qiladi. Reaktorlar bitta o'q bo'ylab joylashgan bo'lib, yaxlit konstruksiyani tashkil etadi va bir-birlari bilan o'tkazish quvurlari sistemasi bilan bog'langan. Yuqorigi reaktorning ustiga regeneratsiya qilingan katalizator uchun bunker joylashtirilgan.

Gaz-xomashyo aralashmasi issiqlik almashgichlar sistemasi va xomashyoni isitish pechining birinchi bosqichidan o'tib, birinchi bosqich reaktoriga kiradi, so'ngra ketma-ket pechning tegishli seksiyalari va ikkinchi, uchinchi hamda to'rtinchi reaktorlar bloki orqali o'tadi. Reaktorning to'rtinchi bosqichida hosil bo'lgan platforming mahsulotlari separatorga kiradi, u yerda tarkibida vodorodni ushlagan gaz ajraladi, platformat esa barqarorlashtirish jarayoniga yuboriladi.

Diametri 1,6 mm bo'lgan kichik sharsimon katalizator quyilish quvurlari sistemasi orqali erkin holatda og'irlik kuchi ta'sirida bunkyardan birinchi bosqichli reaktorga tushadi, so'ngra ikkinchi, uchinchi va to'rtinchi bosqichli reaktorlarga oqib o'tadi. Katalizator to'rtinchi bosqichdagi pastki reaktordan sharsimon klapanlari bo'ylab zatvorlar sistemasi orqali pnevmotransportning ta'minlagichiga tushadi va azot yordamida regeneratorning bunker-ta'minlagichiga yuboriladi. Regenerator shartli ravishda uchta zonaga bo'linadi. Uskunaning ichida gazlar oqimi radial yo'nalishda harakat qiladi. Yuqorigi zonada (kislorodning mol hisobidagi miqdori 1 % dan kam bo'lmasligi kerak) koks kuydiriladi. O'rta zonada (kislorodning miqdori 10–20 %) xlororganik birikmalar

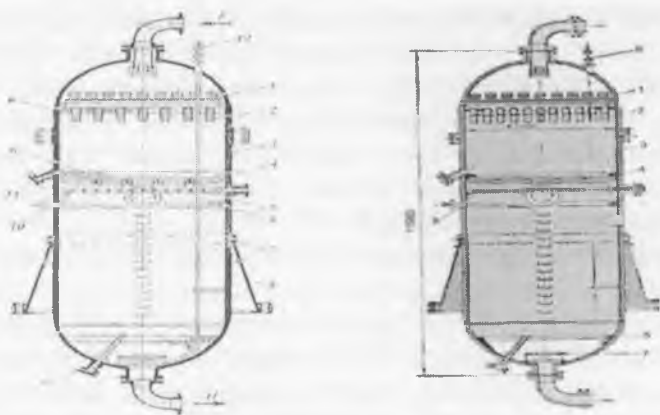
yordamida katalizatorning oksidlanish orqali xlorlanishi yuz beradi. Pastki zonada katalizator quruq havo oqimida qo'shimcha qizdiriladi. Katalizator barcha zonalardan og'irlik kuchi ta'sirida o'tadi. Katalizator regeneratordan zatvorlar sistemasi orqali pnevmotransportning ta'minlagichiga tushadi va vodorodni ushlagan gaz yordamida birinchi bosqich reaktorining ustiga o'rnatilgan bunkerga yuboriladi.

Shunday qilib, sistemani to'xtatmasdan yoki reaktorlardan birini katalizatorni regeneratsiya qilish uchun ish rejimidan chiqarib turmasdan platforming jarayoni uzluksiz ravishda amalga oshiriladi. Regeneratsiya qilingan katalizatorning xossalari doimo yangi katalizatorning xossalari yaqin holatda ushlab turish natijasida platforming jarayonini past bosimda olib borish hamda gazni sirkulatsiya qilish sonini kamaytirish imkoniyati paydo bo'ladi.

Dizel yoqilg'isini gidrotozalash qurilmasi reaktori

Xomashyo aksial yo'nalish bilan harakat qiladigan dizel yonilg'isini gidrotozalash reaktori 22.14-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu reaktor tashqi tomonidan izolatsiya qilingan qobiq (3) dan iborat bo'lib, uning ichiga katalizatorning ikkita qatlami joylashtirilgan. Xomashyo 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 tarelka (1) o'rnatilgan bo'lib, uning tagiga filtrlovchi moslama (2) joylashtirilgan. Ushbu moslama katalizator qatlamiga botirilgan silindrsimon 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.



22.14- rasm. Xomashyo aksial harakat qiluvchi dizel yonilg'isini gidrotozalash reaktori:

1-taqsimlovchi tarelka; 2-filtrlash moslamasi; 3-qobiq; 4-kolosnik panjarasi; 5-bug'ni kiritish uchun kollektor; 6-chinnidan tayyorlangan sharlar; 7-tayanch halqasi; 8-tayanch; 9,11-katalizatorni tushirish uchun shtuserlar; 10,12-termoparalar. Oqimlar: I-xomashyo; II-reaksiya mahsulotlari.

Katalizatorning yuqorigi qatlami ikki qator to'r va chinni sharlar joylashtirilgan kolosnik panjara (4) yordamida ushlab turiladi. 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 me'yorda chiqarib turishga xizmat qiladi. Yuqorigi tubda ko'p zonali termoparalar (12) ni o'rnatish uchun uchta shtuser 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 shtuser (11) orqali, pastki qatlamdagi katalizatorni tashqariga chiqarish uchun esa pastki tubda joylashgan shtuser (9) yordamida amalga oshiriladi. Reaktordagi yuqorigi va pastki katalizator qatlamlari oralig'ida tuynuk o'rnatilgan. Xizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun qulaylik yaratish uchun uskunaning pastki qismida tutqichlar bor.

Dizel yoqilg'isini katalitik gidrotozalash uning tarkibidagi oltingugurt miqdorini 0,2 % gacha kamaytirish, termik barqarorligini oshirish va boshqa sifatlarini yaxshilash maqsadida amalga oshiriladi. Gidrotozalash jarayoni olefin uglevodorodlarning to'yinishi va oltingugurtli, kislorodli, azotli birikmalarning destruktiv gidrogenlanishi natijasida parafin uglevodorodlar, vodorod sul'fid, suv, ammiak hosil bo'lishi bilan ro'y beradi.

Gidrotozalash jarayoni vodorodli gaz ishtirokida 360 – 425^oS temperatura va 2 – 5 Mn/m² bosimda amalga oshiriladi. Oltingugurtdan tozalanish darajasi va to'ynmagan uglevodorodlarning gidrirlash chuqurligi jarayon temperaturasi va bosimi, shuningdek vodorodli gazning sirkulyasiyalanish karraligi ortishi bilan oshadi. Jarayonni tezlatish uchun turli katalizatorlar, hususan alyumokobal'tmolibdenli katalizatorlar qo'llaniladi.

Gidrirlash reaksiyasi issiqlik ajralishi bilan kechadi. Ortiqcha issiqlik sovitish agentlari (sovuq sirkulyasion gaz, xom-ashyo yoki gidrogenizat) yordamida olinadi.

Hozirda gidrotozalash jarayoni ikki blokli qurilmalarda amalga oshiriladi. Qurilma reaktor bloki quyidagicha ishlaydi. Xom-ashyo tozalangan sirkulyasion gaz va toza texnik vodorod bilan aralashtirilib, dastlab isitkichda, so'ngra quvvurli pechda 360 – 380^oS gacha isitiladi va reaktorga yuboriladi. Katalizator faolligi pasayishi bilan xom-ashyoni isitish temperaturasi orttiriladi. Bunda reaksiya zonasidagi temperatura 450^oS dan oshib ketmasligiga e'tibor berish lozim. Aks holda, katalizator sirtida koks hosil bo'lishi tezlashadi va gaz hosil bo'lishi kuchayib, xom-ashyo termik krekingga uchraydi.

Reaktorda hosil bo'lgan gidrogenizat bug'lari, reaksiya gazlari, vodorod sul'fid va sirkulyasion gaz aralashmasi sovitkichlarda 50^oS gacha sovitilib, separatorga o'tadi. Separatorda 4.5 Mn/m² bosimda gaz va bug'lar aralashmasi gidrogenizat va sirkulyasion gazga ajratiladi.

Ishlatilgan katalizatorida reaksiya ohirida 10 – 13 % gacha koks va 7 % gacha oltingugurt bo'ladi. Katalizator faolligi gazhavoli oksidlash yo'li bilan tiklanadi. Regenerasiyadan oldin tizim 0,8 Mn/m² bosim ostidagi inert gaz bilan shamollatiladi. Regenerasiya gazlari tarkibida 0,2 % gacha oltingugurt ikki oksidi mavjud bo'ladi. Katalizatorni tiklash jarayoni koksni 420 – 430^oS temperaturada va

4 Mn/m² bosimda yondirish bilan boshlanib, uni 520 – 550^oS temperatura va 2 Mn/m² bosimda 4 soat mobaynida toblash bilan yakunlanadi. Yuqori temperaturada quvurlar metalli mustahkamligini saqlab qolish maqsadida, jarayon bosimi toblash davomida pasaytirib boriladi. Yondirish katalizatoridagi koks va oltingugurt miqdoriga bog'liq holda 48 – 60 soat davom etadi.

Regenerasiya siklining umumiy vaqti 100 – 150 soatni tashkil etadi. Shuning uchun ham bu tadbir ta'mirlash paytida amalga oshiriladi. Regenerasiya davriyligi xom-ashyo sifatiga va yoqilg'ini tozalash darajasiga bog'liq holda uch oydan ikki yilgacha teng bo'lishi mumkin.

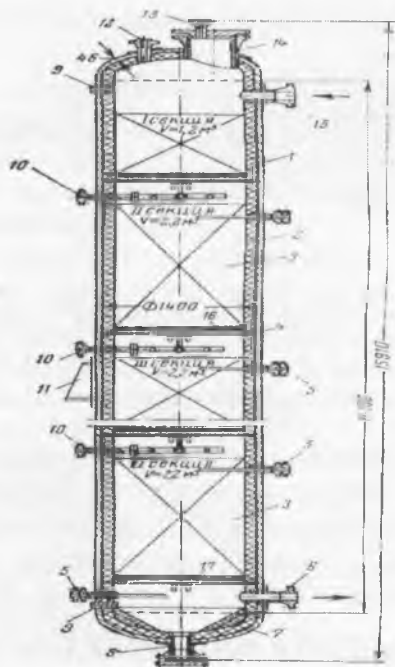
Reaktorlar temirbeton asoslarda shunday o'rnatiladiki, katalizatorni reaktordan chiqarish o'z oqimi bilan amalga oshirish mumkin bo'lsin.

22.15-rasmda tasvirlangan reaktor diametri 1400 mm va balandligi 14000 mm bo'lgan elliptik qopqoqli vertikal silindrsimon apparatdir. Reaktor korpusi 40 mm qalinlikdagi 12HM+EI496 markali po'latdan tayyorlanadi. Korpus ichki tomonidan 125 – 200 mm qalinlikdagi o'tga chidamli beton qatlami bilan qoplanadi.

Apparat ichida 6 ta ajraladigan boshqoqli panjara bo'lib, uning ustida tabletka shaklidagi katalizator uyilgan. Panjaralar reaktor korpusiga payvandlangan halqasimon tayanchlarda o'rnatiladi. Apparatning barcha ichki qurilmalari EI496 markali po'latdan tayyorlanadi.

Katalizatorning har bir qatlami ustiga sovituvchi sirkulyasion gazni uzatish uchun xromnikeldan tayyorlangan quvurlar o'rnatilgan. 12 m³ tabletka shaklidagi katalizator diametri 450 mm bo'lgan ustki lyuk orqali apparatga yuklanadi. Gaz – xom-ashyo aralashmasi apparatning ustki qismidagi shtuser orqali yuqori seksiyaga berilib, ketma-ket barcha katalizator qatlamlari orqali o'tadi.

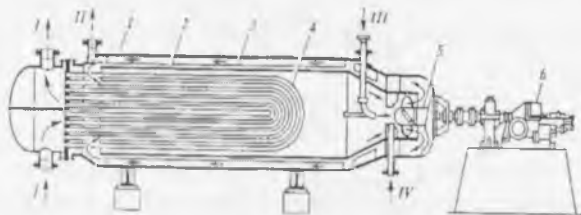
Gidrotozalash reaktorlari kimyoviy va elektroqimyoviy korroziya, shuningdek apparat metallining katalizator ta'sirida mexanik eyilish sharoitida ishlaydi. Kimyoviy korroziya yuqori temperaturali oltingugurtli va vodorodli gazlar ta'sirida, elektroqimyoviy korroziya esa tutun gazlari tarkibidagi suv va oltingugurt ikki oksidi ta'sirida vujudga keladi.



1-korpus; 2- futerovka; 3-katalizator; 4- tayanch halqa; 5-termopara
o'rnatiladigan shtuser; 6-gaz xom-ashyo aralashmasining chiqishi; 7-qopqoq;
8- pastki shtuser; 9-manometr uchun mufta; 10-sovitivchi gazning chiqishi;
11-tayanch; 12-himoya klapani shtuseri; 13-havo chiqargich; 14-lyuk; 15-gaz
xom-ashyo aralashmasini berish shtuseri; 16-ajraladigan boshhoqli panjara;
17-tayanch list.

o'rnatiladigan shtuser; 6-gaz xom-ashyo aralashmasining chiqishi; 7-qopqoq; 8- pastki shtuser; 9-manometr uchun mufta; 10-sovitivchi gazning chiqishi; 11-tayanch; 12-himoya klapani shtuseri; 13-havo chiqargich; 14-lyuk; 15-gaz xom-ashyo aralashmasini berish shtuseri; 16-ajraladigan boshqoqli panjara; 17-tayanch list.

Sulfat kislotalari bilan alkallashga mo'ljallangan gorizontal reaktor (yoki kontaktor) 22.16-rasmda ko'rsatilgan. Dastlabki xomashyo va kislota uskunaning jadallashgan holatda aralashtirish zonasiga beriladi, chunki bu yerda propellerli aralashtirgich (5) o'rnatilgan. So'ngra xomashyo va kislota aralashmasi qobiq (1) va sirkulyatsion quvur (2) orqali qabzi bo'yicha bo'shliqqa kiradi va quvurlar o'ramidagi berk kontur bo'yicha sirkulyatsiya qiladi.



22.16-rasm. Alkillash uchun turboaralashtirgichli gorizontal reaktor:

1-qobiq; 2-sirkulatsiya uchun quvur; 3-qaytaruvchi to'siqlar; 4-quvurlar o'rami; 5-propellerli aralashtirgich; 6-uzatma. Oqimlar: I-sovituvchi agent; II-reaksiya mahsulotlari; III-kislota; IV-xomashyo.

Ekzotermik reaksiya paytida ajralib chiqayotgan issiqlikni yo'qotish uchun sirkulatsion quvur ichiga U-simon issiqlik almashinish quvurlari (4) joylashtirilgan. Sovituvchi agent sifatida kislotadan ozod bo'lgan reaksiyaning bug'lanayotgan mahsulotlaridan foydalaniladi.

22.3. REAKTORLARNI HISOBLASH TARTIBI

Reaktorlarni hisoblash uchun eng avvalo berilgan uskunada amalga oshirilishi ko'zda tutilgan neftkimyoviy jarayonning o'ziga xos tomonlarini hisobga olgan holda, reaktordagi ish ko'rsatgichlari, fazalarning harakat tezliklari, issiqlikni uskunaga olib kirish va uni uzatish usullari, materiallarni tanlash, uskunaning konstruktiv tuzilishidagi alohida tomonlari va boshqa ko'rsatgichlar aniqlanadi. Biroq har qanday sharoitda ham reaktorni hisoblash qo'yidagi asosiy bosqichlardan iborat bo'ladi:

1. Termodinamik hisoblash natijasida jarayonni amalga oshirish uchun eng maqbul shart-sharoitlar (bosim, harorat va boshqalar) va xomashyoni o'zgartirish darajasi aniqlanadi.

2. Kinetik hisoblash uskunaning reaksiyon hajmini aniqlash uchun amalga oshiriladi.

3. Moddiy hisoblashdan asosiy maqsad uskunaga kirayotgan yoki undan chiqayotgan oqimlarning miqdorini aniqlashdan iborat.

4. Issiqlik hisobi orqali issiqlikni uzatish yoki uni kiritish

miqdori, issiqlik tashuvchining sarfi, issiqlik almashgichning yuzasi topiladi.

5. Uskunani gidravlik hisoblash orqali oqimlarni uzatish uchun sarflanadigan energiya miqdori va ayrim uzellarining o'lchamlari topiladi.

6. Uskuna va uzellarni mexanik hisoblash natijasida uning konstruktiv tuzilishi aniqlanadi.

Reaksiya jarayonini va uskunaning rusumlariga ko'ra, hisoblash va uni detallashtirish hajmi har bir aniq neftkimyoviy jarayon uchun turlicha bo'ladi. Tanlab olingan jarayon uchun tajriba yo'li orqali olingan ma'lumotlarning to'la borligi reaktorni hisoblashda katta ahamiyatga molikdir. Reaktorlarni to'la hisoblash uslublari maxsus adabiyotlarda batafsil keltirilgan. Hisoblash paytida kerak bo'ladigan ba'zi tenglamalarni keltiramiz. Masalan, agar berilgan kimyoviy jarayonni oldindan ma'lum bo'lgan o'zgartirish darajasi bilan amalga oshirish uchun zarur bo'lgan reaksiya davomiyligi τ ma'lum bo'lsa, reaksiyon hajm quyidagi nisbat orqali topiladi:

$$V_p = \frac{V\tau}{\varepsilon}, \quad (22.4)$$

bu yerda, V - berilgan harorat va bosimda reaksiya paytida o'zaro ta'sir qilgan moddalarning hajmi, m^3/s ; τ - reaksiyaning davomiyligi, s ; ε - reaksiyon hajmdagi erkin bo'shliq ulushi (nokatalitik jarayonlar uchun $\varepsilon = 1$).

(22.4) tenglamadan amaliyotda foydalanish bir qator qiyinchilik tug'diradi, chunki ko'pchilik neftkimyoviy jarayonlar uchun τ va V ni aniqlash qiyin masala hisoblanadi. Shu sababdan reaksiyon hajmni topishda quyidagi tenglamalardan foydalaniladi:

$$V_p = \frac{V_X}{n_V} = V_X \tau_M; \quad (22.5)$$

$$V_p = \frac{G_X}{n_g \rho_K} = \frac{G_X \tau_M}{\rho_K}, \quad (22.6)$$

bu yerda, V_X - dastlabki xomashyo hajmi, $m^3/soat$; G_X - dastlabki xomashyo massasi, $kg/soat$; ρ_K - reaktordagi katalizator (issiqlik tashuvchi) qatlamining zichligi, kg/m^3 ; n_V - hajmiy tezlik, $m^3/(m^3 \cdot soat)$; n_g - massaviy tezlik, $kg/(kg \cdot soat)$; $\tau_M = 1/n_V$ yoki τ_M

$=1/n_g$ – reaksiyaning mavhum vaqti.

Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti Gess qonuniga asosan elementlardan dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlari hosil bo'lish issiqliklari yig'indilarining ayirmasi sifatida aniqlaniladi:

$$Q = \Delta N = \Sigma (\Delta N_{hb})_{rm} - \Sigma (\Delta N_{hb})_{dm} \quad (22.7)$$

yoki dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlarining yonish issiqliklari yig'indilarining ayirmasi sifatida topiladi:

$$Q = \Delta N = \Sigma (\Delta N_{yoi})_{dm} - \Sigma (\Delta N_{yoi})_{rm}, \quad (22.8)$$

bu yerda, Q – reaksiyaning issiqlik effekti; $(\Delta N_{hb})_{rm}$ – reaksiya mahsulotining hosil bo'lish issiqligi; $(\Delta N_{hb})_{dm}$ – dastlabki moddaning hosil bo'lish issiqligi; $(\Delta N_{yoi})_{dm}$ – dastlabki moddaning yonish issiqligi; $(\Delta N_{yoi})_{rm}$ – reaksiya mahsulotining yonish issiqligi.

(22.4) va (22.5) tenglamalar bo'yicha hisoblash ishlari bajarilganda moddalarning hosil bo'lish yoki yonish issiqliklarining qiymatlari maxsus adabiyotlardan olinadi.

Kimyoviy jarayonning moddiy balansini tuzishda dastlabki xomashyoni o'zgartirish darajasi muhim ahamiyatga ega. O'zgartirish darajasini boshqarish uchun quyidagi usullardan foydalanish mumkin: 1) kimyoviy reaksiyaning doimiy soniga ta'sir qiluvchi harorat va bosimni o'zgartirish; 2) reaksiya davomiyligini o'zgartirish; 3) kerakli katalizatorni tanlash; 4) jarayonni resirkulatsiya orqali olib borish; 5) dastlabki xomashyo tarkibidagi u yoki bu komponentning konsentratsiyasini o'zgartirish. Reaktorning moddiy balansini tuzish uchun kimyoviy reaksiyalarining tenglamalari ma'lum bo'lishi kerak hamda reaksiyaga qatnashayotgan komponentlarning keragidan ortiqcha olish koeffitsiyentlarining qiymatlari asoslangan bo'lishi lozim. Har bir aniq neftkimyoviy jarayon uchun moddiy balans alohida ko'rinishga ega bo'ladi.

Issiqlik balansi tuzishni katalitik kreking qurilmasining reaktor bloki misolida ko'rib chiqamiz. Reaktor bloki mayda donali katalizator bilan ishlaydi va mavhum qaynash qatlamli ikkita uskunadan tashkil topgan.

Reaktor blokining issiqlik balansini tuzish uchun quyidagi tushunchalarni qabul qilamiz:

G_X – reaktorning dastlabki xomashyo bo'yicha ish unumdorligi, kg/soat;

G_K – kreking paytida katalizatorning yuzasiga cho‘kib qolgan koksning miqdori, kg/soat;

G_{kat} – sirkulatsiya qilayotgan katalizatorning miqdori, kg/soat;

t_1 va t_2 – reaktor va regeneratordagi haroratlar, K;

S_0 – koksning regeneratsiya qilingan katalizatoridagi qoldiq miqdori, kg/kg;

G_{qk} – katalizatoridagi qoldiq koksning miqdori, kg/soat;

L – kreking paytida hosil bo‘lgan koksning yonishi uchun zarur bo‘lgan havoning miqdori, kg/soat;

S_{sb} – suv bug‘ining issiqlik sig‘imi; J/kg·K

Z_1 va Z_2 – reaktor va regeneratordan chiqib ketayotgan suv bug‘ining miqdorlari, kg/soat;

Q_{yoi} – koksning yonish issiqligi, kJ/kg.

Reaktor blokining issiqlik balansini tuzamiz:

Issiqlikning kirishi	
Xom ashyo bilan kiritilgan issiqlik	$G_X H_{tx}$
Havo bilan kiritilgan issiqlik	$LG_X t_X$
Koksning yonish paytida ajralgan issiqlik	$G_K Q_{yoi}$
Issiqlikning sarfi	
Issiqlikning reaksiya mahsulotlari bilan chiqishi	$(G_X - G_K) H_{t1}$
Kreking reaksiyasining issiqligi	$G_X q_p$
Issiqlikning regeneratordan tutunli gazlar bilan birga chiqib ketishi	$(L + G_K) H_{t2}$
Reaktor va regeneratordan chiqib ketayotgan suv bug‘ini isitish uchun sarflangan issiqlik	$Z_1 C_{sh}(t_1 - t_{z1}) + Z_2 C_{sh}(t_2 - t_{z2})$
Atrof-muhitga yo‘qotilgan issiqlik	Q_y
Katalizatorni regeneratsiya qilish uchun keragidan ortiqcha olinadigan issiqlik (ushbu issiqlik suv bug‘ini ishlab chiqarishda sarflanishi mumkin)	Q_{or}

Issiqlik balansining tenglamasini tuzamiz:

$$G_X H_{tx} + LG_X t_X + G_K Q_{yoi} = (G_X - G_K) H_{t1} + G_X q_p + (L + G_K) H_{t2} + Z_1 C_{sh}(t_1 - t_{z1}) + Z_2 C_{sh}(t_2 - t_{z2}) + Q_y + Q_{or}. \quad (22.9)$$

Agar reaktor va regeneratorning harorat bo‘yicha rejimi va koksning chiqishi ma‘lum bo‘lsa, (22.6) tenglama yordamida reaktorga berilayotgan xomashyoning entalpiyasi H_{tx} va harorati t_x hamda katalizatorni regeneratsiya qilish uchun keragidan ortiqcha

olinadigan issiqlik Q_{or} aniqlanishi mumkin.

Mavhum qaynash qatlamli reaktor uchun reaksiyon hajmning miqdori (22.3) tenglama bo'yicha topiladi. Regeneratordagi katalizatorning hajmini esa quyidagi nisbat orqali aniqlash mumkin:

$$V_{reg} = \frac{G_K}{q_K}, \quad (22.10)$$

bu yerda, q_K – bir soat davomida 1 m³ katalizatorga nisbatan kuydirilgan koksning miqdori, kg/(m³·soat).

Reaktordagi mavhum qaynash qatlamining hajmi aniqlangandan so'ng uskunaning diametri va balandligi tanlanadi. Tegishli tenglamalar asosida mavhum qaynash tezligi, zarrachalarning oqim bilan ketib qolish tezligi, siklonlarga kirayotgan oqimning chang ushlashligi, quvursimon qismlarni aeratsiya qilish uchun suv bug'i yoki gazning sarfi, zatvorlarni yaratish kabilar topiladi.

Uskunalarining tanlangan konstruksiyasi va o'lchamlari, taqsim-lovchi moslamalar va katalizatorni tashish uchun pnevmotransport sistemasi asosida reaktor blokining gidravlik (yoki gazodinamik) hisobi amalga oshiriladi. Hisoblashlar natijasida reaktor blokining qabul qilingan sxemasi bo'yicha harakatlanuvchi katalizatorli katalitik kreking qurilmasida barcha oqimlarning (jumladan, katalizator oqimining) harakatini amalga oshirish hamda ularning sarfini boshqarish imkoniyatlari ko'rsatib berilishi kerak.

YETTINCHI QISM. UMUMZAVOD JIHOZLARI

XXIII BOB. TEHNOLOGIQ TRUBOPROVODLAR

23.1. TEXNOLOGIK TRUBALAR VA ULARNING TOIFASI

Texnologik quvurlar sex ichidagi va sexlararo quvurlarga bo'linadi. Sex ichidagi ayrim qurilmalarni, mashina va uskunalarni birlashtiruvchi truba quvurlari, sexlararoga esa – turli sexlardagi qurilmalarni birlashtiruvchi trubalar kiradi.

Texnologik truba quvurlari bir qator elementlar o'zaro ajralmas va ajraluvchan birikmalar bilan birlashtirilgan truba, truba detallari va armaturalardan tarkib topgan.

Truba quvurlarini loyihalash, standart va normallar asosida truba quvurlari elementlarini tanlashdan iborat. Tanlashda asosan truba quvurining ikkita xarakteristikasi katta ahamiyatga ega: shartli o'tish diametri va shartli bosim.

Truba yoki armaturadagi muhit o'tishi uchun mo'ljallangan teshikning nominal diametri – shartli o'tish diametri yoki shartli diametr deyiladi va u D_y deb belgilanadi. Agar, truba quvurining istalgan ikkita elementi bir xil D_y ga ega bo'lsa, unda ularning ko'ndalang kesim yuzalari va birlashtiruvchi o'lchamlari ham bir xil bo'ladi. Shartli diametr qatori Davlat Standarti tomonidan belgilangan. Texnologik quvurlarda keng qo'llaniladigan truba va armaturalar uchun quyidagi truba shartli diametrlari (mm) tavsiya etilgan: 3; 5; 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 2000; 2400; 3000; 3400; 4000.

20°S temperaturali muhitning maksimal muhitning ortiqcha bosimida truba va truba quvurlari elementlarini xavfsiz va uzoq muddatli ekspluatatsiyasini ta'minlovchi bosim – bu shartli bosim P_u .

200°S temperaturagacha muhitning shartli bosimi va ishchi bosimi bir-biriga mos tushadi. Undan yuqori temperaturada shartli bosim qiymati ishchi bosim qiymatidan katta bo'lishi kerak.

Davlat standarti quyidagi shartli bosimlar qatorini belgilagan (MPa): 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 64; 80; 100.

Ishlash sharoitiga qarab guruhlarga birlashtirish uchun quyidagi 3 asosiy parametr bo'yicha klassifikatsiya qilingan: ishchi bosim; ishchi temperatura; muhit xossalari va parametrlari.

Uzatilayotgan muhit xossalariga qarab truba quvurlari 5 guruhga ajratilgan (A, B, V, G, D), muhit parametrlari (bosim va temperatura)ga qarab 5 ta toifaga bo'linadi (I, II, III, IV, V).

A – D guruh truba quvurlari: suyuq va gazsimon zaharli mahsulotlar uchun;

B – yonuvchan va faol gazlar, yonuvchan va engil alanga oluvchan suyuqliklar uchun;

V – o'ta kizigan suv bug'i uchun;

D – yonmaydigan gaz, suyuqlik va bug'lar uchun.

Har bir guruh ichida, truba quvurlari yana toifalarga ajratilgan. Chunonchi, B guruhida 350-700°S da engil alanga oluvchi suyuqliklar uchun I toifali truba quvuri zarur, - 150 dan +120°S temperaturagacha IV toifali truba quvuri kerak. Har bir toifa truba quvurlari uchun loyihalash, montaj, ekspluatatsiya va ta'mirlash normalari o'rnatilgan.

23.2. TRUBALAR, BIRLASHTIRISH DETALLARI, KOMPENSATOR VA TAYANCHLAR

Texnologik quvurlarda payvandlangan va choksiz po'lat trubalar ko'p miqdorda ishlatiladi. Payvandlangan trubalar bo'ylama yoki spiralsimon chokli bo'ladi va ular puxtaligi choksiz trubalarnikidan ancha past. Cheksiz trubalar asosan zaharli, portlovchi va korrozion faol moddalarni, qolgan hollarda esa – payvandlangan trubalar qo'llaniladi.

Po'lat trubalar turli markali po'latlardan yasaladi. Keng ko'lamda qo'llaniladigan trubalar St.10 va St.20 markali po'latdan, maxsus trubalar esa – legirlangan, yuqori legirlangan, kislotaga bardoshli va issiqlikka bardoshli po'latlardan yasaladi. Undan tashqari, cho'yan, mis, latun, ko'rg'oshin, keramika, alyuminiy, titan, stekloplastik, shisha, farfor, plastmassa va boshqa materiallardan

tayyorlanishi mumkin. Hozirgi kunda rangli metall va qo'rg'oshindan yasalgan trubalar plastmassadan qilingan trubalarga almashtirilgan. Oxirgi paytda viniplast, faolit, polietilendan yasalgan trubalar keng miqyosda ishlatilmoqda. Bu trubalar agressiv muhitlarga o'ta bardoshli, lekin muhit temperaturasi ortishi bilan qo'llash chegarasi kamayadi. Masalan, viniplast trubalarni 40°S gacha, polipropilen trubalarni 100°S gacha va faolitdan yasalgan trubalarni 110°S gacha qo'llash mumkin.

Hozirgi kunda kimyo va boshqa sanoatlarda titan trubalar keng ko'lamda ishlatilmoqda. Xuddi shunday, truba ichki qism polietilen, viniplast, emal, shisha yoki rezina bilan qoplangan trubalarni ishlab chiqarish yaxshi yo'lga qo'yilgan.

Korrozion faol muhitlarga nisbatan kimyoviy bardoshligiga, kichik solishtirma og'irligi, tayyorlanishi engil bo'lishiga qaramasdan, polimer materiallardan yasalgan truba quvurlari mustahkamligi pastligi uchun chegaralangan ko'lamda qo'llanilmokda. Polimer truba muhitning temperaturasi oshishiga juda sezgir, chunki mustahkamligi keskin ravishda kamayadi. Hozirgi kunda viniplast trubalar keng ko'lamda qo'llanilmokda. Ular diametri 10-250mm va uzunligi 300-1500mm li qilib ishlab chiqarilmokda va 0,25 MPa bosimga bardosh beradi. Viniplast trubalarni bukish uchun ichi qum bilan to'ldiriladi va 130-145°S da ishlov beriladi. Bunday trubalarni payvandlash 200-210°S li issiq havo oqimchasi yoki gaz alangasida amalga oshiriladi. Polietilen truba yuqori elastiklikka ega va qurilish va montaj maydonchalariga katta o'ramlarda keltiriladi.

Polipropilen trubalar yuqori temperaturaga bardosh bera oladi va temperaturasi 150°S va bosimi 1,6 MPa li muhitlarni transportirovka qilish uchun qo'llaniladi.

Oxirgi yillarda ftoroplast-4, shisha plastik, shisha tolali anizotrop materiallarni qo'llash ommaviy tus olмокda. Muhit bosimi 0,4 MPa da shisha trubalar yaxshi ekspluatatsion xossalarga ega. Shisha truba quvurlar detallari payvandlash yoki maxsus rezina halqali flanetslar yordamida birlashtiriladi.

Birlashtiruvchi detallarga turli konstruksiyali tirsaklar, bir diametrdan ikkinchisiga o'tuvchi moslamalar, troyniklar va

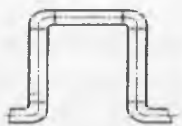
boshqalar kiradi. Odatda, truba quvurlarining elementlari (tirsaklar, trubalar) bir-biriga payvandlab birlashtiriladi.

Agarda, trubalarni payvandlash maqsadga muvofiq bo'lmasa, unda trubalar flanetsli birikmalar yordamida birlashtiriladi. Ko'pincha, payvandlangan flanetslar qo'llaniladi. Rezbali flanetslar asosan yuqori bosimli truba quvurlarida ishlatiladi.

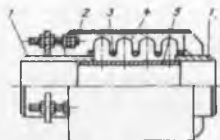
Ma'lumki, atrof muhit va truba orqali uzatilayotgan muhit temperaturallari o'rtasidagi farq katta bo'lsa, truba quvurlari temperatura deformatsiyasiga duch keladi. Odatda truba quvurlari uzun bo'ladi va ishlab chiqarishda umumiy temperatura deformatsiyasining miqdori katta bo'lishi mumkin. Natijada, truba uzilishi yoki shishib qolish hollari ro'y beradi. Shu sababli, ushbu deformatsiyalarni kompensatsiya qilish zarur.

Texnologik truba quvurlaridagi temperatura deformatsiyalarini bartaraf qilish uchun P-simon, linzali, to'liqsimon va salnikli kompensatorlar ishlatiladi.

Truba quvurlarining diametridan qat'iy nazar er ustidagi konstruksiyalarda P-simon kompensatorlar juda ko'p hollarda qo'llaniladi (23.1 - rasm).



23.1-rasm. P-simon kompensator.



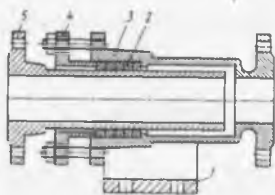
23.2-rasm. To'liqsimon kompensator^

1-patrubka; 2--qobiq; 3-xalqa;
4- gofrirlangan element; 5-stakan.

Bu turdagi moslamalar kompensatsiya qilish qobiliyati katta, istalgan bosimlarda ishlatish mumkin. Lekin, ular qo'pol va maxsus tayanchlar o'rnatilishini talab qiladi. Odatda, ular gorizontal holatda joylashtiriladi va drenaj moslamasi bilan ta'minlanadi.

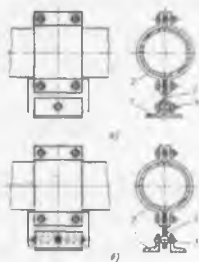
Ishchi bosim 1,6 MPa bo'lgan gaz quvurlarida linzali kompensatorlar o'rnatiladi.

To'liqsimon kompensatorlar bosimi 6,4 MPa gacha bo'lgan noagressiv va o'rtacha agressiv muhitlar uzatiladigan truba quvurlarida ishlatiladi (23.2-rasm).



23.3 – rasm. Salnikli kompensator:

- 1-tayanch; 2-zichlovchi qistirma;
3-qobiq; 4-grundbuksa; 5-truba.



23.4 – rasm. Truba uchun tayanchlar:

- 1-ugolnik; 2-xomut; 3-yassi plastina; 4-bolt; 5-g'ildirak.

Bunday kompensator patrubka (1) ga payvandlangan gofirlangan element (4) dan tarkib topgan. Chegaralovchi halqa (3) element shishib ketish va element devorining egilish oldini oladi. Element tashqi tomoni-qobiq (2) yordamida himoyalangan. Kompensator gidravlik qarshiligini kamaytirish uchun ichki tomonida stakan (5) o'rnatiladi.

Cho'yan va metallmas materiallardan yasalgan truba quvurlarida salnikli kompensatorlar o'rnatiladi (23.3-rasm). Ushbu kompensator tayanch (1) mahkamlangan -qobiq (3), zichlovchi qistirma (2) va grundbuksa (4) dan tarkib topgan. Temperatura deformatsiyasini kompensatsiya qilish-qobiq (3) va truba (5) larning siljishi tufayli amalga oshadi.

Bu turdagi kompensatorlar juda katta temperatura deformatsiyalarini kompensatsiya qila oladi. Lekin, zichlash qiyin bo'lgani uchun yonuvchan, zaharli va suyuq gazlarni uzatishda ishlatib bo'lmaydi.

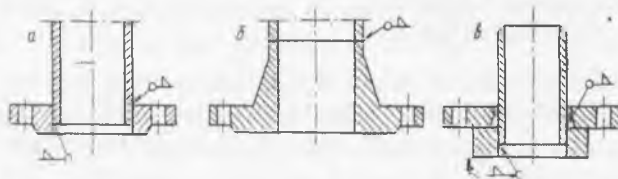
Truba quvurlari tayanchlarga o'rnatiladi. Ular orasidagi masofa truba diametri 250mm bo'lsa, tayanchlar orasidagi masofa 3-6m ga teng qilib o'rnatiladi.

Tayanchlar qo'zg'almas (23.4a-rasm) va harakatchan (23.4b-rasm) bo'lishi mumkin. Harakatchan tayanchlar temperatura deformatsiyasini yaxshi kompensatsiya qiladi. Qo'zg'almas tayanchlarda ugolnik (1), xomut (2) va yassi plastina (3) o'zaro mustahkam biriktirilgan. Harakatchan tayanchlarda bolt (4) o'rniga

g'ildirak (5) o'rnatilgan. Ushbu rolik tayanch plastina teshigida erkin harakat qiladi. Bunday tayanchlarni vaqti-vaqti bilan moylab turish kerak.

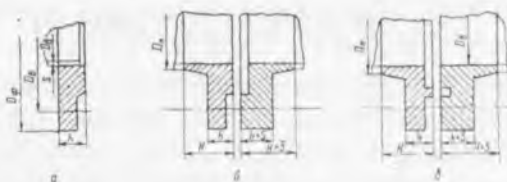
23.4. FLANETSLI BIRIKMALAR

Flanetslar truba quvurlari, armatura va qurilma qobiqlarini bir-biriga birlashtiruvchi, ajraluvchan birikmalarining asosiy qismidir. Flanets disk ko'rinishida bo'lib, chetlarida aylana bo'ylab biriktiruvchi boltlar uchun teshiklar qilingan. Dumaloq disklarni yasash oson bo'lganligi uchun asosiy flanetslar ushbu shaklli qilib yasaladi. Maxsus sharoitlarda boshqa shakldagi (uchburchak, to'rtburchak) flanetslar konstruktiv yoki texnologik sharoitlardan kelib chiqqan hollardagina qo'llanishi mumkin. Quyma qurilmalarda flanets qurilma qobig'i bilan bitta, yaxlit qilib tayyorlanadi. Payvandlanadigan qurilma va truba quvurlari uchun flanetslar shtampovka yoki mexanik ishlov berish yo'li bilan yasaladi va so'ng trubaga yoki qobiqqa payvandlash usulida biriktiriladi. Zarur bo'lgan hollarda trubaga flanetsni rezba yordamida ham ulash mumkin. Flans konstruksiyasi va materiali uning ishlash sharoiti va muhitiga bog'liq. SHuning uchun flanetslar GOST yoki normallar asosida shartli bosim, temperatura va muhitning agressivligiga qarab tanlanadi. GOST, OST yoki normallarda flanets tipi, o'lchamlari va shartli belgilanishi ham beriladi. Masalan, neft mahsulotlari uchun ishchi bosim qancha bo'lishidan qat'iy nazar, 1,6 MPa dan yuqori bosimga hisoblangan flanetslar qo'llaniladi.



23.5 - rasm. Flanetslar konstruksiyasi:

a – yassi payvandlangan; *b* – uchma-uch payvandlangan;
v – payvandlangan halqada erkin aylanuvchi.



23.6 - rasmd. Flanetslar birlashuvchi yuzalarining shakllari:

a – yassi ; *b* – boʻrtiq-botiq; *v* – ship-paz.

Konstruksiyasiga qarab flanetslar patrubka yoki qobiqqa mahkamlanishiga qarab farqlanadi. Oʻzaro flanetslar zichlovchi qistirma yordamida biriktiriladi. 23.5 - rasmda flanetslarni patrubkaga payvandlash usullari koʻrsatilgan.

Eng oddiy – yassi payvandlangan flanetslar boʻlib, temperatura 300°S va shartli bosim 2,5 MPa gacha boʻlgan sharoitda ishlatiladi. Uchma-uch payvandlangan flanetslar istalgan bosim va temperaturali muhitlarda qoʻllanishi mumkin. Halqada erkin aylanuvchi flanetslar shartli bosim 2,5 MPa gacha boʻlgan sharoitlarda ishlatiladi.

23.6 - rasmda flanetslarning birlashuvchi yuzalarining eng koʻp qoʻllaniladigan shakllari koʻrsatilgan.

Yassi yuzali, toʻrtburchak koʻndalang kesimli qistirmali flanets birikmasi shartli bosim 2,5 MPadan oshmagan sharoitlarda ishlatiladi. Botiq-boʻrtiq yuzali, toʻrtburchak koʻndalang kesimli qistirmali flanetslar (*b*) esa – 4 MPa gacha; ship-paz yuzali, toʻrtburchak yoki dumaloq koʻndalang kesimli qistirma bilan zichlangan flanetslar (*v*) esa – 6,3 MPa gacha boʻlgan holatlarda qoʻllaniladi. Agar, bosim 6,3 MPa dan ortiq boʻlsa, ellips yoki sakkiz burchak koʻndalang kesim shaklli metal qistirmalar ishlatilishi zarur; bunday hollarda flanets birlashuvchi yuzalarida bir xil, fasonli ariqchalar qilinadi.

Agarda, ekspluatatsiya shartlari boʻyicha qistirma qoʻllab boʻlmasa, unda flanetslar birlashuvchi yuzalari orasini zichlash maxsus obtyuratsiya usulida amalga oshiriladi. Bunda birlashuvchi yuzalarga maʼlum shakl va alohida mexanik ishlov (shlifovka) beriladi. Ushbu yuzalar yassi, sferik yoki konussimon boʻlishi mumkin.

23.5. QISTIRMALAR TURLARI

Flanetsli birikmani zichlash uchun odatda ular orasiga qistirmalar o'rnatiladi. Qistirma plastik, elastik, muhitga bardoshli, ekspluatatsiya davrida mustahkam va uzoq muddat xizmat qilishi kerak. Qistirma materiali va turi ekspluatatsiya sharoiti-bosim, temperatura va muhit xossalari asosida tanlanadi. Qistirma o'lchami va shakli flanetslarning birlashish yuzasi konfiguratsiyasiga bog'liq.

23-1 jadvalda qurilmasozlikda ishlatiladigan qistirma materiallari keltirilgan.

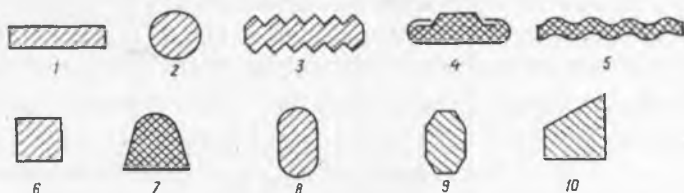
23-1 jadval

T/ r	Material	Parametrlarning tavsiya etiladigan chegaralari		
		D_u , mm	P_u , MPa	T , °S
1.	Karton, rezina	≤ 3000	$\leq 0,6$	-300 dan +100 gacha
2.	Rezinali mato	≤ 3000	$\leq 1,0$	-30 dan +100 gacha
3.	Asbestli karton	≤ 3000	$\leq 1,6$	+500 gacha
4.	Plastikat, polietilen	≤ 3000	$\leq 4,0$	-30 dan +60 gacha
5.	Paronit	≤ 3000	$\leq 10,0$	-200 dan +400 gacha
6.	Ftoroplast	≤ 1000	$\leq 10,0$	-200 dan +250 gacha
7.	Alyuminiy, mis, latun, monel, qo'rg'oshin, nikel	≤ 800	$\leq 40,0$	-200 dan +300 gacha
8.	Uglerodli, legirlangan va yuqori legirlangan po'latlar	≤ 1600	$\leq 20,0$	-200 dan +540 gacha

23.7-rasmda eng ko'p qo'llaniladigan qistirmalarning ko'ndalang kesimlari keltirilgan. To'g'ri to'rtburchak shaklli qistirmalar istalgan materialdan yasalishi mumkin. Dumaloqlar – metallardan; ellips va sakkiz burchakli ko'ndalang kesimli, gofrirlangan qistirmalar esa – po'latlardan yasaladi.

Alyuminiy, mis, latun, nikel, monel qobiqli asbest, karton, yassi va gofrirlangan qistirmalar juda ko'p qo'llaniladi va sanoatda keng

tarqalgan. Odatda, ular muhit temperaturasi 540°S va bosim 6,3 MPa gacha bo'lgan qurilmalarda o'rnatiladi. Undan tashqari, nometal qobiqli metaldan yasalgan kombinatsiyalashgan qistirmalar ham qo'llaniladi. Bunday hollarda qistirma qobig'i ftoroplast plyonkadan qilinadi, chunki u flanets birlashuvchi yuzasining hamma notekisliklarini to'ldirib turadi.



23.7 - rasm. Qistirmalarning ko'ndalang kesimlari:

1 – yassi ; 2 – dumaloq; 3 – gofirlangan; 4,5 – kombinatsiyalashgan (metal qobiqli); 6 – kvadrat; 7,8,9,10 – fasonli metallardan.

Metall va kombinatsiyalashgan qistirmalarni tanlashda, flanets va qistirma galvanik juftlikni hosil qilmasligini inobatga olish kerak, bo'lmasa zichlanuvchi yuzada intensiv ravishda elektrokimyoviy korroziya boshlanadi.

Qistirmalarni turli muhitlarda qo'llash sohalari 23-2 jadvalda keltirilgan.

23-2 jadval.

T/ r	Muhit	Chegaraviy ishchi bosim, MPa	Chegaraviy temperatur a, °S	Qistirma
1.	Neft (xom-ashyo) va neft mahsulotlari	1,0	40	Moylangan karton
		5,0	450	Paronit
		10,0	300	Gofirlangan alyuminiy qobiqli asbest
		6,4-40,0	550	OX18N9 yoki X18N9T po'latli ellips ko'ndalang kesimli halqasimon qistirma

2.	Agressiv bug' va gazlar	0,6	300	Asbestli karton
		2,5	300	Paronit
		15,0	450	Gofrirlangan 0X18N9 yoki X18N9T po'lat qobiqli asbest
		6,4-40,0	550	0X18N9 yoki X18N9T po'latdan ellips ko'ndalang kesimli halqasimon qistirma
3.	Havo va neytral gaz	0,3	30	Rezina
		10,0	300	Gofrirlangan alyuminiy qobiqli asbest
		6,4-40,0	550	0X18N9 yoki X18N9T po'latdan ellips ko'ndalang kesimli halqasimon qistirma
4.	Suv bug'i (to'yingan va o'ta qizigan)	0,4	150	Grafitlangan asbestli karton
		5,0	450	Paronit
		6,4-40,0	550	0X18N9 yoki X18N9T po'latdan ellips ko'ndalang kesimli halqasimon qistirma
5.	Konsentrlangan N_2SO_4 (40% gacha)	0,3	65	Rezina
		0,6	50	S_2 turdagi ko'rg'oshin
		0,6	100	Kislota bardosh asbestli karton
6.	Ammiak va ishqor eritmalari	0,15	400	Grafitlangan asbestli karton
		4,0	300	Paronit
		6,4-40	550	Armko temirdan, ellips ko'ndalang kesimli halqasimon qistirma

23.6. MAHKAMLASH DETALLARI

Truba quvurlarining flanetslari bolt yoki shpilkalar yordamida birlashtiriladi. Mahkamlash detallari ekspluatatsion parametr (temperatura, bosim) lar normativ materiallarda keltirilgan tavsiyalar asosida tanlanadi. Temperatura 300°S va bosim 2,5 MPa gacha bo'lgan hollarda boltlar qo'llaniladi. Agarda, bosim 2,5 MPa dan ko'p bo'lganda (istalgan temperaturada) va temperatura 300°S dan ortiq bo'lganda (istalgan bosimda) flanetslar rezbali shpilkalar yordamida birlashtiriladi. Mahkamlovchi detal va shaybalar materiali truba quvurining ishlash sharoitiga bog'liq. Temperatura 300°S va bosim 2,5 MPa gacha bo'lganda St.4 va St.5 lar, yuqori temperaturalarda esa – St.35, 40, 30XMA, 25X2MFA, 4X14N14V2M va boshqa metallar qo'llaniladi. Flanetslarni hamma mahkamlovchi detallari uchun GOST va normallar mavjud va ularda ularning o'lchamlari keltirilgan.

Bolt va shpilkalarni hisoblash. Flanetsli birikmalar uchun bolt (shpilka)lar va gaykalar normallashtirish va standartlashgan bo'lishi kerak. Flanetsli birikma loyihalanayotganda quyidagi tavsiyalarni inobatga olish kerak: bolt (shpilka) diametri imkon doirasida kichik bo'lishi kerak, lekin 10 mm dan kam bo'lmasligi darkor; boltlar orasidagi masofa (2,5-5)·d_b bo'lishi kerak; boltlar iloji boricha zichlanish yuzasiga yaqin bo'lishi maqsadga muvofiq.. Bolt uzunligi flanetsli birikma yig'ilgandan so'ng, ya'ni gayka qo'yilib, tortilgandan so'ng gayka ustidan yana (2,5-5)·d_b masofaga chiqib turishi kerak.

Muhit bosimi ostidagi flanetsli birikma boltiga tushayotgan yuklama quyidagi formuladan topiladi:

$$Q_b = \frac{\pi}{4} (D_i + \frac{2}{3}b)^2 P + \pi \cdot D_s \cdot b_0 \cdot m \cdot P \quad (23.3)$$

bu yerda Q_b- boltlarga tushayotgan umumiy yuklama; D_i- qistirma ichki diametri; b – qistirma qalinligi; P – muhit ishchi bosimi; D_s-qistirma o'rtacha diametri (D_s=D_i + b); b₀ – qistirmaning hisobiy qalinligi, uning konstruksiyasiga qarab aniqlanadi; yassi qistirmalar uchun b < 0,012m bo'lganda b₀= b; b > 0,012m bo'lganda b₀=√b; ellips shaklidagi qistirmalar uchun b₀= b/4; m – qistirmaga ta'sir etayotgan solishtirma bosim koeffitsienti; yassi asbest yoki

asbest kompozitsiyali qistirmalar uchun $m=2,5$; gofrirlangan metal qobiqli asbest qistirma uchun $m=3$; alyuminiy qistirma uchun $m=4$; yumshoq po'lat qistirma uchun $m=5,5$.

Muhit bosimi ostida bo'lmagan, lekin flanetsli birikmani ishonchli zichlanishini ta'minlovchi boltlarga tushayotgan yuklama miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q_b = \pi \cdot D_s \cdot b_0 \cdot q_{pr} / 2 \quad (23.4)$$

bu yerda q_{pr} – qistirma yuzasiga tushayotgan bosim; yassi asbest yoki asbest kompozitsiyali qistirma uchun $q_{pr} = 30$; gofrirlangan metall qobiqli asbest qistirma uchun $q_{pr} = 40$; alyuminiy qistirma uchun $q_{pr} = 70$; yumshoq po'lat qistirma uchun $q_{pr} = 125$.

Q'_b va Q_b yuklamalaridan eng kattasi hisoblashlar uchun olinadi. To'rtga karrali (4,8,12,16 va h.) boltlar sonini tanlab, bitta boltga tushayotgan yuklama (Mn) aniqlanadi:

$$q_b = \frac{Q_b}{n_b} \quad \text{yoki} \quad q_b = \frac{Q'_b}{n_b} \quad (23.5)$$

Bolt yoki shpilka rezbasining ichki diametri d_1 ushbu tenglamadan topiladi:

$$q_b = \pi(d_1 - C_1)^2 \cdot \sigma_{r.e} / 4 \quad (23.6)$$

bu yerda C_1 – konstruktiv qo'shimcha, $C_1=0,001...0,002$; $[\sigma_{r.e}]$ – to'rt-besh karrali mustahkamlik zahirasida ruhsat etilgan kuchlanish.

Bolt yoki shpilka diametri GOST to'g'ri kelishi kerak. SHuning uchun, bolt diametrini (23.6) formuladan aniklangandan so'ng, q'_b topiladi. Boltlarga tushayotgan maksimal yuklama ushbu formuladan hisoblab topiladi:

$$Q_{max} = n \cdot q_b \quad (23.7)$$

Flanets parametrlari (disk qalinligi, payvandlash choklari) hisobiy yuklama Q_p ga nisbatan aniqlanadi:

$$Q_p = (Q_{max} + Q_{\delta min}) / 2 \quad (23.8)$$

bu yerda Q_{max} -(10.5) va (10.6) formulalar yordamida hisoblangan kuchlanishlarni eng kattasi.

23.7. TRUBA QUVURLARI ARMATURASI VA UNI TANLASH

Truba quvurlari, qurilma, idishlarda o'rnatiladigan va ishchi muhit oqimlarini boshqarishni taminlaydigan moslamalar armatura deb nomlanadi.

Funksional ish bajarishga qarab armatura quyidagi klasslarga bo'linadi: (yopuvchi) armatura, muhit oqimini to'xtatuvchi; rostlovchi armatura, muhit parametrlarini o'zgartiruvchi; saqllovchi armatura, sistemada bosim ortishini to'xtatuvchi; himoyalovchi armatura, to'satdan muhit parametrlarini o'zgarishi tufayli qurilmalarni buzilish oldini oluvchi; faza ajratuvchi armatura - bug' va gaz quvurlaridan kondensatni chiqarib turuvchi.

Istalgan klass armaturasi 3 ta asosiy elementdan tarkib topgan: qobiq, uzatma va ishchi organ. Ishchi organ egarsimon asos va unga nisbatan aylanuvchi zolotnikdan tuzilgan.

Armatura trubaga flanets, mufta yordamida yoki payvandlab mahkamlanishi mumkin. Kimyo sanoatida asosan flanetsli armatura keng tarqalgan. Truba quvurlari diametri 80 mm dan kam bo'lganda muftali armatura ishlatiladi. Bunday quvurlarda neytral va yonmaydigan muhitlar uzatiladi. Birlashtirish usuliga qat'iy talab qo'yilganda payvandlanuvchi armaturani qo'llash maqsadga muvofiq.

Qobiqning konstruksiyasiga qarab o'tish armaturasi va burchakli armaturalariga bo'linadi. O'tish armaturasida muhit o'z yo'nalishini o'zgartirmasdan harakatlansa, burchakli armaturada esa - harakat yo'nalishi 90° ga o'zgaradi.

Armatura ishchi qismini-qobiqqa zichlash usuliga qarab salnikli, silfonli va membranali armaturaga bo'linadi. Ishchi organ uzatmasi konstruksiyasiga qarab armaturalar quyidagicha bo'ladi: avtomatik; boshqariluvchi (elektr, pnevmo uzatmalar yordamida).

Tiqinli armatura. Ko'p seriyali qilib quyidagi tiqinli armaturalar ishlab chiqariladi. Zatvorlar sharsimon va probkasimon kranlarga bo'linadi. Sharsimon kran -qobiq (1), sharsimon tiqin (2) va shpindel (3) lardan iborat (23.8 - rasm). Tiqinli kranlar zichlash usuliga qarab salnikli yoki tortiluvchan bo'ladi. Salnikli kranda probka (2) va qobiq (1) lar konussimon yuzasida zarur zichlash bosimini salnik (3) ni siqib hosil qilinadi. Tortiluvchan kranlarda probka (1) ni qobiq (2) da zichlash gayka (3) ni burash yo'li bilan amalga oshiriladi (23.9b-rasm). Ushbu kranlar

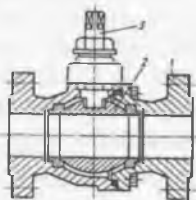
megapaskalning yuzdan bir ulushlaridan yuqori bo'lganda zarur zichlashni ta'minlay olmaydi. Shuning uchun, kimyo sanoatida bunday kranlar kamdan kam ishlatiladi.

Kranlar kichik o'lchamli, ixcham va gidravlik qarshiligi kam bo'ladi. Ularni, truba quvurlarida istalgan holatda o'rnatish mumkin. Lekin, vaqti-vaqti bilan ularni moylab turish kerak, bo'lmasa - qobiqqa «yopishib» qolishi mumkin.

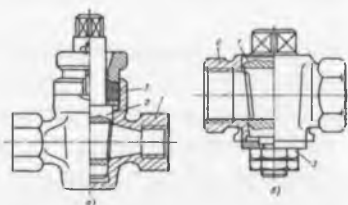
Kranni tezda yopish mumkin. Shu sababli, truba quvurlarida gidravlik zarba hosil bo'ladi. Shuni alohida ta'kidlash kerakki, bug' va issiq suyuqlik uzatuvchi truba quvurlarida qo'llash mumkin emas, chunki qobiq deformatsiyalanadi va tiqin unga yopishib qolishi mumkin.

Kranlar cho'yan, po'lat va latundan tayyorlanadi. 23.10-rasmda zolotnikda o'rnatilgan ftoroplast (charm yoki rezina) zichlovchi halqali (2) o'tkazuvchi ventil konstruksiyasi keltirilgan. Qobiq (1) va qopqoq (5) lar o'zaro paronit qistirma (4) yordamida zichlanadi. Salnik ostiga esa asbest arqondan qilingan qistirma qo'yiladi.

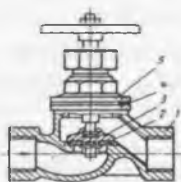
Tiqinli, burchakli ventillar o'lchash sistemasida tiqinli element va yuqori bosimli sintez qurilmalarida modda oluvchi sistemalarda ishlatiladi (23.11-rasm).



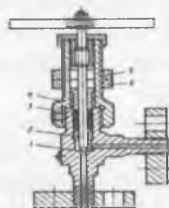
23.8-rasm. Sharsimon kran:
1-qobiq; 2-sharsimon; 3-shpindel.



23.9-rasm. Probkali kranlar:
1-qobiq; 2-konussimon probka; 3-salnik.



23.10-rasm. O'tkazuvchi ventil:
1-qobiq; 2-zichlovchi halqa; 3-zolotnik;
4-qistirma; 5-qopqoq.

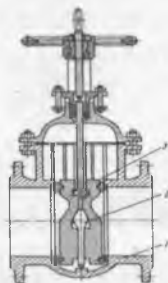


23.11-rasm. Tiqinli, burchakli ventil:
1-qobiq; 2-igna; 3-salnikning zichlovchi
materiali; 4-stoyka; 5-kontr gayka;
6-siquvchi gayka.

Ushbu ventillarni istalgan holatda o'rnatish mumkin, faqat muhit zolotnik ostidan kirishi kerak. Bunda, «yopiq» holatida shpindel salniki bosim ostida bo'lmaydi. SHunda, salnik ta'mirlashni truba quvuridagi suyuqlikni to'kmasdan olib borsa bo'ladi.

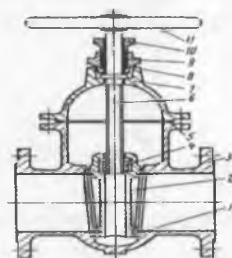
Ventillarni qo'llash sohasi juda keng. Ularni bug' va suv quvurlarida, qattiq zarrachalari yo'q suyuqliklarni uzatish tizimlarida o'rnatiladi. Agarda, suyuqlik tarkibida qattiq zarrachalar bo'lsa, uning zichlanishiga yoki yopilishiga halaqit beradi.

Zadvijkalarda disk yoki pona shaklidagi zatvor zichlanuvchi yuza bo'ylab harakatlanadi. Muhit oqimi zatvorga nisbatan perpendikulyar yo'nalishda bo'ladi. Trubada muhit bosimi past bo'lsa, parallel zadvijkalar, bosim yuqori bo'lsa – ponasimon zadvijkalar o'rnatiladi.



23.12-rasm. Harakatchan shpindelli parallel zadvijka:

1-qobiq; 2-pona; 3-shiber.



23.13-rasm. Qo'zg'almas shpindelli ponasimon zadvijka:

1-egar; 2-pona; 3-qobiq; 4-harakatchan gayka; 5,8-qistirma; 6-shpindel; 7-qopqoq; 9-salnik; 10-siquvchi gayka; 11-maxovik.

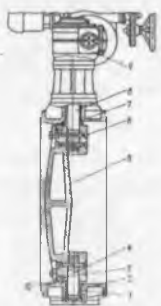
Parallel zadvijkalarda yonuvchi organ bo'lib, (2) bo'lakdan iborat shiber xizmat qiladi. Ikkala shiber orasida pona (2) o'rnatilgan. Agar, pona pastga tushsa, shiber ikkala bo'lagini yig'adi va zichlovchi yuzaga siqadi (23.12-rasm).

Ponasimon zadvijkalarda pona (2) pastga tushirilsa yoki yuqoriga ko'tarilsa, egar (1) ning zichlovchi halkalari bo'ylab harakatlanadi va zadvijkani yopadi yoki ochadi. SHpindel (6) aylantirilganda ponani ilgarilanma harakatlantiradi. SHpindel salnik yordamida zichlanadi (23.13 - rasm).

Zadvijkalar ochish yoki yopish uchun shpindel juda ko'p aylantirilishi kerak. SHuning uchun, katta diametrli zadvijkalar

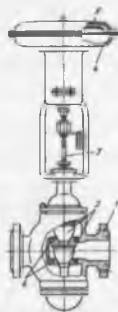
elektr uzatma yordamida ochiladi yoki yopiladi. Parallel zadviijkalar, odatda suv uzatish quvurlarida o'rnatiladi va ular pnevmo yoki gidrouzatmali qilib tayyorlanadi.

Suyuqlik oqimiga perpendikulyar o'qda aylanuvchi disk ko'rinishidagi zatvorli zadviijka – zaslonka deyiladi. Bu turdagi moslamalar muhitning bosimi past va tiqinli organning zichlanishiga talablar yuqori bo'lmaganda, hamda katta diametrli truba quvurlarida ishlatiladi.



23.14-rasm. Diskli zaslonka (to'siq):

1,7-podshipniklar; 2-qobiq; 3-siquvchi xalqa; 4-o'q; 5-disk; 6-shtift; 8-val; 9-elektr uzatma; 10-rezinali halqa.



23.15-rasm. Membranali ijrochi mexanizmlı rostlovchi klapan:

1-qobiq; 2-zatvorlar; 3-shtok; 4-ijrochi mexanizm; 5- membrana; 6-egar.

Zaslonkalar qo'l yordamida, gidro-, pnevmo- yoki elektr uzatmalar yordamida boshqariladi.

23.14-rasmda suv quvurlarida o'rnatiladigan po'lat diskli zaslonka (to'siq) keltirilgan. Ushbu moslama vertikal va gorizontali truba quvurlarida o'rnatish mumkin. Unda ishchi organ bo'lmish disk (5) o'q (4) atrofida aylanadi.

Sikuvchi halqa (3) disk ariqchasiga qo'yilgan rezina qistirma (10) ni mahkamlaydi va uning yordamida zichlanadi.

Val (8) ning harakatchan birlashmasi - qobiq (2) bilan salnik orqali zichlanadi.

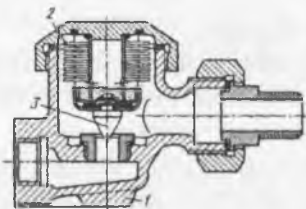
Rostlovchi armatura-bu avvalambor, rostlovchi klapan va ventil, aralashtiruvchi klapan, reduksiyali klapan va sath rostlagichlardir. Avtomatik rostlash sistemalarida rostlovchi klapan muhit sarfini boshqaradi. 23.15-rasmda membranali ijrochi mexanizmlı rostlovchi klapan keltirilgan. Klapanni boshqarish masofaviy: impuls bevosita ijrochi mexanizm (4) ning membranasi

(5) ga uzatiladi va ma'lum kuch natijasida shtok (3) (zatvor (2) bilan) ni harakatga keltiradi.

Turli muhitlarni ma'lum proporsiyalarda aralashtirish uchun aralashtiruvchi klapanlar ishlatiladi. Rostlovchi va aralashtiruvchi klapanlar elektrik yoki pnevmatik mexanizmlarga ega.

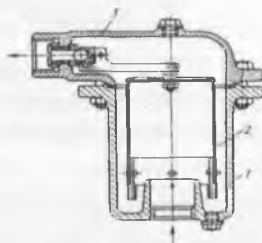
Faza ajratuvchi armatura asosan kondensat ajratgichdan iborat bo'lib, truba quvurlaridan kondensatni chiqarib olish uchun ishlatiladi. Ushbu moslamalar avtonom holda ishlaydi, ya'ni truba quvurlarida yig'ilib qolgan kondensatni vaqti-vaqti bilan chiqarib turadi. Ishlash prinsipi kondensat va bug'ning temperatura yoki zichliklari farqiga asoslangan (10.16 - rasm).

Hozirgi kunda asosan termostatik va poplovokli kondensat ajratgichlar qo'llaniladi (23.16, 23.17 - rasm). Moslama qobig'i (1) da tiqinli organ (3) zolotniki bilan bog'langan suyuqlik to'ldirilgan silfonli termostat (2) joylashtirilgan.



3.16-rasm. Termostatik kondensat ajratgich:

1- qobiq; 2 - silfonli termostat; 3 - zolotnik.



23.17-rasm. Poplavokli kondensat ajratgich:

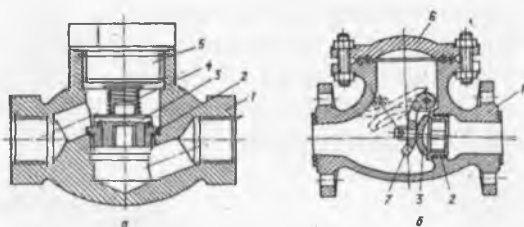
1-qobiq; 2-poplavok; 3-qopqoq.

Moslama ichiga kondensat to'lishi bilan uning temperaturasi pasayadi. Natijada, silfon ichidagi bosim kamayadi, zolotnik qo'tariladi va sistemadan kondensat to'kila boshlaydi. Kondensat to'liq chiqib bo'lgandan so'ng, moslamaga bug' kira boshlaydi. So'ng, temperatura ko'tarila boshlaydi va oqibatda bosim ortadi. Bosim ortishi zolotnik tushishiga sababchi bo'ladi va kondensat chiqish teshigini yopadi.

Saqlovchi va himoyalovchi armatura. Saqlovchi armatura truba quvurlari va qurilmalarda ruxsat etilmagan yuqori bosim hosil bo'lishini oldini oladi. Ko'pincha saqlovchi klapan va yirtiluvchi membranalar qo'llaniladi.

23.8. KLAPANLAR

Teskari klapanlar. Ko'pincha, kimyo va neftni qayta ishlash texnologik tizimlarda muhitni orqaga harakatlanishini oldini olish kerak. Bunday hollarda teskari klapanlar ishlatiladi. Bu turdagi moslamalar muhitni faqat bir tomonga o'tkazadi, ya'ni muhit yo'nalishi teskari tomonga harakatlansa – ushbu klapan truba quvuri avtomatik ravishda to'sib qo'yadi. Hamma teskari klapanlar konstruksiyasiga qarab ikkiga bo'linadi: ko'tariluvchi va buriluvchi (23.18 - rasm).

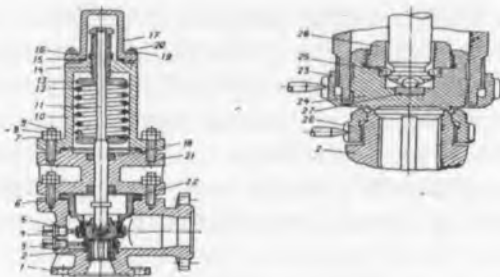


23.18 - rasm. Teskari klapanlar:

a – ko'tariluvchi; b – buriluvchi; 1 – qobiq; 2 – egar; 3 – klapan; 4 – prujina; 5 – klapan ko'tarilishini chegaralovchi probkali qopqog'; 6 – qobiq qopqog'i; 7 – burish richagi.

Saqlovchi klapanlar. Texnologik qurilma va mashinalarda, bosim ruhsat etilgandan yuqoriga ko'tarilishi mumkin emas. Buning uchun qurilmalarda va texnologik tizimlarda saqlovchi klapanlar o'rnatiladi va ular qurilmadan ma'lum miqdordagi muhitni chiqarib yuboradi va natijada bosim rostlanadi. Qurilmada zarur bosim o'rnatilgandan so'ng klapan yana yopiladi.

Klapanlar richagli va prujinali (23.19-rasm) bo'ladi. Bug' qozonlari va truba quvurlarida asosan richagli klapanlar qo'llaniladi. Portlovchi va zaharli muhitlar uchun mo'ljallangan qurilmalarda bu turdagi klapanlarni qo'llash man etiladi. Montaj davrida klapan richagi gorizontal holatda bo'lishiga qat'iy rioya qilish kerak.



23.19 - rasm. Prujinali saqllovchi klapan:

1 – qobiq; 2 – soplo; 3,4 – mahkamlovchi vint; 5,15 – qistirma; 6 – gofrirlangan qistirma; 7,19 – gaykalar; 8,16 – kontr gaykalar; 9,20 – shpilkalar; 10 – qopqoq; 11 – shtok; 12 – prujina; 13 – tayanch shayba; 14 – rostlovchi shayba; 17 – qalpoq; 18 – vtulka; 21 – ajratgich; 22 – yo'naltiruvchi vtulka; 23,26 – rostlovchi vtulkalar; 24 – zolotnik; 25 – kesuvchi halqa; 27 – podushka; 28 – gayka.

Yopiq turdagi prujinali klapanlar chiqarilayotgan muhitni atmosferaga tarqalishiga yo'l qo'ymaydi. Bunda, ortiqcha muhit maxsus kondensatsion sistemaga tushadi yoki yondirib yuborish uchun faketga yo'naltiriladi.

Ushbu klapaning eng asosiy detali – bu prujina. Odatda u 50XFA markali po'latdan yasaladi. Uning temperaturasi 200°S dan oshmasligi kerak, shuning uchun muhit temperaturasi 300-600°S bo'lganda maxsus to'siq bilan issiqlik manbaidan ajratib qo'yish zarur.

Prujinali klapanlar 15; 25; 40; 50; 80; 100; 150mm shartli diametr va 1,6; 2,5; 4,0; 6,4; 10,0; 16,0 MPa shartli bosimga chidamli qilib tayyorlanadi.

Armaturalarni tanlash. Truba quvurlarining diametri 50mm va undan yuqori bo'lganda asosan zadviyka ishlatiladi. Bunga sabab, uning minimal gidravlik qarshiligi, zatvorning mukammal zichlanishi va muhit yo'nalishi o'zgarishiga moyilligidir.

Truba quvurlari diametri 50mm dan kam bo'lganda ventillar qo'llaniladi. Ventillarning asosiy afzalliklari – bu zichlovchi yuzalar ishqalanish yo'qligi, muhit tarkibidagi qattiq zarrachalar bilan shikastlanmasligi kafolati; yuqori bosimlarda ham qo'llash mumkinligi.

Diskli zaslonka(to'siq)lar temperaturasi $\leq 80^{\circ}\text{S}$, shartli diametr ≤ 2000 mm va shartli bosim 1,6 MPa gacha bo'lgan suyuq va gazsimon, neytral muhitni uzatuvchi trubada o'rnatiladi.

Armaturani tanlashda uzatilayotgan muhitning korrozion faolligi, yonuvchanligi va zaharligiga ahamiyat berish zarur.

Yonuvchan, zaharli, portlash xavfi bor muhitlar, suyultirilgan gazlarni uzatuvchi tuba quvurlarida faqat po'lat zadvijskalar qo'llaniladi.

Cho'yandan yasalgan armaturani yonuvchan gaz ishchi temperaturasi -30 dan $+150^{\circ}\text{S}$ gacha, bosimi $\leq 1,6$ MPa, kul rang cho'yandan yasalgani esa - temperaturasi -10 dan $+100^{\circ}\text{S}$ gacha, bosimi $\leq 0,6$ MPa bo'lgan gaz quvurlarida ishlatish tavsiya etiladi.

Normativ talablarga binoan, muhit ishchi bosimi va temperaturasidan qat'iy nazar, cho'yan armaturalarni quyidagi hollarda ishlatish tavsiya etilmaydi:

- A guruhidagi zaharli moddalar uchun;
- qaynash temperaturasi 45°S dan past engil yonuvchan va suyultirilgan uglevodородlar uchun;
- tuba quvurlarida tebranish uyg'otadigan gazlar uchun;
- tuba devori 0°S dan past bo'lganda muzlaydigan suv bug'i va boshqa suyuqliklarni uzatish uchun;
- atrof-muhit temperaturasi -30°S dan temperaturalarda.

Agar, tuba quvurlari atrof-muhit -40°S dan past temperaturalarda ishlatilayotgan bo'lsa, legirlangan po'lat va maxsus qotishmalardan yasalgan armatura qo'llanishi zarur.

Yuqori korrozion faol suyuqliklar uzatilganda, korrozion bardosh materiallardan yasalgan armatura ishlatilishi maqsadga muvofiq.

Zaharli, olov va portlash xavfi bor muhitlarni tuba quvurlari orqali haydalganda, silfonli armaturani o'rnatish kerak.

Armatura kamdan-kam ochib-yopilganda, qo'l yordamida boshqarish mumkin. Agarda, armatura tez-tez ochib-yopilsa elektr-, pnevmo- va gidrouzatmali armatura qo'llaniladi. Ochiq maydon, namligi yuqori quduqlarda va atrof-muhit temperaturasi -40°S dan past bo'lgan hollarda elektr uzatmali armaturani ishlatib bo'lmaydi.

Truba diametri 80mm dan kam bo'lsa, armatura rezbali birikma yordamida birlashtiriladi, chunki rezbali birikmalarda

elementlar soni minimal va konstruksiyasi sodda bo'ladi. Agar, truba quvurlari tez-tez tozalashni talab etsa, kichik diametrli quvurlarda flanets birikmalar qo'llaniladi. Lekin armaturani trubaga mahkamlashning eng puxta usuli – bu payvandlashdir. SHuning uchun, yonuvchan, zaharli, portlovchi muhitlar uzatiladigan quvurlarda imkoni boricha payvandlash usulida birlashtiriladi.

Bosimi va temperaturasidan qat'iy nazar, kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalar va tutovchi kislotalar truba quvurlari orqali uzatilganda hamma flanetsli birikmalarning zichlovchi konstruksiyasi «ship-paz» qilib tayyorlanadi.

23.9.TRUBA QUVURLARINI SINASH

Montaj yoki ta'mirlashdan so'ng va ekspluatatsiyaga tushirishdan avval hamma truba quvurlarida mustahkamlik va zichlik sinovlari o'tkazilishi shart. Ko'pincha, truba quvurlar gidravlik, kamroq pnevmatik sinovlar qo'llaniladi. Sinash bosimi odatda truba quvurining pasportida beriladi; agar bosim berilmagan bo'lsa, bosim ostida ishlaydigan qurilmalarni sinovdan o'tkazish yo'riqnomasiga tayanib amalga oshiriladi. Truba quvuri sinov bosimi ostida 5 min davomida ushlab turiladi va undan keyin ishchi bosimgacha asta – sekin pasaytiriladi va kuzatuvdan o'tkaziladi.

Umumiy sinovdan tashqari, alohida payvand choklari rentgen nuri yoki ultratovush yordamida mustahkamligi tekshiriladi. Agarda, payvandlash ishlari atrof muhit temperaturasi 0°S dan past bo'lganda qilingan bo'lsa, 100% payvand choklari rentgen nuri nazoratidan o'tkaziladi.

Shu bilan birga, hamma payvand choklari tashqi tekshiruv orqali sifati aniqlanadi.

Ekspluatatsiyaga topshiriladigan truba quvurining sxemasi, tekshiruv akti, mustahkamlik va zichlik sinovlari aktlarini o'zida mujassam qilgan pasporti bo'lishi shart.

23.10.TRUBA QUVURLARINI EKSPLUATATSIYA QILISH

Truba quvurlarini ekspluatatsiya qilishda temperatura va bosim hisoblangan ko'rsatkichlardan ortib ketmasligi kerak. Agar, truba quvuri zichlanishi buzilganda, u darhol muhit uzatuvchi va

siquvchi sistemadan uzilishi va kamchiliklari bartaraf qilinishi kerak. Har bir truba quvurida o'tkazilgan hamma ishlar ekspluatatsiya jurnalida qayd etilishi shart.

Truba quvurini nazorat qiluvchi xodimlar quvur tashqi tomoni holatini, hamda tayanch, osma moslama, kompensator, issiqlik qoplama va boshqalarni tekshiruvdan o'tkazishadi.

Undan tashqari, payvand choklarining mustahkamligi va zichlanishi, flanetsli birikma va boshqalar holati nazorat qilinib, so'ng ekspluatatsiya qilish mumkinligi belgilanadi.

Odatda, truba quvurida oqim yo'nalishi o'zgaruvchi joylarda eng ko'p emiriladi va u yerda mahalliy gidravlik qarshiliklar hosil bo'ladi.

Armaturalar holati alohida nazoratda bo'lishi kerak. Ularning har doim germetik va shpindellarning zichlanish moslamalarining muntazam kuzatilishi buzilmasdan ishlashining kafolatidir.

Armatura maxovigi qo'shimcha richag va moslamalar yordamida emas, balki ishonchli va ortiqcha kuchsiz oson ochilib yopilishi kerak.

23.11.TRUBA QUVURLARINI HISOBLASH

Truba quvurlarining diametrini to'g'ri aniqlash, ularni qurish va montajiga, hamda energetik va ekspluatatsion sarflar qancha bo'lishini belgilaydi. Truba diametrini aniqlashda asos bo'lib, ish unumdorligi va uzatilayotgan muhitning tezligi xizmat qiladi. Truba diametri sekundli sarf tenglamasidan aniqlanadi:

$$V_s = \omega \frac{\pi D_i^2}{4} \quad \text{dan} \quad D_i = \sqrt{\frac{4V_s}{\pi\omega}} \quad (23.9)$$

bu yerda D_i - truba ichki diametri; V_s - hajmiy sarf; ω - suyuqlikning o'rtacha tezligi.

SHunday qilib, truba diametri narxi unda harakatlanayotgan suyuqlik tezligi bilan belgilanadi. Lekin, suyuqlik tezligi qancha ko'p bo'lsa, napor yo'qotilishi shuncha katta bo'ladi. Bu esa, o'z navbatida suyuqlikni uzatish uchun ketayotgan energetik sarflarni ortishiga olib keladi. Shuning uchun, berilgan ekspluatatsiya sharoitlari uchun truba diametrini hisoblashdan avval, suyuqlikning optimal tezligini aniqlash kerak. Buning uchun truba quvuri

gidravlik qarshiligini, ya'ni ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni bilish kerak.

Truba quvurlarida ishqalanish qarshiligi ushbu formuladan topiladi:

$$h_{\text{ishq}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2g} \quad (23.10)$$

bu yerda l – truba quvuri uzunligi; λ - ishqalanish koeffitsienti.

Suyuqlik laminar harakat rejimida ishqalanish koeffitsienti ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

Turbulent rejim ($\text{Re} = 4 \cdot 10^3 \dots 10^5$) da esa

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt{\text{Re}}}$$

Mahalliy qarshiliklar tufayli napor yo'qotilishi quyidagi formuladan topiladi:

$$h_{\text{m,q}} = \sum \xi_{\text{m,q}} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (23.11)$$

Truba quvurlarining turli konstruksiyadagi elementlari mahalliy qarshilik koeffitsientlarining qiymatlari adabiyotlarda keltirilgan [2,4,6,7].

Yuqorida keltirilgan formulalardan ko'rinib turibdiki, trubaning optimal diametrini aniqlash uchun suyuqlik tezligini belgilab olishimiz kerak. Albatta, bu tezlik texnik-iqtisodiy hisoblashlar asosida bajarilishi lozim. 10-3 jadvalda gaz, bug' va suyuqliklarning tavsiya etilgan tezliklarining o'zgarish chegaralari keltirilgan.

23-3 jadval

Suyuqliklar		Gazlar	
Muhit	w, m/s	Muhit	w, m/s
Qovushoqligi past	<3	0,1 MPa dan past bosimda	8-15
Qovushqoq	<1	0,1 MPa dan yuqori bosimda	20-30
Erkin harakatlanuvchi	0,2-1	O'ta qizigan suv bug'i	30-50
Majburiy harakatlanuvchi	1-3		

Truba quvurlariga ekspluatatsiya davrida muhit bosimi, o'z massasi, temperatura deformatsiyasi, harakatchan tayanch va salnikli kompensatorlarda ishqalanish, shamol yuklamasi ta'sir etadi. Ushbu yuklamalarni hisobga olgan holda truba quvuri mustahkamligini ta'minlovchi hisoblash o'tkaziladi. Truba diametri D va undagi bosim P lar ma'lum bo'lsa, truba devorining qalinligini quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$s = \frac{PD_i}{(2,3[\sigma] - P)\varphi} + C \quad \text{yoki} \quad s = \frac{PD_i}{2,3[\sigma]\varphi + P} + C \quad (23.12)$$

bu yerda $[\sigma]$ – ruhsat etilgan kuchlanish; φ – bo'ylama payvand chokining mustahkamlik koeffitsienti; C – korroziyaga qo'shimcha, odatda 0,5-5mm oraliqda qabul qilinadi.

Truba devori qalinligi aniqlangandan so'ng, egilmaslik shartidan kelib chiqqan holda, tayanchlar orasidagi eng maksimal oraliq l ushbu formuladan topiladi:

$$l = \sqrt{\frac{12 \cdot [\sigma] \cdot w}{100 \cdot q_0}} \quad (23.13)$$

bu yerda $[\sigma]$ – truba materiali egilishiga ruhsat etilgan kuchlanish, $[\sigma] = 45-40$ MPa; w – truba ko'ndalang kesimining qarshilik momenti; q_0 – egishga olib keluvchi hisob yuklamasi.

$$q_p = n_1 q_{mp} + n_2 q_{iz} + n_3 q_{iz} + n_4 q_v \quad (23.14)$$

bu yerda q_{mp} –bir metr truba massasi; q_{np} – bir metr trubadagi mahsulot massasi; q_{iz} – bir metr issiqlik qoplama massasi; q_v – bir metr trubaga tushayotgan shamol yuklamasi; n – yuklama koeffitsienti (odatda $n_1=n_2=1,1$; $n_3=n_4=1,2$). Ichki bosimni hisobga olgan tayanchlar orasidagi eng maksimal masofaning aniq qiymati l ushbu formuladan hisoblanadi:

$$l = \sqrt{\frac{\left(R^2 - \frac{P \cdot D_i}{4 \cdot s_0}\right) \cdot w_m}{8,33 \cdot q_p}} \quad (23.15)$$

bu yerda s_0 – korroziyani hisobga olmagan holatdagi truba devorining qalinligi; m – ish sharoiti koeffitsienti, odatda $m = 0,8$. Truba quvuri tayanchlarning o'rtasidagi maksimal egilish ushbu formuladan topiladi:

$$f = \frac{q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad (23.16)$$

bu yerda E – truba materialining elastiklik moduli; I – truba ko'ndalang kesimining inersiya momenti. Ko'pchilik truba quvurlari uchun tayanchlar orasidagi masofa normallashtirilgan va maxsus adabiyotlarda keltirilgan.

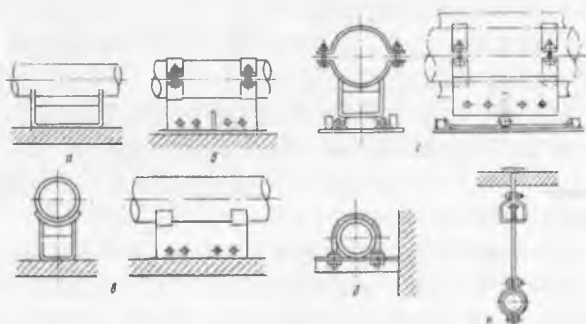
Truba quvurlari tayanch va osma moslamalari qurilish yoki metall konstruksiyalarga o'rnatiladi. Albatta, ikkala konstruksiya ham yonmaydigan va olovbardosh bo'lishi kerak. 23.21-rasmda tayanch va osma moslamalarning ayrim konstruksiyalari keltirilgan.

Tayanchlarni tanlash uchun asosiy mezon – bu hisoblangan yuklama qiymatidir. Tayanchlar uchun GOST va normallar ishlab chiqilgan. Tayanchga tushayotgan vertikal yuklama (23.17) va shamol yuklamasi esa (23.18) formuladan aniqlanadi:

$$Q_v = 1,5 \cdot q_p \cdot l \quad (23.17)$$

$$Q_{v1} = 1,5 \cdot q_v \cdot l \quad (23.18)$$

Bu yerda shamolning tezlik napori; D – issiqlik qoplamali truba diametri. Agar, atrof-muhit temperaturasi 0°S dan past bo'lsada, uzatilayotgan muhitlarning truba quvurlari maxsus xomutli tayanchlarga o'rnatiladi. Xomut va truba orasiga yog'och qistirma qo'yiladi. Nometall truba quvurlari esa, elastik qistirmalar (masalan, rezina) qo'yish tavsiya etiladi.



23.21 - rasm. Truba quvurlar tayanchlari:

a – qo'zg'almas, payvandlangan; b – qo'zg'almas, xomutlarga mahkamlangan; v – harakatchan; g – g'ildiraklarga o'rnatilgan; d – kronshteynga o'rnatilgan; e – osma.

Ekspluatatsiya jarayonida texnologik truba quvurlari tebranishlarga duchor bo'lishi mumkin. Ushbu hodisaning oldini

olish uchun maxsus amortizator va qo'shimcha tayanchlar o'rnatiladi. Odatda, tayanchlar og'ir, massiv poydevorlarga o'rnatiladi, chunki bunda tebranishlar texnologik qurilmalarning boshqa konstruksiyalariga o'tmaydi.

23.12.TRUBALARNI TANLASH

Texnologik truba quvurlarida ishlatiladigan truba, flanets, birlashtiruvchi va mahkamlovchi detallar GOST, texnik shart va normalar talablariga mos kelishi kerak.

Tayyorlash usuliga qarab choksiz va payvandlangan trubalar bo'ladi. Choksiz trubalar sovuq tortilgan, juvalangan, issiq juvalangan va krekingli bo'lishi mumkin. Payvandlangan trubalar elektr payvandlab yasaladi va choklar ko'ndalang va bo'ylama qilib bajariladi.

Po'lat trubalardan tashqari, viniplast, polietilen, emal, rezina va shisha bilan qoplangan trubalar keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

Ushbu trubalar po'lat trubalar mustahkamligiga va qoplama materialining korrozion bardoshligiga ega. Undan tashqari, bu trubalarga birlashtiruvchi detallar ham mos ravishda ishlab chiqariladi. Trubalar o'lchamlari va qo'llash chegaralari GOST va texnik shartlar bilan belgilanadi.

Rangli metallardan, asosan mis va alyuminiy trubalari sanoat miqyosida keng qo'llaniladi.

Diametri 219 mm gacha o'lchamli bimetall (tashqi qatlam uglerodli po'lat – ichki qatlam legirlangan po'lat (yoki teskari), tashqi qatlam mis – ichki qatlam uglerodli po'lat yoki teskari) trubalar ham ishlab chiqariladi.

Hozirgi kunda plastmass trubalar keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Ular po'lat trubalardan korrozion bardoshligi, kichik massasi va boshqa afzalliklari bilan po'lat trubalardan farqlanadi. Lekin yuqori temperaturalarda mustahkamligi juda past. Masalan, 50°S dan yuqori temperaturalarda polietilen trubalarni qo'llab bo'lmaydi. Sanoat miqyosida viniplast trubalar 60°S va 0,6 MPa bosimgacha faolit, 160°S va 0,6 MPa bosimgacha bosimgacha polietilen, polipropilen, grafitoplast ATM-1, ftoroplast-4 trubalar chiqariladi.

Ftoroplast trubalar yuqori korroziyaga qarshi dielektrik xossalari hamda past va yuqori temperaturalar (qo'llash sohasi - 100 dan +250°S) gacha va yuqori (boshqa metalmas trubalarga nisbatan) mustahkam. Yanada katta mustahkamlikka shishaplastik (bog'lovchi smolalar shimdirilgan shisha tolalar) trubalar ega. Bu trubalar korrozion bardosh va kichik massaga ega, lekin gaz yutish xossali bo'lgani uchun sanoatda qo'llanishi cheklangan.

Korrozion – faol mahsulotlarni uzatish, hamda shlam chiqarish va kanalizatsiya trubalari uchun yuqori kremniyli cho'yan trubalar qo'llaniladi.

Trubalar devorining qalinligi va diametri quvurning uzunligi bilan belgilanadi.

Truba quvurining ichki diametri gidravlik hisoblashlar asosida aniqlanadi. Buning uchun muhit sarfi, xossalari va holati berilgan bo'lishi kerak. Odatda, truba quvurining shartli ichki diametri deganda, trubaning nominal ichki diametri tushuniladi. Trubaning haqiqiy diametri uning devori qalinligiga bog'liq. Ko'pincha haqiqiy va shartli o'tish diametrlari bir biriga teng.

Shartli o'tish diametrlari unifikatsiyalangan. Bu truba detallari va armaturalarni o'zaro oson almashtirishni ta'minlaydi. GOST bo'yicha quyidagi shartli diametrlar bo'ladi (mm): 10, 15, 20, 25, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600. Diametri 175, 450, 700, 900, 1100mm li trubalarni umumiy truba quvurlari uchun qo'llash tavsiya etiladi.

Truba o'lchami ikkita raqam bilan belgilanishi qabul qilingan, ya'ni tashqi diametri va devorining qalinligi. Masalan, 76x6 (tashqi diametr 76mm, devorining qalinligi 6mm). Trubalar to'g'risidagi to'liq ma'lumot ular uchun kasr ko'rinishida o'rnatilgan shartli belgilash berilgan bo'ladi. Kasr suratida truba tashqi diametri (mm), devorining qalinligi, to'liq uzunligi yoki karrali uzunligi (ya'ni, qoldiqsiz bo'linadigan truba uzunligi) va truba uchun GOST keltirilgan; maxrajda esa – truba materialining jo'natish guruhi va material GOSTi.

GOST da turli materiallardan tayyorlangan katta qatorda trubalar tipik o'lchamlari nazarda tutilgan.

Shartli bosim deganda, "muhit temperaturasi 200°S dan oshmagan" temperaturada truba quvurining hisoblangan shartli bosimi tushuniladi.

Truba quvuri ekspluatatsiya jarayonidagi nominal bosim ishchi bosim deb hisoblanadi. Muhit temperaturasi 200°S gacha bo'lgan hollarda ishchi va shartli bosimlarni bir xil deb qabul qilsa bo'ladi. Bundan yuqori temperaturalarda ruhsat etilgan ishchi bosim har bir holat uchun jadvallarda berilgan ma'lumotlardan tanlanadi. 23-6 jadvalda 2MX markali (xrom-molibdenli) truba va armatura uchun ishchi bosimlar keltirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1.3.Салимов. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Олий ўқув юртлари талабалари учун дарслик. Т.1. - Тошкент: Ўзбекистон, 1994. - 366 б.

2.Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Том. 2. Т.: Ўзбекистон, 1995. – 237 б.

3.Салимов З., Раҳмонов Т. Кимёвий ишлаб чиқариш жараёнлари ва қурилмалари. Т.: Университет. 2003. – 320 б.

4.Салимов З., Раҳмонов Т. Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари. I қисм. Т.: Чўлпон, 2007. – 255 б.

5.Salimov Z. Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunlari. Т.: “Aloqachi”, 2010. 508 б.

6. Jumaev Q.K. va boshqalar. Neft va gazni qayta ishlash korxonalari jihoz va qurilmalari. Т.: Muharrir, 2018 у., 224 б.

7. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1999. - 551с.

8. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2-е. В 2-х кн.: Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. Химия, 1995.- 400 с.

9.Дытнерский Ю.И., Борисов Г.С., Брыков В.П. и др. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО ТИД «Альянс», 2008. – 496 с.

10. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат саноати жараёнлари ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва масалалар. Тошкент: Тош КТИ, 1999. - 351 б.

11. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С. ва б. Кимё ва озиқ-овқат саноатининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. Тошкент: ТошКТИ, 2000.- 231 бет.

12. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. 753 с.

13. Юсупбеков Н.Р., Нурмухаммедов Х.С., Зокиров С. Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. Тошкент: Шарқ, 2003. – 644 б.

14. Рудин М.Г., Смирнов Г.Ф. Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. Л.: Химия, 1984.

15. Беркман Б.Е. Основы технологического проектирования производств органического синтеза. - М.: Химия, 1980.

16. Рейхсфельд В.О., Еркова Л.Н. Оборудование производств основного органического синтеза и синтетических каучуков. Л.: Химия, 1984.

17. Фармазов С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. М.: Химия, 1984.

18. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. М.: Недра, 2000. – 677 с.

19. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. М.: Химия, 1980. – 407 с.

20. Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Щелкунов В.А., Круглов С.А. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки (краткий справочник). М.: Нефть и газ, 1996. – 155 с.

21. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией Глаголевой О.Ф., Капустина В.М. М.: Химия, Колосс, 2006. – 400 с.

22. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М.: Химия, 1987. – 540 с.

23. Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. Л.: Химия, 1982. – 288 с.

24. Романков П.Г., Фролов В.Ф. Теплообменные процессы химической технологии. Л.: Химия, 1982. – 288 с.

25. Richard Turton, Richard C. Bailie, Wallace B. Whiting Joseph A. Shaeiwitz Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. 2009 p.1144.

26. Couper J. Chemical Process Equipment Selection and Design 2nd ed. 2005.

MUNDARIJA

Soʻz boshi	3

BIRINCHI QISM. JIHOZLAR HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

I BOB. KIRISH. "NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH ZAVODLARI JIHOZLARI VA LOYIHALASHTIRISH" FANINING VAZIFASI VA MAQSADI

1.1. Mashina va apparatlar haqida umumiy tushunchalar	5
1.2. Uskunalarining asosiy sinflari va ularning tarkibi	7
1.3. Ishlab chiqarish uskunalariga qoʻyiladigan asosiy talablar	8
1.4. Uskunalarni hisoblash metodlari	9
1.5. Texnologik hisoblash	9
1.6. Mexanik hisoblash	12

II BOB. APPARAT VA JIHOZLARNI TAYYORLASH UCHUN ISHLATILADIGAN ASOSIY MATERIALLAR VA ULARNI TANLASH

III BOB. USKUNALARNING YEDIRILISHI

3.1. Yedirilishning asosiy turlari	22
3.2. Yedirilish miqdorini oʻlchash va nazorat qilish usullari	29
3.3. Yedirilish oldini olish usullari	34

IKKIINCHI QISM. GIDROMEXANIK JARAYONLAR VA JIHOZLAR

IV BOB. SUYUQLIK VA GAZLARNI UZATISH

4.1. Umumiy tushunchalar	43
4.2. Nasos bosimi va soʻrish balandligi	44
4.3. Markazdan qochma nasoslar	48
4.4. Porshenli nasoslar	55
4.5. Boshqa turdagi nasoslar	58
4.6. Gaz siqishning termodinamik asoslari	65
4.7. Ventilatorlar	69
4.8. Markazdan qochma kompressor va gazoduvkalar	71
4.9. Porshenli kompressorlar	74
4.10. Rotorli kompressorlar	79
4.11. Vakuum-nasoslar	82

V BOB. TURLI JINSLI SISTEMALARNI AJRATISH

5.1. Umumiy tushunchalar	85
5.2. Ogʻirlik kuchi taʼsirida choʻktirish	87
5.3. Markazdan qochma kuch maydonida choʻktirish	97
5.4. Elektr maydonida choʻktirish	108
5.5. Filtrlash	113
5.6. Gazlarni suyuqlik yordamida tozalash	122

VI BOB. SUYUQ MUHITLARNI ARALASHTIRISH

6.1. Umumiy tushunchalar	125
6.2. Mexanik usul bilan aralashtirish	126
6.3. Pnevmatik aralashtirish	130

6.4. Aralashtirishning boshqa usullari.....	132

VII BOB. NEFT, GAZ VA NEFT MAHSULOTLARINI SAQLASH IDISHLARI

7.1. Silindrsimon vertikal rezervuarlar.....	136
7.2. Tomchi ko'rinishidagi rezervuarlar.....	140
7.3. Sharsimon rezervuarlar.....	141
7.4. Rezervuarlardan foydalanish.....	142
7.5. Gazgolderlar.....	145

UCHINCHI QISM. MEXANIK JARAYONLAR VA JIHOZLAR

VIII BOB. QATTIQ MATERIALLARNI MAYDALASH

8.1. Umumiy tushunchalar.....	147
8.2. Maydalash mashinalarining prinsipial sxemalari.....	150
8.3. Maydalash mashinalarining tuzilishi.....	151
8.5. Maydalanish mashinalarini hisoblash.....	156

IX BOB. QATTIQ MATERIALLARNI SINFLASH, SARALASH VA ARALASHTIRISH

9.1. Umumiy tushunchalar.....	159
9.2. Mexanik usul bilan sinflash.....	159
9.3. Gidravlik sinflash va separatsiya.....	162

TO'RTINCHI QISM. ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARI VA JIHOZLARI

X BOB. ISSIQLIK O'TKAZISH ASOSLARI

10.1. Umumiy tushunchalar.....	165
10.2. Issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi.....	166
10.3. Issiqlik o'tkazuvchanlik.....	170
10.4. Issiqlik nurlanishi.....	172
10.5. Konvektiv issiqlik almashinish.....	177
10.6. Issiqlik berish va o'tkazish koeffitsiyentlarining qiymatlari.....	182
10.7. Issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi.....	183
10.8. Issiqlik o'tkazish jarayonlarini jadallashtirish.....	185

XI BOB. ISSIQLIK ALMASHINISH USKUNALARI

11.1. Umumiy tushunchalar.....	187
11.2. Qobiq quvurli issiqlik almashinish apparatlari.....	187
11.3. Issiqlik almashinish apparatlarining boshqa turlari.....	193
11.3.1. Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmalari.....	193
11.3.2. "Quvur ichida quvur" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi.....	194
11.3.3. Plastinali issiqlik almashinish qurilmasi.....	195
11.3.4. G'ilofli issiqlik almashinish qurilmasi.....	196
11.3.5. Sirtiy va aralashtiruvchi kondensatorlar.....	197
11.4. Yuzali issiqlik almashigichlarni hisoblash.....	199
11.4.1. Issiqlik hisobi.....	199
11.4.2. Konstruktiv hisoblash.....	204
11.4.3. Gidravlik hisoblash.....	207

XII BOB. QUVURLI PECHLAR

12.1. Quvurli pechlar, ularning ishlash prinsipi va tuzilishi. asosiy ish ko'rsatkichlari va konstruktiv elementlari	210
12.2. Quvurli pechlarning asosiy ish ko'rsatkichlari	212
12.3. Pechlarning issiqlik balansi	212
12.4. Pechlarning konstruktiv elementlari	215
12.5. Silindrsimon trubali pechni hisoblash	227

BESHINCHI QISM. MODDA ALMASHINISH JARAYONLARI VA JIHOZLARI

XIII BOB. MODDA O'TKAZISH ASOSLARI

13.1. Umumiy tushunchalar	236
13.2. Modda o'tkazish jarayoni	239
13.3. Molekular diffuziya	243
13.4. Konveksiya va modda berish	246
13.5. Modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchi	248
13.6. Modda o'tkazish jarayonlarini jadallashtirish	250
13.7. Modda almashinish uskunalarining asosiy o'lchamlarini aniqlash	253

XIV BOB. SUYUQLIKLARNI HAYDASH

14.1. Umumiy tushunchalar	255
14.2. Oddiy haydash	256
14.3. Davriy va uzluksiz ishlaydigan rektifikatsion kolonnalar	260
14.4. Kolonnalarni ishlatish	267
14.5. Rektifikatsion kolonnalarni hisoblash	272

XV BOB. ABSORBERLAR. ULARNI HISOBLASH VA LOYIHALASH

15.1. Umumiy tushunchalar	276
15.2. Desorbsiya	277
15.3. Absorberlar tuzilishi	278
15.4. Absorberlarni hisoblash	282

XVI BOB. REKTIFIKATSION VA ABSORBSION KOLONNALARNING ASOSIY RUSUMLARI VA ULARNI HISOBLASH

16.1. Kolonnali uskunalarini sinflash	293
16.2. Tarelkali kolonnalar	293
16.3. Nasadkali kolonnalar	302
16.4. Kolonnali uskunalarini hisoblash	309

XVII BOB. ADSORBSIYA

17.1. Umumiy tushunchalar	313
17.2. Adsorbentlarning turlari va ularning xossalari	314
17.3. Adsorbentlarning tuzilishi	317
17.4. Desorbsiya	323
17.5. Adsorbentlarni hisoblash	324

XVIII BOB. SUYUQLIKLARNI EKSTRAKSIYALASH

18.1. Umumiy tushunchalar	329
18.2. Ekstragentlarni tanlash	330

18.3. Ekstraksiyalashning asosiy usullari.....	332
18.4. Ekstraktorlarning tuzilishi.....	334
18.5. Ekstraksiyalash apparatlarini hisoblash	343

XIX BOB. KRISTALLANISH

19.1. Umumiy tushunchalar	347
19.2. Kristallizatorlarning tuzilishi.....	350
19.3. Kristallizatorlarni hisoblash.....	354

XX BOB. QURITISH

20.1. Umumiy tushunchalar	356
20.2. Nam havoning asosiy xossalari.....	357
20.3. Nam havoning holat diagrammasi.....	359
20.4. Quritish uskunalarini hisoblash	361
20.5. Quritgichlarni sinflash	365
20.6. Quritish uskunalarining tuzilishi	366

OLTINCHI QISM. NEFTKIMYOVIY JARAYONLAR VA JIHOZLAR

XXI BOB. NEFTKIMYOVIY JARAYONLARNING NAZARIY ASOSLARI

21.1. Umumiy tushunchalar	378
21.2. Neftkimyoviy jarayonlarni sinflash.....	381

XXII bob. KIMYOVIY REAKTORLAR

22.1. Reaktorlarni sinflash	383
22.2. Reaktorlarning tuzilishi	387
22.3. Reaktorlarni hisoblash tartibi	420

YETTINCHI QISM. UMUMZAVOD JIHOZLARI

XXIII BOB. TEHNOLOGIQ TRUBOPROVODLAR

23.1. Texnologik trubalar va ularning toifasi	425
23.2. Trubalar, birlashtirish detallari, kompensator va tayanchlar.....	426
23.4. Flanetsli birikmalar	430
23.5. Qistirmalar turlari	432
23.6. Mahkamlash detallari.....	435
23.7. Truba quvurlari armaturasi va uni tanlash	437
23.8. Klapanlar	442
23.9. Truba quvurlarini sinash	445
23.10. Truba quvurlarini ekspluatatsiya qilish	445
23.11. Truba quvurlarini hisoblash	446
23.12. Trubalarni tanlash	450
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	453

Jumaev Q.K.

Neft va gazni qayta ishlash zavodlari jihozlari va loyihalashtirish

Muharrir:

Texnik muharir:

Musahhih:

Sahifalovchi:

G'.Murodov

G.Samiyeva

M.Raximov

M.Arslonov



Nashriyot litsenziyasi AI № 178. 08.12.2010. Original –
maketdan bosishga ruxsat etildi: 14.12.2021. Bichimi 60x84.
Kegli 16 shponli. «Palatino Linotype» garn. Ofset bosma
usulida. Ofset bosma qog'ozi. Bosma tabog'i 28.75 Adadi 100.
Buyurtma № 178.



«Sharq-Buxoro» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Buxoro shahar O'zbekiton Mustaqilligi ko'chasi, 70/2 uy.
Tel: 0(365) 222-46-46



ISBN 978-9943-7595-3-4



9 789943 759534