

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI
SANOAT TEXNOLOGIYASI FAKULTETI
"KIMYOVIY TEXNOLOGIYA" KAFEDRASI

«ASOSIY TEXNOLOGIK JARAYON VA QURILMALAR I»

FANIDANI

MA'RUZALAR MATNI

QARSHI -2023

Tuzuvchi

dotsent v.b.: J.R.Cho'liyev

Taqrizchilar:

"Kimyoviy texnologiya" kafedrası

t.f.n., dotsent O.X.Panjiyev

QarMII "Umumiy kimyo" kafedrası

mudiri A.Narzullayev

Ushbu modulli elektron majmua Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Kimyoviy texnologiya" kafedrasining 2023 yil 6.02 dagi (Bayon № 11), Sanoat texnologiyasi fakulteti Uslubiy komissiyasining 2023 yil 15.02 dagi (Bayon № 7) va institut Uslubiy Kengashining 2023 yil 23.02 dagi (Bayon № 7) yig'ilishlari ko'rib chiqib, ma'qullangan va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya qilingan.

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i:

A. Mallayev

Fakultet uslubiy komissiyasi raisi:

M. Hakimova

Kafedra mudiri:

B. Farmanov

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

SANOAT TEXNOLOGIYASI FAKULTETI

“KIMYOVIY TEXNOLOGIYA” KAFEDRASI

«ASOSIY TEXNOLOGIK JARAYON VA QURILMALAR 1»

FANIDANI

MA'RUZALAR
MATNI

60721100 – Neft va Neft gazni qayta ishlash texnologiyasi,
60720900 – Neft gaz kimyo sanoati texnologiyasi, bakalavr ta'lim
yo'nalishi talabalari uchun.

QARSHI -2023

№	Ma'ruza mavzulari	Reja soati
1	"Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar" faniga kirish. "Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar" fanining mazmuni, kelib chiqishi, rivojlanishi va jarayonlar klassifikatsiyalari. Jarayonlarning nazariyasi, ushbu jarayonlarni amalga oshiradigan mashina va qurilmalarning tuzilishi va ishlash prinsiplari va ularni hisoblash uslublari.	2
2	Gidrodinamika. Oqimning uzluksizlik tenglamasi va energetik ma'nosi. Suyuqlik harakatining asosiy xarakteristikalar. Suyuqlik harakatini ifodalovchi kattaliklar. Suyuqlikni massaviy va xajmiy sarfi va tezlik. Oqimning uzluksizlik tenglamasi.	2
3	Bernulli tenglamasi. Gidravlik qarshiliklar. Haqiqiy suyuqlik oqimi uchun, gidrodinamik va energetik ma'nosi. Suyuqlik harakati rejimlari. Gidravlik qarshiliklar. Ishqalanish va maxalliy qarshilik turlari, koeffitsientlari. Bernulli tenglamasining qo'llanilishi. Drossel asboblari.	2
4	O'xshashlik nazariyasining asoslari. Kimyoviy texnologiya jarayonlarini o'rganish yo'llari. O'xshashlik teoremlari va shartlari. Gidromexanik o'xshashlik kriteriyalari.	2
5	Suyuqlikda qattiq jism harakati. Harakat rejimlari. Cho'kish tezligi. Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish. Siquq cho'kish tezligi.	2
6	Turli jinsli sistemalar, klassifikatsiyasi. Turli jinsli sistemalar, klassifikatsiyalanishi. Xarakteristikalar. Ajratish usullari. Cho'ktirish jarayoni va qurilmalari.	2
7	Turli jinsli sistemalarni ajratish. Markazdan qochma kuch ta'sirida turli jinsli sistemalarni ajratish. Senrifugal. Senrifugalarni hisoblash.	2
8	Gazlarini tozalash usullari. Sanoat gazlarini tozalash usullari. Chang cho'ktirish kamerasi. Inersion ajratgichlar. Markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish. Siklon. Batareyali siklon. Changlarni yuvib tozalash. Filtrlash.	2
9	Elektrostatik kuchlari ta'sirida cho'ktirish. Elektrostatik kuchlari ta'sirida cho'ktirish. Ionlashtirish. Nurlanuvchi va cho'ktiruvchi elektrod. Elektrofiltirlar konstruksiyalari.	2
10	Filtirlash jarayoni. Filtirlash turlari. Filtir to'siqlar. Filtrlash tezligi va tenglamasi. Filtrlar konstruksiyasi	2
11	Mavhum qaynash qatlami gidrodinamikasi. Qo'zg'almas donador va g'ovak qatlamlar orqali suyuqlik harakati. Suyuqlikni aralashtirish usullari. Mavhum qaynash qatlamida birinchi va ikkinchi kritik tezliklar. Arximed soni. Mavxum qaynash soni.	2
12	Suyuqliklarni uzatish. Nasoslar. Nasoslar va ularning turlari. Nasoslarning asosiy parametrlari. Porshenli nasoslar.	2
13	Markazdan qochma nasoslar. Markazdan qochma nasoslar tuzilishi, ishlash prinsipi va xarakteristikalar. Proportsionallik qonuni. Kavitatsiya. Boshqa turdagi nasoslar.	2

14	Aralashtirish. Suyuqlikni aralashtirish usullari. Aralashtirish jarayoni. Aralashtirgichlar konstruksiyasi.	2
15	Issiqlik tarqalish turlari. Jarayon issiqlik balansi. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Fure qonuni. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. Issiqlik nurlanishi. Stefan-Boltsman qonuni. Kirxgof qonuni.	2
	JAMI:	30

1-Ma'ruza:

"Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar" faniga kirish. "Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar" fanining mazmuni, kelib chiqishi, rivojlanishi va jarayonlar klassifikatsiyalari. Jarayonlarning nazariyasi, ushbu jarayonlarni amalga oshiradigan mashina va qurilmalarning tuzilishi va ishlash prinsiplari va ularni hisoblash uslublari.

R E J A:

1.1. "Jarayonlar va qurilmalar» fanining mazmuni. «Jarayonlar va qurilmalar» fanining kelib chiqishi va rivojlanishi.

1.2. Asosiy jarayon turlari.

1.3. Modda va energiyaning saqlanish qonunlarini balans shaklida ifodalanishi. Sistema muvozanat qonunlari.

1.4. Modda va energiyaning o'tkazish qonunlari.

1.5. Mukammal qurilmalar yaratish asoslari. Kimyoviy qurilmalar tayyorlash uchun materiallar.

Tayanch iboralar: gidrodinamika, gidrostatika, diffuzion, absorblash, adsorblash, ekstrasiyalash, balans, kondensasiya, kinetik, faza, gidromexanik, korroziya, ultratovush

Adabiyotlar: 2,3.

1.1. Jarayonlar va qurilmalar fanining mazmuni. «Jarayonlar va qurilmalar» fanining kelib chiqishi va rivojlanishi

Kimyoviy texnologiya fanining asosiy maqsadi – tabiiy va sun'iy xom ashyolarning eng tejamliligi va ekologik jihatdan toza kimyo usullari yordamida qayta ishlab, kerakli materiallar hamda mahsulotlar olishdan iborat.

Kimyo sanoati korxonalarida turli texnologik jarayonlar amalga oshiriladi. Bu jarayonlar davomida xom ashyo va materiallarning ichki tuzilishi, tarkibi, agregat holatlari o'zgaradi. Kimyoviy texnologik jarayonlar kimyoviy reaksiyalar va turli fizik – kimyoviy jarayonlardan iborat; ya'ni suyuqlik va qattiq materiallarni uzatish, qattiq moddalarni maydalash va saralash, gazlarni siqish va uzatish, moddalarni isitish va sovitish, suyuqliklarni aralashtirish, har xil jinsli aralashmalarni ajratish, eritmalarini bug'latish, ho'l materiallarni quritish va boshqalar. Bu texnologik jarayonlar turli ishlab chiqarishlarda ishlash prinsiplari bir xil bo'lgan mashina va qurilmalarda olib boriladi.

Kimyo texnologiyasining turli tarmoqlari uchun umumiy bo'lgan jarayon va qurilmalar asosiy jarayonlar va qurilmalar deb yuritiladi.

«Jarayonlar va qurilmalar» kursida asosiy jarayonlarning nazariyasi, ushbu jarayonlar amalga oshiriladigan mashina va qurilmalarning tuzilish prinsiplari va ularni hisoblash uslublari o'rganiladi.

Kimyo sanoati XVIII asrning oxiri XIX asrning boshlarida paydo bo'ldi va xalq xo'jaligining muhim tarmog'iga aylandi. «Jarayonlar va qurilmalar» fanining kelib chiqishi kimyo sanoatining rivojlanishi bilan bog'liq.

Yangi kimyo ishlab chiqarishlarini ilmiy asosda tuzib chiqishda, yuqori unumli qurilmalar yaratishda, texnologiya jarayonlarini jadallashtirishda «jarayonlar va qurilmalar» fanining ahamiyati juda katta.

O'zbekistonda «Jarayonlar va qurilmalar» fanining rivojlanishida Toshkent kimyo–texnologiya instituti qoshidagi «Kimyoviy texnologiya jarayonlari va qurilmalari» kafedrasining hissasi katta. Bu kafedra 1940 yilda tashkil etilgan bo'lib, kafedra xodimlari tomonidan changlarni tozalash, pnevmotransport, absorblash, adsorblash, ekstraksiyalash va quritish jarayonlarini turli usullar bilan jadallashtirishning (pulsasion va vibrasion tebranishlar, o'zgaruvchan elektromagnit maydoni, harakatchan nasadkalar, mavhum qaynash holati, qattiq faza qatlamining geometrik shaklini o'zgartirish yordamida) nazariy va amaliy asoslari yaratildi, sochiluvchan qattiq moddalarning gidromexanik, issiqlik – fizikaviy va diffuzion xossalari aniqlandi, yuqori samarali qurilmalar kashf etildi.

Kimyo sanoatida turli–tuman texnologiya jarayonlari ishlatiladi. Ayrim xususiyatlariga qarab bunday jarayonlar bir necha sinflarga bo'linadi.

1.2. Asosiy jarayon turlari

Asosiy jarayonlar texnologik jarayonlarni harakatlantiruvchi kuchiga qarab 6 guruhga bo'linadi:

1. Mexanik jarayonlar;
2. Gidromexanik jarayonlar;
3. Issiqlik almashinish jarayonlari;
4. Modda almashinish jarayonlari;
5. Kimyoviy jarayonlar;
6. Sovutish jarayonlari.

Mexanik jarayonlar qattiq materiallarni mexanik kuch ta'sirida qayta ishlash bilan bog'liq. Bunday jarayonlarga maydalash, saralash, uzatish, aralashtirish kabilari kiradi. Bu jarayonlarning tezligi qattiq jismlarning mexanik qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Bunda harakatlantiruvchi kuch vazifasini mexanik bosim kuchi va markazdan qochma kuch bajaradi.

Suyuq va gazsimon sistemalardagi harakat (aralashtirish, filtrlash, cho'ktirish) bilan bog'liq jarayonlar gidromexanik jarayonlarni tashkil etadi. Bunday jarayonlarning tezligi gidromexanika qonunlari bilan aniqlanadi.

Gidromexanik jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi–gidrostatik va gidrodinamik bosim kuchidir.

Issiqlik almashinish jarayoni–haroratlar farqi mavjud bo'lganda bir (harorati yuqori) jismdan ikkinchi (harorati past) jismga issiqlikning o'tishidir. Bu guruhga isitish, sovitish, bug'latish, kondenslash, suniy sovuq hosil qilish jarayonlari kiradi. Jarayonning tezligi gidrodinamik rejimga bog'liq holda, issiqlik uzatish qonunlari bilan ifodalanadi. Issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi sifatida issiq va sovuq muhitlar o'rtasidagi haroratlar farqi ishlatiladi.

Modda almashinish jarayonlari–bir yoki bir necha komponentlarning bir fazadan fazalarni ajratuvchi yuza orqali ikkinchi fazaga o'tishidir. Komponentlar bir fazadan ikkinchi fazaga molekulyar va turbulent diffuziyalar yordamida o'tadi. Shu sababli bu jarayonlar diffuzion jarayonlar deyiladi. Bu guruhga absorblash, adsorblash, suyuqliklarni haydash, ekstraksiyalash, kristallash, quritish jarayonlari kiradi. Jarayonlarning tezligi fazalarning gidrodinamik harakatiga bog'liq bo'lib, modda o'tkazish qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Modda almashinish jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi fazalardagi konsentrasiyalarning farqi bilan belgilanadi.

Kimyoviy jarayonlar moddalarning o'zaro ta'siri natijasida yangi birikmalarning hosil bo'lishidir. Kimyoviy reaksiyalarda issiqlik va modda almashinish jarayonlari ham sodir bo'ladi. Bu guruhdagi jarayonlarning tezligi kimyoviy kinetika qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Reaksiyalar tezligi

moddalarning gidromexanik harakatiga, kimyoviy jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi esa reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentrasiyasiga bog'liq bo'ladi.

Jarayonlar vaqt davomida parametrlarning o'zgarishiga qarab turg'un va turg'unmas bo'ladi. Tezlik va konsentrasiya, harorat kabi parametrlar vaqt davomida o'zgarsa, jarayon turg'unmas, agar bu parametrlar o'zgarmasa jarayon turg'un deyiladi.

1.3. Modda va energiyaning saqlanish qonunlarini balans shaklida ifodalanishi. Sistema muvozanat qonunlari

Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari tezligi fizika, kimyo va fizik – kimyoning umumiy qonunlariga tayanadi. Bu qonunlarni ma'lum bir jarayonga tatbiq etish asosida jarayonning nazariyasi yaratiladi. Jarayon nazariyasini o'rganishda modda va energiyaning saqlanish va o'tkazish, shuningdek sistemaning muvozanat qonunlari katta ahamiyatga ega.

Modda va energiyaning saqlanish qonunlari moddiy va energetik balans shaklida ishlatiladi. Masalan, qurilmada qandaydir jarayon sodir bo'layapti. Bu qurilmaga jarayonda qatnashayotgan A, B va C komponentlar kiritilmoqda (1.1-rasm).



1.1 – rasm. Moddiy balans sxemasi.

Ushbu komponentlar gaz, bug', suyuqlik va qattiq holatda bo'lishi mumkin. Qurilmada ro'y bergan jarayon natijasida hosil bo'lgan moddalar D va E qurilmadan chiqadi. Modda va energiyaning saqlanish qonuniga asosan qurilmaga kiritilayotgan moddalarning massaviy yig'indisi qurilmadan chiqayotgan moddalarning massaviy yig'indisiga teng bo'lishi kerak, ya'ni:

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

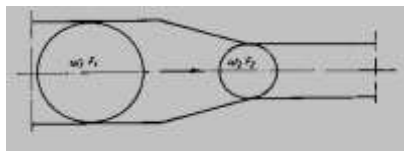
bu erda : m_A, m_B, m_C, m_D, m_E – A, B, C, D, E komponentlarning massasi.

Bu tenglama *moddiy balans* tenglamasi deyiladi.

Harakatdagi oqim uchun moddaning saqlanish qonuni quyidagicha bo'ladi. Qurilmaning ikkita kesimi F_1 va F_2 orqali ω_1 va ω_2 tezlik bilan o'tayotgan oqim uchun quyidagi tenglamani yozamiz:

$$F_1 \omega_1 = F_2 \omega_2 \quad (1.2)$$

(1.2.) tenglama *uzluksizlik tenglamasi* deyiladi.



1.2 – rasm. Harakatdagi sistemalar uchun oqimning uzluksizligi.

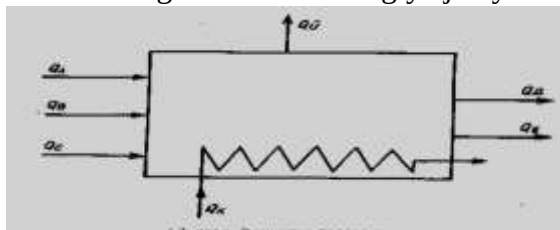
Qurilmaga kiritilayotgan yoki undan chiqayotgan modda o'zida ma'lum miqdorda energiya saqlaydi. Qurilmaga tashqaridan qo'shimcha energiya (masalan, elektr toki yordamida qizdirish) ham kiritilishi mumkin. Jarayon davomida energiyaning ma'lum bir qismi atrof muhitga tarqaladi (1.3-rasm). Energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagi tenglikni yozamiz:

$$Q_A + Q_B + Q_C + Q_K = Q_D + Q_E + Q_{ji} \quad (1.3)$$

bu erda Q_A, Q_B, Q_C – A, B, C komponentlari bilan qurilmaga kirgan issiqlik miqdori; Q_D, Q_E – D va E komponentlari orqali qurilmadan chiqqan issiqlik miqdori; Q_K – qurilmaga tashqaridan kiritilgan qo'shimcha issiqlik miqdori; Q_{ji} – atrof muhitga tarqalgan issiqlik miqdori.

(1.3) tenglama *energetik balansni* ifodalaydi yoki xususiy holatda *issiqlik balans* ham deyiladi.

Moddiy va issiqlik balans tenglamalari texnologiya jarayonlarini o'rganishda ishlatiladi.



1.3-rasm. Energetik balans sxemasi.

Muvozanatda turgan sistemalarning holati vaqt davomida o'zgarmaydi. Bunday sistemalar qatoriga bir jinsli sistemalar (gaz, suyuqlik) kiradi, ularning hamma qismlarida bosim va harorat bir xil qiymatga ega bo'ladi. Sistemani muvozanatdan chiqarish uchun tashqaridan biror kuch ta'sir etish kerak (masalan, mexanik kuch yoki issiqlik ta'siri).

1.4. Modda va energiyaning o'tkazish qonunlari

Hisoblash ishlarida sistema holatini tashqi kuch ta'sirida qaysi yo'nalishda o'zgarishini bilish katta ahamiyatga ega. Bu borada Le-Shatele va Gibbs fazalar qoidasidan foydalaniladi.

Le-Shatele prinsipiga asosan sistema muvozanatdan chiqarilganda unda hosil bo'lgan kuchlar yo'nalishi sistemani muvozanatdan chiqarayotgan kuchlar yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi.

Gibbsning fazalar qoidasi sistema komponentlari, fazalar soni va erkinlik darajasi soni o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi:

$$C = K - \Phi + 2 \quad (1.4)$$

bu erda: Φ – fazalar soni; C – erkinlik darajasi soni; K – sistemadagi komponentlar soni.

Butun massa bo'yicha fizikaviy jihatdan bir jinsli bo'lgan ma'lum miqdordagi modda faza deb yuritiladi. Faza bir yoki bir necha komponentdan tashkil topadi. Komponent – toza kimyoviy birikma bo'lib, bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishi mumkin.

Sistemaning holati bosim, harorat, konsentrasiya, solishtirma hajm parametrlar birligi orqali ifodalanadi.

Erkinlik darajasi–sistemaning hech narsaga bog'liq bo'lmagan parametrlar soni bo'lib, bu son orqali boshqa parametrlar qiymatini topish mumkin.

Le-Shatele prinsipi va Gibbsning fazalar qoidasiga misol tariqasida suv bilan to'ldirilgan yuqori qismida porshen bo'lgan yopiq idishni olaylik (porshen pastga qarab tushirilganda). Suvning ustki qismidan porshengacha bo'lgan oraliqda suv bug'i mavjud. Porshen pastga qarab tushirilganda bosim hosil bo'ladi. Le-Shatele qonuniga asosan, sistemada izotermik sharoit hosil bo'lganda, bosim ta'siriga qarama – qarshi jarayon - bug'ning kondenslanishi boshlanadi.

Gibbsning fazalar qoidasi ko'p fazali sistemalarda muvozanat sharoitini aniqlashga yordam beradi. Masalan, etil spirtining suvdagi eritmasi bilan to'ldirilgan yopiq idish bor. Bu sistemada fazalar soni 2 ta: bug' va suyuqlik. Komponentlar soni ham ikkita etil spirti va suv. U holda erkinlik darajasi 2 ga teng bo'ladi.

Kimyoviy texnologiya jarayonlarining asosini material oqimlar o'rtasidagi modda yoki energiya almashinuvchi tashkil etadi. Bu jarayonlar gidrodinamika va termodinamika qonunlariga bo'ysunadi. Jarayonlarni hisoblashda avval modda va energiyaning saqlanish qonunlariga asosan material va energetik oqimlarning miqdori aniqlanadi, so'ngra harakatlantiruvchi kuch aniqlanadi.

Ishlab chiqarishda har bir jarayonning tezligini oshirishga harakat qilinadi, bu esa qurilmalarning ish unumini ko'paytiradi. Asosiy jarayonlar kinetikasi quyidagi qonuniyatga asoslanadi: jarayonlarning o'tish tezligi harakatlantiruvchi kuchga to'g'ri va qarshilikka teskari proporsional. masalan, filtrlash jarayoni uchun quyidagi kinetik tenglamani yozamiz:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{1}{R_1} \Delta P = K_1 \Delta P \quad (1.5)$$

bu erda V – filtrat miqdori; F – filtr yuzasining maydoni; τ -vaqt; R_1 – filtrning qarshiligi; $K_1 = \frac{1}{R_1}$ – filtrlash to'liqligining o'tkazuvchanligi; ΔP – bosimlar farqi (harakatlantiruvchi kuch).

Issiqlik almashinish jarayonlari termodinamika qonunlariga asosan quyidagi kinetik tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{dQ}{Fd\tau} = \frac{1}{R_2} \Delta t = K_2 \Delta t \quad (1.6)$$

bu erda: Q – o'tkazilgan issiqlik miqdori; F – issiqlik almashinish yuzasi; τ - vaqt; R_2 – issiqlik o'tkazishga bo'lgan qarshilik; $K_2 = \frac{1}{R_2}$ – issiqlik o'tkazish koeffisienti; Δt – haroratlar farqi (harakatlantiruvchi kuch).

Modda almashinish jarayoni uchun kinetik tenglama quyidagicha bo'ladi.

$$\frac{dM}{Fd\tau} = \frac{1}{R_3} \Delta C = K_3 \Delta C \quad (1.7)$$

bu erda: M – o'tkazilgan modda miqdori; F – modda almashinish yuzasi; R_3 – modda o'tkazishga bo'lgan qarshilik; $K_3 = \frac{1}{R_3}$ – modda o'tkazish koeffisienti; ΔC -konsentrasiyalar farqi (harakatlantiruvchi kuch).

Gidromexanik, issiqlik va modda almashinish jarayonlari uchun quyidagi umumiy kinetik tenglamani yozamiz:

$$\mathfrak{S} = Kx \quad (1.8)$$

bu tenglamada $\mathfrak{S}$ -jarayonning tezligi; x – harakatlantiruvchi kuch; K – kinetik koeffisient.

(1.8.) tenglama ma'lum bir harakatlantiruvchi kuch ta'sirida boradigan jarayonga mos keladi.

Agar sistemada bir vaqtning o'zida kompleks jarayonlar sodir bo'lsa, ularning ichidan asosiy jarayon ajratib olinadi. Asosiy jarayonning tezligi qolgan jarayonlarning tezligiga nisbatan katta bo'ladi.

1.5. Mukammal qurilmalar yaratish asoslari. Kimyoviy qurilmalar tayyorlash uchun materiallar

Kimyoviy texnologiyada ishlatiladigan qurilmalar qator talablarga (ishlatish sharoitlari, konstruktiv, estetik, iqtisodiy, texnika xavfsizligi) javob berishi kerak.

Birinchidan, qurilmada ma'lum bir jarayonni amalga oshirish uchun qulay shart sharoit mavjud bo'lishi kerak. Bu sharoitlar jarayonning turiga, jarayonda qatnashayotgan massalarning agregat holatiga, ularning kimyoviy tarkibi va fizik xossalari bog'liq. Qurilmaning shakli texnologik jarayonni amalga oshirish uchun mos bo'lishi kerak.

Qurilmaning muhim parametrlaridan biri ish unumi hisoblanadi. Ish unumi deb vaqt birligi ichida qurilmada qayta ishlanadigan tayyor mahsulot miqdoriga aytiladi. Yana bir parametrlaridan biri qurilmaning samaradorligi. Qurilmaning samaradorligi deb qurilma ish unumini qurilmani xarakterlaydigan biror kattalikka nisbatiga aytiladi. Masalan: bug'latish qurilmasining samaradorligi 1 soatda bug'latilgan suv miqdorining $1m^2$ isitish yuzasiga nisbati orqali xarakterlanadi.

Qurilmaning ish unumini oshirish uchun qurilma ishini tezlatish zarur. Tezlatish usullari quyidagilar:

- 1) davriy jarayonlarni uzluksiz jarayon bilan almashtirish;
- 2) qurilma ish mexanizmlarining tezligini oshirish;
- 3) qurilmadagi gidravlik rejimlarni tezlatish;
- 4) yuqori harorat va katta bosimlarni qo'llash;
- 5) ultratovush, mexanik (pulsasion va vibrasion) tebranishlar, mavhum qaynash prinsipi, elektromagnit maydon ta'sirlaridan foydalanish;
- 6) yangi texnologiyalarni qo'llash.

Qurilmaning materiali korroziyaga chidamli, energiya kam sarflanadigan, uni tekshirish, tozalash, sozlash uchun qulay va mustahkam bo'lishi kerak.

Qurilmani loyihalash, tayyorlash, ishlatishda sarf-xarajati kamroq bo'lishi kerak.

Qurilma texnika xavfsizligi talabiga javob berishi, qurilmani xom-ashyo bilan to'ldirish va tayyor mahsulotni qurilmadan chiqarish boshqaruvchi xodim uchun qulay bo'lishi zarur.

Qurilma, mashina, asbob-uskunani tayyorlash uchun materiallar tanlashda undan foydalanishning o'ziga xos tomonlari va ish muhiti, harorat, borayotgan jarayon tasirida material fizik-kimyoviy xossalari o'zgarishini bilish zarur. Standartlarga asoslangan holda material tanlanadi.

Material tanlashda dastlab jarayonning ish sharoitlari (harorat, bosim, kontakt bo'layotgan fazalarning konsentrasiyalari) aniqlanadi.

Qurilma yoki mashina uchun material tanlanayotganda quyidagi faktorlar hisobga olinishi kerak: materialning mexanik xossalari- chidamlilik chegarasi, nisbiy uzayishi, qattiqlik; tayyorlash texnologiyasining qulayligi (masalan, payvandlash mumkinligi), emirilishga kimyoviy barqarorligi; issiqlik o'tkazuvchanligi.

Barqarorlik gruppasi	Ball	Metallning korroziya tezligi, mm/yil
1. To'la barqarorlik	1	0,001 dan kam
2. Ancha barqarorlik	2	0,001 dan 0,005 gacha
	3	0,005 dan 0,01 gacha

3. Barqarorlik	4	0,01 dan 0,005 gacha
	5	0,005 dan 0,1 gacha
4. Pasaygan barqarorlik	6	0,1 dan 0,5 gacha
	7	0,5 dan 1,0 gacha
5. Kam barqarorlik	8	dan 5 gacha
	9	5 dan 10 gacha
6. Barqarorsiz	10	10 dan ko'p

Kimyoviy qurilmaga ishlatiladigan material korroziyaga chidamli bo'lishi kerak, bu kattalik qurilmaning uzoq vaqt ishlashini belgilaydi. Metallarning korroziyaga barqarorlik koeffisienti quyidagicha bo'ladi:

Kimyoviy qurilmalarni tayyorlash uchun korroziya tezligi $0,1 \div 0,5 \text{ mm/yil}$ dan oshmaydigan konstruksiya materialidan foydalanish kerak.

10 balli shkala bo'yicha metallarning korroziya tezligi korroziyani metall ichiga kirib borishi bilan xarakterlanadi. Korroziya tezligi korroziya mahsulotlari olib tashlangandan keyin metall massasining kamayish miqdori bilan aniqlanadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\Pi = \frac{K \cdot 10^{-3}}{\rho} \quad (1.9)$$

bu erda Π – korroziya tezligi, mm/yil ; K – massa bo'yicha yo'qolishi, $\text{g/m}^2 \cdot \text{yil}$; ρ – metallning zichligi g/sm^3 .

Kimyoviy qurilmalar tayyorlashda har xil navli po'latlar, cho'yanlar, rangli metallar, qotishmalar, nometall va kompozision materiallar ishlatiladi.

Uglerodli po'latlar 3 ta guruhga bo'linadi:

A – mexanik xossalari bo'yicha etkazib beriladigan po'latlar;

B– kimyoviy tarkibi bo'yicha etkazib beriladigan po'latlar;

V – mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi bo'yicha etkazib beriladigan po'latlar.

Hozirgi kunda kimyo sanoatida kam legirlangan, kremniy–marganesli po'lat navlari 16GC(3H) va 09Г2С(М) ko'p ishlatiladi, chunki bu material chidamli va mustahkam.

Korroziya muhitida ishlaydigan kimyoviy qurilmalarni ishlab chiqarishda nometall materialdan foydalaniladi, ya'ni plastmassa, shishali plastiklar, ko'mir grafitli material, keramika, farfor, kompozision material va boshqalar.

Bir qator kimyoviy qurilmalarda texnologiya jarayonlari yuqori yoki o'ta past haroratlarda olib boriladi. Bu jarayonlarni amalga oshirish uchun yuqori haroratli issiqlik tashuvchi yoki harorati 00S dan kam bo'lgan sovutuvchi agentlardan foydalaniladi.

NAZORAT SAVOLLARI

- 1.1. «Jarayonlar va qurilmalar» fanining ahamiyati nimadan iborat?
- 1.2. Asosiy jarayonning ifodalanishi va borishini tushuntiring.
- 1.3. Asosiy jarayonning turlari va ularga tushuncha bering.
- 1.4. Asosiy jarayonlar bir – biridan qanday farqlanadi?
- 1.5. Modda va energiyaning saqlanish qonunlarida balans tenglamalarini tushuntiring.
- 1.6. Sistemaning muvozanat qonunlari qaysi prinsiplar asosida tushuntiriladi?
- 1.7. Modda va energiyaning o'tkazish qonunlarini asosiy jarayonlarda qo'llang.
- 1.8. Mukammal qurilmalarni yaratishda qanday talablarga e'tibor berish zarur?
- 1.9. Kimyoviy qurilmalar tayyorlashda materiallarga qo'yiladigan talablar nimadan iborat?

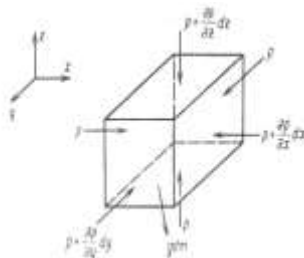
2-Ma'ruza:

Gidrodinamika. Oqimning uzluksizlik tenglamasi va energetik ma'nosi. Suyuqlik xarakatining asosiy xarakteristikalar. Suyuqlik harakatini ifodalovchi kattaliklar. Suyuqlikni massaviy va xajmiy sarfi va tezlik. Oqimning uzluksizlik tenglamasi.

REJA:

1. Muvozanat holatining differensial tenglamasi.
2. Gidrostatikaning Kimyoviy tenglamasi.
3. Suyuqlikning harakat rejimlari.
4. Suyuqlikning massaviy va xajmiy sarfi, tezligi.

Nisbiy tinch holatdagi suyuqlikning muvozanatini ko'rib chiqamiz. Bu holatda suyuqlikka massaviy kuchlar – og'irlik va enersiya kuchlari, hamda sirtyi kuchlar – gidrostatik bosim kuchi ta'sir etadi. Butun suyuqlik hajmidan elementar, cheksiz kichik dV parallelepiped hajmini ajratib olamiz.



1-rasm. Muvozanat xolatning differensial tenglamasini aniqlashga doir sxema.

Parallelepipedning dx , dy , dz qirralari x , y , z o'qlarga parallel joylashgan (1-rasm).

O'rtacha gidrostatik bosim kuchi, gidrostatik bosimning parallelepiped tomoni yuzasi ko'paytmasiga teng. 1 –rasmdan ko'rinib turibdiki $p=f(x,y,z)$. Ushbu funksional bog'liqlik ko'rinishini aniqlaymiz.

Buning uchun elementar parallelepipedga ta'sir etuvchi xamma kuchlarning x, y, z o'qlardagi proeksiyalar yig'indisini topamiz. x, y, z o'qlardagi massaviy kuchlarni massa birligiga nisbatlarini X, Y, Z deb belgilaymiz. Xajmiy kuchlarning x o'qidagi proeksiyasi $dQ=Xdm$ bo'ladi, bu yerda $dm=\rho dx dy dz$ yoki $dQ = X\rho dx dy dz$. Statikaning Kimyoviy qonuniga binoan, tinch xolatdagi suyuqlikka ta'sir etuvchi xamma kuchlar proeksiyalari yig'indisi nolga teng. Shuning uchun, x o'qidagi kuchlar proeksiyasi

$$pd_x d_z - \left(p - \frac{\partial p}{\partial x} dx \right) d_y d_z + Xp d_x d_y d_z = 0 \quad (2.1)$$

bu yerda $pdx dz$ – chap tomonga ta'sir etuvchi gidrostatik bosim kuchi; dp/dx -xo'qi biror nuqtasidagi gidrostatik bosimning o'zgarishi; $(dp/dx)dx$ -qxirra bo'ylab gidrostatik bosimning o'zgarishi.

Qarama-qarshi, o'ng tomonga ta'sir etuvchi gidrostatik bosim $p + (dp/dx)dx$ ga teng va uning x o'qiga proeksiyasi:

$$\left(p + \frac{\partial p}{\partial x} dx \right) dy dz$$

tenglamada qavsni ochib, tegishli qisqartirishlarni amalga oshirsak, quyidagi ko'rinishdagi tenglamani olamiz:

$$-\frac{\partial p}{\partial x} + \rho X = 0$$

Xuddi shunday usul bilan y va z o'qlari uchun muvozanat tenglamalarini keltirib chiqaramiz:

$$-\frac{\partial p}{\partial y} + \rho Y = 0$$

$$-\frac{\partial p}{\partial z} + \rho Z = 0$$

Olingan tenglamalarni sistemalashtirsak:

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho X &= 0 \\ -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho Y &= 0 \\ -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho Z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Ushbu tenglamalar sistemasi Eylerning muvozanat xolatining differensial tenglamasi deb ataladi.

Gidrostatikaning Kimyoviy tenglamasi

(2) ning xar bir tenglamasini **dx , dy , dz** larga ko'paytirib va xosil bo'lgan tenglamalar sistemasini qo'shib chiqsak, ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (3)$$

Gidrostatik bosim faqat koordinatlar funksiyasi bo'lgani uchun, tenglamaning chap qismi bosimning to'liq differensialini ifodalaydi, ya'ni:

$$dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (4)$$

Agar, suyuqlik absolyut tinch xolatda bo'lsa, unda inersion va og'irlik kuchlar pastga qarab yo'nalgan bo'ladi, ya'ni **$Z = -g$; $X=0$; $Y=0$** . Unda

$$dp = -\rho g dz \quad (5)$$

Ushbu tenglama chap va o'ng tomonlarini **ρg** bo'lsak, quyidagi ko'rinishga erishamiz:

$$dz + \frac{1}{\rho g} dp = 0 \quad (6)$$

Agar, **$\rho = \text{const}$** bo'lsa,

$$dz + d\left(\frac{p}{\rho g}\right) = 0 \quad (7)$$

Oxirgi tenglamani integrallasak, unda

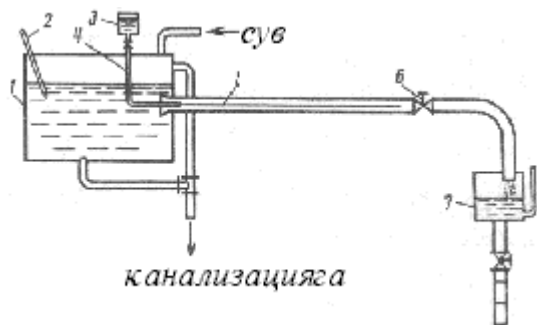
$$z + \frac{p}{\rho g} = \text{const} \quad (8)$$

bu yerda **z** - geometrik napor yoki istalgan gorizontaal yuzaga nisbatan olingan nuqtaning nivelir balandligi, m; **$p/\rho g$** - statik napor yoki pezometrik bosim kuchi, m.

Bu tenglama ***gidrostatikaning Kimyoviy tenglamasi*** deb nomlanadi. Gidrostatikaning Kimyoviy tenglamasiga binoan, tinch xolatdagi suyuqlikning istalgan nuqtasida geometrik va statik naporlar yig'indisi o'zgarmas miqdorga teng.

Suyuqlik xarakati rejimlari

Suyuqlik xarakati rejimlarini birinchi bor tajriba qurilmasida 1883 yili ingliz olimi Reynolds tomonidan o'rganilgan (2.-rasm).



2.-rasm. Reynolds qurilmasi.

1-bak; 2-termometr; 3-rangli modda uchun idish; 4-kapillyar tuba; 5-truba; 6-kran; 7-yig'gich.

Suyuqlikning bak 1 dan oqib chiqishi o'zgarmas naporda sodir bo'ladi. Suyuqlik sarfi esa, kran 6 yordamida rostlanadi va o'lchov idishi 7 da uning miqdori aniqlanadi. Truba 5 ning o'qi bo'ylab kapillyar trubka 4 o'rnatiladi va u orqali rangli suyuqlik uzatiladi.

Tajriba paytida truba 5 ga Kimyoviy suyuqlik bilan birga rangli suyuqlik yuboriladi. Truba 5 ichida tezliklar kichik bo'lganda, rangli suyuqlik oqimchasi oqim o'qi bo'ylab ingichka chiziq bo'lib cho'ziladi va bir tekis xarakat qilayotganini ko'ramiz. Agar, turli

joylarda o'rnatilgan bir nechta turli kapillyar naychalardan Kimyoviy oqimga o'rnatilgan rangli suyuqlik yuborsak, bir-biri bilan yo'nalishlari kesishmaydigan oqimchalarni kuzatamiz. Truba ichida suyuqlik oqimchalarining parallel yo'nalishbo'ylab, ya'ni texnikada **laminar rejim** deb nomlanuvchi, suyuqlikning oqimchali xarakati sodir bo'ladi.

Oqimda tezliklar taqsimlanishi parabola shaklidagi chiziq bilan ifodalanadi. Bunda, maksimal tezlik oqimning o'qida bo'ladi, minimal tezlik esa - truba devori yaqinidagi qatlamlarga tri keladi. Truba devoriga yopishib turgan yupqa suyuqlik qatlami- **chegaraviy qatlam** deb nomlanadi.

Agar, suyuqlik tezligini yanada oshirsak, rangli suyuqlik to'liqsimon xarakatlanib butun suyuqlik oqimiga aralashib, ko'rinmay ketadi. Bunga sabab, oqimning ayrim zarrachalari nafaqat truba o'qi bo'ylab gorizontol, chiziqli xarakat qiladi, balki suyuqlik zarrachalari bir-biri bilan aralashib, ko'ndalang yo'nalishda tartibsiz xarakatlanadi. Natijada butun suyuqlik massasi indikator rangiga bo'yaladi. Suyuqlikning bunday to'liqsimon, tartibsiz xarakat **turbulent rejim** deb ataladi. Oqimda tezliklar taqsimlanish cho'qqisi keng, parabolasimon chiziq bilan ifodalanadi.

Ingliz fizik-olimi Reynolds tajribalarda suyuqlik tezligi, qovushoqligi, zichligi va truba diametrini o'zgartirdi. Tajribalar taxlili asosida olim quyidagicha xulosaga keldi: suyuqlik oqimining laminar rejimdan turbulent rejimga o'tishi suyuqlik massaviy tezligi ρw , truba diametriga to'g'ri va suyuqlik qovushoqligi μ ga teskari proporsionaldir. Olim tomonidan taklif etilgan o'lchamsiz kompleks Reynolds kriteriysi deb yuritiladi.

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} = \frac{wd}{\nu} \quad (9)$$

bu yerda $\nu = \mu/\rho$ - kinematik qovushoqlik, m^2/s .

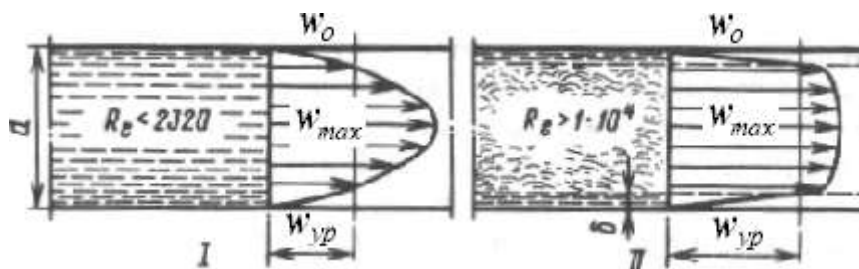
Reynolds kriteriysining son qiymatlariga qarab, suyuqlik xarakat rejimi aniqlanadi. Undan tashqari, ushbu kriteriy qovushoqlik va inersiya kuchlarining o'zaro nisbatini xarakterlaydi. Bir xil truba diametri va suyuqlik tezligida, yuqori zichlik va kichik qovushoqlikka ega suyuqliklar turbulent rejimga tezroq chiqadi. Laminar rejimdan turbulent rejimga o'tish Reynolds kriteriysining kritik qiymatlarida sodir bo'ladi.

Tekis trubalarda suyuqlik oqimi xarakati uchun $Re_{kr} = 2320$. Agar, $Re < 2320$ bo'lsa, turg'un laminar rejim bo'ladi. Agar, $2320 < Re < 10000$ bo'lsa, suyuqlik xarakati o'tish rejimiga to'g'ri keladi.

Suyuqlik oqimining noturg'un xarakatini o'tish rejimi xarakterlaydi. Bu rejimda ikki xarakat turi bir vaqtning o'zida sodir bo'lishi yoki biridan ikkinchisiga oson o'tishi mumkin.

$Re > 10000$ bo'lsa, turg'un turbulent rejimi bo'ladi.

Laminar va turbulent rejimlarda truba kesimida tezliklarning taqsimlanishi 3-rasm



3-rasm. Laminar (I) va turbulent (II) xarakat rejimlarida truba kesimida tezliklarning taqsimlanishi.

ko'rsatilgan.

Suyuqlik sarfi va tezligi. O'zgarmas ko'ndalang kesimlitrubada suyuqlik xarakatini ko'rib chiqamiz.

Vaqt birligida ko'ndalang kesim orqali oqib o'tayotgan suyuqlik miqdoriga **suyuqlik sarfi** deyiladi. Agar suyuqlik sarfi m^3/s , $m^3/soat$ o'lchov birliklarida o'lchansa - **xajmiy sarf**, kg/s , $kg/soat$ larda o'lchansa - **massaviy sarf** deb xisoblanadi.

Oqim ko'ndalang kesimining turli nuqtalarida suyuqlik zarrachalarining tezligi bir xil bo'lmaydi.

Quyida keltirilgan 3 - rasmga binoan, truba o'qi atrofida suyuqlik tezligi maksimal, uning devoriga yaqinlashgan sari minimal qiymatga teng bo'ladi. Lekin, ko'pchilik xollarda truba ko'ndalang kesimi orqali oqib o'tayotgan suyuqlik tezliklarining taqsimlanish qonuniyatlari noma'lum yoki uni aniqlash juda qiyin. Suyuqliklarning xaqiqiy tezligini o'lchash juda murakkab bo'lgani uchun, muxandislik xisoblashlarda zarrachalar o'rtacha tezligi ishlatiladi. Suyuqlik xajmiy sarfi V (m^3/s) ning truba ko'ndalang kesim yuzasi F (m^2) nisbatiga **o'rtacha tezlik** w (m/s) deb nomlanadi:

$$w = \frac{V}{F} \quad (10)$$

Bundan xajmiy sarf,

$$V = w \cdot F \quad (11)$$

Massaviy sarf G (kg/s) esa, quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$G = \rho \cdot w \cdot F \quad (12)$$

bu yerda ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3

Shuni aloxida ta'kidlash kerakki, yuqorida keltirilgan formulalar istalgan shakldagi ko'ndalang kesimli kanallar uchun xam to'g'ri keladi.

Tekshirish uchun savollar:

1. Reynolds tajribalari. Reynolds kriteriysi va uning fizik ma'nosini tushuntirib bering.
2. Harakatdagi suyuqliklar uchun Eylerning differensial tenglamasini ifodalab bering.
3. Suyuqlik sarfi va tezligi haqida nimalarni bilasiz?

3-Ma'ruza

Bernulli tenglamasi. Gidravlik qarshiliklar. Haqiqiy suyuqlik oqimi uchun, gidrodinamik va energetik ma'nosi. Suyuqlik xarakati rejimlari. Gidravlik qarshiliklar. Ishqalanish va maxalliy qarshilik turlari, koeffitsientlari. Bernulli tenglamasining qo'llanilishi. Drossel asboblari.

REJA:

1. Bernulli tenglamasi.
2. Truba quvurlarida gidravlik qarshiliklar.
3. Bernulli tenglamasining qo'llanilishi.
4. Drossel asboblari.

Haqiqiy suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasi

Turg'un oqimlar uchun Eylerning differensial tenglamalar sistemasini yechish gidrodinamikada katta ahamiyatga ega va juda ko'p ishlatiladigan Bernulli tenglamasini olish imkonini beradi.

Agar, (14) tenglamalar sistemasining chap va o'ng tomonlarini dx , dy , dz larga ko'paytirib va suyuqlik zichligi ρ ga bo'lsak, ushbu ifodalarni olamiz:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{d\tau} \cdot dw_x &= -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} dx \\ \frac{dy}{d\tau} \cdot dw_y &= -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} dy \\ \frac{dz}{d\tau} \cdot dw_z &= -qdz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz\end{aligned} \quad (15)$$

(15) tenglamalar sistemasidagi $dx/d\tau$, $dy/d\tau$ va $dz/d\tau$ nisbatlar tegishli koordinata o'qlaridagi w_x , w_y va w_z tezliklarning o'zgarishini ifodalaydi. Ushbu nisbatlarni tezlik orqali ifodalab, o'z o'rniga qo'ysak:

$$w_x dw_x + w_y dw_y + w_z dw_z = -g dz - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) \quad (16)$$

Tenglamaning chap tomonidagi qo'shiluvchilar quyidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$w_x dw_x = d\left(\frac{w_x^2}{2}\right); w_y dw_y = d\left(\frac{w_y^2}{2}\right); w_z dw_z = d\left(\frac{w_z^2}{2}\right). \quad (17)$$

Ularning yig'indisi esa,

$$d\left(\frac{w_x^2}{2}\right) + d\left(\frac{w_y^2}{2}\right) + d\left(\frac{w_z^2}{2}\right) = d \cdot \left(\frac{w_x^2 + w_y^2 + w_z^2}{2} \right) = d\left(\frac{w^2}{2}\right) \quad (18)$$

bu yerda $w = |\mathbf{w}|$ - tezlik vektorining kattaligi bo'lib, w_x , w_y va w_z o'qlari uchun o'z qiymatiga ega.

Tenglamaning o'ng tomonidagi ifoda bosimning to'la differensial $d\mathbf{r}$ ga teng. Turg'un oqimlar uchun bosim fazodagi nuqta xolatiga bog'liq bo'lib, istalgan nuqta uchun vaqt birligida o'zgarmaydi.

Demak,

$$d\left(\frac{w^2}{2}\right) = -\frac{dp}{\rho} - g dz \quad (19)$$

Ushbu tenglamaning ikkala tomonini erkin tushirish tezlanish g ga bo'lsak va xamma ifodalarni chap tomonga o'tkazsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$d \cdot \left(\frac{w^2}{2g}\right) + \frac{dp}{\rho g} + dz = 0 \quad (20)$$

Birjinsli, siqilmaydigan suyuqliklar uchun $\rho = \text{const}$.

Tenglamadagi differensiallari yig'indisini yig'indilari differensial bilan almashtirilishi mumkin, ya'ni:

$$d\left(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{w^2}{2g}\right) = 0$$

bu yerda

$$z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{w^2}{2g} = \text{const} \quad (21)$$

Ushbu ko'rinishdagi ifoda ideal suyuqliklar uchun **Bernulli tenglamasi** deyiladi. $\left(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{w^2}{2g}\right)$

kattalikka **to'liq gidrodinamik napor** yoki **gidrodinamik napor** deb nomlanadi.

Bernulli tenglamasiga binoan, ideal suyuqliklarning turg'un xarakatida geometrik, statik va dinamik naporlar yig'indisi umumiy gidrodinamik naporga teng bo'lib, oqim bir trubadan ikkinchisiga o'tganda xam o'zgarmaydi.

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} \quad (22)$$

Bernulli tenglamasi energiya saqlanish qonunining xususiy xoli bo'lib, oqimning energetik balansini xarakterlaydi. z - nivelir balandlik yoki geometrik napor (h_g , m) deb ataladi va nuqta xolatining solishtirma potensial energiyasini ifodalaydi. $\frac{p}{\rho g}$ - bosim napori yoki pezometrik napor (h_o , m) deb nomlanadi va bosimning solishtirma potensial energiyasini ifodalaydi.

$\left(z + \frac{p}{\rho g}\right)$ yig'indi to'liq gidrostatik yoki statik napor (h_{st}, m) deyiladi va ushbu nuqtadagi to'liq solishtirma potensial energiyani ifodalaydi.

$\frac{w^2}{2g}$ – tezlik yoki dinamik napor (h_d, m) deb nomlanadi va u ushbu nuqtadagi solishtirma kinetik energiyani xarakterlaydi.

Demak, turg'un xarakterdagi suyuqlik uchun potensial $\left(z + \frac{p}{\rho g}\right)$ va kinetik $\left(\frac{w^2}{2g}\right)$ energiyalar yig'indisi oqimning istalgan ko'ndalang kesimida o'zgarmas qiymatga ega.

Ma'lumki, xaqiqiy (real) suyuqliklarda ichki ishqalanish kuchlari mavjud bo'lib, ular truba yoki kanallarda xarakat qilganda, bir qism napor bu kuchni yengishga sarf etiladi.

Xaqiqiy suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_u \quad (23)$$

yoki

$$h_z + h_c + h_g + h_u = H \quad (24)$$

bu yerda h_i - ishqalanish kuchini yengish uchun sarflangan napor.

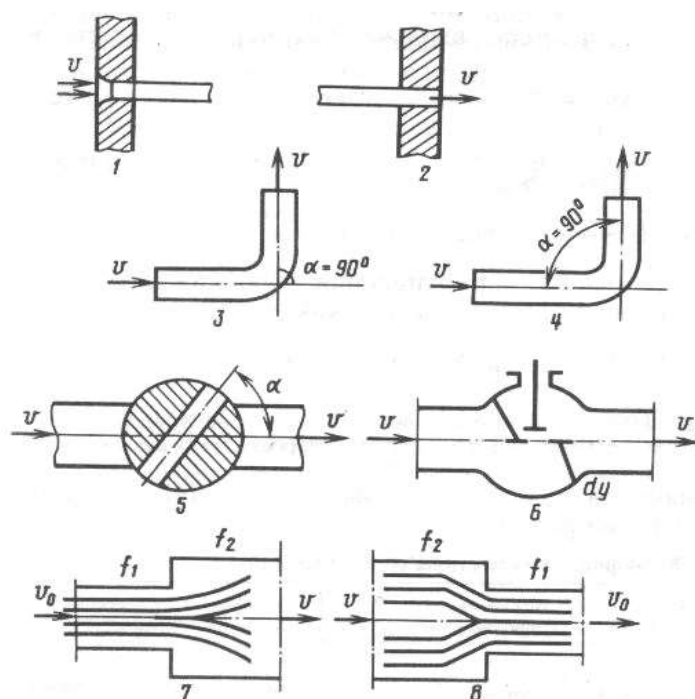
Agar, suyuqlik gorizontall trubada xarakat qilayotgan bo'lsa, unda geometrik napor nolga teng bo'ladi, ya'ni $h_g=0$. Unda

$$h_c + h_o + h_u = H \quad (25)$$

Shunday qilib, Bernulli tenglamasi energiya saqlanish qonunining xususiy xoli bo'lib, oqimning energetik balansini ifodalaydi.

Amaliy gidrodinamikaning Kimyoviy masalalaridan biri bo'lib xaqiqiy suyuqlik xarakatidagi gidravlik qarshilikni aniqlash xisoblanadi. Chunki, yo'qotilgan napor $h_{yo'q}$ (yoki $\Delta r_{yo'q}$)ni bilmasdan turib nasos, ventilator, gazoduvka va kompressorlar yordamida suyuqliklarni uzatish uchun zarur bo'lgan energiya sarfini aniq xisoblab bo'lmaydi. Undan tashqari $h_{yo'q}$ (yoki $\Delta r_{yo'q}$) bilmasdan turib, xaqiqiy suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasini qo'llab bo'lmaydi.

Truba quvurlarida napor (yoki bosim)ning yo'qotilishiga ishqalanish qarshiligi va maxalliy qarshiliklar sababchi bo'ladi.



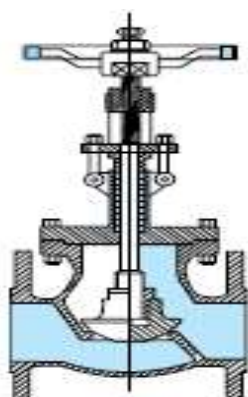
1-rasm. Maxalliy qarshiliklar.

Ishqalanish qarshiligi (yoki uzunlik bo'yicha qarshilik) – trubadan xaqiqiy suyuqlik xarakat qilganda, ichki ishqalanish qarshiligi, uning butun uzunligi bo'yicha mavjud. Ichki ishqalanish kuchining kattaligi suyuqlik oqimining rejimi (laminar, turbulent, turbulentlik darajasi)ga bog'liq.

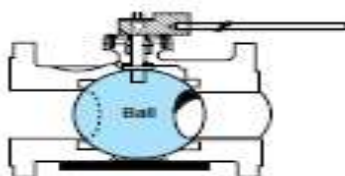
Mahalliy qarshiliklar – suyuqlik oqimi tezligi va xarakat yo'nalishi qiymatining istalgan o'zgarishidir. Ularga qo'yidagilar: keskin va asta-sekin toraygan va kengaygan qismlar, tirsaklar, jo'mrak, yopuvchi va rostlovchi uskuna (ventil, zadviyka, tiqinli kran) va boshqalar kiradi (1-rasm).

Darvoza, ventil va sharsimon klapanlar (zadvijka)

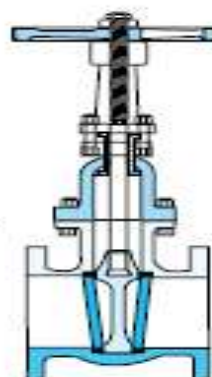
Klapanlar suyuqlik oqimini to'xtatish, boshlash, chegaralash yoki yo'naltirish uchun ishlatiladi. Darvoza, ventil va sharsimon klapanlar 2.17 rasmda ko'rsatilgan. Darvoza klapani quvurdagi oqim yo'lida harakatlanuvchi elementni joylashtiradi. Darvoza klapanining Kimyoviy komponentlariga tanasi, qopqog'i, dastagi, moxovik, darvoza, germetik material, sonik va gidravlik solnik kiradi. Darvoza klapanlari 2 xil bo'ladi: ko'tariluvchi va ko'tarilmas dastagli. Darvoza klapanlari oqimini chegaralash uchun emas, ochish va yopish uchun mo'ljallangan.



Ventil klapan



Sharsimon klapan



Darvoza klapan

2.17-rasm. Klapanlar.

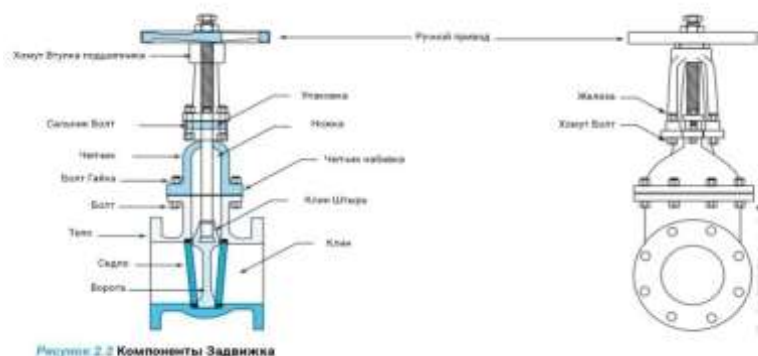
Ventil klapanlar yo'lida harakatlanuvchi metall diskni joylashtiradi. Bu turdagi klapan oqimni chegaralash uchun ishlatiladigan eng oddiy klapanlardandir. Disko'riniga qulay joylashishi va oqimni to'xtatish uchun mo'ljallangan. Suyuqlik ventil klapaniga kiradi va 90 gradusga aylanish orqali joyiga va diskga yo'naladi. Suyuqlik disk orqali harakatlansa, bir xil tarqaladi. Blok klapanlari quyidagicha

oddiy ventil sharli, tiqin yoki kompozit diski bilan, ignali klapan va burchakli klapan ko'rinishlarida bo'ladi. Ventil va darvoza klapanlarini juda o'xshash klapanlari mavjud.

Sharsimon klapaning markazida harakatlanuvchi elementning shaklidan olingan. Sharsimon klapan darvoza, ventil klapanlarga o'xshab, oqimni nazorat qiluvchi qurilmani ko'tarmaydi, buni o'riniga bosh shar ochiq-yopiq holatga aylanadi. Sharsimon klapanlar oqimni juda oz miqdorda chegaralaydi va klapan dastagi chorak qismiga aylantirilganda 100 % ga ochiladi. Yopiq holatda kanalga suyuqlik kiritilmaydi. Ochiq holatda quvurning ichki diametri kanal ichki diametriga mos bo'ladi. Katta klapanlarni ochish uchun moxovik va uzatmalar qutisi kerak bo'ladi, ammo buning uchun bor yo'g'i dastakni chorak qismga aylantirish yetarli.

Klapanlar. Klapanlarning sanoatda eng keng tarqalgan turi darvozali bo'ladi. Darvoza klapan quvur ichida oqim yo'liga joylashtiriladi. Darvoza, trubaning ichki diametriga mos o'lchamlarda bo'ladi va ochiq xolatda juda oz farqlanadi.

Klapanlar o'lchamlari bo'yicha farqlanib, 0.125 dyuymdan bir necha futgacha bo'lishi mumkin. Zadvijkalar odatda "keng ochiq" yoki "to'la ochiq" xolatlarda ishlaydi.



2.18-rasm. Zadvijkaning tuzilishi.

Bu turdagi zadvijkalar oqim darajasi cheklanmaganda ishlatiladi. Klapanlar oqimni rostlagani uchun ulardan keng ko'lamda foydalanish kerak.

Klapan orqali notturg'un oqim o'tishi sababli metall eroziyasi, egarning yedirilishi, shuningdek oqim nazorati elementlarining shikastlagani sababli, oqimni to'liq to'sib qo'yish oldini olish mumkin.

Egarlar ikki toifaga bo'linadi: maxkam o'rnatilgan va yechiladigan.

Kichik klapanlarda odatda quyma elementlari bo'lgani uchun egarlarni almashtirish iqtisodiy samara bermaydi va ularda klapaning ishchi elementini almashtirish kerak.

Egarlarning qirralari disk yoki ponalar bilan parallel joylashadi.

Darvozali klapan quyigilardan iborat: korpus, darvoza, o'q, qapqoq, qistirma va maxovik (2.18-rasm).

Darvoza ponasimon yoki parallel disklardan iborat bo'lishi mumkin. Turli materiallardan yasalishi mumkin. Darvoza ochiq bo'lsa oqim yo'lidan butunlay chetlashtiriladi va yopiq xolatda oqim yo'lida bevosita joylashtiriladi.

Klapaning katta qismini qobiq tashkil etadi. Qobiq texnologik quvurlarga uch yo'l bilan ulangan bo'lishi mumkin: flyanesli, rezkali yoki payvandlangan. Klapan elementlari qobiqqa maxkamlanadi.

Qobiqdagi maydoncha ikki qo'zg'almas tekislik yoki klapan ichidagi xalqalar ko'rinishida bo'ladi, oqimni to'sish vaqtida bo'sh bo'ladi. Bunday maydoncha ikki toifaga bo'linadi: almashtiriladigan yoki o'rnatilgan.

Egarlar darvoza bilan aniq ta'sirlanish yuzasini ta'minlashi kerak. Egarlar klapan chegarasida ishlanishi yoki quyilishi mumkin. Ular presslanadigan, rezkali yoki joyiga payvandlangan bo'ladi. Yuqori harorat va yuqori bosim vaziyatlarida payvandlash va rezkali birlashma talab qilinishi mumkin.

O'q ingichka, uzun bo'lib, unga darvoza yoki g'ildirak birlashtirilgan bo'ladi. Maxovik aylanganida uning energiyasini o'qga uzatadi va o'qni ko'tarilish yoki tushishga olib keladi.

Qapqoq disk yoki darvoza uchun ko'tarilgan xoltda qobiq vazifasini bajaradi. U payvandlash orqali yoki vaqtincha boltlar yordamida klapan qobiq'iga maxkamlanadi.

Qistirma maxsus materialdan yasilib, qapqoq germetikligini ta'minlashga xizmat qiladi. Qistirma o'qning yuqoriga va pastga silliq harakat qilish imkonini berishi kerak.

Salnikli qistirma qapqoqning o'q o'tadigan joyida, maxsus ochilgan chuqurchada bo'ladi va o'q atrofida qobiq montajida ishtirok etadi. Tiqma moslama qutidagi materialni siqadi va materialning joylashuvini ta'minlaydi. Salnikdagi gaykalar siqilish me'yori ta'minlab, sizib chiqishni bartaraf qilishga mo'ljallangan.

Maxovik klapan o'qiga maxkamlanadi. Maxovik aylanma energiyani o'qga uzatadi. Aylanma energiya oqimni boshqarish elementini xarakatga keltiradi. Maxovik soat strelkasi bo'yicha xarakatlanganida klapani yopadi. Maxovik xarakati teskari tomonga yo'naltirilginida klapani ochadi.

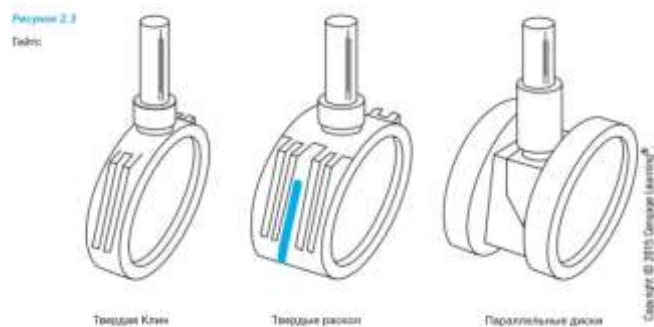
Darvozalar. Zadviyka darvozalari turli shakl va o'lchamlarda bo'ladi.

Eng keng tarqalgan konstruksiyalari qatoriga mustahkam pona, ikki qattiq darvozali va parallel diskli (2.19-rasm) kiradi.

Yaxli mustahkam ponali zadviykalar ishonchli bo'lib, egarning mustahkam materialiga zichlashadi. Bunday ponali egarga zich joylashgani sababli, ortiqcha kuchlanishni ko'tarmaydi. Ortiqcha kuchlanish ishchi joylarini shikastmasligi maqsadida klapan to'liq yopilganidan so'ng ozgina bo'shatilishi kerak.

Ikki qattiq darvozali turi egar bilan ishonchli zichlanish beradi. U mustahkam pona kabi vazifalarni bajarishi bilan birga o'ziga xos elementlariga ega. Bu element uning ikkita disk sifatida ishlashini xam ta'minlaydi. Ikki qattiq darvozali turi mustahkam pona turiga nisbatan yuqori xaroratlarda ishlatilishi imkonini beradi. Oqimning bosimidan bunday darvozalarning joylanishida foydalaniladi.

Parallel diskli darvozalar o'qga o'rnatilgan ikki aloxida disklardan iborat. Ba'zi bir parallel disklarda prujina bo'lishi mumkin. Prujina disk orasida joylashtiriladi, qolgan elementlar o'qga maxkamlanadi.



2.19-rasm. Zadviyka darvozalari turlari.

Parallel diskli zadviykalar yuqori xaroratlarda qo'llanilishga mo'ljallangan. Oqim bunday klapanga kirganida, disklardan birini itaradi, prujinani siqadi va qarama-qarshi diskni egarga zich joylanishini boshqaradi. Sistemadagi bosim darvozaning egardagi xolatini ta'minlaydi. Bosim qancha katta bo'lsa disk shuncha egarga zichlashadi.

Zadviyka materiallari. Zadviykalar (2.20-rasm) turli jarayonlarda foydalanish uchun mo'ljallangan. Ma'lum ekspluatatsiya sharoitlari zadviyka yasash materiallarining o'ziga xosligini belgilaydi.



Рисунок 2.4
Нержавеющая сталь
Задвижка

2.20-rasm. Zanglamaydigan po'latdan yasalgan zadviyka.

Misol uchun, zanglamas po'latdan yasalgan zadviyka korrozion, yuqori va past haroratli muxitlarda xizmat qiladi. Maxsus qotishmali zadviyka esa yuqori harorat, yuqori bosim muxitida ishlatiladigan. Bronzadan yasalgan zadviyka past haroratli, past bosimli muxitda xizmat qiladi. Latun zadviyka past harorat, past bosimli xizmat sharoitida qo'llaniladi. Cho'yan zadviyka suv uchun va ba'zi bir past bosimli bug'lar uchun ishlatiladi.

Zadvijkalar uzlukli va o'zgaruvchan oqimli texnologik jarayonlarda qo'llaniladigan eng yaxshi moslamalardan xisoblanadi. Ular uzoq yil xizmat qiladi.

Ko'tarma shpindelli va ko'tarilmaydigan o'qlar.

Zadvijka o'qlari ikki xil turda bajarilgan bo'ladi: ko'tarma shpindelli va ko'tarilmaydigan o'qli. Zatvorning yuqori qismida shturval joylashgan. Maxovik vtulkaga maxkamlanadi, vtulka o'z navbatida o'qga rezba yordamida maxkamlanadi. Maxovik soat strelkasiga qarama-qarshi aylanganida maxovik markazadagi o'q ko'tariladi. O'qning ko'tarilishiga mos ravishda darvoza klapan qobig'idan ko'tariladi va suyuqlikning oqishiga yo'l beradi. O'qning xolatiga qarab, kuzatuvchi klapan ochiq yoki yopiqqligini ayta oladi.

Ko'tariluvchi o'qning boshqa turida o'q asosi rezbali bo'ladi. Bunday tipdagi klapanlarda maxovik o'qga o'rnatilgan bo'lib, ochiq xolatda o'q bilan birga ko'tariladi.

Ko'tarilmaydigan o'qlarda maxsus moslama o'qning ko'tarilishi yoki tushishiga yo'l qo'ymaydi. Maxovik o'qga mustaxkam biriktirilgan va maxovik o'q vinti yoki darvoza aylanishi boshqaradi. Bunday klapanlarga qarab, ularning ochiq yoki yopiqqligini aytib bo'lmaydi.

Xizmat ko'rsatish. Uskunalar texnik xolatini ta'minlash operator ishining muhim qismidir. Rezba o'qli klapanlar atrof muxit ta'sirida qotib qolmasligi va ularni ish qobiliyatida ushlab turish uchun moylanishni talab etadi. Qobiq nazoratdan o'tkazilib, silqish topilganida salnik gaykalari me'yorida tortilishi kerak.

Klapan o'qi bo'yalmaydi va uni chang va ifloslanishdan saqlash kerak. Operator zadviykani yopayotganida klapan egarini shikastlamaslik choralari ko'rishi lozim. Xarakat yo'nalishining o'zgarishi, klapaning tez yopilishi va truba kengayishi klapaning buzilishiga olib kelishi mumkin. Chunonchi, o'qning qiyshayishi klapaning yopishib qolishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun klapani yopish jarayoni sekin va bir tekisda bo'lishi kerak. Klapan darvozasi pastda bo'lganida aylanish pastga bo'lmasligi shart. Ko'pgina klapanlar moylagichlar bilan ta'minlangan bo'ladi va ular yordamida aylanuvchi qismlari moylanib boriladi. Texniklar vazifasi klapanlar tozaligi va moylanganligini nazorat qilishdan iboratdir.

Sharli klapan. Ishlab chiqarish sohasida ishlatiladigan ikkinchi eng keng tarqalgan klapan turi o'tkazuvchi klapanidir. Sharli klapanida xarakatchan metall disk oqim yo'liga qo'yiladi. Bu tipdagi klapan asosan oqimni drossellashda ishlatiladi. Disk egarga tekis joylashib oqimni to'xtatishga mo'ljallangan. O'tkazuvchi klapaniga suyuqlik kiradi va o'z yo'nalishini egar va disk ostiga tomon 90° ga o'zgartiradi. Suyuqlik diskdan o'tadi va tekis taqsimlanadi. O'tkazish klapanlari samarali ishlashi

uchun o'g'ri o'rnatilishi kerak. Agar klapan teskari o'rnatilsa, oqim boshqaruv elementini pastga bosadi va uzatish me'yori buziladi.

Tipik egarli klapan quyidagilardan iborat: qobiq, disk, bo'sh maydancha, o'q, qalpoq, qistirma, salnik, egar va maxovik (2.21-rasm).



2.21-rasm. Sharli klapan.

Disk o'qqa uch usulda maxkamlanadi: xarakatchan, rezbali va yaxlit yasash bilan. Disk shteker, koptok va igna shaklida sinflanishi mumkin. Turli materiallardan ishlanadi.

Disk yoki o'tkazuvchi boshqaruv elementi egarda joylashadi va yopiq xolatda oqim yo'lida yotadi. Zadvijkalardan farqliroq, shar klapan drossellashda ishlatishga mo'ljallangan. Oqim boshqaruv elementining ochiqlik darajasi orqali rostlanishi mumkin.

Klapaning asosini qobiq tashkil etadi. Qobik texnologik quvurlarga uch yo'l bilan ulangan bo'lishi mumkin: flyanesli, rezbali yoki payvandlangan. Klapan elementlari qobiqga maxkamlanadi.

Bo'sh maydoncha to'rt xil usulda bajarilishi mumkin: konussimon, qiyshiq tekis yuzali, zichlovchi xalqali yoki shayba va konusli yoki ignasimon konusli. Maydoncha almashtiriladigan yoki o'rnatilgan bo'ladi.

Egar boshqaruv elementi bilan ta'sirlanish yuzasida to'g'ri birikib, zichlanishni ta'minlaydi. Egardlar klapan chegarasida ishlanishi yoki quyilishi mumkin, presslanadigan, rezbali yoki joyiga payvandlangan bo'ladi. Yuqori haroratda va yuqori bosim vaziyatlarida payvandlash va rezbali birlashma talab qilinishi mumkin.

O'q ingichka, uzun bo'lib, disk yoki g'ildirakga birlashtirilgan bo'ladi. Maxovik aylanganida uning energiyasini o'qqa uzatadi va o'qni ko'tarilish yoki tushishga olib keladi.

Qapqoq disk uchun ko'tarilgan xolatda qobiq vazifasini bajaradi. U payvandlash orqali yoki vaqtincha boltlar yordamida qobiqga maxkamlanadi. Qobiq silqishlarni bartaraf etish uchun maxsus loyixalangan bo'lib, o'qning tekis aylanishini xam ta'minlaydi.

Salnikli qistirma qapqoqning o'q o'tadigan joyida, maxsus ochilgan chuqurchada bo'ladi va o'q atrofida qobiq montajida ishtirok etadi. Tiqma moslama qutidagi materialni siqadi va materialning joylashuvini ta'minlaydi. Salnikdagi gaykalar siqilish me'yorini ta'minlab, sizib chiqishni bartaraf qilishga mo'ljallangan.

Maxovik klapan o'qiga maxkamlanadi. Maxovik allanma energiyani o'qqa uzatadi. Aylanma energiya oqimni boshqarish elementini xarakatga keltiradi.

Orqa egar qapqoq va o'q orasida zichlovchi va qobiqni klapan ichidagi ortiqcha bosimdan saqlovchi moslamadir. Bug' sistemalari uchun qo'llaniladi. O'qning bir qismi sifatida ishlanadi. O'q to'la ochiq xolatda bo'lganida disksimon orqa egar egar qapqog'i bilan ta'sirlashadi.

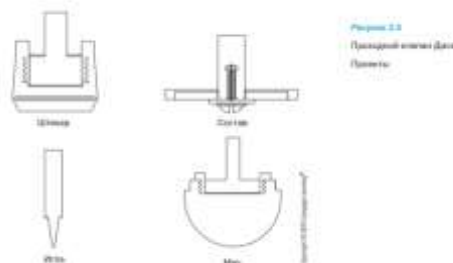
Disklar. Disklar turli shakl va o'lchamlarda bo'ladi. To'rt eng keng tarqalgan vilkali, sharli, tarkibli va ignali disk turlari 2.22-rasmida keltirilgan.

Vilkali disk drossellashda ishlatiladi. Ular konussimon birikish yuzali joyida almashtiriladigan xalqalarga ega, oqim xarorati va bosimi keng oraliqlarda o'zgaradigan xollarda drossellashga mo'ljallangan.

Sharli disk sharsimon yoki tekis yuzali bo'ladi. Ular drossellashni ochilgan yoki yopilgan xolatlarda bajarishga mo'ljallangan.

Tarkibli disk turli temperatura va oqimlarga moslashtirilgan bo'ladi. Tarkibli disk qayta tiklanishi mumkin. Yuzalarni birlashtirish uchun rezina xalqa va shaybadan foydalaniladi. Igna disk yuqori aniqlik talab etilganda qo'llaniladi.

O'tkazuvchi klapan materiallari. Sharli klapanlar turli sharoitlarda foydalanish uchun mo'ljallangan. Muxit turiga qarab tegishli materiallardan yasaladi. Misol uchun, zanglamas po'latdan yasalgan egarli klapan korrozion, past haroratda xizmat qilganida ishlatiladi. Maxsus qotishma esa yuqori harorat va yuqori bosimda ishlatiladi. Ba'zi bir keng tarqalgan qotishmalar sifatida nikel-temir, titan-po'lat ishlatilmoqda. Bronzadan ishlangan egarli klapan past bosim va past xaroratlarda uchun mo'ljallangan. Cho'yan zadvijka suv uchun va ba'zi bir past bosimli bug'lar uchun ishlatiladi.



2.22-rasm. Disklar turlari.

Tiqinli klapanlar bilan solishtirganda (2.23-rasm) klapanlarda judakatta bosimtushishi mavjud. O'tkazuvchi klapanlar yuqori yuklamali idishlarda o'rnatishga mo'ljallangan. Bunday klapan foydalanishning eng past hududida o'rnatilgan bo'lsa, o'z-o'zini tozalash turib o'sa ham, sharli klapan aylanadi, chunki 90° ga qaytadi va unito'g'ridan to'g'ritarmoqdan uzish mumkin emas.



2.23-rasm. Tiqinli klapan.

Sharli klapanlar. Sharli klapanlar o'z nomini sharsimon, xarakatchanelementdan olgan (2.24-rasm). Darvozava egarli klapanlardan farqli, sharli klapaning boshqaruv moslamasi oqim ta'sirida ko'tarilmaydi. Buning o'rniga ichi bo'sh shar ochiq yoki yopiq xolatlarga aylanadi. Sharli klapanlar oqimga juda kichik cheklovlar beradi va to'la ochiq xolat ochiq xolatning to'rtidan bir xolatida xam kuzatiladi. Yopiq xolatda tizim to'liq uziladi va aksincha, to'liq ochiq xolatda trubaning ichki diametriga teng xolatni beradi.

Sharli kranlar turli shakl va o'lchamda (2.24-rasm) bo'lib, katta klapanlarda maxovik va tishli reduktor bo'lishini taqozo qiladi. Sharli kranlardan drossellash uchun foydalanish mumkin emas.

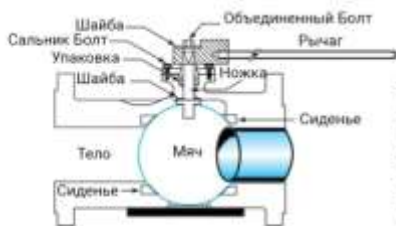


Рисунок 2.8 Компоненты Шаровый Клапан



Рисунок 2.9 Шариковый клапан

2.24-rasm. Sharli klapan.

Sharli kranlardan uzoq vaqt foydalanish ta'sirida shar va uning o'rnatilish joyi shikastlanishi mumkin. Odatda, sharli kranlar yuqori xaroratlarda qo'lanishga mo'ljallanmagan. Shar o'rnatiladigan joy plastmassalardan yasalgan bo'lib, yuqori xarorat ta'sirida yemirilishga moyildir. Ishlatishdan avval temperatera chegaralari bilan tanishish tavsiya etiladi. Sharli kranlar zichlanmagani uchun yuqori bosimli kameralarda qo'llanmaydi. Ba'zi bir sharli kranlar bir necha oqimni to'xtatmasdan kerakli yo'nalishlarga ayirboshlash uchun mo'ljallangan bo'lishi mumkin.

Qaytish klapani. Qaytish klapanlari oqimning qaytishini bartaraf etish uchun va uning oqibatida qurilmalarning ifloslanishi va buzilishining oldini olish uchun mo'ljallangandir. Qaytish klapanlari imkoniyatlari katta emas, lekin oqimni germetik to'xtatish imkonini beradi.

Qaytish klapanlari konstruksiyalari turlicha va qo'llanilishi bilan farqlanadi. Qaytish klapanining tipik namoyondasi sifatida qaytarma diskni olish mumkin. Bunda oqim yo'nalishi o'zgarsa quvur yopiladi (2.25-rasm). Oqim diskni ko'tarib, shu oqim to'xtagunicha o'zgarmas tutadi. Qaytish klapanining qobig'i qalpoqchali bo'lib, boshqaruv elementiga oson borish imkoniyatini beradi.

Qaytish klapanining boshqa bir turi liftni ko'rib chiqsak, unga o'rnatilgan disk oqim kutish rejimida bo'lganida yopiq xolatda va oqim xarakati natijasi ko'tarilib ochiq xolatda faol bo'ladi (2.26-rasm). Maxsus yo'naltiruvchilar diskni joyida ushlab turadi. Shu bilan birga oqim o'zgarishlarini yopish uchun mo'ljallangan teskari moslama qilib yaratilgan.

Lift tekshirish ideal oqim darajasi turlicha bo'lgan tizimlar uchun javob beradi. Lift tekshirish tebranish tekshirishidan mukammalroq bo'ladi. Gorizontaal yoki vertikal qurilmalarni tekshirishda porshen yoki shar oqim ta'sirida egardan ko'tariladi.

Uchinchi ko'rinish sharli bo'lib, sharsimon disk qiya sharsimon egarga joylashadi (2.27-rasm). Shar oqim kutish holatida bo'lganida pastki xolatda bo'ladi va qachon oqim faollashsa xolatini o'zgartiradi. Maxsus yo'naltiruvchilar sharsimon diskni joyida ushlab turadi. Oqim yo'nalishi o'zgarishi bilan arg'imchoq kabi tebranib oqimni berkitib qo'yishga mo'ljallangan. Bunday tekshirishlar oqim o'zgaruvchan bo'lganida yoki suyuqligi birmuncha qattiq moddalarni tutgan sistemalar uchun mos keladi. Sharli tekshiruv lift tekshiruv kabi mukammal va uzoq muddatlidir.

To'rtinchi qurilma lift xususiyatlariga ega tormoz bo'lib, ko'tarish kuchi va shar klapani (2.28-rasm) nazorat qilishga asoslangan. Yopiq holatda, to'xtatish klapani mahkam o'tirgan, ochiq holatda, oqim nazorati elementi qobiqdan ko'tariladi. Ochiq holatda, lift sinovida to'xtatishni tekshirish bo'lib, ko'tarish darajasini rostdash mumkin.

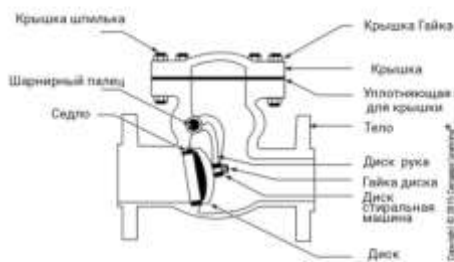


Рисунок 2.10 Свинг обратный клапан

2.25-rasm. Diskli qaytish klapani.

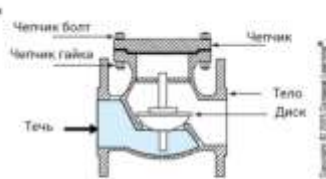


Рисунок 2.11 Клапан обратный подъемный

2.26-rasm. Liftli qaytish klapani.

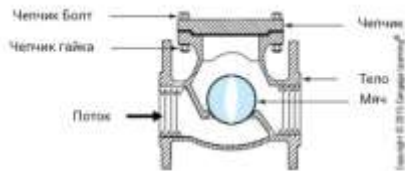


Рисунок 2.12 Шаровой обратный клапан

2.27-rasm. Sharli qaytish klapani.

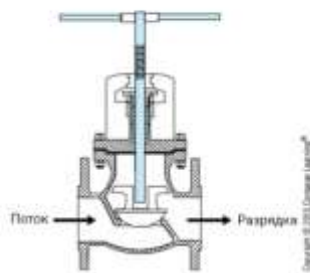


Рисунок 2.13 Стоп Обратный клапан

2.28-rasm. Liftli sharli qaytish klapani.

Qaytarish klapanlari og'irlik kuchi ta'sirida ishlaydi, shuning uchun to'g'ri o'rnatilishi kerak. Konstruksiyalari gorizontal va vertikal bo'lishi mumkin. Turli texnologik sharoitlarda qo'llanilishga mo'ljallangan. Klapanlar materiali qo'llanish soxasini aniqlaydi. Misol uchun, zanglamas po'latdan yasalgan klapan korrozion, past haroratda xizmat qilganida ishlatiladi. Maxsus qotishmalisi esa yuqori harorat va yuqori bosimda ishlatiladi. Ba'zi bir keng tarqalgan qotishmalar sifatida nikel-temir, titan-po'lat ishlatilmoqda. Bronzadan ishlangan klapan past bosim va past xaroratlar uchun mo'ljallangan. Latun klapanlar past bosim va xaroratlarda qo'llaniladi. Temir klapan suv uchun va ba'zi bir past bosimli bug'lar uchun ishlatiladi.

Zatvorlar. Diskli aylanma zatvorlar odatda drossellash va ochiq-yopiq funksiyalarni bajarishda qo'llaniladi. Bunday klapanlar boshqa turdagi klapanlardan kichikroq bo'lishi bilan farqlanadi va shu sababdan truba quvurlarda kam joy egallaydi.

Kapalak elementli zatvor yassi disk ko'rinishida bo'lib, disk markazidan metall o'q o'tadi va diskning chorak aylanishga burilishiga imkon beradi (2.29-rasm). Zatvorning chorak burilishi to'liq ochish yoki yopish uchun yetarlidir.

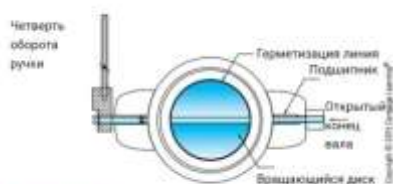


Рисунок 2.15 Клапан-бабочка Компоненты



Рисунок 2.16 клапан-бабочка

2.29-рasm. Kapalak elementli zatvor.

Texniklar bilishi kerakki, drossellash klapanlarini 100% ochish uchun klapan dastagi sakkizdan bir ulushga ochilishi kifoyadir. Drossellash vaqtida klapan dastagi yopiq xolatda maxkamlangan bo'lishi shart. Agarda dastak maxkamlanmagan bo'lsa, oqim klapanga kirishi bilan zatvorni ochishga xarakat qiladi. Shunga qaramasdan, diskli aylanma zatvorlar drossellashda turli xarakteristikali oqimlarda qo'llaniladi. Zatvorni ellik foyizga ochish bilan maksimal oqimga erishish mumkin.

Diskli aylanma zatvorlar past xarorat va bosimda ishlatishga mo'ljallangan bo'lib, odatda qayta ishlash korxonalarida suvni sovutish uchun mo'ljallangan issiqlik almashinish qurilmalarida o'rnatiladi.

Drossel klapan egari tabiiy kauchuk yoki plastmassalardan yasalishi mumkin.

Tiqinli klapanlar. Qayta ishlash korxonalarida turtdan bir burilishda ochiladigan, tezkor ochish uchun mo'ljallangan tiqinli klapanlar keng tarqalgan. Tiqinli kran o'z nomini oqimni rostlovchi elementi nomidan olgan (2.30-rasm). Dastagi to'rt dan bir burilishi natijasida 100 foyiz ochiq xolatni ta'minlay oladi. Yopiq xolatda o'tkazish tirqishi oqimga to'siq bo'lsa, ochiq xolatda truba ichki diametri bilan bir xil bo'ladi.

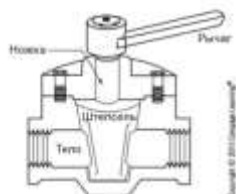


Рисунок 2.17 (Плунжерный клапан Компоненты)



Рисунок 2.18 плунжерный клапан

2.30-рasm. Tiqinli (plunjerli) klapan.

Plunjerli klapan. Tiqinli kranlar turli shakl va o'lchamlarda bo'ladi. Klapan tiqini yoqilg'i gaz quvurlari uchun mo'ljallangan, past bosim vaziyatlarida, past xaroratlarda yopish va ochish amallarni bajarish uchun mo'ljallangan. Kranlarni ochish va yopishda, xamda uzoq vaqt ishlatilishida ishchi elementlari shikastlanishi mumkin. Past xaroratlarga mo'ljallangan platmassa qoplamali egarlar yuqori xarorat ta'sirida yemirilishi mumkin.

Xizmat ko'rsatish. To'g'ri nazorat va texnik ko'riklar natijasida klapan plunjerining ishlashi abadiy davom etishi mumkin. Plunjerli klapani ishlatishda moylash katta ahamiyatga ega. Tiqinli kranlarning xizmat muddati klapan qobig'i ichidagi moylovchi materialga bog'liq. Moylovchi material klapanga sizib chiqishni bartaraf etishda ko'maklashadi. Bunday klapanlar drossellash uchun qo'llanilmaydi.

Xaddan tashqari yemirilish klapan tiqinining ishdan chiqishidan dalolat beradi. Bundan tashqari klapan germetikligi xam xavf ostida qoladi. Tiqinli klapanlarning ishlash xarorati 480°F (248,9 °S) dan

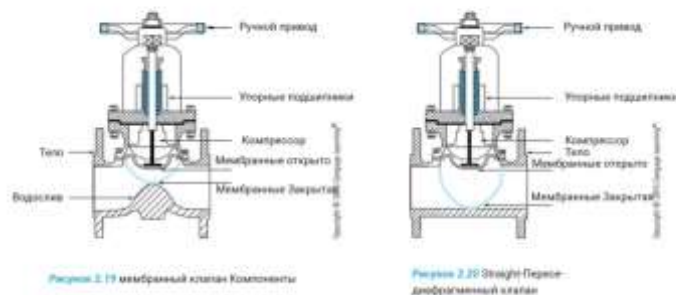
oshmasligi kerak. Bu ko'rsatkichdan yuqori xaroratlarda moy oqib ketadi va tirqishlarni yopish mumkin bo'lmay qoladi.

Membranali klapanlar. Kimyo zavodlarida, turli suyuqlik, agressiv yoki yopishqoq moddalar bir joydan boshqa joyga ko'chiriladi. Standart klapanlarni bu vaqtda qo'llab bo'lmaydi. Bunday mahsulot turi uchun membranali klapanlar maxsus ishlab chiqilgan.

Membranali klapanlarda oqimni rostlashda qayishoq membrana va egar qo'llaniladi. Maxovik darvozali va sharli klapanlardagidek ishlaydi. O'q kompressor deb nomlangan qurilma elementiga maxkamlanadi. Kompressor qayishoq membranaga bosim beradi. Klapaning ichki qismlari oqimdan ximoyalangan. Membrana maxovik rostlanishiga bog'liq ravishda moslashgan. Membranali klapanlar odatda past bosimlarda qo'llaniladi. Membrana egari kimyoviy turg'un plastikdan yasaladi, rezana bo'lishi xam mumkin. Bunday klapanlarning qobig'i bo'lmaydi.

Membranali klapanlar ikki turda bajariladi: suv o'tkazish va to'g'ri o'tkazuvchi membranali. Suv o'tkazish tipidagi membranali klapaning qobig'ida to'g'oni bo'ladi (2.31-rasm). Suyuqlik to'g'onning yuqori qismidan o'tib diafragma keladi. Klapanda katta bosimlar farqi kuzatiladi. Shuning uchun ularda qalin va pishiq membralar ishlatiladi.

To'g'ri o'tkazuvchi membranali klapanlar qayishoq membranaga ega (2.32-rasm). Bosim pasayishi membrana xolatiga bog'liq.



2.31-rasm. Suv o'tkazish membranali klapani. 2.32-rasm. To'g'ri o'tkazish membranali klapani.

Membranali klapanlar (2.33-rasm) agressiv suyuqliklar va o'ta toza suyuqliklar xamda minerallardan xolis qozon suvlariga mo'ljallangan. Mo'tadil past xarorat va bosim o'zgarishlari bo'ladigan shariotlarda ishlatilishi kerak.



2.33-rasm. Membranali klapan.

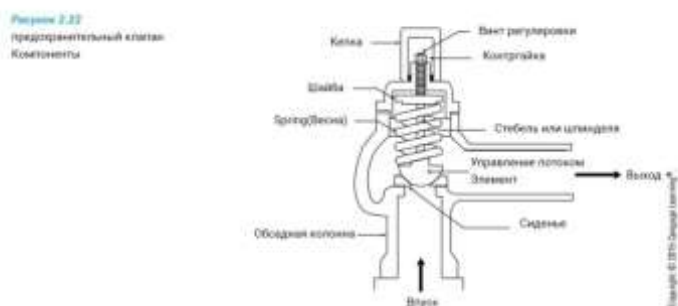
Xavfsizlik klapanlari. Xavfsizlik klapanlari suyuqlik bosimining keskin o'zgarishlariga avtomatik javob reaksiyalari uchun ishlab chiqilgan. Xavfsizlik klapani ma'lum bosimda ochilishga mo'ljalanadi. Xavfsizlik klapanida disk o'z joyida prujina yordamida ushlab turiladi. Bu prujina klapanda ishchi bosim xosil bo'lmagunicha ochilmaydi (2.34-rasm). Katta bosim texnologik qurilmaning ishlash vaqtida hosil bo'lishi mumkin.

Xavfsizlik klapani bosim ostidagi suyuqliklar uchun mo'ljallangan. Ular gaz tizimlariga to'g'ri kelmaydi. Xavfsizlik klapanlari sekin ochilish uchun mo'ljallangan. Bu gaz xizmati uchun yomon belgi hisoblanadi.

Boshqa klapanlar yuqori gaz tezligi ta'sirida disk va egarning yemirilishi sababli gaz tizimlarida ishlatilmaydi.

Xavfsizlik klapanlari dizayni va uslubi bilan farqlanadi. Xavfsizlik klapanlari o'lchami dyuymning bir necha ulushidan bir necha dyuymgacha bo'ladi. Xavfsizlik klapani ko'tarilgan bo'lsa, uni "butunlay ochiq holatda" deb ataladi. Dastlabki bosim va to'liq ochiq holatdagi bosim orasidagi farq, yig'ish davri deyiladi.

Xavfsizlik klapanlari quyidagilardan iborat: himoya qalpog'i, rostlovchi vint va kontrgayka, qobiq, prujina yoki prujina shayba, kirish va chiqish tarmog'i, o'q, disk va bo'sh joy.



2.34-rasm. Xavfsizlik klapani.

Ximoyalovchi qalpoq rostlovchi vint va gaykani tashqi ta'sirdan saqlash uchun xizmat qiladi. Pружина yoki prujina shayba diskni doimo tarang xolatda ushlab turadi. O'q diskning vertikal xarakatlanishi uchun rezbali ishlanadi.

Xavfsizlik klapanlari ochiq bo'lganida ulardan oqimning o'tayotganligini oson aniqlash mumkin. Klapaning qiziganligini uning ikki tomoni qiziganligidan aniqlanadi. Qizish natijasida xavfsizlik klapanlari ochilib, muxitning birdan o'zgarishini pasaytiradi. Bug' sistemalaridagi xavfsizlik klapanlari bug'ni atmosferaga chiqaradi.

Ba'zi bir klapanlarning dastagi bo'ladi. Bu dastakning xolatiga qarab klapan funksiyalarini tekshirish mumkin. Nazoratchi klapaning bunday funksiyasini tekshirishda dastakdan foydalanmaydi.

Xavfsizlik klapanlarining ikki Kimyoviy afzalliklari bo'lib, ulardan biri bosim pasayishi bilan o'zgarishi va prujinalarning sozlanishidir.

Saqlovchi klapanlar. Saqlovchi klapanlar himoya jarayoni tizimining oxirgi qatori hisoblanadi. Ular ortiqcha bug' yoki gaz bosimiga tezkor javob berish uchun mo'ljallangan. Tizimda ortiqcha bosim xosil bo'lganida saqlovchi klapanlar ortiqcha bosimni atmosferaga chiqarib yuboradi. Chiqarib yuborilgan ortiqcha bosim qurilmalarni ishdan chiqishidan saqlaydi va inson xavfsizligini ta'minlaydi.

Saqlovchi klapanlar tuzilishiga ko'ra xavfsizlik klapanlariga o'xshaydi. Saqlovchi klapan va xavfsizlik klapani orasida uchta farq mavjud: saqlovchi klapanlar ko'pincha suyuqlik uchun yaratiladi; bosimga ta'sir ko'rsatish vaqti kichik; chiqarish tarmog'i kattaroq. Bundan tashqari saqlovchi klapanlar tez ishlashga mo'ljallangan.

Saqlovchi klapanlarning chiqarish tarmog'i katta bo'lgani uchun kichik tezliklarda katta oqimlar uchun xizmat qila olmaydi. Bu uni ishdan chiqishdan saqlaydi.

Saqlovchi klapanlar xalqasining sozlanishi va ochilishiga qarab farqlanadi. Saqlovchi klapanlarning ba'zi birlari ta'mirlanishi mumkin. Boshqalari esa yangisiga almashtiriladi.

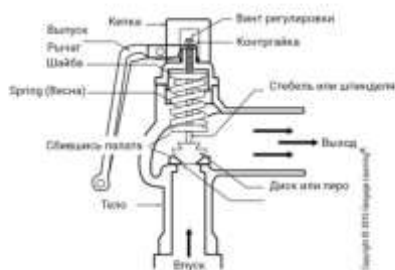


Рисунок 2.35
Предохранительный клапан
Компоненты

2.35-rasm. Saqlovchi klapan.

Saqlovchi klapanlar quyidagi tarkibiy qismlardan iborat (2.35-rasm): sozlash vinti, gayka va klapaning ichki elementlarini ximoyalovchi qalpoq; sozlovchi prujina, gayka va kontrgayka; qobiq; xalqani doimo tarang xolatda ushlab turuvchi prujina va ikkita shayba; kirish va katta chiqish tarmoqlari; boshqaruvchi disk yoki igna; diskning vertikal xarakatini ta'minlovchi shpindel yoki o'q; egar; sozlovchi va ta'sirlanuvchi xalqalar; ko'tarish richagi; sharnir.

Avtomatik klapanlar. Kimyo sanoatida jarayonlarni nazorat qilish uchun murakkab avtomatlashtirilgan kompleks tarmoqlaridan foydalaniladi. Tizimda eng kichik birlik sifatiga boshqaruv konturi olingan.

Tizimni nazorot qilish bor qurilmani ajratib olish, ma'lumotlarni uzatish, nazorat qilish, o'lchagich va avtomatik klapandan iborat (2.36-rasm). Avtomatik klapanlarning masofadan nazorat qilinishi va boshqarilishi ularning eng katta afzalligidir.

Avtomatik klapaning eng keng tarqalgan turi egarli klapan bo'lib, uning afzalliklari universalligi, yoqish/o'chirish va drossellanishidir. Avtomatik klapanlar suyuqlik oqimini nazorat qilish uchunqo'llaniladi. Avtomatik klapanlardan bosim, harorat, oqimning sarfi yoki balandligini nazorat qilish uchun foydalanish mumkin.

Avtomatik klapanlar rostlovchi va ta'minlovchi deb tavsiflanadi. Rostlovchi klapanlar pnevmatik, elektr boshqaruvli yoki gidravlik boshqaruvli bo'ladi.



Рисунок 2.36
Пневматический Автоматический
клапан

2.36-rasm. Avtomatik klapan.

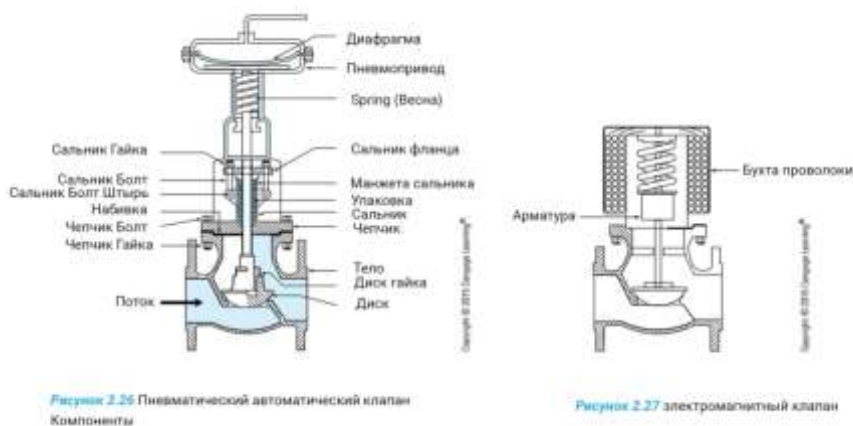
Ta'minlovchi klapanlar o'rnatilgan joylarda bosim yetarli darajada bo'lmagunicha klapan elementi egardan ko'tarilmaydi. Bu bilan ular kaytish klapanlariga o'xshab ketadi.

Bu bobdagi har qanday klapan avtomatlashtirishga boshqaruv tizimi orqali moslashtirilishi mumkin. Klapan boshqaruv tizimining vazifasi klapan o'qini xarakatga keltirish va klapan xolatini nazorat qilishdir. Boshqaruv tizimi uch xil ishlashi mumkin: pnevmatik (havo)yordamida, elektr toki yordamida va gidravlik yuritma yordamida.

Pnevmatik yuritma. Pnevmatik yuritma avtomatik klapanlar bilan ishlaydigan yuritmalarning eng keng tarqalgan turi hisoblanadi. Ular uch xil bo'ladi: diafragmali, porshenli va kurakchali. Har bir yuritma konstruksiyasi xavo bosimini mexanik energiyaga aylantirishga imkon beradi.

Diafragmali yuritma qayishoq diafragmasi bo'lgan qurilmadir (2.37-rasm). Odatda bunday moslamalar klapan ustiga o'rnatilgan bo'ladi. Gumbazning diafragma markizi o'qqa maxkamlanagan. Klapan xolati yoki klapaning yopiq xolati kuchli prujina bosim ostida bo'ladi.

Xavo gumbazning ichiga kirganida diafragmaning qiysi tomonidan kirganiga qarab klapani ochishi, yopishi va drossellashi mumkin. Yuritmaning porsheni o'qqa o'rnatilgan porshen va germetik silindrdan iborat. Ular odatda zadvijskalarni avtomatlashtirishda o'qning xarakatlanishi uchun katta joy bo'lganida ishlatiladi.



2.37-rasm. Pnevmatik diafragmali klapan. 2.38-rasm. Elektromagnitli klapan.

Plastinali yuritma to'rtidan bir qismga ishlaydigan klapanlarda o'rnatiladi.

Pnevmatik yuritma uchun umumiy shartlar quyidagilar:

- Xavoni ochish uchun. Klapan yopiq xolatda ishdan chiqishi mumkin emas. Odatda tizimda xavo gumbazning pastki qismidan o'tadi.
- Xavoni yopish uchun. Klapan ochiq xolatda ishdan chiqishi mumkin emas. Odatda tizimda xavo gumbazning yuqori qismidan o'tadi.
- Ikki tomonlama ishlaydigan prujinasiz xol. Xavo kanallari gumbazning har ikki tomonda joylashgan.

Elektr yuritgich. Elektr yuritgichlarda elektr energiyasi mexanik energiyaga aylantiriladi. Misol uchun kondensatorli elektromagnit klapanini olaylik. Kondensatorli elektromagnit klapan tizimlarni yoqish va o'chirishga mo'ljallangan. Kondensatorning ichki tuzilishi sharli klapani eslatadi (2.38-rasm). Disk egarga taqaladi va oqimni to'xtatadi. O'q o'z xolatida prujina yordamida ushlab turiladi. G'altakning simi yuqori prujinaga ulangan. G'altak elektr manbasiga ulanganida magnit maydoni xosil bo'lib o'qni ko'taradi va prujinasi siqadi. Bu xolat elektr manba uzilmagunicha davom etadi.

Elektr yuritgichning boshqaruv elementi o'qqa motor va tishli g'ildirak orqali bog'langan. Xarakatlantiruvchi mexanizm o'qning xolatini nazorat qiladi. Klapan ochilishi yoki yopilishini o'q dvigatelini to'xtatish yo'li bilan maxsus mexanik mexanizmlar yordamida cheklaydi.

Gidravlik kuchaytirgichlar. Hidravlik kuchaytirgichlar juda kuchli bo'ladi. Ular suyuqlik bosimini mexanik energiyaga aylantiradi. Hidravlik yuritgichda suyuqlikni o'tkazmaydigan silindr, porshen va harakatlanuvchi o'qdan foydalaniladi. Odatda gidravlik kuchaytirgichlar avtomatlashtirilgan klapanlar yoki klapanlar bilan birga ishlatiladi. Ular o'qi ko'p marotaba xarakatlanadigan xollarda ishlatiladi.

Afzallik va kamchiliklari. Klapan suyuqlik oqimini nazorat (to'xtatish, cheklash yoki ochish) qilish uchun ishlatiladigan qurilmadir. Klapanlar oqim nazorat elementiga qarab (rostlovchi yoki nazoroat qiluvchi), vazifasi va ish sharoitlariga qarab (bosim, oqim sarfi yoki harorat) tasniflanadi.

Zadvijskalarda xarakatchan metall darvoza quvurlardagi oqim yo'liga qo'yiladi. Ushlaydigan va texnologik tizimlarda kam ishlatiladigan ajoyib vositalardan hisoblanadi.

Sharli klapanida xarakatchan metall disk jarayon oqimi yo'liga to'g'onoq bo'ladi. Klapanlarning bu turi drossellashda eng keng tarqalgani xisoblanadi.

Sharli kran va tiqinli klapanlarning markazida ichi bo'sh aylanuvchi qismi bo'lib, shu elementning aylanishi natijasida klapan ochiq yoki yopiq xolatda bo'ladi. Bu klapanlar juda xam cheklanganligi bilan va drossellashda qo'llanilmasligi xamda yuqori xarorat va bosimda ishlatilmasligi bilan tavsiflanadi.

Kapalak elementli zatvor yassi disk ko'rinishida bo'ladi, membranali klapanlar qayishoq membranaga ega. Membranali klapanlar yopishqoq, quyuq va korrozion muxitlarda qo'llaniladi.

Saqllovchi klapanlar bosim va muxit parametrlarining keskin o'zgarishiga avtomatik ravishda javob qaytaradi. Saqllovchi klapan va xavfsizlik klapani orasida uchta farq mavjud: saqllovchi klapanlar ko'pincha suyuqlik uchun yaratiladi; bosimga ta'sir ko'rsatish vaqti kichik; chiqarish tarmog'i kattaroq. Xavfsizlik klapanlari sekin ochishlash uchun mo'ljallangan.

Bajaruvchi mexanizmlar avtomatik ravishda klapan o'qini boshqaradigan boshqaruv konturidagi moslamalardir.

Uskunalarining ish qobiliyatini saqlash opreatorning Kimyoviy vazifalaridan xisoblanadi. Atrof muxit ta'sirida klapan darvozalari va o'qini moylash kerak. Qobiq nazorat qilib turilishi va sizishlar aniqlanganida salnik gaykalari me'yorida tortilishi talab etiladi. Klapan o'qlari bo'yalmasligi, xamda o'qlarning chang va ifloslanmasligi ta'minlanishi zarur. Klapan darvozasi pastda bo'lganida aylanish pastga bo'lmasligi shart.

Ayrim maxalliy qarshiliklar uchun ξ ning o'rtacha qiymatlari 1 jadvalda keltirilgan.

Trubadan xaqiqiy suyuqlik xarakat qilganda, naporning yo'qotilishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$h_{iyk} = h_{uk} + h_{mk} \quad (1)$$

bu yerda h_{ik} va h_{mk} - ishqalanish va maxalliy qarshiliklarni yengish uchun yo'qotilgan napor.

1 jadval

Mahalliy qarshiliklar koeffitsientlari

6-rasmdagi maxalliy qarshilik tartibi	Maxalliy qarshilik turi	Maxalliy qarshilik koeffitsienti , ξ_{mq}
1.	Trubaga kirish	0,2...0,5
2.	Trubadan chiqish	1,0
3.	90° ga to'g'ri burchak ostida burilish $\alpha=90^\circ$ li tirsak	0,15 1,1... 1,3
4.	Tiqinli kran:	
5.	Butunlay ochiq $\alpha =20...$	0,05
6.	50°	2 ... 95
	Standart ventil	8
	$d_{sh}=20mm$	4...6
7.	$d_{sh}=40mm$ va undan ortiq	0,50

8.	To'satdan kengayish ($Re > 3500$):	0,40
		0,35
	$f_1/f_2=0,1$	0,30
	0,3	0,25
	0,4	0,45
	0,5	0,40
	To'satdan torayish ($Re > 10^4$):	0,35
		0,30
	$f_1/f_2=0,1$	0,25
	0,3	
	0,4	
	0,5	

Bernulli tenglamasiga binoan gorizonta ($z_1=z_2$) va o'zgarmas kesimli ($w_1 = w_2$) truba quvurlarida ishqalanish qarshiligini yengishga yo'qotilgan napor:

$$\frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \frac{\Delta p}{\rho g} = h_{uk} \quad (2)$$

Agar, $\Delta p = \rho g h$ ni (2) tenglamaga qo'ysak va xajmiy sarf V ni tezlik w ko'ndalang kesim yuzasiga ko'paytmasi bilan almashtirsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$w \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi d^4 \rho g h_{uk}}{128 \mu l} \quad (3)$$

bu yerda l va d – truba uzunligi va diametri; μ va ρ - suyuqlik qovushoqligi va zichligi.

Qisqartirishdan so'ng yo'qotilgan naporni aniqlash formulasi ushbu ko'rinishda bo'ladi:

$$h_{uk} = \frac{32 w \mu l}{\rho g d^2} \quad (4)$$

Tenglama o'ng tomonining surati va maxrajini $2w$ ko'paytirsak:

$$h_{uk} = \frac{64 \mu}{w d \rho} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (5)$$

Shunday qilib, dumaloq ko'ndalang kesimli trubada suyuqlik laminar rejimda xarakat qilganda yo'qotilgan napor:

$$h_{uk} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (6)$$

ya'ni, ishqalanish qarshiligini yengishda yo'qotilgan napor tezlik napor

$h_t = w^2/2g$ orqali ifodalanadi.

Ishqalanish qarshiligini yengishda yo'qotilgan napor tezlik naporidan qanchalik farq qilish kattaligi **ishqalanish qarshiligi koeffitsienti** deb ataladi va ξ_{iq} xarf bilan belgilanadi.

$$\xi_{uk} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l}{d} \quad (7)$$

bu yerda $\frac{64}{Re}$ - gidravlik ishqalanish yoki ishqalanish koeffitsienti va u λ deb belgilanadi.

Laminar ($Re < 2320$) rejimda gidravlik ishqalanish koeffitsienti faqat Reynolds kriteriysining son qiymatiga bog'liq. Bularni xisobga olsak, (7) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozsa bo'ladi:

$$h_{uk} = \xi_{uk} \frac{w^2}{2g} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (8)$$

Agar, $\Delta r_{iq} = \rho g h_{iq}$ ligini xisobga olsak, ishqalanish qarshiligini yengishda yo'qotilgan bosim Δr_{iq} quyidagi tenglamadan xisoblanishi mumkin:

$$\Delta p_{uk} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2} \quad (9)$$

bu yerda ρ - suyuqlik zichligi.

Agar, trubaning ko'ndalang kesimi dumaloq bo'lmasa, Reynolds kriteriysida d o'rniga ekvivalent diametr d_e qo'yiladi. Unda

$$\lambda = \frac{B}{Re} \quad (10)$$

bu yerda B – ko'ndalang kesim shakliga bog'liq koeffitsient, kvadrat kesim uchun $B=57$, dumaloq kesim uchun $B=96$ va xokazo.

Gidravlik silliq trubalar uchun ($2320 < Re < 10^4$) gidravlik qarshilik koeffitsienti Blaziusning empirik formulasidan:

$$\lambda = 0,316 \cdot Re^{-0,25} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} \quad (11)$$

yoki Konakov formulasidan aniqlash mumkin:

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,5)^2} \quad (12)$$

g'adir-budur trubalar uchun gidravlik qarshilik koeffitsienti ushbu funksiya ko'rinishida ifodalanadi:

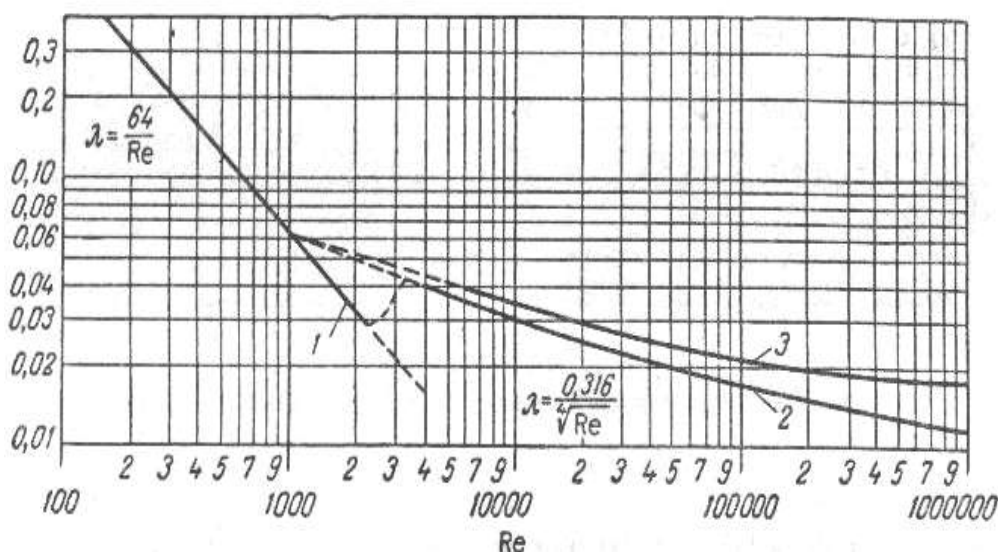
$$\lambda = f(Re, \Delta/d) \quad (13)$$

bu yerda $\epsilon = \Delta/d$ – nisbiy g'adir-budurlik.

Gidravlik qarshilik koeffitsienti λ ni aniqlash uchun quyida keltirilgan grafik tavsiya etiladi (2.17-rasm). Undan ko'rinish turibdiki, tekis trubalar λ sidan g'adir-budur trubalarniki ancha yuqori.

Grafikdan ko'rinish turibdiki, Re soni ortishi bilan $\lambda = f(Re)$ bog'liqlik avval aralash ishqalanish soxasiga, bu yerda $\lambda = f(Re, \Delta/d)$, so'ng esa avtomodel soxasi $\lambda = f(\Delta/d)$ ga o'tadi. Turbulent xarakat rejimlarining xamma soxalari uchun gidravlik qarshilik koeffitsientini xisoblashning umumlashtirilgan tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{\Delta/d}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0,9} \right] = -2 \lg \left[\frac{e}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0,9} \right] \quad (14)$$



2-rasm. Gidravlik qarshilik koeffitsienti λ ning Reynolds kriteriysiga bog'liqligi.

1-tekis va g'adir-budur trubalar(laminar rejim); 2-po'lat, mis, shisha va latun tekis trubalar;
3-po'lat va cho'yan g'adir-budur trubalar.

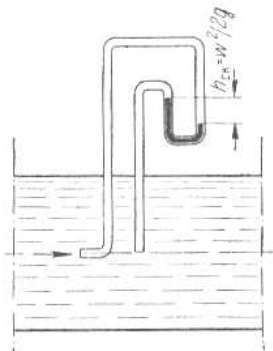
Drossel asboblari.

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida suyuqliklar tezligi, sarfi va teshiklardan oqib chiqishini aniqlashda Bernulli tenglamasidan keng ko'lamda foydalaniladi.

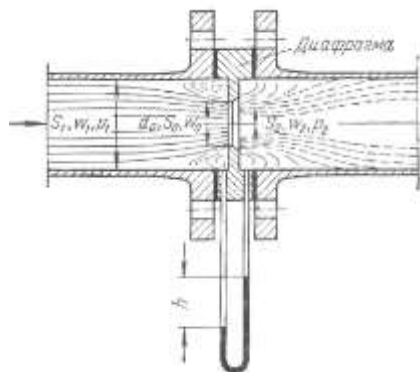
Suyuqlik tezligi va sarfini o'lchash prinsiplari. Sanoatda va ilmiy tadqiqotlarda suyuqlik tezligi va sarfini o'lchash uchun drossel asboblari va pnevmometrik trubalar ishlatiladi.

Pito-Prandtl pnevmometrik trubkasining tuzilishi 3-rasmda ko'rsatilgan.

Trubkalarining xar bir ko'ndalang kesimida suyuqlik satxlarining farqi, uning o'qidagi nuqtaning tezlik napori h_t ni ifodalaydi. Trubkalardagi ishchi suyuqlik satxlarini U -simon differensial manometr yordamida o'lchash qulay. U -simon difmanometr ichidagi suyuqlik ishchi suyuqlik bilan aralashmaydi va uning zichligi ishchi suyuqlikidan ancha katta bo'ladi.



3-rasm. Pnevmetrik trubka yordamida suyuqlik tezligini o'lchash.



4-rasm. o'lchov diafragmasi

Agar, trubadagi suyuqlik biror tezlikka ega bo'lsa, U -simon difmanometrda suyuqlik h balandlikka ko'tarilishi dinamik naporni ko'rsatadi, ya'ni

$$h_o = \frac{w^2}{2g} \quad (15)$$

Dinamik napor qiymatidan tezlikni topish mumkin:

$$w = \sqrt{2gh} \quad (16)$$

Pito-Prandtl trubkasining oqimi yo'nalishida bo'lishi, suyuqlik tezligining umumiy taqsimlanishiga ta'sir etadi. Shuning uchun formulaga tegishli tuzatish koeffitsienti kiritiladi:

$$w = \alpha \sqrt{2gh} \quad (17)$$

Formuladagi α sarf koeffitsientining qiymati xar bir o'lchov asbobi va pnevmometrik trubkalar uchun tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Uning qiymati Reynolds kriteriysi va drossel asbobi diametri d_0 ning truba diametri d_1 nisbatiga bog'liqdir:

$$\alpha = f\left(\text{Re}, \frac{d_0}{d_1}\right) \quad (18)$$

Suyuqlik sarfi esa sekundli sarf tenglamasidan topiladi:

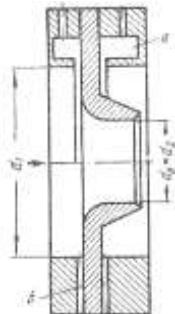
$$V = wF \quad (19)$$

Bu usulda suyuqlik tezligi va sarfini aniqlash oson, lekin pnevmometrik trubkani truba quvurining o'qiga o'rnatish qiyinligi uchun yuqori aniqlikka erishib bo'lmaydi.

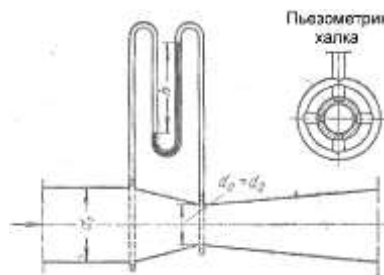
Shuning uchun xalq xo'jaligining turli soxalarida suyuqlik va tezlikni o'lchash uchun drossel asboblari qo'llaniladi.

Bu asboblarning ishlash prinsipi trubalarning ko'ndalang kesimi o'zgarishi

bilan dinamik bosimlar farqining o'zgarishiga asoslangan. Drossel asboblari sifatida o'lchov diafragmasi,



5-rasm O'lchov soplosi.



6-rasm. Venturi trubasi

soplosi va Venturi trubalari ishlatilishi mumkin.

O'lchov diafragmasi yupqa diskdan yasaladi va o'rtasida dumaloq ko'ndalang kesimli teshik bo'ladi (4-rasm).

O'lchov soplosi nasadka bo'lib, kirish qismi asta-sekin torayib boradigan qayilishdan va chiqish qismi-silindrik shaklga ega. *U*-simon differensial manometr xalqasimon *a* yoki *b* kanallarga ulanadi (5-rasm).

Venturi trubasida o'lchovchi diafragma va soplolariga nisbatan napor va bosimning yo'qotilishi kam bo'ladi (6-rasm). Bunga sabab, Venturi trubasida diametr *d* asta-sekin torayib, keyin esa asta-sekin kengayib, dastlabki xolati *d* o'lchamiga qaytishdir. Lekin, bu asbobning kamchiligi shundaki, uning uzunligi juda katta. Bu esa, uning sanoatda keng qo'llanilishini ma'lum miqdorda cheklaydi.

Tekshirish uchun savollar.

1. Ishqalanish va maxalliy qarshilik turlarini sanab o'ting.
2. Gidravlik qarshilik koefitsienti qanday?
3. Drossel asboblari nima uchun ishlatiladi?
4. Drossel asboblari turlari qanday?

4-Ma'ruza

O'xshashlik nazariyasining asoslari.

Kimyoviy texnologiya jarayonlarini o'rganish yo'llari. O'xshashlik teoremlari va shartlari.
Gidromexanik o'xshashlik kriteriylari.

REJA:

4.1. O'xshashlik nazariyasining ahamiyati.

4.2. O'xshashlik teoremlari.

4.3. O'xshashlik mezonlari.

Tayanch iboralar: mezon, kriterial, konvektiv, molekulyar

Adabiyotlar: 2,3.

4.1. O'xshashlik nazariyasining ahamiyati

Yangi texnologiya jarayonini tashkil etish uchun avval laboratoriya va sinov qurilmalarida tajriba olib boriladi. Sinov davomida tekshirilayotgan jarayonning texnikaviy jihatdan mukammal va iqtisodiy jihatdan tejamli ekanligi aniqlanadi. Sinov nihoyasida butun jarayonlarning bir xillik shartlariga muvofiq qurilmaning shakli va o'lchamlari, jarayonni olib borish sharoitlari, jarayonda qatnashayotgan moddalarning eng muhim o'zgarmas kattaliklari, mahsulot chiqishi, xom ashyo va energiyaning solishtirma sarfi kabi asosiy hal qiluvchi muammolar echimi topiladi.

Olingan tekshirish va sinov natijalarini sanoat qurilmalarida sinab ko'riladi. Yangi qurilmalarni loyihalash va ishlatish uchun laboratoriya hamda tajriba sharoitlarida olingan hisoblash tenglamalar va bir xillik shartlarining qonuniyatlari muhim ahamiyatga ega. Barcha jarayon uchun tegishli hisoblash tenglamalarini matematik ifodalash orqali aniqlik kiritish murakkabroqdir. Ba'zi texnologiya jarayonlari fizika va kimyo qonunlari asosida differensial tenglamalar orqali ifodalanadi.

Differensial tenglamalarni o'xshashlik nazariyasi yordamida yechiladi. Yechimini topishda tajribaga asoslangan holda jarayonni xarakterlovchi o'zgaruvchan faktorlar orasidagi bog'liqlik aniqlanib, empirik tenglamalar tuziladi. bu tenglamalardan faqat aniq sharoitlarda foydalanish mumkin. Murakkab jarayon uchun esa umumiy bo'lgan qonuniyat va tenglamalar topish kerak. Chunki bu tenglama va qonuniyatlar yordamida biror xususiy tajriba natijalarini boshqa ko'pchilik jarayonlarni tekshirishga qo'llash kerak bo'ladi. Bu masalani esa tajriba natijalarining o'xshashlik nazariyasi yordamida, ularni qayta ishlash orqali yechiladi.

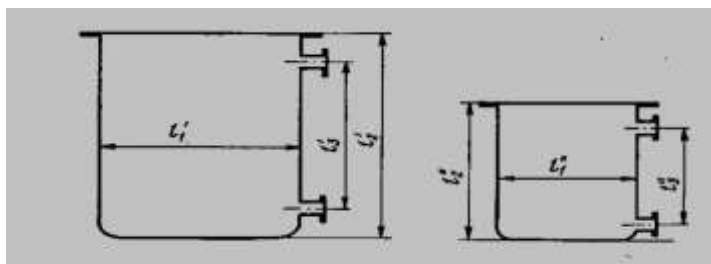
4.2. O'xshashlik teoremlari

O'xshashlik shartlariga ko'ra hodisalar 4 guruhga bo'linadi: geometrik o'xshashlik, vaqt bo'yicha o'xshashlik, fizik kattaliklarning o'xshashligi, boshlang'ich va chegara shartlarining o'xshashligi.

Agar sistemadagi jismlar tinch holatda turgan bo'lsa, geometrik bir xillikka asosan ikki o'xshash jismning geometrik o'lchov kattaliklari o'zaro parallel bo'lib (2.1–rasm), ularning nisbati o'zgarmas bo'ladi.

$$\frac{\ell_1}{\ell_1^{11}} = \frac{\ell_2}{\ell_2^{11}} = \frac{\ell_3}{\ell_3^{11}} = K_\ell = \text{cons} \quad (4.1)$$

bu yerda K – geometrik o'lchov kattaliklari doimiyligi; $\ell_1^I, \ell_2^I, \ell_3^I, \ell_1^{II}, \ell_2^{II}, \ell_3^{II}$ -birinchi va ikinchi idishlarning geometrik o'lchamlari;



4.1 –rasm. Geometrik o'xshash idishlar

Geometrik o'xshashlik bo'lganda vaqt bo'yicha bir xillik hosil bo'ladi. Bu bir xillikka asosan ikkita geometrik jismdagi nuqtalar o'xshash traektoriya bo'ylab vaqt birligida bir xil yo'l bosib o'tadi. Ularning uzaro bir–biriga nisbati o'zgarmas qiymatga teng :

$$\frac{T_1}{\tau_1} = \frac{T_2}{\tau_2} = \frac{T_3}{\tau_3} = \dots \frac{T_n}{\tau_n} = L_\tau = \text{const}, \quad (4.2)$$

bu yerda $T_1, T_2, T_3, T_n, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_n$ – harakatdagi birinchi va ikkinchi jism vaqt intervalining o'zgarishi;
 L_τ – vaqt birliklari doimiyligi.

Fizik kattaliklar birligiga asosan, fazoda joylashgan ikki sistema fizik xossalarning o'zaro nisbati vaqt birligida o'zgarmas bo'ladi:

$$\frac{\mu_1^1}{\mu_1} = \frac{\mu_2^1}{\mu_2} = \frac{\mu_3^1}{\mu_3} = \dots = \frac{\mu_n^1}{\mu_n} = L_\mu = \text{const}, \quad (4.3)$$

bu yerda $\mu_1^1, \mu_2^1, \mu_3^1, \mu_1, \mu_2, \mu_3$ – birinchi va ikkinchi sistema xossalarning vaqt birligida o'zgarishi;
 L_μ – fizik kattalik doimiyligi.

O'xshash fazoda joylashgan jismlarning fizik xossalari vaqt bo'yicha bir xillikka ega bo'lishi uchun ularning boshlang'ich va chegara shartlari bir xil bo'lishi kerak.

O'xshashlik nazariyasi uchta teorema asoslanadi. Birinchi teoremani I.Nyuton kashf qilgan. Bu teorema asosan o'xshash hodisalar bir xil qiymatga ega bo'lgan o'xshashlik mezonlari bilan xarakterlanadi. Masalan, ikkita o'xshash sistemadagi (original va modeldagi) zarrachalarning mexanik harakati Nyuton o'xshashlik mezoni orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$Ne = \frac{f\tau}{m\omega} \quad (4.4)$$

bu yerda f – kuch; m – zarrachaning massasi, τ - vaqt, ω - zarracha tezligi.

Ikkinchi teorema Bekingem, Federman va Afanaseva–Erenfest tomonidan asoslangan. Bu teorema ko'ra, biror jarayonga tasir etuvchi o'zgaruvchan parametrlarning bog'lovchi differensial tenglamalarining echimini o'xshashlik mezonlarining o'zaro bog'liqligi orqali ifodalash mumkin.

Agar o'xshashlik mezonlari $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_n$ bilan belgilansa, u holda differensial tenglamaning echimi umumiy tarzda quyidagicha bo'ladi:

$$f(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_n) = 0 \quad (4.5)$$

yoki

$$\pi_1 = f(\pi_2, \pi_3, \dots, \pi_n) \quad (4.6)$$

Bunday tenglamalar kriterial tenglamalar deb yuritiladi.

Uchinchi teorema M.V.Kirpichev va A.A. Guxman tomonidan aniqlangan. Bu teorema xulosasi shundan iboratki, tajribada olingan hisoblash usullaridan amalda foydalanish mumkin degan qo'llanma ishlatiladi. Bu teorema asosan, son jihatdan teng aniqlovchi mezonlarga ega bo'lgan hodisalar o'xshash hisoblanadi. Masalan, (2.6) tenglamadagi π_1 – aniqlovchi mezondir.

2.3. O'xshashlik mezonlari

O'xshashlik mezonlari o'lchamsiz bo'lib, tekshirilayotgan jarayonni xarakterlaydigan fizik kattaliklardan tuziladi. Bu mezonlarga asos solingan olimlar nomlari bilan yuritiladi. Asosan o'xshashlik mezonlari uch guruhga bo'linadi:

- 1) gidromexanik
- 2) issiqlik
- 3) diffuzion o'xshashlik mezonlari.

Birinchi guruhga Reynolds, Eyler, Frud, Galiley, Gomoxron, Arximed va boshqa mezonlar kiradi. Reynolds mezonlari :

$$Re = \frac{\omega d \rho}{\mu}, \quad (4.7)$$

bu erda ω - suyuqlik yoki gaz oqimining tezligi, m/s ; d – oqimning xarakterli o'lchami, m ; ρ – suyuqlik yoki gazning zichligi, kg/m^3 ; μ – muhitning dinamik qovushoqligi, $Pa \cdot s$.

Reynolds mezonlari o'xshash oqimlardagi inersiya kuchlarining nisbatini va harakatning rejimini xarakterlaydi.

Eyler mezonlari:

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2}, \quad (4.8)$$

bu yerda ΔP - suyuqlik oqimidagi bosimning yo'qolishi, Pa .

Bu mezon o'xshash oqimlardagi suyuqlikning gidrostatik bosimi va inersiya kuchlari orasidagi o'zaro bog'lanishni va trubalarda suyuqlik harakat qilganda o'lchamsiz bosimning yo'qolishini ifodalaydi.

Frud mezonlari :

$$Fr = \frac{\omega^2}{gl}, \quad (4.9)$$

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

Frud mezonlari og'irlik kuchi ta'sirini xarakterlaydi va o'xshash oqimlardagi inersiya kuchining og'irlik kuchiga nisbatini ifodalaydi.

Galiley mezonlari :

$$Ga = \frac{gl^3}{\gamma^2}, \quad (4.10)$$

bu yerda γ – muhitning kinematik qovushoqligi, m^2/s .

Bu mezon o'xshash oqimlardagi ishqalanish kuchlarining og'irlik kuchlariga nisbatini belgilaydi.

Gomoxron mezonlari :

$$Ho = \frac{\omega \tau}{l}, \quad (4.11)$$

bu erda τ – vaqt, s .

Gomoxron mezonlari o'xshash oqimlardagi harakatning turg'unmasligini aniqlaydi.

Arximed mezonlari :

$$Ar = \frac{gl^3}{\gamma^2} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1}, \quad (4.12)$$

bu yerda ρ_1 va ρ_2 – oqimning ikki nuqtasidagi suyuqlikning zichligi, kg/m^3 .

Arximed mezoni erkin konveksiyani ifodalab, muhitning ayrim nuqtalaridagi zichliklar farqi va ishqalanish ta'sirida hosil bo'lgan kuchlarning o'zaro ta'sirini belgilaydi.

Ikkinchi guruhga Nusselt, Fure, Pekle, Prandtl, Bio, Gragof, Kutateladze va boshqa mezonlar kiradi.

Nusselt mezoni :

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}, \quad (4.13)$$

bu yerda α – issiqlik berish koeffisienti, $Vt / m^2 \cdot K$; λ -muhitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti, $Vt / m \cdot K$.

Nusselt mezoni o'xshash oqimlarning chegara qatlamidagi issiqlik berish tezligi va harorat maydoni o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.

Fure mezoni:

$$Fo = \frac{a\tau}{l^2}, \quad (4.14)$$

bu yerda a – harorat o'tkazuvchanlik koeffisienti, m^2 / s .

Fure mezoni issiqlik oqimlaridagi turg'unmas jarayonlarning o'xshashligini belgilab, jismning temperatura maydoni, fizik xossalari va o'lchamlari orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.

Pekle mezoni:

$$Pe = \frac{\omega l}{\alpha}, \quad (4.15)$$

Pekle mezoni jarayonning gidrodinamik sharoitini va muhitning issiqlik xossalarini belgilaydi. Bu mezon konvektiv issiqlik berish paytida konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik usullari yordamida o'tkazilgan miqdorlar o'rtasidagi nisbatni xarakterlaydi.

Prandtl mezoni:

$$Pr = \frac{\gamma}{\alpha} = \frac{c\mu}{\lambda}, \quad (4.16)$$

bu yerda c – suyuqlik yoki gazning issiqlik sig'imi, $J / kg \cdot K$.

Prandtl mezoni konvektiv issiqlik berish jarayonidagi muhitning fizik xossalari o'xshashligini xarakterlaydi.

Bio mezoni:

$$Bi = \frac{\alpha l_K}{\lambda_K}, \quad (4.17)$$

bu yerda ℓ_K – qattiq jismning xarakterli o'lchami, m ; λ_K – qattiq jismning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti, $Vt / (m \cdot K)$.

Bio mezoni ichki va tashqi termik qarshiliklarning nisbatini, qattiq jism ichidagi harorat maydoni va uning yuzasidagi issiqlik berish shartlari o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi. Hisoblashda $Bi < 0,1$ bo'lganda asosan tashqi termik qarshiliklar, $Bi > 100$ bo'lganda esa ichki termik qarshiliklar hisobga olinadi.

Grasgof mezoni:

$$Gr = \frac{gl^3}{\gamma^2} \beta \Delta t, \quad (4.18)$$

bu erda β – suyuqlikning hajm bo'yicha kengayish koeffisienti, $1/K$; Δt - qattiq jism va undan ma'lum masofadagi oqim temperaturalari orasidagi farq, K .

Grasgof mezoni erkin issiqlik konveksiyasini xarakterlab, ishqalanish kuchlari va noizotermik oqimning ayrim nuqtalaridagi turli zichliklar tasirida hosil bo'lgan ko'taruvchi kuch o'rtasidagi nisbatni belgilaydi.

Kutateladze mezoni:

$$Ku = \frac{r}{c\Delta t}, \quad (4.19)$$

bu yerda r – faza o'zgarish issiqligi (masalan, bug'ning kondenslanishi vaqtida ajralgan issiqlik miqdori), J/kg ; c – suyuqlikning (masalan, kondensatning) issiqlik sig'imi, J/kg ; Δt – kondensat yupqa qatlami va devor ustidagi haroratlar farqi, K .

Kutateladze mezoni fazaning o'zgarish issiqligini birorta fazaning to'yinish haroratiga nisbatan o'ta qizitish yoki o'ta sovitish issiqligiga nisbatini ifodalaydi.

Nusselt, Prandtl, Fure, Bio, Pekle mezonlari uchinchi guruh, ya'ni diffuzion o'xshashlik mezonlarini xarakterlaydi:

$$Nu' = \frac{\beta l}{\mathcal{D}}, \quad (4.20)$$

$$Pr' = \frac{\gamma}{\mathcal{D}}, \quad (4.21)$$

$$Fo' = \frac{r\mathcal{D}}{l^2}, \quad (4.22)$$

$$Bi' = \frac{\beta l_K}{\mathcal{D}_K}, \quad (4.23)$$

$$Pe' = \frac{\omega l}{\mathcal{D}}, \quad (4.24)$$

bu yerda β – modda berish koeffisienti, m/s ; $\mathcal{D}$ – diffuziya koeffisienti, m^2/s ; $\mathcal{D}_K$ – qattiq jismdagi diffuziya koeffisienti, m^2/s ;

Nusselt mezoni o'xshash sistemalardagi fazalar chegarasida modda berish jarayonining tezligini ifodalaydi. Prandtl mezoni oqimning faqat fizik kattaliklarini o'z ichiga oladi. Fure mezoni konsentrasiya maydoni o'zgarish tezligi, jismning fizik xossalari va o'lchamlari oralig'idagi bog'liqlikni ifodalaydi. Bu mezondan turg'unmas jarayonlarni hisoblashda foydalaniladi. Bio mezoni ichki va tashqi diffuzion qarshiliklarning nisbatini belgilaydi. Pekle mezoni o'xshash sistemalarda konvektiv va molekulyar diffuziyalar yordamida o'tkazilgan moddalar miqdorining nisbatini belgilaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

- 4.1. O'xshash hodisalar necha guruhga bo'linadi?
- 4.2. O'xshashlik nazariyasi nechta teorema asosida tushuntiriladi?
- 4.3. O'xshashlik mezonlari nechta guruh asosida tushuntiriladi?
- 4.4. Birinchi guruh mezonlari asosida qanday holatlar aniqlanadi?
- 4.5. Ikkinchi guruh mezonlari asosida qanday holatlar aniqlanadi?
- 4.6. Uchinchi guruh mezonlari asosida qanday holatlar aniqlanadi?

5-MA'RUZA.

Suyuqlikda qattiq jism harakati.

Харакат rejimlari. Cho'kish tezligi. Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish. Siquq cho'kish tezligi

РЕЖА:

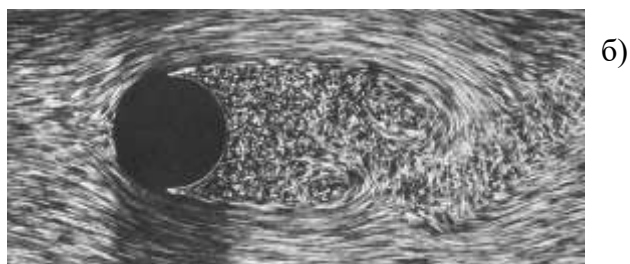
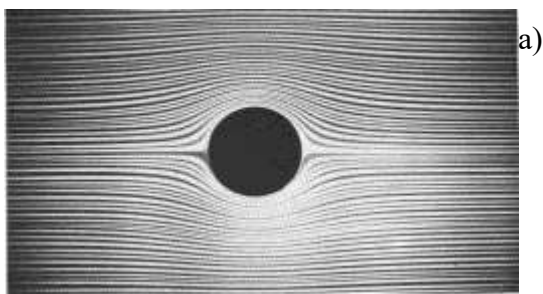
1. Сууюқликда жисм ҳаракатига қаршилиқ.
2. Ҳаракат режимлари.

Сууюқликда жисм ҳаракатига қаршилиқ. Кимё ва озиқ-овқат технологияларида бир қатор жараёнлар қаттиқ жисмларнинг сууюқлик ёки газларда ҳаракати билан боғлиқ. Бундай жараёнларга қаттиқ заррачаларни суспензия ва чанглардан оғирлик, инерцион кучлар таъсирида чўктириш ва сууюқлик мухитларида механик аралаштиришлар киради. Ушбу жараёнлар қонуниятларини ўрганиш гидродинамиканинг ташқи масаласидир.

Жисмлар сууюқликда ҳаракат қилган пайтида қаршилиқлар ҳосил бўлади. Бу қаршилиқларни енгиш ва жисмнинг текис ҳаракатини таъминлаш учун маълум миқдорда энергия сарфланиши керак. Ҳосил бўлаётган қаршилиқлар асосан ҳаракат режими ва жисм шаклига боғлиқдир.

Ламинар режимда, яъни сууюқлик қовушоқлиги юқори ёки унинг тезлиги паст ва жисм ўлчамлари кичик бўлганда, жисм атрофида чегаравий қатлам ҳосил бўлади ва сууюқлик текис, равон оқиб ўтади (1 а-расм).

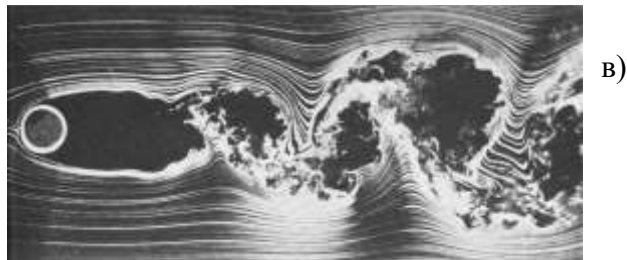
Жисм ҳаракат тезлиги ортиши билан (турбулент режимда) инерция кучларининг аҳамияти ва роли ортиб боради. Бу кучлар таъсирида жисмни ўраб турган чегаравий қатлам узила бошлайди ва натижада ҳаракат қилаётган жисм орқа томонида босим пасаяди ва ушбу жойда тартибсиз, уюрмалли оқимчалар ҳосил бўлади (1 б-расм).



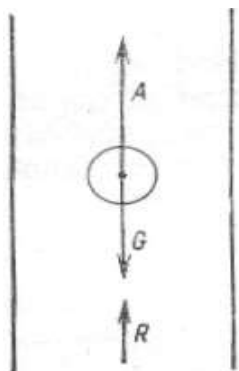
1. расм Қаттиқ жисмнинг суюқликдаги харакати.

а - ламинар оқим;

б, в – турбулент оқим.



Жисмнинг суюқликда харакати пайтида унинг олд ва орқа томонларидаги босимлар фарқи ўсиб боради ва ламинар режимдагидан анча катта бўлади. Рейнольдс критерийсининг маълум бир қийматидан бошлаб олд томонидаги қаршиликни ҳисобга олмаслик ҳам мумкин. Трубаларда суюқлик харакати пайтидек, бундай ҳолларда автомодел режим бошланади.



2-расм. Чўкаётган заррачага таъсир этувчи кучлар.

2-расмда суюқликда чўкаётган шарсимон заррачага таъсир этувчи кучлар кўрсатилган.

Диаметри d ва зичлиги ρ_3 бўлган заррачанинг оғирлик кучи G ва у пастга қараб йўналган бўлади:

$$G = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) \rho_3 g \quad (1)$$

Архимед қонунига биноан кўтарувчи куч A ушбу тенгламадан топилади:

$$A = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) \rho g \quad (2)$$

бу ерда ρ - суюқлик зичлиги, кг/м^3 .

Заррача чўкишига сабабчи куч эса, қуйидагига тенг:

$$G - A = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_3 - \rho) g \quad (3)$$

Чўкиш жараёнида қаттиқ жисмга суюқлик қаршилик кўрсатади. Ушбу қаршилик R қиймати муҳит қовушоқлиги μ , зичлиги ρ , заррача кўндаланг кесим юзаси F ва шаклига

боғлиқ.

Мухит қаршилик кучи R Ньютон қонунига биноан ушбу тенгламадан топилади:

$$R = \xi F \frac{\rho w_{\text{чжк}}^2}{2} \quad (4)$$

бу ерда ξ - мухит қаршилик коэффициенти; $w_{\text{чжк}}$ —жисм ҳаракат тезлиги, м/с.

Чўкиш жараёнини ўрганиш натижасида кўпчилик олимлар томонидан қуйидаги режимлар аниқланган ва уларни ифодаловчи формулалар тавсия этилган

1-жадвал

Суюқлик ҳаракат режими	Рейнольдс сони	Архимед сони	Формула	Мухитнинг қаршилик коэффициенти
Ламинар	$Re < 2$	$Ar < 36$	$Re = 0,056 \cdot Ar$	$\xi = \frac{24}{Re} \quad (2.73)$
Ўтиш	$Re = 2 \dots 500$	$Ar = (36 \dots 83) \cdot 10^3$	$Re = 0,15 \cdot Ar^{0,715}$	$\xi = \frac{18,5}{Re^{0,6}} \quad (2.74)$
Турбулент	$Re > 500$	$Ar > 83 \cdot 10^3$	$Re = 1,74 \cdot Ar^{0,5}$	$\xi = 0,44 = const \quad (2.75)$

Шар шаклида бўлмаган жисмларнинг суюқликда ҳаракати пайтида мухитнинг қаршилиги шарсимон шакли жисмга нисбатан катта бўлиб, Рейнольдс сони ва шакл омилига боғлиқ бўлади, яъни:

$$\xi = f(Re, \Phi) \quad (5)$$

$$\Phi = \frac{F_{\text{ш}}}{F} \quad (6)$$

бу ерда F - жисм юзаси; $F_{\text{ш}}$ - жисм ҳажмига тенг шарнинг юзаси.

Турли шаклдаги жисмларнинг Φ коэффициентлари қийматлари.

2-жадвал

Заррача шакли	Шар	Куб	цилиндр ($h=10 \cdot r$)	Диск ($h=0,1 \cdot r$)
Коэффициент Φ	1	0,806	0,69	0,32

Рейнольдс критерийсини ҳисоблашда шар шаклида бўлмаган жисмлар учун Кимёвий чизикли ўлчам сифатида шу жисм ҳажмига тенг эквивалент шарнинг диаметри қўлланилади.

Агар, жисмнинг ҳажми V , унинг массаси m ва зичлиги ρ бўлса, унда эквивалент диаметри d нинг қиймати ушбу тенгламадан топилиши мумкин:

$$V = \frac{m}{\rho_3} = \frac{\pi d^3}{6} \quad (7)$$

Текшириш учун саволлар:

1. Суюқликда қаттиқ жисм қандай ҳаракатланади?
2. Унга қандай қаршиликлар таъсир кўрсатади?
3. Ҳаракат режимлари қандай?

6-Ма'ruza

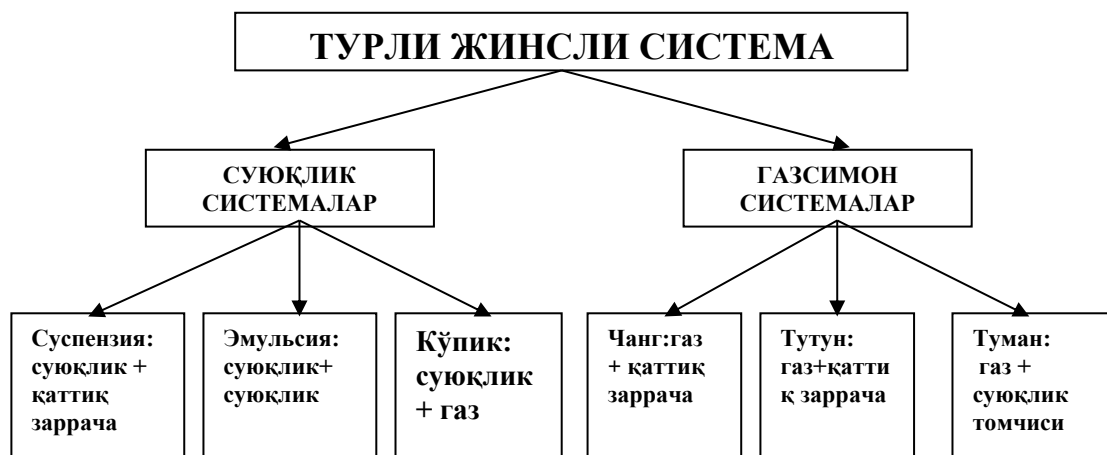
Turli jinsli sistemalar, klassifikatsiyasi.

РЕЖА:

1. Умумий тушунчалар.
2. Турли жинсли системалар классификацияси.
3. Ажратиш усуллари.
4. Чўктириш жараёни.

Гидромеханик жараёнларга қуйидагилар киради: суюқ ва газсимон турли жинсли системаларни гравитацион (чўктириш), марказдан қочма (центрифугалаш) ёки электр майдони кучлари таъсирида қаттиқ заррачалардан тозалаш; босимлар фарқи остида суюқлик ва газларни ғовак тўсиқлар орқали ўтказиб филтрлаш; суюқлик мухитларида аралаштириш; мавҳум қайнаш ва бошқалар.

Камида иккита ҳар хил фазалардан (суюқлик - қаттиқ жисм, суюқлик - газ ва х.) таркиб



топган аралашмалар **турли жинсли системалар**деб номланади. Заррачалари ўта майин янчилган ҳолатдаги фаза **дисперс** ёки **ички фаза** деб аталади. Дисперс фаза заррачаларини ўраб олган муҳит эса - **дисперсион** ёки **ташқи фаза**деб аталади.

Фазаларнинг физик ҳолатига қараб турли жинсли системалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: суспензия, эмульсия, кўпик, чанг, тутун ва туманлар.

1-расм. Турли жинсли системалар классификацияси.

Суюқлик ва қаттиқ заррачалардан ташкил топган турли жинсли система **суспензия** деб аталади. Қаттиқ заррачалар ўлчамига қараб суспензиялар шартли равишда қуйидаги турларга бўлинади: дағал (>100 мкм); майин ($0,5...100$ мкм); лойқа ($0,1...0,5$ мкм) суспензиялар ва коллоид эритмалар ($\leq 0,1$ мкм).

Биринчисида эримайдиган, дисперс ва дисперсион фазалардан ташкил топган аралашма системаси **эмульсия** деб номланади. Дисперс фаза заррачаларининг ўлчами кенг ораликда ўзгариши мумкин. Одатда, эмульсия оғирлик кучи таъсирида қатламларга ажралади. Лекин, дисперс фаза томчилари $0,4...0,5$ мкм дан кичик бўлса ёки стабилизаторлар қўшилган ҳолларда эмульсиялар турғун бўлади ва узоқ муддат давомида қатламларга ажралмайди. Дисперс фаза концентрацияси ортиши билан дисперс фаза дисперсион фазага ўтиши ва тескариси бўлиши мумкин. Бундай ўзаро алмашилиш ҳодисаси фазалар **инверсияси** дейилади.

Суюқлик ва унда тақсимланган газ пуфакчаларидан ташкил топган системалар **кўпиклар** деб аталади. Кўпиклар ўз хоссалари бўйича эмульсияларга яқин.

Газ ва унда тақсимланган $0,3...5$ мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар **тутунлар** деб номланади. Тутунлар буғ (ёки газ) ларнинг суюқ ёки қаттиқ ҳолатга конденсацияланиш жараёни орқали ўтишда ҳосил бўлади. Ундан ташқари, қаттиқ ёқилғилар ёниши натижасида ҳам пайдо бўлади.

Газ ва унда тақсимланган $3...70$ мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар **чанглар**деб аталади.

Кўпинча чанглар қаттиқ материални майдалаш, аралаштириш ва маълум масофага узатиш пайтида ҳосил бўлади.

Дисперсион газ ва ўлчами $0,3...5$ мкм бўлган дисперс суюқлик фазалардан ташкил топган системаларга **туманлар**дейилади. Туманлар сув буғини совитиш жараёнида, буғнинг конденсацияланиши натижасида ҳосил бўлади.

Тутун, чанг ва туманлар - **аэрозоллар** деб юритилади.

Ажратиш усуллари

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида турли жинсли системаларни ташкил этувчи фазаларга ажратишга тўғри келади. Масалан, вино ишлаб чиқаришда уни тиндириш, яъни муаллақ ҳолатдаги заррачаларни, суюқ фазадан ажратиш. Ажратиш усуллари танлашда дисперс фаза ўлчамига, фазалар зичликлари фарқи ва дисперсион фаза қовушқоқлигига аҳамият бериш зарур. Турли жинсли системаларни ажратиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади: а) чўктириш; б) филтрлаш; в) центрифугалаш; г) суюқлик ёрдамида ажратиш.

Оғирлик кучи, инерция (жумладан, марказдан қочма) ёки электростатик кучлар ёрдамида турли жинсли системалар таркибидаги қаттиқ ёки суюқлик заррачаларини ажратиш жараёни **чўктириш** деб номланади. Агар, жараён фақат оғирлик кучи таъсирида олиб борилса **тиндириш** деб юритилади. Тиндириш одатда турли жинсли системаларни дастлабки ажратиш учун

ишлатилади.

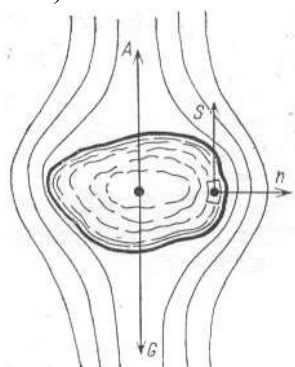
Фильтрлаш - турли жинсли системаларни ғоваксимон тўсиқ - фильтр ёрдамида ажратиш жараёнидир. Бунда, ғоваксимон тўсиқ суюқлик ёки газни ўтказиб юборади, аммо мухитдаги қаттиқ заррачаларни ушлаб қолади. Суспензия, эмульсия ва чанглари ажратиш учун чўктириш жараёнига қараганда фильтрлаш анча самарали.

Центрифугалаш - суспензия ва эмульсияларни марказдан қочма куч таъсирида ажратиш жараёнидир. Бу жараёнда яхлит ёки ғоваксимон тўсиқлар ҳам ишлатилади. Центрифугалаш жараёнида чўкма ва суюқ фаза (фугат) ҳосил бўлади.

Суюқлик ёрдамида ажратиш усули деб - газ таркибидаги қаттиқ заррачаларни бирорта суюқлик иштирокида ушлаб қолиш жараёнига айтилади. Бу жараён оғирлик ёки инерция кучлари таъсирида олиб борилади ва газларни тозалаш учун ишлатилади. Баъзан, бу усулдан суспензияларни ажратишда ҳам фойдаланиш мумкин.

Оғирлик кучи таъсирида чўктириш

Чўкиш жараёнида қаттиқ жисм турли кучлар таъсирида суюқликда ҳаракат қилади. Оғирлик кучи таъсирида унинг суюқликдаги ҳаракатини кўриб чиқамиз. Бунда, қаттиқ заррачага оғирлик кучи G , кўтарувчи (Архимед) куч A ва ишқаланиш кучлари T таъсир этади (2-расм).



Ихтиёрий шаклдаги заррачани кўриб чиқамиз. Унинг ҳажми чизикли ўлчамининг учинчи даражасига тўғри пропорционалдир.

$$V = \varphi_1 l^3 \quad (1)$$

бу ерда l - заррача габарит ўлчами, диаметри; φ_1 - шаклга боғлиқ коэффициент.

Агар, заррача зичлиги ρ_3 , суюқликники ρ_c бўлса, унда заррачага оғирлик кучи G ва кўтарувчи куч A лар таъсир этмоқда. Бу иккала куч қарама-қарши йўналган бўлади.

$$G = \varphi_1 l^3 \rho_3 g, \quad A = \varphi_1 l^3 \rho_c g \quad (2)$$

Ушбу кучларнинг фарқи таъсири остида заррача суюқликда ҳаракат қилади ва унинг ташқи юза бирлигига ишқаланиш кучи T таъсир этади.

Ишқаланиш кучи T Ньютон-Петров қонунига биноан аниқланади:

$$T = \mu \frac{\partial w}{\partial n}$$

бу ерда μ - динамик қовушоқлик коэффициент; $\frac{\partial w}{\partial n}$ - тезлик градиенти.

Бутун заррачага таъсир этувчи мухитнинг қаршилик кучи унинг юзасига боғлиқ. Демак, мухитнинг қаршилик кучи қуйидагига тенг:

$$R = \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} \quad (3)$$

Механиканинг иккинчи қонунига биноан, оғирлик, қўтарувчи ва ишқаланиш кучларининг тенг таъсир этувчиси, заррача массасининг эркин тушиш тезланишига кўпайтмасига тенг. Демак:

$$\varphi_1 l^3 (\rho_3 - \rho_c) g - \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} = \varphi_1 l^3 \rho_3 \frac{dw}{d\tau} \quad (4)$$

(4) тенглик оғирлик кучи таъсирида чўкаётган заррачанинг дифференциал тенгламаси деб номланади.

Ўхшашлик назарияси услубларини қўллаб, (4) дан оғирлик кучи таъсирида заррачанинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламаларини олиш мумкин.

Бунинг учун (4) тенгламани $\varphi_1 l^3 \rho_c \frac{dw}{d\tau}$ бўлиб:

$$g \frac{d\tau}{dw} \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_3} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_{ж}} - \frac{c_2 \mu \partial w d\tau}{c_1 \rho_3 l \partial n dw} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_c} - \frac{\rho_3}{\rho_c} = 0 \quad (5)$$

Олинган натижани ρ_c/ρ_c кўпайтириб ва тегишли қискартиришларни амалга оширсак, қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu \tau}{l \rho} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu}{\rho w l} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{1}{Re} \quad (6)$$

φ_2/φ_1 - нисбат заррача шаклига боғлиқ ва **шакл коэффициент**и деб номланади:

$$f = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \quad (7)$$

Ўлчамсиз комплекс эса:

$$\frac{\mu}{\rho w l} = \frac{1}{Re} \quad \text{ёки} \quad Re = \frac{w l \rho}{\mu} = \frac{w l}{\nu}$$

Рейнолдс сони дейилади. Бу сон суюқлик оқимлари ҳаракатининг гидродинамик ўхшашлигини характерлайди, заррачанинг чўкиш жараёнида эса – суюқликнинг заррача атрофидан оқиб ўтиш гидродинамик ўхшашлигини ифодалайди.

Худди шу йўл билан (5) нинг биринчи айрилувчисидан қуйидаги кўринишга келамиз:

$$\frac{g \tau}{w} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{g l}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (8)$$

(8) тенгламани Re^2 га кўпайтурсак, **Архимед** критерийсини оламиз:

$$Ar = \frac{w^2 l^2}{\nu^2} \frac{gl}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{gl^3}{\nu^2} \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (9)$$

Ушбу критерий оғирлик ва кўтарувчи кучлар фарқининг кўтарувчи кучга нисбатини характерлайди.

Шундай қилиб, ўхшашлик назарияси услубларини қўлаб, (9) тенгламадан заррачаларнинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламасини келтириб чиқариш мумкин:

$$Re = a(fAr)^n \quad (10)$$

Чўкиш жараёнини тажрибавий ўрганиш натижасида қуйидаги режимлар аниқланган: ламинар ($Re \leq 0,2$), ўтиш ($0,2 < Re < 50$) ва турбулент ($Re < 500$). Амалий ҳисоблар учун қуйидаги формулалардан фойдаланиш мумкин:

$Re < 1,85$ ёки $f \cdot Ar < 33$ бўлганда

$$Re = \frac{f \cdot Ar}{18} = 0,056 f \cdot Ar \quad (11)$$

$1,85 < Re < 500$ ёки $33 < f \cdot Ar < 83 \cdot 10^3$ бўлганда

$$Re = 0,152 \cdot (fAr)^{0,725} \quad (12)$$

$Re > 500$ ёки $f \cdot Ar > 83 \cdot 10^3$ бўлганда

$$Re = 1,74 \cdot (fAr)^{0,5} \quad (13)$$

(11)...(13) формулалар ёрдамида аниқланган Рейнолдс сони орқали оғирлик кучи таъсирида суyoқликда чўкаётган заррача тезлигини топиш мумкин:

$$w_{чж} = \frac{Re \mu}{l \rho} \quad (20)$$

Ламинар ҳаракат режимида чўкиш тезлигини қуйида келтирилган усулда топилади. d диаметрли сферик шаклга эга заррачалар учун $w_{чж}$ (20) формуладан аниқлаш мумкин:

$$\frac{w_{чж} d \rho}{\mu} = \frac{1}{18} \frac{gd^3 (\rho_3 - \rho)}{\nu^2 \rho}$$

Агар, $\nu = \mu / \rho$ эканлигини ҳисобга олсак, чўкиш тезлиги ушбу кўринишда ёзилади:

$$w_{\text{чуж}} = \frac{gd^2(\rho_3 - \rho)}{18\mu} \quad (21)$$

(21) формула Стокс қонунини, яъни шарсимон заррачаларнинг ламинар режимдаги чўкиш тезлиги, улар диаметрининг квадратиға, мухит ва заррача зичликлари фаркиға тўғри пропорционал ва мухит қовушоқлиғига тескари пропорционаллигини ифодалайди.

Нотўғри шаклдаги заррачалар учун чўкиш тезлиги шарсимонникидан кам бўлади. Заррачаларнинг шакл коэффициентлари қийматлари махсус адабиётларда келтирилган.

Суюқликда томчининг чўкиш жараёнида унинг шакли узлуксиз равишда ўзгариб туради. Бундай ҳолларда суюқлик томчисининг чўкиш тезлиги проф. Смирнов Н.И. формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$w_{\text{чуж}} = \frac{gd^{2,5}}{\sigma} \left(\frac{\rho - \rho_T}{\rho_T} \right)^{1,5} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho g} \right)^{0,5} \quad (22)$$

бу ерда d - томчининг ўртача диаметри; σ - фазалар чегарасидаги сиртий таранглик; ρ_T - томчи ҳосил қилувчи суюқлик зичлиги; ρ - мухит зичлиги; μ - мухит қовушоқлиги.

Стокс қонунига биноан, чўкаётган қаттиқ заррачанинг максимал ўлчами ушбу формуладан топилади:

$$d_{\text{max}} \approx 1,56 \sqrt{\frac{\mu^2}{\rho(\rho_3 - \rho)}} \quad (23)$$

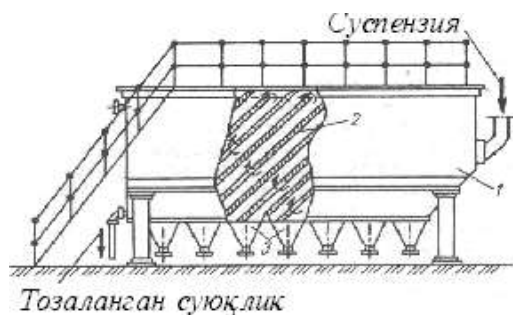
Чўкиш жараёнининг кинетик қонуниятларини ўрганиш натижасида қуйидаги умумий қоида келиб чиқади: заррача ўлчами ва фаза зичликларининг фарқи ортиши билан чўкиш тезлиги кўпаяди, лекин мухитнинг қовушоқлиги кўпайиши билан чўкиш тезлиги камайди.

Қия тўсиқли, ярим узлуксиз тиндиргич. Суспензия штуцер орқали қурилмага киритилади ва қия ўрнатилган тўсиқ 2 лар ёрдамида галма-гал юқоридан пастга ва пастдан юқорига қараб йуналтирилади (3-расм).

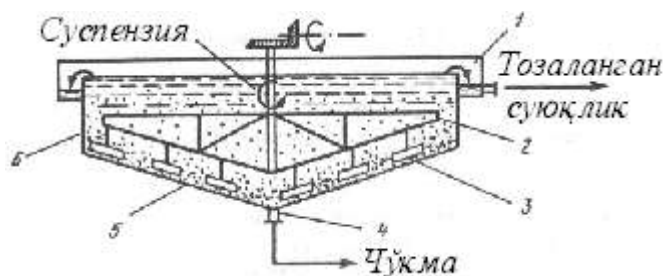
Қия тўсиқлар қурилмада суспензиянинг ҳаракат давомийлиги ва тиндириш юзасини оширади. Ҳосил бўладиган шлам эса, бункер 3 ларда йиғилади ва тўлиб чиққандан сўнг кранлар ёрдамида чиқазиб юборилади.

Тозаланган суюқлик тиндиргичнинг тепа қисмида ўрнатилган штуцер орқали чиқарилади.

Кимё ва озик - овқат саноатларида узлуксиз ишлайдиган тиндиргичлар кенг қўламда қўлланилмоқда.



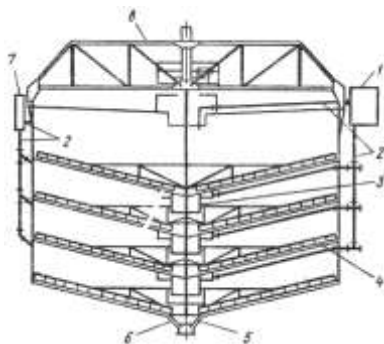
3-расм. Қия тўсиқли ярим узлуксиз тиндиргич. 1 - қобик; 2 - қия тўсиқлар; 3 - бункерлар.



4-расм. Эшкак аралаштиргичли узлуксиз ишлайдиган тиндиргич. 1 - халкасимон тарнов; 2 - аралаштиргич; 3 - эшкак; 4 - люк; 5 - конуссимон туб; 6 - цилиндрик қобик

Эшкак аралаштиргичли, узлуксиз ишлайдиган тиндиргич. Одатда бундай турдаги тиндиргич конуссимон туб 5 ва цилиндрик қобик 6 дан, ҳамда қурилманинг тепа қисмидаги халқасимон тарнов 1 дан таркиб топган бўлади (4-расм). Чиқариш люки 4 га чўкмани узатиш учун қия парракли аралаштиргич 2 да бир неча эшкаклар ўрнатилган бўлади. Аралаштиргич 0,02...0,5 мин⁻¹ частота билан айланади. Труба ёрдамида суспензия цилиндрик қобик ўртасига узлуксиз равишда узатилади. Тозаланган суюқлик халқасимон тарновга қуйилади ва сўнг тиндиргичдан чиқарилади. Хосил бўлган шлам диафрагмали насос ёрдамида қурилманинг пастки қисмидан сўриб олинади. Агар, шлам таркибидаги дисперс фаза қимматли ёки келгуси технологик жараёнлар учун яроқли бўлса, у қайта ишланишга юборилади.

Бу турдаги тиндиргичларда зичлиги бир текисда бўлган чўкмаларга ва уни самарали сувсизлантиришга эришса бўлади. Эшакли тиндиргичлар камчилиги, бу уларнинг қўполлигидир.



5-расм. Кўп қаватли тиндиргич.

1 – тақсимловчи мослама; 2 - трубалар;
 стакан; 4 - эшакли аралаштиргич; 5 – тўй
 конуси; 6 - қирғич; 7 - коллектор; 8 - ром.

Кўп қаватли тиндиргич. Бундай қурилмалар узлуксиз ишлайди ва бир-бири устига ўрнатилган бир нечта эшакли тиндиргичлардан иборат (5-расм). Хар бир қаватлар орасида конуссимон тўсиқлар жойлаштирилган. Бу тўсиқлар туфайли тиндиргич юзаси анчага кўпаяди ва натижада қурилма ихчамроқ бўлади.

Тиндиргич умумий ўқга эга бўлиб, унга аралаштирувчи эшаклар жойлаштирилади. Суспензия эса тақсимловчи мосламадан трубалар орқали ҳар бир қават стаканига узатилади. Тозаланган суюқлик халқасимон тарновлардан ўтиб, коллекторда йиғилади. Ҳар бир ярус шламни чиқариб юбориш стаканлари билан ўланган. Юқорида жойлашган ҳар бир қават

стаканининг пастки учи куйи қават шламини ичига кириб туради. Шундай қилиб, тиндиргичнинг қаватлари шлам бўйича кетма-кет уланган. Хосил бўлаётган шлам фақат энг пастки қаватнинг ичида қирғич ўрнатилган тўкиш конусидан чиқарилади.

Текшириш учун саволлари:

1. Турли жинсли системалар классификацияси қандай?
2. Ажратиш усуллариини санаб ўтинг.

3. Чўктириш курилмалари қандай тузилган ва ишлаш принципи қандай?

7-Ma'ruza

Turli jinsli sistemalarni ajratish.

РЕЖА:

1. Марказдан қочма куч таъсирида чўктириш.
2. Жараёни ифодаловчи катталиклар.
3. Центрифуга конструкциялари.

Эмульсиядаги суюқлик томчиларини ва суспензиядаги қаттиқ заррачаларни марказдан қочма кучлар майдонида ажратиш жараёнига **центрифугалаш** дейилади. Центрифугалаш жараёнини амалга оширадиган курилма **центрифуга** деб номланади.

Марказдан қочма куч таъсирида суспензия **чўкма** ва **фугат** деб номланувчи суюқлик фазаларга ажралади. Одатда чўкма курилма ротори ичида қолади, фугат эса - ташқарига чиқарилади.

Центрифуга ишлаш пайтида ҳосил бўладиган марказдан қочма куч чўктириш жараёнидаги оғирлик ва филтрлашдаги гидростатик кучларга нисбатан анча катта бўлади. Шунинг учун турли жинсли системаларни ажратиш учун қўлланиладиган чўктириш ва филтрлаш жараёнларига қараганда центрифугалаш жуда самарали ҳисобланади.

Центрифуганинг Кимёвий қисми горизонтал ёки вертикал ўқга ўрнатилган ва катта тезликда айланувчи цилиндрик ротор бўлиб, у электр юриткич ёрдамида айланма ҳаракатга келтирилади. Марказдан қочма куч таъсирида турли жинсли системадаги қаттиқ заррачалар чўкмага тушиб, суюқликдан ажралади.

Ажратиш принципага қараб, центрифугалар 2 хил бўлади: филтрловчи ва чўктирувчи центрифугалар.

Чўктирувчи центрифуганинг цилиндрик ротори яхлит деворли бўлиб, эмульсия ва суспензияларни чўктириш принципи асосида ажратади. Бу курилмада ажратиш жараёнида оғирлик кучи ўрнига марказдан қочма куч ишлатилади. Цилиндрик ротор айланиши натижасида ҳосил бўладиган марказдан қочма куч таъсирида суспензия ёки эмульсия ротор деворига қараб ҳаракат қилади. Зичлиги юқори бўлган қаттиқ заррачалар ротор деворида, зичлиги камроғи эса - ўқ атрофида йиғилади.

Филтрловчи центрифуга ротори ғоваксимон бўлиб, эмульсия ва суспензияларни филтрлаш принципи асосида ажратади. Бу курилмаларда, ажратиш жараёнида босимлар фарқи ўрнига, марказдан қочма куч ишлатилади.

Бу турдаги центрифугаларда суспензия ёки эмульсия ротор деворига қараб ҳаракат қилади ва фазаларга ажралади. Фазаларга ажратиш жараёни қуйидагича рўй беради: суюқ фаза роторнинг тўсиғидан ўтиб, курилма қобиғига йиғилади ва штуцер орқали чиқарилади. Қаттиқ фаза эса, филтрловчи тўсиқда ушланиб қолади ва ундан сўнг ротордан туширилади.

Ишлаш принципага кўра центрифугалар даврий ва узлуксиз бўлади. Ротор ўқининг ўрнатилишига қараб, горизонтал ва вертикал центрифугалар бўлади. Даврий ишлайдиган центрифугаларда чўкма қўл, оғирлик кучи ёки пичоқ ёрдамида туширилади. Узлуксиз центрифугаларда чўкма шнек ёрдамида инерцион ва пульсацион кучлар ёрдамида туширилади.

Филтрловчи ва чўктирувчи центрифугаларда ажратиш жараёнларининг тахлили шуни

кўрсатадики, чўктириш ва филтрлаш жараёнлар билан центрифугалаш орасида ўхшашлик кўп ва ҳамма жараёнларнинг умумий қонуниятлари ҳам ўхшашдир.

Центрифугаларда ҳосил бўладиган марказдан қочма куч ушбу тенглик билан ифодаланади:

$$c = \frac{mw^2}{r} = \frac{Gw^2}{gr} \quad (1)$$

бу ерда: m - айланувчи жисм массаси, кг; G - айланувчи жисм оғирлиги, Н; w - роторнинг айланиш тезлиги, м/с; g - эркин тушиш тезланиши, м²/с; r - айланиш радиуси, м.

Роторнинг айланиш тезлиги ушбу тенгликдан топилади:

$$w = \omega \cdot r = \frac{2\pi n}{60} r \quad (2)$$

бу ерда: ω - бурчак тезлиги, рад/с; n - айланиш сони, айл/мин.

(1) ва (2) тенгликлардан марказдан қочма кучни аниқлаймиз:

$$C = \frac{G}{rg} \left(\frac{2\pi n}{60} r \right)^2 \quad (3)$$

ёки

$$C \approx \frac{Grn^2}{900} \quad (4)$$

Шундай қилиб, ротор диаметрини кўпайтиришга қараганда, унинг айланиш сонини ошириш, марказдан қочма кучнинг ўсишига олиб келади.

Центрифугаларнинг иш унумдорлиги ажратиш коэффициентига боғлиқ. Центрифугаларда ажратиш коэффициенти марказдан қочма кучлар майдонида ҳосил бўлган кучланиш билан характерланади. Центрифугада ҳосил бўлаётган марказдан қочма кучлар миқдорининг оғирлик кучи тезланишидан неча марта кўплигини кўрсатувчи катталиқ **ажратиш коэффициенти** деб номланади:

$$K_a = \frac{w^2}{rg} \quad (5)$$

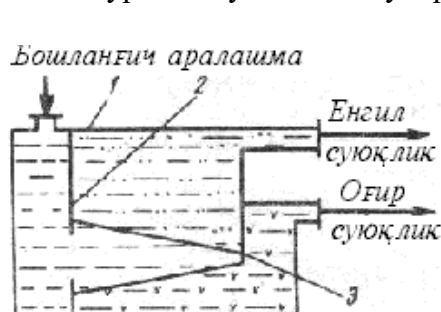
Центрифуга ротори айланиш частотасининг ортиши ва унинг диаметри камайиши билан марказдан қочма куч майдонида ажратиш самарадорлиги ортади. Агар, айланиш тезлигини айланиш частотаси орқали, ифодаласак ажратиш коэффициентини аниқлаш учун ушбу кўринишдаги формулани оламиз:

$$K_a \approx \frac{n^2 r}{900} \quad (6)$$

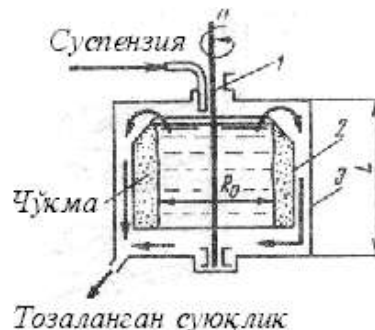
Ажратиш коэффициенти центрифугаларнинг муҳим характеристикаси бўлиб, унинг ажратиш қобилиятини аниқловчи кўрсаткичдир.

Эмульсияларни узлуксиз ажратиш тиндиргичи бир неча қисмдан иборат (1-расм). Эмульсия курилманинг чап қисмига берилади ва у ердан ўрта сепарацион камерага узатилади.

Чап тўсиқ 2 аралашма сатхи баландлигини ростлаш имконини беради. Сепарацион қисмда бошланғич аралашма оғирлик куч таъсирида фазаларга ажрайди. Енгил фаза тепага кўтарилади ва тиндиргичнинг юқорисидаги штуцердан оқиб чиқади. Оғир фаза эса, ўнг тўсиқ 3 остидан ўтиб пастга тушади ва курилма тубидаги штуцердан оқиб чиқади.



1-расм. Эмульсияларни узлуксиз ажратиш учун тиндиргич 1 - қобик; 2 - чап тўсиқ; 3 - ўнг тўсиқ.

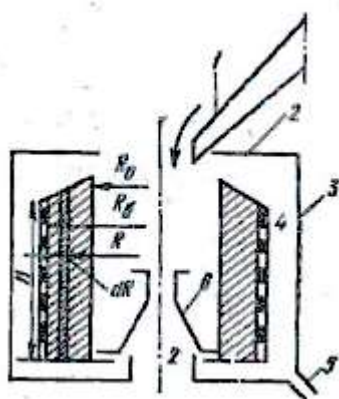


2-расм. Чўктирувчи центрифуга. 1 - ўқ; 2 - ротор; 3 - қобик.

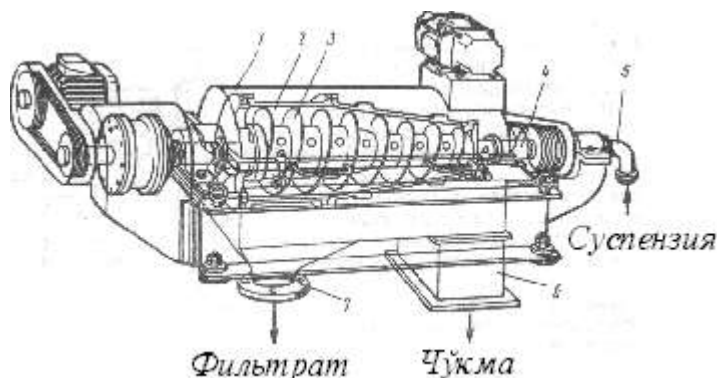
Чўктирувчи центрифуга. Бу турдаги курилмалар ротори яхлит металдан тайёрланади (2-расм). Уларнинг ишлаш принципи худди тиндиргичларникига ўхшашдир. Бошланғич аралашма курилма роторига труба орқали узатилади. Ротор 2 нинг айланиши натижасида марказдан қочма куч таъсирида зичлиги юқори бўлган заррачалар роторнинг ички юзасига тўпланади, зичлиги камроғи эса, айланиш ўқиға яқинроқ жойда йиғилади. Тозаланган суюқлик, яъни фугат, қобик 3 даги штуцер орқали ташқарига чиқарилади. Ротор деворида хосил бўлган чўкма эса, жараён тугагандан сўнг тўкилади.

Фильтрловчи центрифуга. Ушбу центрифуга қобик 3 ичида ўрнатилган айланувчи ротор 4 дан ташкил топган. Ротор девори тешиқ, тўрсимон бўлиб, унинг ички юзаси фильтрловчи материал билан қопланган (3-расм).

Ротор электр юриткич ёрдамида айлантирилади. Айланма ҳаракат туфайли ротор 4 ичидаги суюқликға марказдан қочма куч таъсир қила бошлайди. Натижада гидростатик босим хосил бўлади ва у жараёни ҳаракатға келтирувчи кучи деб аталади. Ушбу куч таъсирида аралашма



3-расм. Фильтрловчи центрифуга. 1 - суспензия бериш труба; 2 - чўкма туширадиган тешиқ; 3 - қобик; 4 - ротор; 5 - фугат чиқариш штуцери; 6 - конус.



4-расм. Узлуксиз ишлайдиган, чўкмани шнекда тўкувчи горизонтал чўктирувчи центрифуга. 1 - қобик; 2 - ротор; 3 - шнекли мослама; 4 - ғовак ўқ; 5 - марказий труба; 6 - чўкма камераси; 7 - фугат чиқариш патрубкиси.

филтёрловчи материал ва ротор деворида хосил бўлган чўкма қатламидан ўтиб тозаланади. Бундай центрифугаларда жараён уч босқичда ўтади: а) чўкма хосил қилиш ва филтёрлаш; б) чўкма қатламининг зичланиши; в) чўкмадан суюқ фазани ажратиш. Жараёнда хосил бўлган фугат штуцер 5 дан ташқарига чиқарилади. Жараён тамомлангандан сўнг, чўкма сув билан ювилади. Хамма босқичлар тугагандан кейин центрифуга тўхтатилади, сўнг эса конус 6 тепага кўтарилади ва чўкма тўкилади.

Узлуксиз ишлайдиган, чўкмани шнекда тўкувчи горизонтал чўктирувчи центрифуга (НОГШ). Ушбу қурилма ротор 2 ва қобик 1 да ўрнатилган шнекли мослама 3 лардан таркиб топган (4-расм). Суспензия марказий труба 5 орқали ғовак ўқ 4 га узатилади. Ушбу трубадан чиқишда суспензия марказдан қочма куч таъсирида ротор бўшлиғида тақсимланади. Қобикдаги ғовак цапфаларда ротор 2 айланиб туради. Шнек эса, ротор ичидаги цапфаларда айланади. Марказдан қочма куч таъсирида қаттиқ заррачалар ротор деворига қараб ҳаракат қилади, суюқлик эса ички халқа хосил қилади. Бу суюқлик халқасининг қалинлиги ротор ён томонидаги тўкиш тешикларининг жойлашиши билан аниқланади. Ротор бўйлаб чўкма ҳаракат қилганда йўл – йўлакай зичланиб боради. Технологик зарурият бўлса, чўкма ювилиши ҳам мумкин.

Фугат эса, тўкиш тешиклар орқали фугат камерасига йиғилади ва патрубк 7 дан ташқарига чиқарилади.

НОГШ типдаги центрифуга катта иш унумдорликка эга ва юқори концентрацияли майин, дисперс суспензияларни ажратиш учун қўлланилади. Бундай центрифугаларнинг суспензия бўйича иш унумдорлиги ушбу формуладан топилади:

$$V = \frac{3,5D_T^2 \cdot L_T(\rho_3 - \rho)d^2n^2}{\mu}$$

бу ерда; D_T, L_T - тўкиш цилиндрининг диаметри ва узунлиги, м; ρ_3, ρ - заррача ва мухит зичликлари, кг/м³; d - заррачанинг энг кичик диаметри, м; n - роторнинг айланиш частотаси, мин⁻¹; μ - динамик қовушоқлик коэффициент, Па·с.

Чўктирувчи центрифугалар иш унумдорлиги эса ушбу формуладан ҳисобланади:

$$V = \eta F w_k \quad (7)$$

бу ерда: η - пропорционаллик коэффициент; $F = 2\pi R_0 L$ - ротордаги суспензия кўзгуси майдонининг юзаси (бу ерда R_0 - суспензия халқасимон қатламининг ички радиуси, м; L - ротор узунлиги, м) м²; $w_k = w_{чк} \cdot K$ - марказдан қочма куч таъсиридаги чўкиш тезлиги, м/с (бу ерда $w_{чк}$ – оғирлик кучи таъсирида чўкиш тезлиги, м/с; K - ажратиш коэффициент).

(7) тенглама ёрдамида чўкмани пичоқ билан кесиб оладиган чўктирувчи центрифуга иш унумдорлигини ҳисоблаш формуласини келтириб чиқариш мумкин:

$$V = 25,3 \cdot \eta L n^2 R_0^2 w_{чк} \cdot k \quad (8)$$

бу ерда: k - суспензия ўзатиш вақтининг центрифуга умумий ишлаш вақтига нисбати.

Текшириш учун саволлар.

1. Центрифугалаш деб нимага айтилади?
2. Ажратиш коэффициенти қандай топилади?
3. Фильтрловчи центрифуга ишлаш принципи қандай?

8-МАЪРУЗА

Gazlarini tozalash usullari.

РЕЖА:

1. Газларни тозалаш турлари.
2. Чанг чўктириш камераси.
3. Инерцион ва марказдан қочма кучлар таъсирида газларни тозалаш.

Газ аралашмалар таркибидаги қаттиқ ёки суюқ заррачаларни саноат миқёсида ажратишдан мақсад ҳаво ифлослигини камайтириш, қиммат баҳо маҳсулотларни ажратиб олиш ёки технологияга салбий таъсир этувчи зарарли, ҳамда қурилмаларни бузилишга олиб келувчи моддаларни чиқариб ташлашдир.

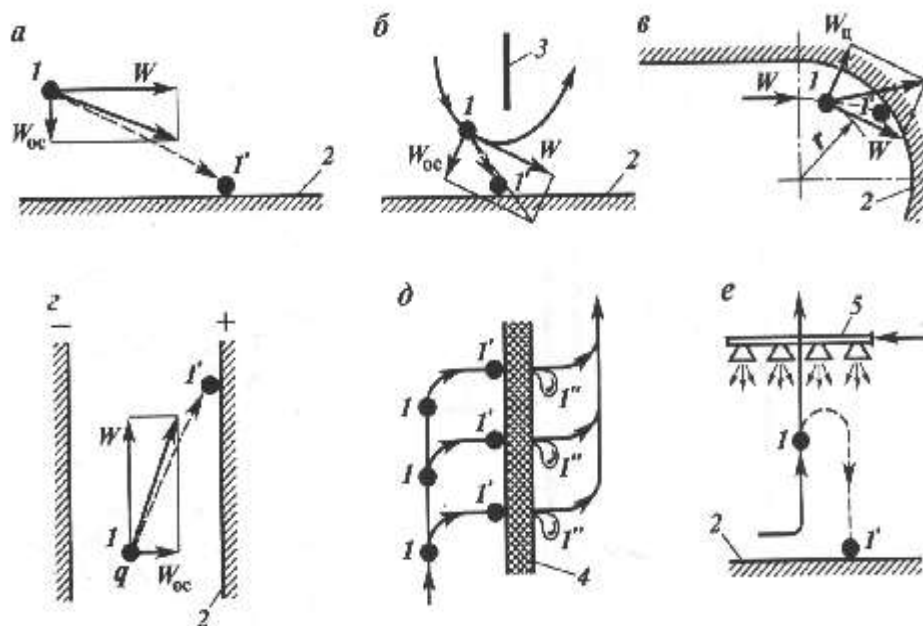
Кимё ва озик - овқат саноатларининг Кимёвий технологик жараёнларидан бири ифлосланган газларни тозалашдир. Шунинг учун, турли жинсли газ системаларни ажратиш кимёвий технологиянинг долзарб ва энг кенг тарқалган Кимёвий жараёнларидан биридир.

Саноат миқёсида чанг ҳосил бўлишининг манбалари: қаттиқ жисмларни механик майдалаш (чақиш, эзиш, арралаш, едирилиш ва уларни узатиш), ёқилғилар ёнишида (кул ҳосил бўлиш), буғлар конденсацияланишида, ҳамда газларнинг ўзаро кимёвий таъсири натижасида қаттиқ маҳсулотлар ҳосил бўлиш жараёнида.

Одатда, чанглар таркибида ўлчами 3...100 мкм бўлган қаттиқ заррачалар мавжуд бўлади. Буғлар конденсацияланиши натижасида 0,001...1 мкм ўлчамли майда суюқлик томчилари ҳосил бўлади.

Газларни қуйидаги тозалаш усуллари маълум:

1. оғирлик кучи таъсирида чўктириш (гравитацион тозалаш);
2. инерция кучлари таъсирида чўктириш, яъни марказдан қочма кучлар;
3. фильтрлаш;
4. суюқлик билан ювиб тозалаш;
5. электростатик кучлар таъсирида чўктириш (электр майдон таъсирида).



1-расм. Газ оқимидаги заррачаларни ажратиш олишнинг Кимёвий усуллари.

а- оғирлик кучи таъсирида чўктириш; б- инерцион кучлар таъсирида чўктириш; в- марказдан қочма куч таъсирида чўктириш; г- электр майдони таъсирида чўктириш; д- филтраш; е- ювиб тозалаш; 1- газ таркибидаги заррача; 1'(1'')- газдан ажратиш олиш заррача; 2- чўктириш юзаси; 3- тўсик; 4- филтр-тўсик; 5- суюқликни пуркаш мосламаси.

Биринчи иккита усулда, яъни оғирлик ва марказдан қочма кучлар таъсирида, тозалаш натижасида йирик заррачаларни, қолган усулларда эса - 20 мкм ва ундан ўлчами кичик бўлган заррачаларни ажратиш олиш мумкин.

ҳар доим ҳам битта газ тозалаш қурилмасида газларни керакли юқори даражада тозалаб бўлмайди. Шунинг учун, амалиётда икки ва кўп босқичли тозалаш қурилмалари қўлланилади.

Газни тозалаш даражаси η қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\eta = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\% = \frac{V_1 x_1 - V_2 x_2}{V_1 x_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

бу ерда G_1 ва G_2 — бошланғич ва тозаланган газдаги қаттиқ заррачалар массаси, кг/соат; V_1 ва V_2 — бошланғич ва тозаланган газларнинг ҳажмий сарфлари, м³/соат; x_1 ва x_2 — бошланғич ва тозаланган газда қаттиқ заррачалар концентрацияси, кг/м³.

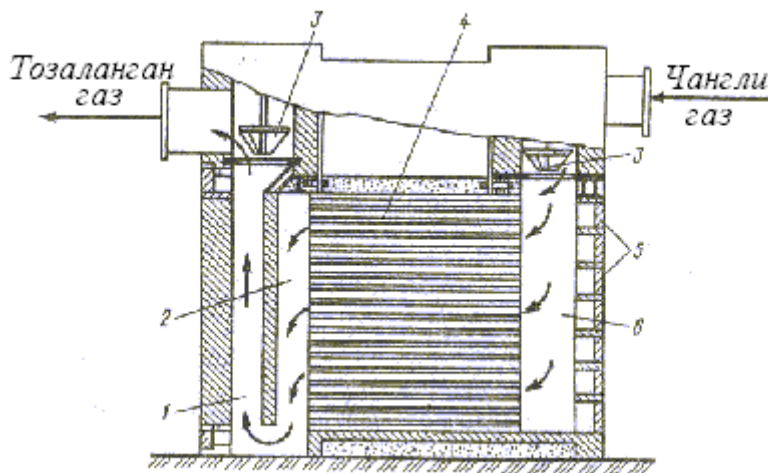
Оғирлик кучи таъсирида газларни тозалаш

Чангларни (дағал тозалаш учун) тозалаш учун даврий ва уздуксиз ишлайдиган қурилмалардан фойдаланилади. Чанг чўктириш камераси бу турдаги Кимёвий қурилмалардан биридир.

Чанг чўктириш камераси ичида горизонтал токчалар жойлаштирилган бўлиб, тўғри тўртбурчак шаклдаги Кимёвий қисмдан иборат (2-расм).

Чанг, ростловчи клапан 3 орқали сўриш канали 6 га киради ва горизонтал токчалар 4 орасига тақсимланади. Токчалар орасидаги масофа 100...4000 мм бўлади.

Токчаларнинг Кимёвий вазифаси чанг заррачалари чўкиш масофасини қисқартиришдир. Ундан ташқари, токчалар борлиги чўкиш юзасини кўпайишига олиб келади. Токчалар орасида чанг ҳаракат қилганда, чанг оқимининг йўналиши ўзгаради, бу эса унинг тезлигини камайишига олиб келади. Натижада қаттиқ заррачалар уларнинг юзасида чўкиб қолади. Тозаланган газ эса, чиқиш канали орқали ташқарига йўналади. қурилма камерасида чанг газ оқимининг тезлиги



2-расм. Чанг чўктириш камераси.

1 – чиқиш канали; 2 – йиғувчи канал; 3 - клапанлар; 4 - горизонтал токча; 5 - эшикчалар; 6 – сўриш канали.

чўкиш вақти билан чегараланади.

Чўктириш камерасида чанг газ оқимининг ҳаракати вақтида қаттиқ заррачалар токчалар юзасига чўкиб улгуриши керак.

Токчаларга йиғилиб қолган чанглар вақти - вақти билан куракчаларда олиб ташланади ёки сув билан ювилади. Чанг чўктириш камераси навбатма-навбат ишлайдиган икки бўлимдан иборат. Биринчи бўлим чанг (қаттиқ заррачалар)дан тозаланса, иккинчисида эса, шу вақтда газни тозалаш жараёни боради ва натижада қурилманинг узлуксиз ишлашига эришилади.

Чанг чўктириш камерасида фақат газлардан йирик заррачаларни ажратиш мумкин, яъни дағал тозалаш учун қўллаш мақсадга мувофиқдир. Шунинг учун, бу турдаги қурилмалар дастлабки тозалаш учун, яъни қаттиқ заррачалар ўлчами 100 мкм дан катта бўлган газсимон турли жисмли системаларни ажратиш учун мўлжалланган. қурилманинг тозалаш даражаси - 30...40%.

ҳозирги кунда ушбу турдаги қурилмалар қўполлиги ва самодорлиги паст бўлгани учун замонавий ва мукамал тозалаш қурилмалари билан алмаштирилмоқда.

Инерцион ва марказдан қочма кучлар таъсирида газларни тозалаш

Инерция кучлари остида газларни тозалаш қайтарувчи тўсиқли тиндиргич ва марказдан қочма кучлар таъсирида ишлайдиган циклонлар конструкцияси асосида ётибди.

Қайтарувчи тўсиқли тиндиргич йирик дисперсли чангларни ажратиш учун мўлжалланган (3-расм).Қайтарувчи тўсиқлар газ оқимини уюмаланиши учун хизмат қилади. Тўсиқлардан ўтиш пайтида ҳосил бўладиган инерция кучлари қаттиқ заррачаларни интенсив чўкишига сабабчи бўлади. Йиғич 2 га тўпланган қаттиқ заррачалар шибар 3 ёрдамида чиқариб юборилади. Бундай қурилмалар газ ўтказиш системаларида ўрнатилади. Инерция кучлари асосида ишлайдиган чанг тозалаш қурилмаларининг тузилиши содда ва ихчам. Тозалаш даражаси 60%, чўктирилаётган заррачалар ўлчами 25 мкм ва ундан юқори.

ҳаракат йўналишини давом эттиради ва конус диаметри камайиб бориши сабабли юқорига қараб йўналган оқим пайдо бўлади. Бу оқим тозаланган газ бўлиб, марказий труба орқали циклондан ташқарига чиқиб кетади.

Циклонларнинг аниқ ҳисоби жуда мураккаб бўлгани учун гидравлик қаршилик Δp параметри бўйича соддалаштирилган ҳисоблар қилинади.

Циклоннинг цилиндрик қисмидаги газнинг сохта тезлиги w_ϕ (м/с) қуйидаги формула ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$w_\phi = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_e \cdot \xi}} \quad (2)$$

бу ерда $\Delta p/\rho_e$ - ажратиш фактори; ξ - гидравлик қаршилик коэффиценти.

4-расм келтирилган циклонлар учун $\Delta p/\xi = 500 \dots 700 \text{ м}^2/\text{с}^2$.

Циклон диаметри D (м) ушбу формуладан топилади:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w_\phi}} \quad (3)$$

Циклоннинг цилиндрик қисми диаметри D аниқлангандан сўнг, қолган ўлчамлари ҳисобланади, чунки ҳамма ўлчамлар циклон диаметри D нинг функциясидир.

Газларни тозалаш даражасини ошириш учун циклон диаметрини камайтириш ёки газ оқими тезлигини ошириш зарур.

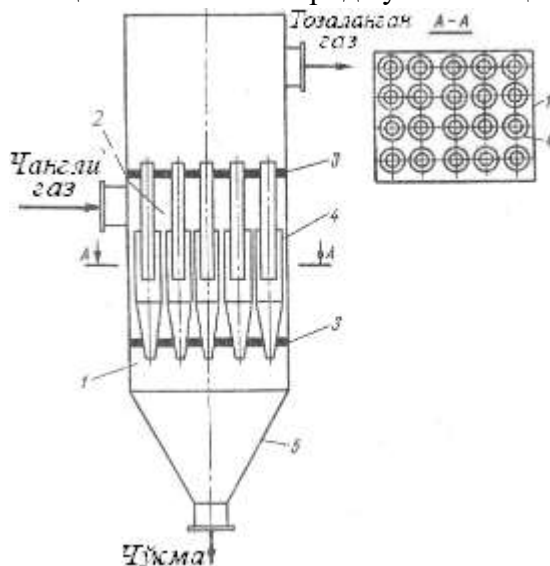
НИИОГаз циклониди газсимон турли жинсли системаларни тозалаш даражаси 30...85% га тенг. Лекин, газ таркибидаги заррачалар ўлчами ортиши билан газларнинг тозаланиш даражаси 90..95% гача ўсиши мумкин.

Батарейли циклон бир қанча параллел уланган кичик диаметрли (150...250мм) циклонлардан ташкил топган (5-расм). Циклон элементлари диаметрининг кичиклиги, марказдан қочма куч ва чўкиш тезлигини ошириш имконини беради. Кичик ўлчамли циклонлар қурилмадаги иккита тўсиқга маҳкамланади.

қурилмага кириш патрубкиси орқали юборилган чанг газ тақсимлаш камерасига киради ва у ердан барча циклон элементларга бир хилда тарқалади. Сўнг, элементларга газ тангенциал йўналишда эмас, балки уларнинг тепасидан циклон қобиғи ва марказий чиқиб труба орасидаги ҳалқасимон бўшлиққа юборилади. Ушбу ҳалқасимон бўшлиқда оқимга спиралсимон айланма ҳаракат йўналишини таъминлаш учун у ерга винтли парраклар ўрнатилади (6-расм).

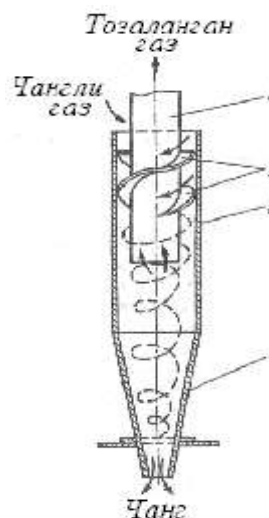
Циклон элементларидан ўтиб тозаланган газлар марказий труба 1 орқали умумий камерага йиғилади ва чиқиш штуцеридан ташқарига узатилади.

ҳамма циклон элементларида ушланиб қолинган қаттиқ заррачалар батареяли циклоннинг



5-расм. Батареяли циклон.

1 - қобик; 2 - газ тақсимлаш камераси;
3 - панжара; 4 – циклон элементи; 5 - бункер.



6-расм. Батареяли циклон элементи.

1 - марказий чиқиш труба; 2 – винтли парраклар; 3 - қобик; 4 - конуссимон туб.

пастки қисми 5 да тўпланади ва ундан сўнг ташқарига тўкилади.

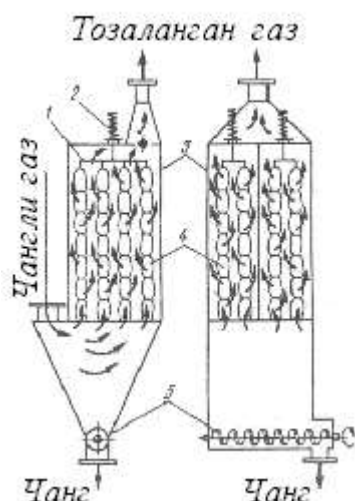
Агар бир нечта катта циклонларни иқтисодий жиҳатдан қўллаш мақсадга мувофиқ бўлмаса, газлар сарфи катта жараёнларда батареяли циклонлар ишлатилади. Циклонларда ўлчами 10 мкм ва ундан кам бўлган қаттиқ заррачаларни чўктириш тавсия этилади. Батареяли циклонларнинг тозалаш даражаси 65...85% ($d = 5$ мкм ли заррачалар учун), 85...90% ($d = 10$ мкм ли заррачалар учун) ва 90...95% ($d = 20$ мкм заррачалар учун).

Газларни ғовакли тўсиқларда тозалаш

Фильтрловчи тўсиқ турига қараб эгилувчан, ярим қаттиқ, қаттиқ ғовак тўсиқли ва донатор қатламли фильтрлар бўлади.

Юмшоқ фильтрловчи тўсиқли фильтрларга энгли ёки қопли фильтрлар киради ва улар газларни тозалаш учун кенг миқёсда қўлланилади. Фильтрловчи тўсиқ сифатида табиий, синтетик ва минерал толалар (тўқима материаллар), ғовак листли материаллар (ғовакли резина, пенополиуретан) ва металл тўқималар ишлатилади.

Батарейли энгли фильтр. Бу турдаги курилмаларнинг фильтрловчи элементи тўқима



7-расм. Энгли фильтр.

- 1 - ром; 2 – силкитувчи механизм;
3 - қобик; 4 - энг; 5 - шнек.

материалдан ясалади (7-расм). Фильтрловчи энг ва қоплар 4 тўртбурчак шаклидаги қобик 3 нинг умумий роми 1 га осилиб қўйилади. Пастдан юқорига қараб ҳаракат қилаётган чангли газ фильтрловчи энглarning учидаги очик тешикдан ичига киради. Сўнг, цилиндр энгларининг ён томон юзасидан ўтаётганида газ тозаланиб чиқиб кетади, қаттиқ заррачалар эса энгнинг ички деворида ушланиб қолади.

Фойдаланиш жараёнида чанг қатлами ортиб боради ва фильтрнинг қаршилиги катталашади. Фильтр энгларини қайта тиклаш учун вақти – вақти билан механизм 2 ёрдамида силкитиб туриш зарур. Шунда, энглар юзасида ўтириб қолган чанглар тўкилади ва шнек 5 ёрдамида ташқарига чиқарилади. Баъзи бир ҳолларда энгларни қайта тиклаш учун фильтр элементлар сиқилган ҳаво ёки газ ёрдамида қарама - қарши йўналишда пуфлаб тозаланади. Баъзи ҳолларда

секцияли фильтрлар ҳам ишлатилади. Бунда ҳар секция ўзининг силкитувчи механизмига эга бўлади. Бу эса, фильтр секцияларни кетма - кет тозалаш имконини беради, яъни фильтр курилмани тўхтатмасдан фильтр элементларини қайта тиклаш жараёнини амалга оширса бўлади.

Узлуксиз ишлайдиган энгли фильтрларнинг фильтрлаш тезлиги $0,007...0,017 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ га тенг. Лекин, фильтрловчи тўқималар узлуксиз равишда қайта тикланиши туфайли фильтрлаш тезлиги $0,05...0,08 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ гача ортади.

Энг кенг тарқалган энгил фильтрларнинг гидравлик қаршилиги $1,5...2,5 \text{ кН/м}^2$ ($150...250 \text{ мм. сув уст.}$).

Агар энгли фильтрлардан тўғри фойдаланилса, газларни майин, дисперс чанглardan тозалаш даражаси $98...99\%$ ни ташкил этади.

Энглар табиий, синтетик ва минерал материаллардан тайёрланади. Масалан, 80°C дан паст температураларда пахта, бўздан, 110°C дан паст температураларда жундан, $130 ... 140^\circ\text{C}$ да полиамид, полиэтилен, полиакрилнитрил толаларидан, 275°C гача политетрафторэтилен ва фторопластдан, 400°C гача шиша толаларидан ясалган фильтрловчи энглар ишлатилади.

Камчиликлари: энглар тез ишдан чиқади ва каналлари тўлиб қолади; юқори температурали ва нам газларни тозалаш мумкин эмас.

Газларни суюқлик билан ювиб тозалаш.

Чангли газларни тозалаш учун уларни сув ёки бошқа суюқликлар ёрдамида ювиб, қаттиқ заррачалардан тозаланади. Бу усул газларни совитиш ва намлаш рухсат этилган, ҳамда қаттиқ заррачалар қиммати бўлмаган ҳолларда қўлланилади. Маълумки, газлар совутилганда сув буғлари конденсацияланиб, заррачалар намланади ва уларнинг зичлиги ортади. Натижада қаттиқ заррачалар газдан осон ажралади. Бунда, заррачалар конденсацияланиш марказлари вазифасини бажаради. Агар, заррачалар суюқлик билан ҳўлланмаса, унда бу турдаги курилмаларда газларни тозалаш самарасиздир. Бундай ҳолларда газларни тозалаш даражасини ошириш учун суюқлик таркибига спирт – сиртий фаол моддалар қўшилади, яъни суюқликнинг ҳўллаш қобилияти оширилади.

Суюқлик билан ювиб тозаловчи қурилмаларда, уларнинг конструкциясига қараб, газларни тозалаш даражаси 60 дан 85% гача бўлади. Бу турдаги қурилмаларнинг Кимёвий камчилиги шундаки, тозалаш жараёни ўтказилиши натижасида оқова сувлар ҳосил бўлишидир. Маълумки, оқова сувлар ҳам ўз навбатида тозаланиши керак.

Текшириш учун саволлар:

1. Газларни қандай тозалаш усуллари бор?
2. Оғирлик кучи ёрдамида тозалаш қандай амалга оширилади?
3. Енгли фильтрнинг авзаллиги ва камчилига.
- 4.

9-Maruza

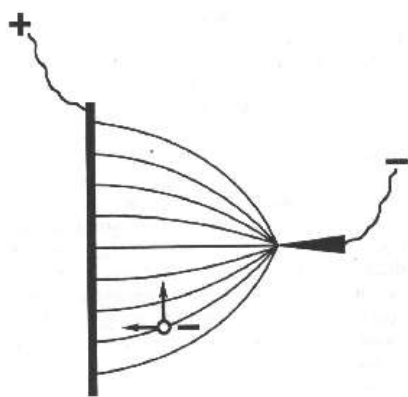
Elektrostatik kuchlari ta'sirida cho'ktirish.

РЕЖА:

- 1.Электр майдон таъсирида газларни тозалаш тўғрисида тушунча
- 2.Нурланувчи ва чўктирувчи электрод.
- 3.Электрофильтрлар турлари ва конструкциялари.

Жараённинг физик асослари. Электр майдон таъсирида газларни тозалаш электр разряди ёрдамида газ молекулаларининг ионизация қилинишига асосланган.

Агар, газ юқори кучланишли ўзгармас токга уланган икки электрод орасида ҳосил бўлган электр майдонига газ юборилса, унинг молекулалари ионизацияга учрайди, яъни мусбат ва манфий зарядланган заррачаларга ажрайди. Натижада улар куч чизиқлар йўналишида ҳаракат қилиб бошлайди. Зарядланган заррача тезлигининг вектор йўналиши, унинг мусбат ёки манфийлигига боғлиқ бўлса, ҳаракат тезлиги эса - электр майдони кучланганлиги билан белгиланади.



1-расм. Электр майдон куч чизиқларининг схемаси

Агар электр майдон кучланганлигини 10000В дан оширсак, ион ва электронлар кинетик энергияси шунчалик катталашадики, ҳаракат йўлида учраган газнинг барча нейтрал молекулаларини мусбат ион ва эркин электронларга парчалайди. Янгидан ҳосил бўлган зарядлар ҳам ўз ҳаракат йўналишида газларни ионизацияга дучор қилади. Натижада тўхтовсиз равишда ион ҳосил бўлади ва ҳамма газ ионизацияланади. Бундай жараён **зарбали ионизация** деб номланади.

Газ тўлиқ ионизацияга учраганда, электродлар орасида электр разряди пайдо бўлиши учун шароитлар яратилади.

Агар, электр майдон кучланганлиги янада оширилса, учқун сакраб ўтиши, кейин эса электр ўтиши ва электродлар қисқа туташуви бўлиши мумкин. Бундай ҳодисалар олдини олиш учун турли жинсли электр майдони ҳосил қилинади.

Бунинг учун, труба ўқидан ёки икки параллел пластиналар орасида тортилган ингичка симлар кўринишида электрод ясалади.

Сим олдида электр майдон кучланганлиги жуда юқори бўлиб, труба ёки пластина томонга яқинлашган сари камайиб боради. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, труба ёки пластина олдидаги майдон кучланганлиги шундайки, учқун ва электр ўтиш ҳодисалари рўй бермайди.

Тўлиқ ионизацияга оид майдон кучланганлигида электродлар орасида "тожли" разряд ҳосил бўлади. Бунда бутунлай ионизацияга учраган газ қатлами чўғланиб, нур ва чарсилланган

овоз чиқаради. "Тож" ҳосил қиладиган электрод **"тожли" электрод** деб номланади. Труба ёки пластина кўринишидаги қарама - қарши зарядланган электрод - **чўктирувчи электрод** деб аталади.

"Тожли" электрод манфий, чўктирувчи эса - мусбат кутбга уланади. Бундай ҳолатларда электродларга жуда юқори кучланиш бериш мумкин. "Тож" ҳосил бўлиши билан иккала ишорали ион ва эркин электронлар пайдо бўлади. Электр майдон кучланганлиги таъсирида ионлар "тожли" электрод томон ҳаракат қилади ва унда нейтралланади.

Манфий ион ва эркин электронлар чўктирувчи электрод томон йўналади. Йўл-йўлакай чанг ва томчилар билан тўкнашиб, уларга ўз зарядини ўтказди ва чўктирувчи электрод томон олиб кетади. Натижада чанг ёки туман заррачалари шу электродда чўқади. Газдаги чанг заррачаларининг Кимёвий қисми манфий зарядланади, чунки мусбат ионларга қараганда ҳаракатчан манфий электрон ва ионлар чўктирувчи электродга етгунча катта масофани босиб ўтади. Шунинг учун ҳам, газдаги заррачалар билан уларнинг тўкнашиши эҳтимоли катта. Фақат "тожли" электрод атрофидаги мусбат зарядланган ионлар билан тўкнашганда, чанг ёки туман заррачаларининг кичик бир қисми "тожли" электродда чўқади. Манфий зарядланган ионлар, чанг ёки туман заррачалари чўктирувчи электродга етганда, унга ўз зарядини беради ва оғирлик кучи таъсирида чўқади. Бундай чўктириш жараёни электрофильтра олиб борилади.

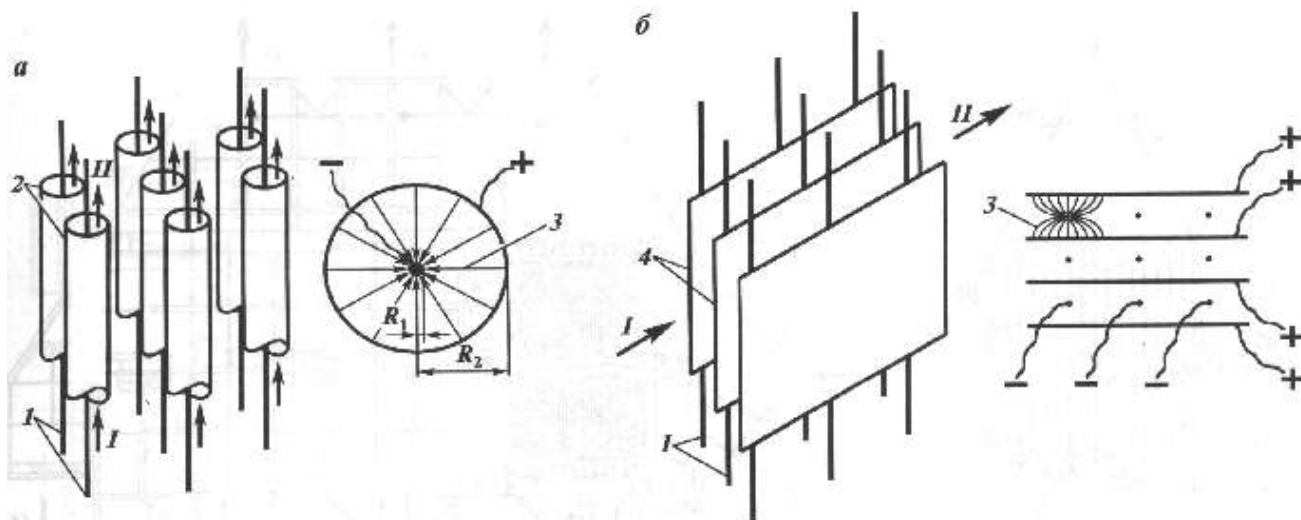
Электродларга ўтириб қолган чанг заррачаларининг зарарли таъсирини камайтириш мақсадида, вақти-вақти билан электродларга ўтириб қолган заррачалар силкитиб туширилади ёки электрофильтра киритилишдан аввал чангли газ намланади (ўтказувчанлигини ошириш учун). Лекин, газнинг температураси шудринг нуқтасидан пасайиб кетиши мумкин эмас.

Чангли газлар таркибидаги қаттиқ заррачаларни электр майдони таъсирида тозалаш, бошқа усулларга қараганда кўпгина афзалликларга эга. Чўктириш қурилмаларида, яъни циклон, энгли фильтр, скрубберларда оғирлик ва марказдан қочма куч таъсирида майда заррачаларни ажратиб бўлмайди.

Турли жинсли газ аралашмаларини электр майдон таъсирида ажратиш электродларда амалга оширилади. Чанг ва тутунларни тозалаш учун қуруқ, туманларни тозалаш учун эса - ҳўл электрофильтрлар қўлланилади.

Оддий электрофильтр - иккита электроддан иборат бўлиб, биттаси - анод- труба ёки пластина, иккинчиси эса - катод - сим кўринишида тайёрланади. Катод - сим труба ичига ёки пластина анодлар орасига тортилади. Анодлар ҳар доим ерга уланади.

Электродлар ўзгармас ток манбасига уланганда 4...6 кВ/см га тенг потенциаллар фарқи ҳосил бўлади. Бу қиймат катоднинг 1 м узунлигида 0,05...0,5 мА ток зичлигини таъминлайди.



2-расм. Труба (а) ва пластина (б) электродлар.

1-«тожли» электрод; 2-чўктирувчи труба электрод; 3-куч йўналишлари; 4-чўктирувчи, пластина электрод. I-чангли газ; II-тозаланган газ.

Газли аралашма труба-электрод ичига ёки пластиналар орасига узатилади. Электродлардаги юқори потенциаллар фарқи ва электр майдонининг турли жинслилиги туфайли манфий электрод-катод атрофидаги газ қатламида анодга қараб йўналган электронлар оқими ҳосил бўлади. Натижада газ нейтрал молекулаларининг электронлар билан тўқнашуви туфайли газ ионизацияга учрайди. Ионизация ўз навбатида газни мусбат ва манфий ионлар ажралишига олиб келади. Мусбат ионлар катод, манфийлари эса катта тезликда анод томон ҳаракат қилади. Одатда, чанг ва туман заррачалари анодга чўкади ва уни чўкма қатлами билан қоплайди. Электр майдони таъсирида чўктириш тезлиги секундига бир неча сантиметрдан бир неча ўнлаб сантиметргача оралиқда бўлади. Чўктириш тезлиги заррача ўлчами ва газнинг гидравлик қаршилигига боғлиқ.

Электр майдонида заррачаларнинг чўкиш тезлигини аниқлаш учун жараён ламинар режимда амалга ошади деб қабул қиламиз.

Электр майдони зарядланган заррачага $F = ne_0E_x$ (бу ерда n - заррача олган заряд; e_0 - элементар заряд катталиги; E_x - катод ўқидан x масофадаги электр майдон потенциали градиенти) куч билан таъсир этади.

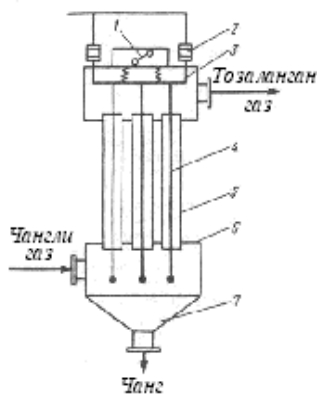
Электр майдон таъсирида заррачанинг чўкиш тезлиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$w_q = \frac{ne_0E_x}{3\pi d\mu} \quad (1)$$

Заррачанинг чўкиш давомийлиги:

$$\tau_q = \int_r^R \frac{d_x}{w_q} \quad (2)$$

бу ерда: R - катод ўқидан анод ўқигача бўлган масофа; r - катод радиуси.



3-расм. Трубали электрофилтр.

1 - силкитувчи мослама; 2 – изолятор;
3 - ром; 4 - "тож" ҳосил қилувчи
электрод; 5 – трубали электрод - анод; 6
- тешикли панжара; 7 - чанг йиғич.

силкитиб турилади ва қурилманинг пастки қисмидаги конуссимон тубда йиғилади. Йиғилган чанг заррачалардан иборат чўкма пастки штуцердан тўкилади, тозаланган газ эса - филтрнинг тепа қисмидаги штуцердан атроф муҳитга чиқариб юборилади.

ҳозирги кунда, бир нечта кетма - кет уланган секциялардан газ ўтадиган секцияли электрофилтрлар яратилган.

Одатда, трубалар диаметри 150...300 мм ва узунлиги 3...4 м қилиб ясалади. Трубалар ичида тортилган симлар диаметри 1,5...2,0 мм.

Газларнинг тозаланиш даражаси 99%, айрим ҳолларда 99,9% ни ташкил этади.

Пластинали электрофилтрларда анод вазифасини пластиналар, катодни эса - пластиналар орасига тортилган симлар бажаради. Электрофилтрларда газларни тозаланиш даражаси, чангларнинг электр ўтказувчанлигига боғлиқ.

Агар, заррачалар электр токини яхши ўтказса, унда заррачалар зарядини бир зумда беради ва электрон зарядини эгаллайди. Бунда, бир - биридан қочиш Кулон кучи ҳосил бўлиб, филтрдан газ билан заррачалар учиб кетишга олиб келади ва тозаланиш даражасини камаяди.

Агар, заррачалар электр токини ёмон ўтказса, унда электродда манфий зарядланган заррачалардан иборат зич қатлам ҳосил бўлиб, Кимёвий электр майдонга қарши таъсир қилади.

Газ таркибидаги заррачалар концентрацияси юқори бўлганда ҳам, газнинг тозаланиш даражаси паст бўлади. Чунки, ионларнинг заррачаларда чўкиши, олиб ўтилган зарядлар сонини камайишига сабабчи бўлади. Демак, ток кучи ҳам пасаяди.

Газ таркибидаги заррачалар концентрациясини пасайтириш учун электрофилтрдан олдин кўшимча газ филтрлар ўрнатилади.

Пластинали электрофилтр электродларига чўкган чанглар трубали филтрникдан осонроқ тозаланади ва сим узунлиги бирлигига камроқ энергия ишлатади. Ундан ташқари, бу филтрлар ихчам, кам металл сарфлайди ва йиғилиши осон.

Агар, электродлар сони ва қурилманинг кўндаланг кесими маълум бўлса, электрофилтрларни ҳисоблаш унинг "тожли" электродининг узунлигини аниқлашдан иборат бўлади.

Электрофилтрдаги ток миқдори $I = iL$ га тенг бўлиб, бу ерда i - ток зичлиги; L - электрод узунлиги.

қуйида келтирилган тенгламадан потенциалнинг критик градиенти топилади:

Электр майдон потенциали градиенти E_x катодгача бўлган масофа x га боғлиқ. Шунинг учун, заррачаларнинг чўкиш вақти (2) тенгламани график интеграллаш усули билан аниқланади.

Трубали электрофилтрлар. Чанг ва тутун газлари қурилманинг пастки қисми бўлмиш электродлар маҳкамланган тешикли панжара (6) тагига узатилади ва трубали электрод (анод)лар ичига тақсимланади (3-расм).

Трубали электродлар ичига "тож" ҳосил қилувчи электродлар-катодлар ўрнатилган. Электродлар изоляторга таяниб турувчи умумий ромда маҳкамланади. Электр майдони таъсирида газ таркибидаги заррачалар чўкади. Анодга чўкиб, қатлам ҳосил қилган заррачалар вақти-вақти билан

$$E_K = 31 + 9,54 \sqrt{\frac{\sigma}{r}} \quad (3)$$

бу ерда: σ - босим 0,1 МПа да ушбу шароитдаги ҳаво зичлигининг 25°C температурадаги зичлигига нисбати.

Агар, электродлар орасидаги масофани билсак, электродлардаги потенциаллар фарқини топиш мумкин.

Газларни тозаланиш даражаси ушбу умумий формула ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$\eta_s = 1 - \frac{x_2}{x_1} = 1 - e^{-wf} \quad (4)$$

бу ерда: x_1 ва x_2 - электрофилтрларга кираётган ва ундан чиқаётган газларда қаттиқ заррачалар концентрацияси, кг/м³; w - электрод юзасига қараб ҳаракат қилаётган зарядланган заррача тезлиги, м/с; f - солиштирма чўкиш юзаси, м²/(м³/с).

Трубади электрофилтрлар учун:

$$f = \frac{2l}{rw} \quad (5)$$

Пластинали электрофилтрлар учун:

$$f = \frac{l}{hw} \quad (6)$$

бу ерда: l - труба ёки пластина узунлиги, м; r - чўктириш электроди трубадининг радиуси, м; h – чўктирувчи ва «тожли» электродлар орасидаги масофа, м; w - электрофилтрларда газнинг тезлиги, м/с.

Текшириш учун саволлар:

1. Электромайдон таъсирида газлар қандай тозаланади?
2. Нурланувчи ва чўктирувчи электрод нима?
3. Трубади электрофилтр қандай ишлайди?

10-Ма'ruza

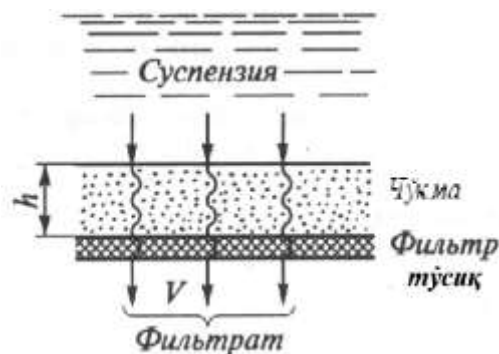
Filtrlash jarayoni.

РЕЖА:

1. Умумий тушунчалар.
2. Филтр тўсиқ турлари.
3. Филтрлаш тезлиги ва турлари.
4. Филтрлар конструкциялари.

Турли жинсли системаларни ғовак филтр тўсиқлар ёрдамида фазаларга ажратиш жараёнига **филтрлаш** дейилади. Филтр тўсиқлар аралашманинг қаттиқ (дисперс) фазасини

ушлаб қолади, суюқ (дисперсион) фазасини ўтказиб юбориш қобилиятига эга. Фильтр тўсиқлар ёки бундан буён фильтрлар сифатида ғовакли материаллар қўлланилади (масалан, тўр пардалар, картон, газламалар, сочилувчан материаллар, шағал, кум, ғовак полимер материаллар, керамика, металлокерамика ва бошқалар).



Фильтр тўсиқ ва чўкма қатлами орқали суюқликнинг ўтиш схемаси.

Фильтрлаш жараёни босимлар фарқи ёки марказдан қочма кучлар майдони таъсирида амалга оширилади.

Фильтрлаш интенсивлиги суспензия сифати, яъни дисперс фаза чўкмаси қаршилигининг миқдорига, картон, шилимшиқ ва коллоид моддалар бор-йўқлигига боғлиқдир.

Турли жинсли системаларни ажратиш пайтида фильтр конструкцияси ёки фильтрловчи центрифуга, фильтр тўсиқ ва фильтрлаш режимларини танлаш зарурати туғилади.

Кимё, озиқ - овқат ва бошқа саноатларда чўкма ҳосил қилиш йўли билан фильтрлаш кенг тарқалган.

Масалан, шакарпазликда фильтрлаш қиёмларни тозалаш, чўкмани сатурацион шарбатдан ажратиш учун қўлланилади. Пиво пиширишда эса, ушбу жараён суслодан **қаттиқ фазани** ажратиш ва тайёр маҳсулотни тиндириш учун ишлатилади. Ундан ташқари, винопазлик, ликер – ароқ ва шарбатлар ишлаб чиқариш саноатларида фильтрлаш жараёнидан кенг миқёсда фойдаланилади.

Кимё, нон пишириш, тегирмон ва спирт саноатларида газларни тозалаш учун фильтрлаш жараёни ишлатилади.

Фильтрлаш жараёнида сиқилувчи ва сиқилмайдиган чўкмалар ҳосил бўлади. Сиқилувчи чўкма заррачалари босим ортиши билан қатлам деформацияга учрайди ва унинг ўлчами камаяди. Сиқилмайдиган чўкмада босим кўпайиши билан қатлам шакли ва ўлчами узгармайди.

Амалда фильтрлашдан кейин қуйидаги қўшимча жараёнлар қўлланилади:

- а) чўкмани ювиш;
- б) чўкмани ҳаво ёки инерт газлар оқими билан тозалаш;
- в) чўкмани қуриштиш;

Фильтрлаш жараёнининг унумдорлиги ва олинган фильтратнинг тозаллиги фильтр тўсиқлар хусусиятларига боғлиқ. Фильтр тўсиқлар ғовак, тешиклари катта ва гидравлик қаршилиги кичик бўлиши керак. Фильтр тўсиқлар тузилишига қараб эгилувчан ва эгилмас бўлади.

Фильтр тўсиқлар тепа ва остки қисмидаги босимларнинг фарқи фильтрлаш жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучи деб ҳисобланади.

Ҳаракатлантирувчи кучлар турига қараб фильтрлаш жараёни икки гуруҳга бўлинади: а) босимлар фарқи таъсирида ажратиш (фильтрлаш);

- б) марказдан қочма куч таъсирида ажратиш (центрифугалаш).

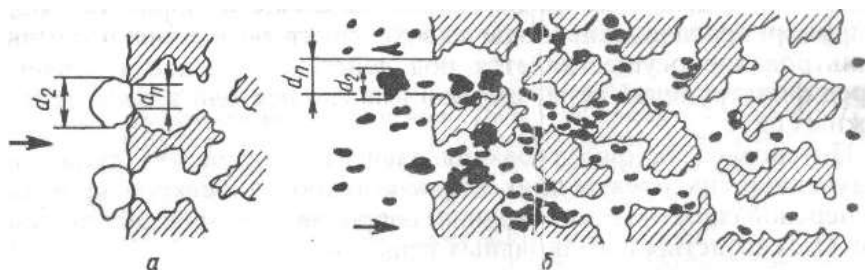
Фильтрлаш турлари

Турли жинсли системаларни ажратиш пайтида фильтр тўсиқ тури ва суспензия хоссаларига қараб, фильтр тўсиқ юзасида чўкма ҳосил қилиш, фильтр ковакларини тўлдириш ва ҳам биринчи, ҳам иккинчи ҳодисалар биргаликда келган (оралиқ) ҳолатларда фильтрлаш жараёни содир бўлиши мумкин.

Фильтр тўсиқ юзасида чўкма ҳосил қилиб филтрлаш жараёни қаттиқ жисм заррачаларининг диаметри d_2 , ковак диаметри d дан катта бўлганда рўй беради (1-расм).

Бу усул суспензия таркибидаги қаттиқ фаза концентрацияси 1% (масс) дан ортиқ бўлганда қўлланилади, чунки бунда филтр тўсиқ ковагига кириш жойида гумбазчалар ҳосил бўлиши учун қулай шароитлар яратилади. Гумбазчалар ҳосил бўлиши, чўкиш тезлиги ва суспензия концентрациясининг ортишига имконият туғдиради.

Ковакларни тўлдириш усулида филтрлаш (1-расм) филтр тўсиқ ковакларида қаттиқ



1-расм. Филтрлаш схемаси.

1 - чўкма ҳосил қилиб филтрлаш;

2 - тўсиқ ковакларини тўлдириб филтрлаш.

заррачалар кириб тўлдирганда рўй беради. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки

филтрлаш жараёнининг бошланғич давридаёқ, қаттиқ заррачалар тўсиқ ковакларини тўлдириб бошлайди. Бу ҳодиса, албатта филтр қурилмалар иш унумдорлигини пасайтиради. Жараённи керакли даражада

ушлаб туриш учун филтр тўсиқни биринчи ҳолатини тиклаш, яъни филтрлашга яроқли қилиш керак. Бунинг учун тўсиқлар суюқлик оқими билан ювилади ёки тўсиқ металлдан ясалган бўлса, киздириб куйдирилади.

Оралик филтрлаш усули бир вақтнинг ўзида ҳам филтр тўсиқ юзасида чўкма ҳосил қилиш, ҳам ковакларни тўлдириб, филтрлаш усуллари рўй берганда амалга ошади.

Ушбу усулда кичик концентрацияли суспензияларни филтрлаш жараёни тезлигини ошириш учун қўшимча моддалар иштирокида олиб борилади. Жараёндан аввал филтр тўсиқ юзаси қўшимча модда билан қопланади. Қўшимча моддалардан қилинган қоплама тўсиқ ковакларини тўлиб қолишдан сақлайди. Қўшимча моддалар сифатида ўта майин кўмир, перлит, асбест, кизельгур, фиброфло, асканит ва бошқа материаллар қўлланилиши мумкин.

Хулоса қилиб айтганда, филтрлаш жараёни интенсивлиги ва филтр қурилманинг иш унумдорлиги филтрлаш тезлигига боғлиқдир.

Филтрлаш жараёнининг назарий асослари

Филтр тўсиқнинг пастки ва тепа қисмларидаги босимлар фарқи ёки марказдан қочма кучга филтрлаш жараёнини ҳаракатга келтирувчи кучи деб айтилади.

Босимлар фарқини турли усуллар: филтр тўсиқнинг тепа бўшлиғида ортиқча босим барпо этиш ёки пастки қисмини вакуум трубага улаш йўли билан ҳосил қилиш мумкин. Бундай ҳолатларда филтрлаш ўзгармас босимлар фарқида боради ва жараён тезлиги босимлар фарқида тўғри ва чўкма қатлами қаршилигига тескари пропорционалдир.

Филтрлаш жараёни эса қуйидаги кинетик тенглама билан ифодаланади:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu(R_c + R_{fm})} \quad (1)$$

бу ерда V - филтрат ҳажми, м^3 ; F - филтрлаш юзаси, м^2 ; τ - филтрлаш вақти, с; Δp - босимлар фарқи, Н/м^2 ; μ - динамик қовушоқлик, $\text{Па}\cdot\text{с}$; R_u , $R_{\phi m}$ – чўкма ва филтр тўсиқлар қаршилиги, м^{-1} .

1 м^3 филтрат олинганда x_u (м^3) миқдорда чўкма ҳосил бўлади деб қабул қиламиз. Унда,

$$x_u \cdot V = h_u F \quad (2)$$

бу ерда h_u – чўкма қатлами баландлиги, м.

Бу формуладан:

$$h_u = \frac{x_u \cdot V}{F}$$

Чўкма қатламининг қаршилиги унинг баландлигига пропорционал деб фараз қиламиз.

$$R_0 = r_0 h_u = \frac{r_0 x_u V}{F} \quad (3)$$

бу ерда r_0 – чўкманинг солиштира қаршилиги, м^{-2} .

Агар (3) ни (1) га қўйсак, ушбу кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{dV}{F d\tau} = \frac{\Delta p}{\mu \cdot \left(\frac{r_u x_u V}{F} + R_{\phi m} \right)} \quad (4)$$

(4) тенглик филтрлаш жараёнининг Кимёвий тенгламаси деб аталади.

Филтр тўсиқ қаршилиги ҳисобга олинмаса, қуйидаги тенглама ҳолатига келамиз

$$r_u = \frac{\Delta p}{\mu h_u \cdot w} \quad (5)$$

бу ерда w - филтрлаш тезлиги.

Филтрлаш жараёнининг бошланғич фурсати учун, яъни $V = 0$ да, $R_{\phi m} = \Delta p / (\mu w)$.

$\Delta p = \text{const}$ бўлган ҳолат учун (4) тенгламани интегралласак ($0 - V$ ва $0 - \tau$ ораликда), ушбу тенглама келиб чиқади:

$$V^2 + 2 \frac{R_{\phi m} \cdot F}{r_0 x_0} \cdot V = 2 \frac{\Delta p F^2}{\mu r_u x_u} \cdot \tau \quad (6)$$

Олинган ушбу тенглама сиқилмайдиган ва сиқилмайдиган чўкмалар учун қўлласса бўлади ва у филтрат ҳажми ортиши билан филтрлаш тезлиги камайишини кўрсатади.

(6) тенгламани филтрлаш вақти τ га нисбатан ечсак, ушбу ифодага эришилади:

$$\tau = \frac{\mu x_q r_q \left(\frac{V}{F} \right)^2}{2\Delta p} + \frac{R_{\phi m} \cdot V}{\Delta p \cdot F} \quad (7)$$

ёки (5) ни ҳисобга олсак

$$\tau = \frac{\mu r_q}{2\Delta p x_q} h_q^2 + \frac{R_{\phi m}}{\Delta p x_q} h_q \quad (8)$$

Шундай қилиб, филтрлаш вақти олинган филтрат ҳажми квадратиға тўғри пропорционалдир.

Охирги тенгламани филтрнинг солиштирма иш унумдорлиги ($V_f = V/F$) га нисбатан ечсак, қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$V_f = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\mu x_q r_q} \tau + \left(\frac{R_{\phi m}}{\mu x_q r_q} \right)^2} - \frac{R_{\phi m}}{\mu x_q r_q} \quad (9)$$

Ўзгармас тезлик $w = \text{const}$ ҳолат учун (9) дан ушбу тенгламани оламиз:

$$V^2 \mu x_q r_q + R_{\phi m} V F \mu = \Delta F^2 \tau \quad (10)$$

ёки

$$V^2 + \frac{R_{\phi m} \cdot F}{r_q x_q} V = \frac{\Delta p F^2}{\mu r_q x_q} \tau$$

бу тенгламадан:

$$\Delta p = \mu x_q r_q \left(\frac{V}{F} \right)^2 \frac{1}{\tau} + \mu R_{\phi m} \left(\frac{V}{F} \right) \frac{1}{\tau} \quad (11)$$

ёки

$$\Delta p = \mu x_q r_q w^2 + \mu R_{\phi m} w$$

Шундай қилиб, филтрлаш вақти ортиши билан босимлар фарқи кўпаяди:

$$\tau = \frac{\mu x_q r_q \left(\frac{V}{F} \right)^2}{\Delta p} + \frac{R_{\phi m} V}{\Delta p F} \quad (12)$$

яъни олинган филтрат ҳажми квадратиға тўғри пропорционал.

Филтрнинг солиштирма иш унумдорлиги ($\text{м}^3/\text{м}^2$):

$$V_f = \sqrt{\frac{\Delta p}{\mu x_q r_q} \tau + \left(\frac{R_{\phi m}}{2\mu x_q r_q} \right)^2} - \frac{R_{\phi m}}{2\mu x_q r_q} \quad (13)$$

Амалда чўкма ҳажмининг фильтрат ҳажмига нисбати x_u , чўкма қатламининг солиштирма ҳажмий қаршилиги r_u ва фильтр тўсиқ қаршиликлари тажриба йўли билан аниқланади.

Агар, $F = 1 \text{ м}^2$ бўлган ҳол учун (13) тенгламани ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$V^2 + 2CFV = 2KF^2\tau \quad (14)$$

бу ерда C - фильтр тўсиқ гидравлик қаршилигини характерловчи фильтрлаш константаси, $\text{м}^3/\text{м}^2$; K - фильтрлаш режими ва суюқликдаги чўкманинг физик-кимевий хоссаларини ҳисобга олувчи фильтрлаш константаси, $\text{м}^2/\text{с}$.

$$C = \frac{R_{\phi m}}{r_u \cdot x_u} \quad (15)$$

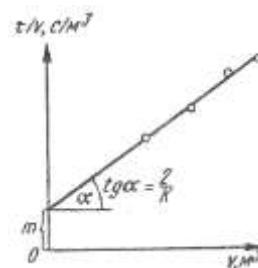
$$K = \frac{2\Delta p}{\mu r_u x_u} \quad (16)$$

Агар, (14) тенгламага ўзгартириш киритсак, ушбу кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{\tau}{V} = \frac{2V}{K} + \frac{2C}{K} \quad (17)$$

Кўриниб турибдики, (17) тенглик абсциссага α қия бурчак остида жойлашган тўғри чизик тенгламаси. Ушбу бурчак тангенс $\tan \alpha = 2/K$ тенг ва у ордината ўқида $m = 2C/K$ кесмани ажратади (2-расм).

Ушбу тўғри чизикни қуриш учун абсцисса ўқида $V_1, V_2, \dots, V_n$ қийматлари, ордината ўқида эса $\tau_1/V_1, \tau_2/V_2, \dots, \tau_n/V_n$ ларнинг тегишли қийматлари қўйилади.



2-расм. Фильтрлаш константасини аниқлашга доир

Фильтрлар конструкциялари.

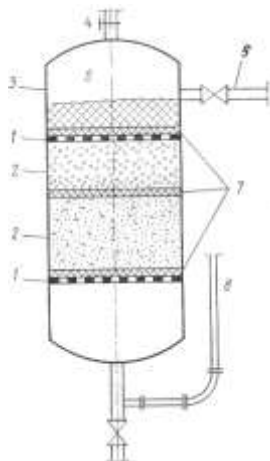
Ишлаш принципага қараб, фильтрлар қуйидагиларга бўлинади: ўзгармас босимлар фарқи ёки ўзгармас фильтрлаш тезлигида ишлайдиган фильтрлар; фильтр тўсиқда ҳосил қиладиган босимлар фарқига қараб, вакуум ёки ортиқча босим остида ишлайдиган қурилмалар; жараёни ташкил этишга қараб, узлукли ёки узлуксиз ишлайдиган қурилмалар.

Босим остида ишлайдиган қурилма бир неча турга, яъни гидростатик босим, насос ёки компрессор ёрдамида ҳосил қилинган, вакуум ва марказдан қочма куч таъсирида ҳосил бўлган босимларда ишлайдиган фильтрларга бўлинади.

Технологик мақсадларга қараб, қурилмалар икки турга бўлинади: а) суюқликларни тозалаш фильтрлари; б) газларни тозалаш фильтрлари.

Фильтр тўсиқларнинг турига қараб, донасимон материаллар, турли газламалар ва қаттиқ материаллар (керамика, тўр) ёрдамида турли жинсли системаларни тозалайдиган **фильтрларга** бўлинади.

Қумли фильтр. Бу қурилма донасимон материалли фильтрлар гуруҳига оид (3-расм).



3-расм. Қумли фильтр.

1 - турли дисклар; 2 - қум; 3 - қобик;
4 - ҳаво жўмраги; 5 – суспензия
кириш трубаси; 6 - пахта; 7 –
фильтрловчи тўқима; 8 - фильтратни
чиқариш трубаси.

Бу турдаги фильтрлар суспензия таркибида каттиқ фаза миқдори кам бўлган ҳолларда, яъни озик-овқат саноатида сувни фильтрлаш ва ликер-ароқ корхоналарида кенг қўламда ишлатилади.

Фильтрнинг цилиндрик қобиғида иккита тўрли диск бўлиб, улар қурилмани 3 қисмга ажратади: юқори - суспензия оқиб кирувчи, ўрта - фильтрловчи ва қуйи - йиғувчи. Иккала диск орасида фильтрловчи қум қатлами жойлашган бўлиб, у йирик ва майда фракциялардан иборат бўлади. Фракциялар фильтр тўқима билан ажратилган. Юқори ва қуйи дисклар ҳам фильтр тўқима билан қопланган бўлади. Фильтрланувчи суюқлик 0,02...0,03 МПа босимда қурилма тепасидан юборилади, фильтрат эса пастки қисмдан чиқарилади.

Фильтрлаш тезлиги $250...750 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{соат})$.

Ушбу фильтр тузилиши содда, фильтрлаш сифати эса – юқори.

Лекин, ҳажм бирлигида фильтрловчи юза кам ва жараён тезлиги паст бўлгани учун, фильтрнинг иш унумдорлиги жуда кичик. Ундан ташқари, фильтр - қумни алмаштириш қийин ва кўп вақт талаб қилади.

Нутч - фильтр вакуум ёки ортиқча босим остида ишлаши мумкин

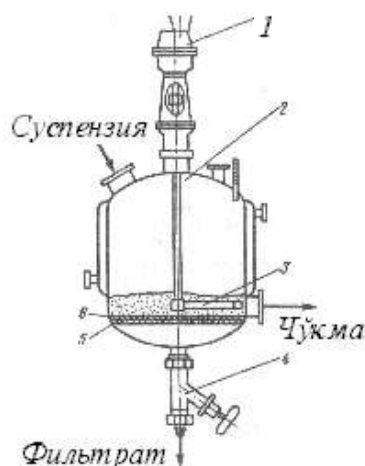
(4-расм). Чўкмани чиқариб ташлаш учун фильтрга бир парракли аралаштиргич ўрнатилган.

Суспензия ва сиқилган ҳаво алоҳида штуцерлар орқали узатилади. Олинган фильтрат эса, тўкиш жумраги 4 орқали чиқарилади. Ундан ташқари, фильтрга сақловчи жўмрак ҳам ўрнатилган.

Фильтрнинг иш цикли қуйидаги босқичлардан иборат: суспензия билан тўлдириш; босим остида фильтрлаш; фильтр тўсикдан чўкмани тушириш; фильтр тўсикни қайта тиклаш. Бундай фильтрларда чўкмани ювиш жараёнини ҳам бир вақтда ўтказса бўлади.

Суспензияларни фильтрлаш пайтида фильтр тўсик сифатида картон, бельтинг ва синтетик толаларни қўллаш мумкин. Синтетик толаларнинг афзаллиги шундаки, улар юқори механик мустаҳкамлик, термик ва кимёвий чидамлилика эга. Синтетик толалардан, зичлиги аста - секин ўзгарадиган, фильтр тўсиқлар тайёрлаш мумкин.

Бундай фильтр каттиқ фаза миқдори кам бўлган суспензияларни фильтрлашда жуда қўл келади, чунки заррачалар унинг бутун баландлиги бўйлаб чўқади. Фильтрнинг ташқи қатламида йирик, ички қатламларида эса майда заррачалар ушланиб қолади. Бундай селектив фильтрлаш жараён тезлиги юқори бўлиши, ковакчалар юзасини тўлиб қолиш олдини олади ва фильтрнинг хизмат муддатини узайтиради.



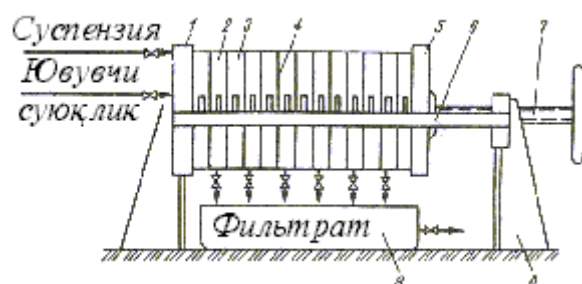
4-расм. Аралаштиргичли нутч - фильтр.

1-узатма; 2-фильтр қобиғи; 3-аралаштиргич; 4-тўкиш жўмраги; 5-фильтр тўсиқ; 6-фильтрловчи тўкима.

Ромли фильтр - пресс. Бундай филтрлар суспензиялар (масалан: вино, пиво, сут маҳсулотлар) ни тозалаш учун қўлланилади (5-расм).

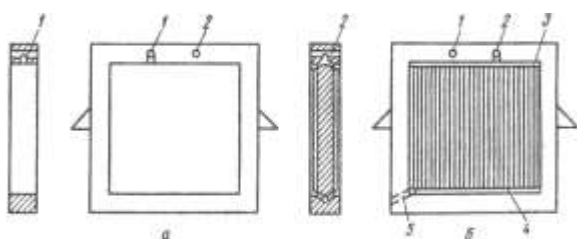
Фильтрловчи блок орасида фильтр тўкима ёки картон жойлашган алмашувчи ром ва плиталардан ташкил топган. Ром ва плиталар йўналтирувчи 6 да сиқувчи винт 7 ёрдамида қисиб қўйилади. Одатда фильтр металл станина 8 да ўрнатилади.

Хар бир ром ва плитада суспензияни киритиш ва ювиш суюқлигини чиқариш каналлари



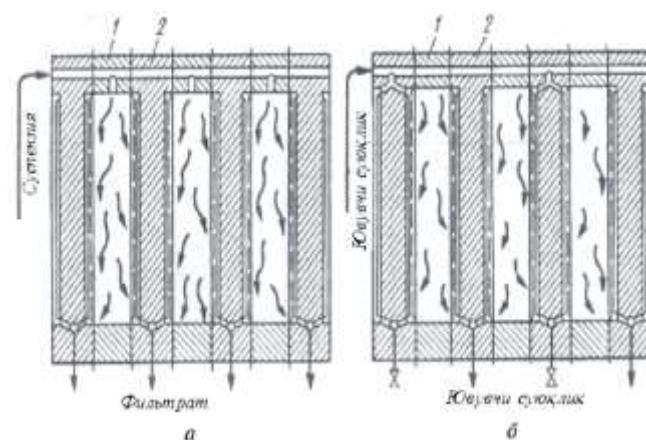
5-расм. Ромли фильтр-пресс.

1 - таянч плита, 2 - ром; 3 -плита; 4 - фильтр тўсиқ; 5 - ҳаракатчан плита; 6 - горизонтал йўналтирувчи; 7 - винт; 8 - станина; 9 - тарнов.



6-расм. Фильтр - пресс роми (а) ва плитаси (б).

1, 2 - суспензия ва ювиш суюқлиги кириш каналлари; 3 - дренаж канали; 4 - йиғиш канали; 5 - айланма канал.



7-расм. Ромли фильтр – пресс ишлаш схема.

а - филтрлаш; б – чўкма ювиш; 1- ром; 2-плита.

бор (6-расм).

Плиталарнинг иккала томонида йиғувчи каналлар 4 бўлиб, юқори қисм дренаж ва пастки қисми эса, айланма каналлар билан уланган.

Суспензия босим остида канал орқали ромнинг ичкарасига фильтр материалдан ўтади (7 а-расм), кейин эса юзасидаги каналчалар орқали пастга тушади.

Фильтрат плитанинг пастки қисмида жойлашган каналча орқали чиқиб, умумий тарновга тушади. Ромнинг иккала томони чўкма билан тўлганда, филтрлаш жараёни тўхтатилади ва тескари йўналишда юқори босимли суюқлик юборилиб, чўкма ювилади ва айланма каналлар орқали чиқарилади. Шундан кейин ювиш учун сув юборилади ва жараён тугагач плита чапга сурилиб, чўкма тўкилади. (7 б-расм)

Фильтр - пресснинг иш цикли ушбу жараёнлардан иборат: ишга тайёрлаш; фильтрлаш; ювиш; чўкмани тўкиш. Даврий ишлайдиган фильтр қурилмаларда ёрдамчи жараёнларни бажариш учун иш циклининг 30% га яқин вақти сарфланади ва чўкмани тўкиш кўп меҳнат талаб қилади. Бу турдаги фильтрларда фильтр тўқималар сарфи катта ва уларни алмаштириш қийин. Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда ушбу камчиликлар бартараф этилган, чунки бу фильтрларда фильтрлаш, чўкмани қуриштириш, ювиш, ажратиш жараёнлари бир вақтда содир бўлади.

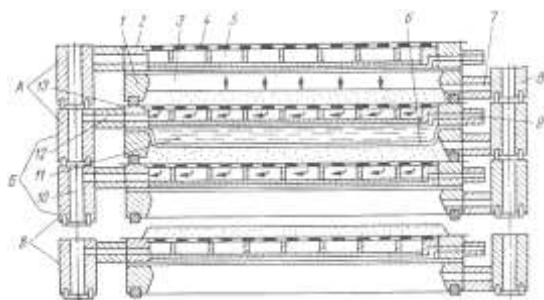
Фильтр - пресс (ФПАКМ). Бундай фильтрда чўкмани тўкиш механизациялашган. Ушбу қурилма камерали, автоматлаштирилган фильтр бўлиб, температураси 80°C, концентрацияси 10...500 кг/м³ ли майин дисперс суспензияларни ажратиш учун қўлланилади. Бу турдаги фильтр даврий ишлайдиган бўлади.

Кўпинча бу фильтр - прессларда бир - бирига зич жойлашган бир қатор тўртбурчак шаклдаги фильтрлардан иборат (8-расм).

Тўртбурчак фильтрларнинг бундай жойлашуви солиштирма фильтрлаш юзасининг кўпайишига олиб келади.

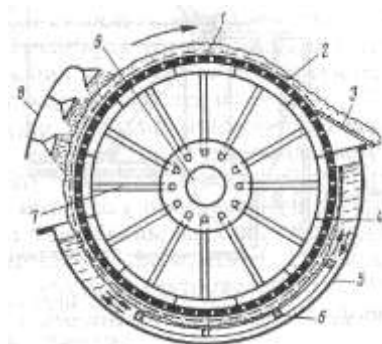
Агар фильтр *А* ҳолатда бўлса, коллектор 8 дан камерага ажратиш учун суспензия, ювиш учун суюқлик ва чўкмани қисман қуриштириш учун сиқилган ҳаволар кетма - кет келади. Сўнг филтрат, ювиш суюқлиги ва ҳаво каналлар 12 орқали коллектор 10 га чиқарилади.

Фильтрнинг *Б* ҳолатида каналлар 9 орқали бўшлиқ 11 га босим остида сув узатилади. Натижада эгилувчан эластик диафрагма *Г* ёрдамида чўкма



**8-расм. Горизонтал камерали
фильтр - пресс (ФПАКМ).**

1-пастки плита; 2-тепа плита; 3-суспензия ва чўкма учун бўшлиқ; 4-тешикли диск; 5-филтрат учун бўшлиқ; 6-эгилувчан диафрагма; 7, 9, 12-каналлар; 8-суспензия учун коллектор; 10-филтратни чиқариш коллектори; 11-сув учун бўшлиқ; 13-фильтр тўқима.



9-расм. Барабанли вакуум – фильтр.

1-тешикли барабан; 2-фильтр тўқима; 3-чўкмани кесиб турувчи пичок; 4-секция; 5-тоғора; 6-аралаштиргич; 7-труба; 8-суюқлик пуркагич; 9-бош тақсимлагич.

сиқилади. Ундан кейин, *В* ҳолатда плиталар сурилади ва ҳосил бўлган тирқишлардан чўкма тўкилади.

Барабанли вакуум - фильтр. Бу турдаги фильтрлар концентрацияси 50 ... 500 кг/м³ бўлган суспензияларни узлуксиз равишда ажратиш учун ишлатилади (9-расм). Каттик заррачалар кристалл, толали аморф ва коллоид тузилишга эга бўлиши мумкин. Фильтр иш унумдорлиги каттик заррачалар тузилишига боғлиқ ва юқорида келтирилган кетма - кетликда пасайиб боради.

Фильтрнинг Кимёвий қисми горизонтал барабан бўлиб, у электр юриткич ёрдамида аста - секин айлантирилади. Одатда унинг 0,3...0,4 қисми суспензияли тоғорага тушиб туради. Тоғора

ичида

силкиниб турувчи аралаштиргич суспензия таркибини бир хил бўлишини таъминлайди, яъни унинг таркибидаги заррачаларни чўкмага тушишига тўсқинлик қилади. Барабан иккита цилиндрдан тузилган бўлади. Ташқи цилиндр элаксимон бўлиб, унинг устига сим тўр тортилган.

Сим тўрнинг усти эса, фильтр тўқима билан қопланган. Барабаннинг фильтрловчи тўсиқларидан фильтрат вакуум остида сўриб олинади. Фильтрнинг устида суспензиядаги каттиқ заррачалар чўкма қатламини ҳосил қилади. Бу чўкма пичоқ ёрдамида барабаннинг устки қисмидан узлуксиз равишда кесиб олинади. Барабаннинг ички қисми тўсиқлар ёрдамида алоҳида секторларга бўлинган. Каналлар эса фильтрлаш жараёнининг ҳамма цикллари бевосита фильтр ишлашини бошқарувчи бош тақсимлагич билан бириктирилган. Бош тақсимлагичда иккита диск бўлиб, бири айланма ҳаракат қилса, иккинчиси - қўзғалмасдир. Қўзғалмас дискдаги тешиклар трубалар орқали вакуум – насос, ҳамда фильтратни ажратиб олувчи ва юувчи суюқлик билан чўкмани ажратиш ва фильтр тўқимани тозалаш учун сиқилган ҳаво берувчи компрессор билан уланган бўлади.

Айланувчи дискнинг ҳар бир тешиги бирин-кетин қўзғалмас дискнинг тешиклари билан уланади. Шунинг учун барабан бир марта айланганида, фильтрлаш жараёнининг ҳамма босқичлари бажарилади. Биринчи босқичда барабан секциялари вакуум – насос билан уланади ва фильтрат идишга тушади. Кейинги босқичда барабан секциялари юувчи суюқлик билан уланади ва чўкма ювилади. Охириги босқичда барабан секциялари сиқилган ҳаво трубалари билан уланиб, чўкма қурилади ва фильтрлаш юзаси тозаланади.

Бу турдаги фильтрларнинг ишчи юзаси 5...150 м³ бўлади. Камчиликлари: фильтрлаш юзаси катта бўлгани учун қўп жой эгаллайди; фильтрнинг нархи қиммат бўлади.

Текшириш учун саволлар:

1. Фильтрлаш жараёни хақида нималарни биласиз?
2. Фильтрлаш турлари ва тезлиги қандай?
3. Барабанли вакуум фильтр қандай ишлайди?
4. Нутч фильтр авзаллиги нимада?

11-Ma'ruza

Mavhum qaynash qatlami gidrodinamikasi.

РЕЖА:

1. Умумий тушунчалар.
2. Мавҳум қайнаш жараёни асослари ва гидродинамикаси.
3. Мавҳум қайнаш қатламли қурилмалар.

Кимё ва озиқ - овқат технологияси жараёнларида айрим элементлардан таркиб топган қўзғалмас қатлам материаллари орқали томчили суюқлик ёки газлар оқиб ўтади.

Донадор қатлам элементларининг шакли ва ўлчами турли - туман кўринишга эга: масалан, фильтрлар чўкма қатламининг майда заррачалари; гранула; таблетка, катализатор ёки адсорбент бўлаклари; абсорбцион ва ректификацион колонналардаги йирик насадкалар.

Бирор қатлам заррачаларининг ўлчами бир хил ёки турлича бўлишига қараб, донадор қатламлар **монодисперс** ёки **полидисперс** бўлиши мумкин.

Донадор қатлам орқали сууюқлик ҳаракати даврида қатлам заррачалари орасидаги бўшлиқлар сууюқлик билан тўлиб туради. Бунда, сууюқлик қатламнинг заррачаларини, элементларини ювиб ва нотўғри шаклли каналлар орқали оқиб ўтади. Бундай ҳаракат гидродинамиканинг аралаш масаласини ташкил этади.

Газ энергияси ҳисобига қаттиқ заррачаларнинг бир - бирига нисбатан тартибсиз ҳаракатига, яъни қатлам худди қайнаётгандек бўлиб кўринишига «қаттиқ жисм – газ» икки фазали системанинг **мавхум қайнаши** деб аталади. Ишчи элткич таъсирида ҳосил бўлган мавхум қайнаш системасининг мавхум қайнаш ёки қайнаш қатлами деб номланишининг келиб чиқиш сабабларидан бири, ушбу қатламга томчили сууюқликлар кўп ҳоссаларининг мослигидир.

Агар, қаттиқ материал қатламининг мавхум қайнаш ҳолатини таъминловчи тезлик билан юқорига қараб ишчи элткич ҳаракат қилса, мавхум қайнаш қатлами ҳосил бўлади.

Охирги вақтда кимё ва озиқ - овқат саноатларининг барча корхоналарида мавхум қайнаш жараёнлари кенг қўламда қўлланилмоқда. Ушбу жараён аралаштириш, узатиш, сочилувчан материалларни классификациялаш, иссиқлик алмашилиш, қуриштиш, адсорбция, абсорбция, грануллаш, кристалланиш ва бошқа жараёнларда юқори натижалар бермоқда. Бундай ижобий натижалар мавхум қайнаш жараёнининг қуйидаги афзалликлари билан белгиланади:

1. Қаттиқ заррачалар интенсив аралаштириш, қурилманинг бутун ҳажми бўйлаб материал температураси ва концентрацияларининг текисланишига олиб келади. Бу ҳол ўз навбатида жараёнига оптимал ташкил этишга ҳалақит берувчи қаттиқ заррачаларни локал ўта қизиб кетиш олдини олади;

2. Мавхум қайнаш қатламининг юқори оқувчанлиги материални бетўхтов узатувчи ва тайёр маҳсулотни тўқувчи, яъни узлуксиз равишда ишлайдиган қурилмаларни яратиш имконини беради;

3. Кичик ўлчамли, катта солиштирма юзали заррачалар қайта ишланганда иссиқлик ва масса алмашилиш юзалари кескин ортади, ҳамда диффузион қаршилиқ камаяди. Бу ҳол ўз навбатида қурилманинг иш унумдорлигини оширишга олиб келади;

4. Иссиқлик алмашилиш жараёнлари интенсивлашади, бу эса иссиқлик алмашилиш қурилмалари ишчи ҳажмларини камайтириш имконини яратади;

5. Мавхум қайнаш қатламли қурилмалар гидравлик қаршилиги кичик бўлади ва газ оқимининг тезлигига боғлиқ эмас;

6. Қаттиқ заррачалар ва ишчи элткичлар ҳоссалари жуда кенг оралиқда ўзгарадиган, ҳамда суспензия ва пастасимон материаллар ҳам мавхум қайнаш жараёнида қайта ишланиши мумкин;

7. Мавхум қайнаш қатламли қурилмалар тузилиши содда, ихчам ва осон автоматлаштирилади.

Юқорида қайд этилган афзалликлар билан бирга, мавхум қайнаш жараёнининг қуйидаги камчиликлари бор:

- бир секцияда заррача ва ишчи элткичларнинг бўлиш вақти бир хил эмас;
- мавхум қайнаш қатламида заррачалар бир - бирига урилиши натижасида едирилади;
- заррачаларни едирилиши натижасида ҳосил бўлган чанг қурилмадан учиб кетади. Бу ҳол, албатта қўшимча чанг ушлагичлар ўрнатилишини тақозо этади;
- диэлектрик материал заррачалари мавхум қайнаш қатламли қурилмаларда ишлов берилганда, статик электр зарядлар ҳосил қилади. Бу эса, портлаш хавфини туғдиради.

Қайд этилган мавхум қайнаш жараёнининг камчиликлари салмоқли эмас ва улар қисман ёки бутунлай бартараф қилиниши мумкин.

Сочилувчан, донатор материаллар қатлами гидравлик қаршилик, заррачалар ўлчами, солиштирма юза ва бўш хажм улуши билан характерланади.

Солиштирма юза - a ($\text{м}^2/\text{м}^3$) қатламнинг хажм бирлигида жойлашган ҳамма заррачалар юзасини ифодалайди.

Донасимон заррачалар орасидаги бўшлиқ хажмининг қатлам хажмига нисбати **бўш хажм ёки ғоваклилик (ε)** дейилади ва у ўлчамсиз катталиқдир:

$$\varepsilon = \frac{V - V_0}{V} \quad (1)$$

бу ерда V - донасимон қатлам хажми, м^3 ; V_0 - қатлам заррачалари эгаллаган хажм, м^3 .

Агар, бирор қурилмада донасимон материаллар баландлиги H (м) кўндаланг кесим юзаси F (м^2) бўлса, унда қатлам хажми $V = FH$ ва заррачалар эгаллаб турган хажм $V_0 = FH(1-\varepsilon)$ га тенг бўлади. Тегишли қатламнинг бўш хажми $V_{\text{бш}} = FH\varepsilon$, заррачалар юзаси эса - FHa га тенг.

Қатлам каналларининг кўндаланг кесимлар йиғиндисини ёки қатламнинг бўш кўндаланг кесимини топиш учун $V_{\text{бш}}$ ни канал узунлигига бўлиш керак. Агар, каналларнинг ўртача узунлиги қатлам баландлигидан α_0 марта ортиқ бўлса, каналлар узунлиги $\alpha_k H$ ва қатламнинг бўш кўндаланг кесими $FH\varepsilon/\alpha_0 H = F\varepsilon/\alpha_0$ (бу ерда α_0 - каналларнинг эгрилик коэффициентини).

Бўш кўндаланг кесимнинг ҳўлланган периметри каналлар умумий юзасини уларнинг ўртача узунлигига бўлиш йўли билан топилади, яъни $\Pi = FHa/\alpha_k H = Fa/\alpha_k$.

Агар, қатламнинг бўш кўндаланг кесими ва ҳўлланган периметри маълум бўлса, эквивалент диаметри ушбу тенгламадан аниқласа бўлади:

$$d_3 = \frac{4F}{\Pi} = \frac{4 \cdot \left(\frac{F\varepsilon}{\alpha_k} \right)}{\frac{Fa}{\alpha_k}} = \frac{4\varepsilon}{a} \quad (2)$$

Эквивалент диаметр d_3 қатлам заррачалари ўлчамлари орқали ҳам ифодаланиши мумкин.

Агар, қатлам хажми 1 м^3 , заррачалари сони n та бўлса, уларнинг хажми $(1-\varepsilon)$ ва юзаси a га тенг деб ҳисоблаймиз. Унда, битта заррачанинг ўртача хажми :

$$V_3 = \frac{1-\varepsilon}{n} = \frac{\pi d^3}{6} \quad (3)$$

юзаси эса:

$$F_3 = \frac{a}{n} = \frac{\pi d^2}{f} \quad (4)$$

бу ерда d - заррача хажмига тенг эквивалент шарнинг диаметри; f - шакл коэффициенти (шар учун $f = 1$).

Унда, заррача юзасининг хажмига нисбати ушбу кўринишдан топилади:

$$\frac{a}{1-\varepsilon} = \frac{6}{df} \quad (5)$$

бундан

$$a = \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{fd} \quad (6)$$

Агар, (5) ни (6) тенгламага қўйсак, қуйидаги формулани оламиз:

$$d_s = \frac{2fed}{3 \cdot (1 - \varepsilon)} \quad (7)$$

Полидисперс заррачалардан таркиб топган қатлам учун диаметр ***d*** ушбу нисбатдан ҳисоблаб топилади:

$$d = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_i}} \quad (7)$$

бу ерда ***x_i*** - ***d_i*** диаметрли заррачаларининг ҳажмий ёки массавий улуши.

Донасимон қатлам заррачалари орасидаги каналларда ҳаракатланаётган оқимнинг ҳақиқий тезлиги ***w*** ни аниқлаш жуда қийин. Шунинг учун, аввал суюқликнинг мавхум тезлиги ***w₀*** топилади. Ҳақиқий ва мавхум тезликлар орасида қуйидаги боғлиқлик бор:

$$w = \frac{w_0}{\varepsilon} \quad (8)$$

Суюқлик донасимон қатламга ҳаракат қилганда, (ишқаланиш қаршилиги) гидравлик қаршилиқни, босим йўқотилишини ҳисоблаш формуласидан топиш мумкин:

$$\Delta P_{\text{ук}} = \lambda \frac{l}{d_s} \frac{\rho w^2}{2} = \lambda \left[\frac{H}{\frac{2fed}{3 \cdot (1 - \varepsilon)}} \right] \frac{\rho \cdot \left(\frac{w_0}{\varepsilon} \right)^2}{2}$$

ёки

$$\Delta P = \frac{3 \cdot (1 - \varepsilon)}{2\varepsilon^3 f} \lambda \frac{H}{d} \frac{\rho w_0^2}{2} \quad (9)$$

Маълумки, гидравлик қаршилиқ коэффициенти ***λ*** гидродинамик режимга боғлиқ бўлиб, Рейнольдс критерийси қиймати билан белгиланади.

Агар (8) дан ***w*** ва (9) дан ***d***ларнинг қийматларини ***Re*** қўйсак, ушбу қўринишдаги Рейнольдс критерийсини оламиз:

$$Re = \frac{wd_0\rho}{\mu} = \frac{w_0 4\varepsilon\rho}{a\mu}$$

ёки

$$Re = \frac{4w_0\rho}{a\mu} = \frac{4W}{a\mu} \quad (10)$$

бу ерда W - қурилманинг 1 м^2 қўндаланг кесимиға тўғри келадиган суюқликнинг массавий тезлиги, $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$.

Олинган формуладаги солиштирма юза a ўрниға тенгламадаги қийматни ёки Re формуласига d , нинг қийматини тўғридан – тўғри қўйсак, қуйидаги қўринишға эға бўламиз:

$$Re = \frac{2}{3} \cdot \frac{f}{1-\varepsilon} \cdot \frac{w_0 d \rho}{\mu} = \frac{2}{3} \cdot \frac{f}{1-\varepsilon} \cdot Re_0 \quad (11)$$

бу ерда:

$$Re_0 = \frac{w_0 d \rho}{\mu} \quad (12)$$

Гидравлик қаршилик коэффиценти λ ни ҳисоблаш учун бир қатор формулалар келтириб чиқарилган. Суюқликларнинг сочилувчан, донадор қатламларда ҳаракат қилишидаги ҳамма режимлар умумий гидравлик қаршилик коэффиценти ни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида амалға оширилади:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2,34 \quad (13)$$

Ушбу формуладаги Re критерийси (12) формула орқали аниқланган.

Шуни алоҳида қайд этиш керакки, газ донадор қатлам орқали ҳаракат қилганда турбулент режим, суюқлик труба ичида ҳаракат пайтидагидан, аввалроқ бошланади. Лекин, ламинар ва турбулент режимлар орасида кескин ўтиш ҳолати йўқ. Ламинар режим $Re < 50$ дан қийматларда амалға ошади. Ушбу режимда донадор қатлам учун $\lambda = A/Re$.

Агар, $Re < 1$ бўлганда (13) формуладаги қўшилувчи ҳисобға олинмайди, яъни λ қуйидаги формуладан топилади:

$$\lambda = \frac{133}{Re} \quad (14)$$

Агар, $Re > 700$ бўлганда, донадор қатламда турбулент режимнинг автомобиль соҳаси бошланади, яъни жараён тезликға боғлиқ бўлмайди. Унда, (13) формуладаги биринчи қўшилувчини тушириб қолдириш мумкин, яъни :

$$\lambda \approx 2,34 = const \quad (15)$$

Донадор қатлам бўш ҳажми ёки ғоваклилиги ε қурилмага материални юклаш услубига

боғлиқ. Масалан, шарсимон материаллар эркин тўкиб юкланганда қатламнинг ғоваклилиги ўртача $\approx 0,4$ га тенг. Лекин, амалиётда ϵ нинг қиймати 0,35 дан 0,45 гача бўлади.

Ундан ташқари, донатор қатламнинг ϵ катталиги заррача диаметри d ва қурилма диаметри D орасидаги нисбатга боғлиқдир. Бунга сабабчи девор олди эффектидир, яъни девор яқинида заррачалар зичланиши ҳар доим кам бўлади. Шунинг учун, девор олдида қатламнинг ғоваклилиги қурилма маркази ғоваклигидан ҳар доим юқоридир. Ушбу фарқ d/D ортиши билан кўпайиб боради.

Саноат донатор қатламли қурилмаларини моделлаштиришда модел қурилма диаметри материал заррачалари диаметридан энг камида 8..10 марта катта бўлиши шарт.

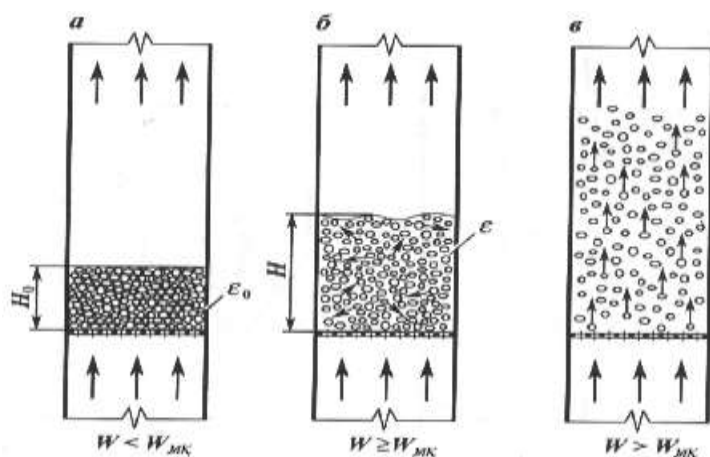
Мавҳум қайнаш жараёни асослари ва гидродинамикаси

Суюқлик оқими исталган тезликларда, фақат пастдан юқорига ҳаракат қилгандагина, донатор қатлам орқали суюқлик ҳаракати қонуниятлари ушбу жараён учун тааллуқлидир. Суюқлик оқимининг юқори чегараси қатлам қўзғалмас ҳолати билан белгиланади.

1-расмда қаттиқ заррачалар қатламининг пастдан юқорига кўтарилувчи оқим тезлигига боғлиқлик 3 ҳолати тасвирланган.

Газ тақсимлаш тўри орқали пастдан юқорига қараб кичик тезлик билан газ ёки суюқлик оқими юборилса, донатор қатлам қўзғалмас ҳолатида қолади (1а-расм). Бунда оқим тезлиги ўзгариши билан қатлам (солиштирма юза, ғоваклилик ва хоказо) нинг характеристикалари ўзгармайди. Қатлам орқали ўтаётган газ (ёки суюқлик) оддий, филтрланиб ҳаракатланади.

Лекин, газ (ёки суюқлик) оқимининг тезлиги аста - секин ошириб борилса, тезликнинг маълум бир критик қийматида қатламдаги заррачалар оғирлиги билан оқимнинг гидродинамик босим кучи тенглашади. Бунда қатламнинг қўзғалмас ҳолати бузилади ва унинг ғоваклилиги, баландлиги кўпайиб боради. Шу вақтда қатлам заррачалари силжиб бошлайди ва қатлам оқувчанликка эга бўлиб бошлайди. Агар газ оқими тезлиги янада оширилса, қатлам кенгаяди, заррачалар ҳаракати фаоллашади, лекин гидродинамик мувозанат ҳали ҳам бузилмайди. Бу ҳол қатламнинг мавҳум қайнаш жараёнига ўтганлигини кўрсатади, яъни бутун қатлам худди қайнаётгандек бўлиб кўринади (1б-расм). Қатламнинг бундай ҳолатида қаттиқ заррачалар интенсив, тартибсиз, турли йўналишларда ҳаракат қилади.

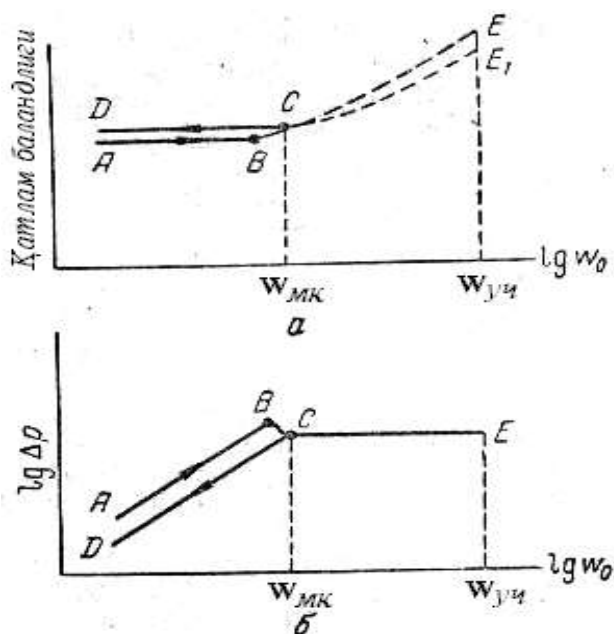


1-расм. қаттиқ заррачалар қатлами орқали газ (суюқлик) ҳараката-қўзғалмас қатлам; б-мавҳум қайнаш қатлами; в - қаттиқ заррачаларнинг оқим билан чиқиб кетиши.

Агар газ оқимининг тезлиги янада оширилса, қатлам ғоваклилиги ва баландлиги кескин кўпайиб боради. Газ тезлиги маълум бир критик қийматга етганда мавҳум қайнаш қатлами бузилади. Бунда гидродинамик босим кучлари қатлам заррачалари оғирлик кучидан ошиб кетади ва қаттиқ заррачалар газ оқими билан бирга учиб чиқа бошлайди (1в-расм). Газ

оқими билан қаттиқ заррачаларнинг ёппасига учиб чиқа бошлаш ходисаси **пневмотранспорт** деб номланади ва саноатда сочилувчан материалларини узатиш учун ишлатилади.

2-расмда донатор қатлам баландлиги ва гидравлик қаршилигининг оқим **сохта** (қурилма қўндаланг кесим юзасига нисбатан хисобланган тезлик) **тезлигидан** боғлиқлик графиклари келтирилган.



2- расм. Донатор заррачалар қатлами баландлиги (а) ва гидравлик қаршилигининг (б) оқим тезлигига боғлиқлиги.

Қатлам қўзғалмаслиги бузилиб, мавхум қайнаш ҳолатига ўтиш пайтидаги тезлик **мавхум қайнашнинг бошланиш тезлиги ёки биринчи критик тезлик** деб номланади ва w_{mk} харфи билан белгиланади.

Агар, газ оқими тезлигини w_{mk} гача ошириб борилса донатор қатлам гидравлик қаршилиги ортиб боради (2 б-расм). Лекин, w_0 қиймати ошиши билан қатламнинг баландлиги умуман ўзгармайди (2а-расм ABC чизик).

Оқимнинг гидродинамик босим кучи қаттиқ заррачалар қатлами оғирлик кучига тенг бўлганда мавхум қайнаш жараёни бошланади. Лекин, амалда В нуқтадаги тегишли босимлар фарқи бевосита мавхум қайнаш бошланишига (С нуқта) оид ΔP дан, яъни қатламни мавхум қайнаш ҳолатида ушлаб туриш учун зарур гидродинамик босим кучидан кўпроқ бўлади.

Бунга сабаб, қўзғалмас қатлам ҳолатидаги заррачалар орасидаги тортишиш кучидир. Газ оқими тезлиги w_{mk} бўлганда, заррачалар орасидаги тортишиш кучларини енгади ва гидродинамик босим кучи (ΔP) қатлам заррачалари оғирлигига тенглашади.

2б-расмдан кўриниб турибдики, юқорида айтилган шартлар мавхум қайнаш жараёнининг ҳамма оралигида (С-Е чизик) бажарилмоқда. Мавхум қайнаш бошланиши билан оқимнинг гидродинамик босим кучлари қатламдаги қаттиқ заррачалар оғирлигини мувозанатда ушлайди.

Газ оқими тезлиги ортиши билан қатлам заррачалари оғирлиги ўзгармайди. Демак, қатламни мавхум қайнаш ҳолатида ушлаб туриш учун зарур бўлган ΔP ҳам бир хил бўлади. Бу ҳолат 2 б-расмда **СЕ** чизиги билан ифодаланади. Агар тезлик яна оширилса, мавхум қайнаш мувозанати бузилиб, қурилмадан газ оқими билан заррачалар ёппасига учиб чиқа бошлайди. Ушбу ҳолатга оид тезлик **учиб чиқиш тезлиги ёки иккинчи критик тезлик** деб юритилади ва $w_{yч}$ белги билан ифодаланади.

Бу ҳолатда қатламнинг ғовақилилиги жуда катта бўлади, яъни ϵ ни қиймати 1 яқинлашиб боради. Агар, ишчи тезлик w_0 қиймати $w_{yч}$ дан озгина ортса, заррачаларнинг қурилмадан ёппасига учиб чиқиши бошланади.

Агар, газ оқими тезлиги аста - секин камайтириб борилса, жараён эгри чизиги **ABC** чизик эмас, балки **CD** чизиги билан ифодаланади (2 б-расм). Ушбу ходиса **гистерезис** деб номланади. Гистерезис ходисасининг пайдо бўлишига сабаб, заррачалар ўртасидаги ўзаро тортишиш кучи, яъни ушбу кучни енгилшга қўшимча энергия сарф бўлишидир. Ундан ташқари, мавхум қайнаш

жараёни тугагандан сўнг, кўзгалмас қатлам ғоваклилиги ёки баландлиги мавхум қайнаш жараёни бошладан аввалги қатламникидан бир оз кўп бўлади. Бунинг исботи расмдаги **CD** чизиқнинг **AB** дан тепада жойлашганлигидир.

Агарда жараён яна қайтадан бошланса, яъни газ оқими тезлиги ортиши билан қатламнинг гидравлик қаршилиги **AB** чизиғи эмас, балки **CD** чизиғи билан ифодаланади. Хулоса қилиб айтганда, гистерезис ходисаси намоён бўлмайди.

Мавхум қайнаш жараёни эгри чизиғининг шакли қатлам ҳолатини ифодалайди. Мавхум қайнаш жараёни w_{mk} ва $w_{yч}$ тезликлар оралиғи билан чегараланади.

Ишчи тезлик w нинг мавхум қайнаш бошланиши тезлиги w_{mk} га нисбати **мавхум қайнаш сони** K_w деб аталади ва у қуйидаги кўринишга эга:

$$K_w = \frac{w_0}{w_{mk}} \quad (16)$$

Мавхум қайнаш сони заррачаларнинг аралашиш интенсивлиги ва қатлам ҳолатини ифодалайди.

Кўпчилик ҳолатларда заррачаларнинг интенсив аралашиши $K_w=2$ да бўлиши тажриба йўли билан аниқланган. Аниқ технологик жараён учун K_w нинг оптимал қиймати кенг ораликда ўзгаради ва у тажриба йўли билан топилади.

Шарсимон шаклли ($f \approx 1$), ғоваклилиги $\varepsilon \approx 0,4$ бўлган қатламнинг мавхум қайнашнинг бошланиш тезлиги проф. О.М.Тодес формуласи ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad (17)$$

бу ерда

$$Re_{mk} = \frac{w_{mk} d}{\mu} \quad (18)$$

Мавхум қайнаш бошланиш тезлиги:

$$w_{mk} = \frac{Re_{mk} \cdot \mu}{d\rho} \quad (19)$$

(17) формуладаги Архимед (**Ar**) критерийси ушбу формуладан топилади:

$$Ar = \frac{gd^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_k - \rho}{\rho} \quad (20)$$

бу ерда: d , - заррача эквивалент диаметри, м; ν - мухит кинематик қовушоқлиги, м²/с; ρ ва ρ_k – мухит ва заррача зичликлари, кг/м³.

$w_0 > w_{mk}$ бўлган ҳолатда тезлик ортиши билан қатлам кенгаяди ва ғоваклилиги (бўш хажми) кўпаяди.

Мавхум қатлам мувозанати бузилиши ва заррачаларнинг ёппасига учиб чиқиш тезлигини ифодаловчи иккинчи критик тезлик ҳам проф. О.М.Тодес томонидан келтириб чиқарилган формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$Re_{yc} = \frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \quad (21)$$

бунда

$$Re_{yc} = \frac{w_{yc} d \rho}{\mu} \quad (22)$$

Учиб чиқиш тезлиги эса:

$$w_{yc} = \frac{Re_{yc} \cdot \mu}{d \rho} \quad (23)$$

Қатлам ғоваклилиги $0,4 < \varepsilon < 1$ оралиқда бўлганида **Re** ни ҳисоблаш учун қуйидаги умумлаштирилган формула таклиф этилади:

$$Re_0 = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,6\sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}} \quad (24)$$

Агар, **w** маълум бўлса **ε**ни(25) формулада топиш мумкин:

$$\varepsilon = \left(\frac{18 Re_0 + 0,36 Re_0^2}{Ar} \right)^{0,21} \quad (25)$$

Ўзгармас қатлам **H_κ** ва мавхум қайнаш қатлами баландликлари **H_{мк}** ўртасида қуйидаги боғлиқлик бор.

$$H_{mk} (1 - \varepsilon_{mk}) = H_{\kappa} (1 - \varepsilon_{\kappa}) \quad (26)$$

бу ерда **ε_κ** ва **ε_{мк}** - қўзғалмас ва мавхум қайнаш қатламларининг ғоваклилиги.

Қатламдаги босимлар фарқи ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\Delta p = g \rho (1 - \varepsilon) H \quad (27)$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\kappa}}{\rho_3} \quad (28)$$

бу ерда **ρ_κ** - қатлам зичлиги, кг/м³; **ρ₃** - қаттиқ заррачалар зичлиги, кг/м³.

Қўзғалмас қатлам ғоваклилиги эса:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_T}{\rho_3} \quad (29)$$

бу ерда ρ_T - материалнинг «тўкма» зичлиги, кг/м³.

Қаттиқ заррачалар қатламидаги босимлар фарқини ҳисоблаш учун Эрган формуласини қўллаш мумкин:

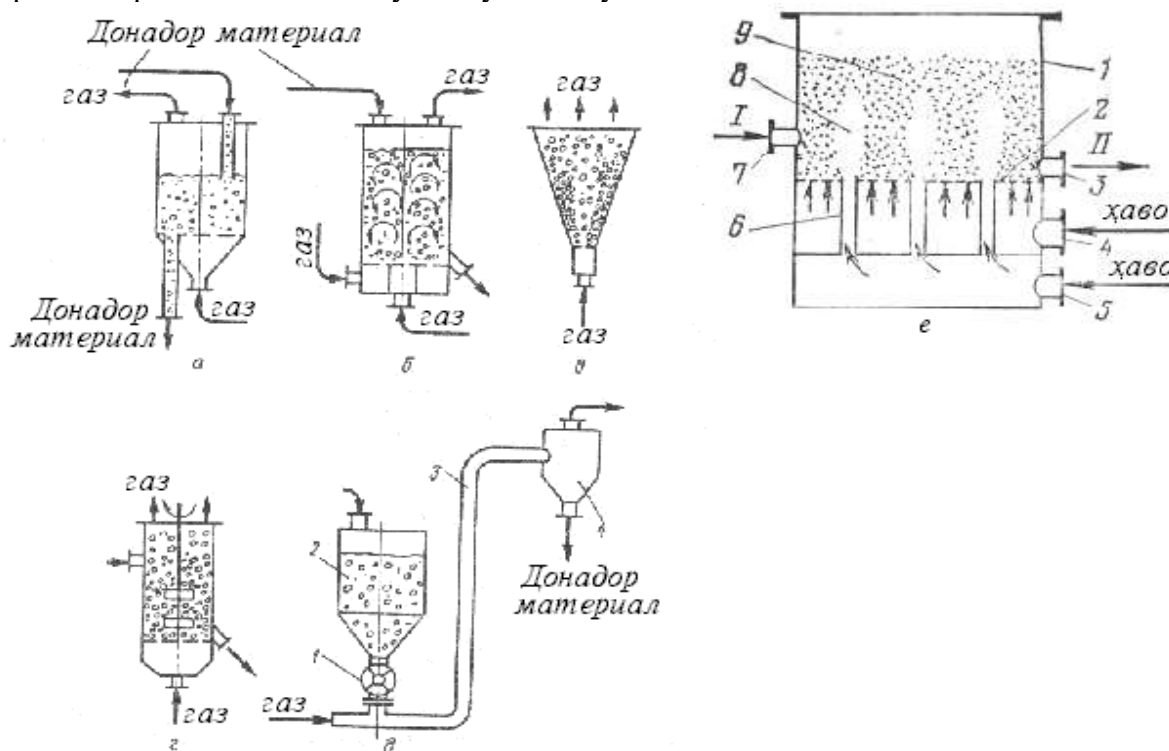
$$\Delta P = 150 \frac{(1 - \varepsilon_0)^2}{\varepsilon_0^3} \frac{\mu w}{d_s^2} H + 1,75 \frac{1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_0^3} \cdot \frac{\rho_n w^2}{d_s} H \quad (30)$$

Мавхум қайнаш қатламли қурилмалар

Жараёнлар боришининг технологик шароитларини, ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатига қўйиладиган талабларни ўзаро таъсирда бўлган моддаларнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олувчи жуда кўп мавхум қайнаш қатламли қурилмалар конструкциялари яратилган. 3-расмда мавхум қайнаш қатламли қурилмаларнинг айрим конструкциялари кўрсатилган.

Ишлаш принципага қараб даврий ва узлуксиз ишлайдиган қурилмалар бўлади. Узлуксиз қурилмаларда газ оқими ва донатор материал ўзаро таъсир қилиб, унга узлуксиз равишда юкланади ва қурилмадан тўкилади.

Жараёнда қатнашувчи қаттиқ материал ва газ оқимининг ҳаракат йўналиши бир хил, қарама - қарши ва кесишган йўлли бўлиши мумкин.



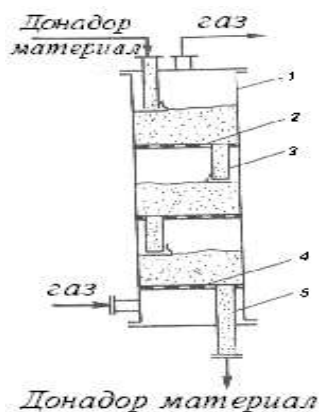
3-рasm. Мавҳум қайнаш қатламли қурилмалар схемалари.

а – цилиндрик узлуксиз ишлайдиган, қарама - қарши йўлли; б - йўналтирилган циркуляцияли; в - конуссимон; г - аралаштиргич мосламали; д - пневмотранспорт мосламали: 1 - шлюзли тамба; 2 - бункер; 3 - паст босимни ҳаво қувири; 4 - циклон; е – фаол оқимчали: 1- қобик; 2- тўр парда; 3,5,7-

Узлуксиз ишлайдиган, қарама - қарши йўлли цилиндрик қурилмаларда газ оқими тақсимловчи тешикли панжара остига узатилса, материал эса қурилма-нинг тепа қисмидан юкланади (3 а-рasm). Газ тақсимловчи тешикли панжара устида донатор материалнинг бир хил сатҳини таъминлаш ва қурилмадан чиқариш учун оқиб ўтувчи патрубклар хизмат қилади.

Вертикал цилиндрсимон қурилмалар катта миқдордаги дон – дунларни йиғиб қўйиш учун ишлатилади (3 б-рasm). Газ тақсимлаш камераси ясси туб ва тешикли панжаралар орасида жойлашган иккита цилиндрдан иборат. Бу конструкцияли камераларда концентрик тўсиқ уни иккита, яъни ички ва ташқи халқаларга бўлади. Ташқи халқа бўшлиғига, ичкига қараганда 2 марта кўп газ юборилади. Турли миқдорда газ узатилгани сабабли, қурилмада дон маҳсулотининг йўналтирилган циркуляцияли ҳаракати пайдо бўлади. Натижада материал интенсив аралашади ва заррачалар ҳаракати қурилма ўқидан цилиндрик девор томонга йўналган бўлади.

Конуссимон қурилмаларда пастдан юқорига қараб тезликнинг пасайиши полидисперс материалларни мавҳум қайнатиш имконини яратади (3в-рasm). Газ оқими катта тезликда қурилма



4-расм. Узлуксиз ишлайдиган секцияли қурилма.

1 - қобик; 2 - газ тақсимловчи тешикли панжара; 3 – оқиб ўтиш

тубидаги штуцер орқали юборилади. Ушбу ҳолатда қурилмага газ тақсимловчи тешикли панжара ҳам ўрнатилмаса бўлади. Тешикли панжарасиз қурилмаларда ёпишқоқ материалларни ҳам мавҳум қайнаш жараёнидан фойдаланиб қуриб бўлади. Агар, конуслик бурчаги катта бўлса, газ оқимининг қурилма девори яқинида фаоллиги камаяди ва конус ўқи бўйлаб узлуксиз канал барпо бўлиши мумкин. Ушбу канал орқали катта тезликда «газ - қаттиқ заррача» аралашмаси ҳаракат қилиб, қатламдан отилиб чиқиб, қаттиқ заррачалар фаввораларини ҳосил қилади. Бундай қатлам **фавворасимон қатлам** деб аталади. Диаметри 25...40 мкм ўлчамли ёпишқоқ ва электролизацияга мойил майда заррачалар мавҳум қайнаш жараёнида яхши

аралаштиришни таъминлаш ва ҳаракатсиз зоналарни бартараф қилиш мақсадида, ҳамда иссиқлик ва масса алмашилиш жараёнларини интенсификациялаш учун газомеханик мавҳум қайнаш усулидан фойдаланилади (3г,д-расм). Қатламга қўшимча энергия узатиш турли хил аралаштиргич ва тебратгичлар ёрдамида амалга оширилади (3 г-расм).

Пневмотранспорт усули ва мосламаси донадор материалларни труба қувурлари орқали маълум масофага ёки баландликка узатиш учун мўлжалланган (3д -расм). Донадор материал шлюзли тамба ёрдамида ҳаво узатиш қувурига қадоқланиб тушурилади. Мавҳум қайнаш қатлами газ ва қаттиқ фазаларга цик-лонда амалга оширилади.

Узлуксиз ишлайдиган секцияли қурилма. Жараённинг ҳаракатга келтирувчи кучини камайишга олиб келувчи тескари аралаштириш камайитириш ва жараён температурасини бир хил қилиш мақсадида қарама - қарши йўлли қурилмаларда секциялаш қўлланилади (4-расм). Бунинг учун қурилма баландлиги бўйлаб тешикли панжаралар ёрдамида донадор материал қатлами бўлинади. Донадор материалнинг юқори секциялардан пастга қараб ҳаракатланиши, оғирлик кучи таъсирида амалга ошади.

Текшириш учун саволлар.

- 1.Мавҳум қайнаш жараёни асослари ва гидродинамикаси.
- 2.Мавҳум қайнаш қатламли қурилмалар.
3. Критик тезликлар ҳақида нималарни биласиз?

12-Ma'ruza

Suyuqliklarni uzatish. Nasoslar.

РЕЖА:

1. Умумий тушунчалар
2. Насослар классификацияси.
3. Насосларнинг Кимёвий параметрлари.
4. Поршенли насос конструкцияси.

Умумий тушунчалар

Курилмаларда ва қувур ичида суюқлик унинг боши ва охиридаги босимлар фарқи туфайли ҳаракат қилади. Суюқликнинг қуйи сатҳдан юқори сатҳга узатиш учун эса, насослардан фойдаланилади. Бунда суюқликга босимнинг потенциал энергияси таъсир эттирилади.

Насос - шундай гидравлик машинаки, унда электр юриткичнинг механик энергияси суюқликнинг ҳаракатланиш (узатиш) энергиясига айлантириб берилади.

Насослар классификацияси

Ҳаракатланиш турига қараб ҳажмий, куракли (марказдан қочма), уярмавий ва ўқли насосларга бўлинади.

Ҳажмий насосларнинг ишлаш принципи ёпиқ ҳажм ичида сиқиб чиқариш усулига асосланган бўлиб, илгарилама-қайтма ва айланма ҳаракатлар туфайли суюқлик сиқиб чиқарилади. Ҳажмий насосларга поршенли, ротацион, винтли, шестерняли ва пластиналы гидравлик машиналар киради. Марказдан қочма насосларда босим марказдан қочма куч таъсирида, яъни насос қобиғи (асоси)га жойлашган куракли ғилдиракнинг айланиш туфайли содир бўлади.

Уярмавий насосларда уярма энергияси ҳисобига узатилади. Бу ишчи ғилдиракнинг айланишида уярманинг тезда ҳосил бўлиши ва сўниши билан амалга ошади.

Айтиб ўтилган насослардан ташқари, яна оқимчали насослар, ҳамда газлифтлар ва монтежю деб номланадиган машиналардан ҳам фойдаланилади. Бу насосларда газ, сув ва буғларнинг босимларидан фойдаланилади.

Насосларнинг Кимёвий параметрлари

Насосларнинг Кимёвий параметрлари бўлиб унумдорлик, напор ва қувватлари ҳисобланади.

Унумдорлик $V(m^3/c)$ – бу суюқликнинг ҳажмий сарфи бўлиб, ҳайдаш қувури орқали насос ёрдамида узатилган суюқлик миқдорини билдиради.

Насос напори $H(m)$ – бу насоснинг масса бирлигига эга бўлган суюқликка берган солиштирма энергиясидир.

Фойдали қувват $N_\phi (Bm)$ –напор H ва суюқлик массавий сарфи $\rho g V$ кўпайтмасига тенг миқдордаги суюқлик потенциал энергиясига айтилади:

$$N_\phi = \rho g V H \quad (1)$$

Насос ўқидаги қувват N_e ни аниқлаш учун фойдали қувватни насос фойдали иш коэффициентига бўлиш керак ва у насоснинг йўқотган энергиясини характерлайди:

$$N_e = \frac{N_\phi}{\eta_n} = \frac{\rho g V H}{\eta_n} \quad (2)$$

Насос йўқотган энергияси конструкциянинг мукамаллиги, ишлатиш самарадорлиги ва насоснинг едирилиши ҳисобга олинади:

$$\eta_n = \eta_v \cdot \eta_\Gamma \cdot \eta_{mex} \quad (3)$$

бу ерда η_v — узатиш ф.и.к.; суюқликнинг клапан, сальник, хар хил тирқишлардан оқиб чиқиб кетишини хисобга олади, яъни $\eta_v = V/V_{наз}$ хақиқий унумдорликнинг назарий унумдорликка нисбатини характерлайди; η_g — гидравлик ф.и.к.; $\eta_g = H/H_{наз}$ - хажмий напорни назарий напорга нисбатини билдиради; $\eta_{мех}$ — механик ф.и.к.; подшипник, сальник ва бошқа элементларда ишқаланишга йўқотилган қувват.

Насоснинг фойдали иш коэффициенти η_n поршенли насослар учун 0,8...0,9, марказдан қочма насос учун 0,7...0,95 ни ташкил этади.

Насос қурилмасининг тўлиқ фойдали иш коэффициенти:

$$\eta = \frac{N_{\phi}}{N_{ю}} = \eta_H \cdot \eta_{уз} \cdot \eta_{.ю} \quad (4)$$

бу ерда $N_{ю}$ — юриткич истеъмол қуввати; $\eta_{уз}$ — узатиш ф.и.к.; $\eta_{.ю}$ — юриткич ф.и.к.

Юриткичнинг аниқ қуввати, насосни ишга тушириш онда (вақтида)ги $N_{ю}$ ортқча юкланишини инобатга олган қолда аниқланади.

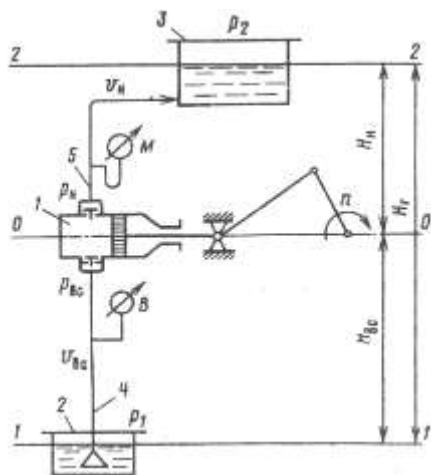
$$N_{ан} = \beta \cdot N_{ю} \quad (5)$$

бу ерда β — қувватнинг захира коэффициенти, бу электр юриткичнинг қувватига қараб 2,0 дан 1,1 гача олинади.

Электр юриткичнинг қуввати қанча юқори бўлса, коэффициент β нинг қиймати шунча кичиклашади.

Сўриш баландлиги. Насос қурилмаси насос 1, пастки 2 ва босим хосил қилувчи 3 идишлардан, манометр М, вакуумметр В, сўриш 4 ва хайдаш 5 қувурларидан ташкил топган.

Насоснинг напорини аниқлаш учун 1-1 ва 0-0 кесимлари учун Бернулли тенгламасини сўриш режими учун ёзамиз. Таққослаш текислиги деб пастки идишдаги суюқлик сатхини оламиз:



1-расм. Насос қурилмаси
схемаси.

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = H_{ср} + \frac{w_{ср}}{2n} + \frac{p_{ср}}{\rho g} + h_{ср.йўқ} \quad (6)$$

бу ерда p_1 — пастки идишдаги босим; w_1 — 1-1 кесимдаги пастки хажмдаги суюқлик тезлиги; $H_{ср}$ — сўриш баландлиги; $w_{ср}$ — сўриш қувуридаги суюқлик тезлиги; $p_{ср}$ — насоснинг сўриш босими; $h_{ср.йўқ}$ - сўриш қувуридаги йўқотилишлар.

Хайдаш режими учун 0-0 ва 2-2 кесимлари учун тузилган Бернулли тенгламаси (таққослаш текислиги деб насос ўқидан утган 0-0 текислиги олинади) қуйидагича ёзилади:

$$\frac{p_{yz}}{\rho g} + \frac{w_{yz}^2}{2g} = H_{yz} + \frac{w_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + h_{yz.iyuk} \quad (7)$$

бу ерда, p_{yz} – узатиш (хайдаш) босими; w_{yz} – хайдаш қувиридаги тезлик; H_{yz} – узатиш баландлиги; w_2 – 2-2 – кесимдаги юқори идишдаги суюқлик тезлиги; p_2 – хайдаш идишидаги босим; $h_{yz.iyuk}$ – хайдаш қувиридаги йўқотилиш.

Сўриш ва хайдаш қувурларидаги тезликка нисбатан пастки ва юқоридаги идишлардаги суюқлик тезлигининг ўзгариши жуда кичик бўлгани учун, улар нолга тенг ($w_1=0$; $w_2=0$).

(6) ва (7) тенгламаларни ҳисобга олиб насоснинг напорини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$H = \frac{P_{yz} - P_{ср}}{\rho g} = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{w_{ср}^2 + w_{yz}^2}{2n} + H_{ср} + H_{yz} + h_{ср.iyuk} + h_{yz.iyuk} \quad (8)$$

Сўриш билан хайдаш қувири ўзаро тенг бўлганда, ушбу тенгликни соддалаштириш мумкин бўлади, яъни $w_{ср} = w_{yz}$. Суюқликни геометрик узатиш баландлиги эса, $H_z = H_{ср} + H_{yz}$, бундан қуйидаги тенглама келиб чиқади:

$$H = \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + H + h_{iyuk} \quad (9)$$

бу ерда $h_{iyuk} = h_{ср} + h_{yz.iyuk}$ – босимнинг умумий йўқотилиши.

Агарда юқоридаги ва пастки идишдаги босимлар тенг бўлса, яъни $P_2 = P_1$, у ҳолда:

$$H = H_z + h_{iyuk} \quad (10)$$

(9) тенгламага биноан, насоснинг босими, суюқликни геометрик баландлик H_z кўтаришга, идишлардаги босимлар фарқини, сўриш ва хайдаш идишлардаги гидравлик қаршиликларни енгилшга сарф бўлади.

Горизонтал жойлашган қувур орқали сув узатилганда ($H_z=0$), насос босими фақат қаршиликларни енгилш учун сарфланади:

$$H = h_{iyuk} \quad (11)$$

Ишлаётган насоснинг босимини (напорини) вакуумметр H_v ва манометр H_m ларнинг кўрсаткичлари асосида аниқлаш мумкин:

$$H = H_m + H_v + h$$

бу ерда h – манометр ва вакуумметрлар орасида масофа.

(9) тенгламадан сўриш баландлигини кўриб чиқсак:

$$H_{\text{суп}} = \frac{p_1 - p_{\text{суп}}}{\rho g} - \frac{w_{\text{суп}}}{2g} - h_{\text{суп.тук}} \quad (12)$$

w_1 тезлик қиймати $w_{\text{суп}}$ га нисбатан анча кичик бўлгани учун, $w_1=0$ деб қабул қилсак бўлади.

(12) тенгламадан шу нарса кўриниб турибдики, $p_{\text{суп}}$ камайиши билан сўриш баландлиги ортади. Суюқлик насос ичида қайнаб кетмаслиги учун, $p_{\text{суп}}$ қиймати суюқлик узатилаётган температурадаги сув буғи тўйиниш босими P_v дан катта бўлиши керак, яъни $p_{\text{суп}} > P_v$.

Шундай қилиб, сўриш баландлигининг чегаравий қийматини куйидагича аниқлаймиз:

$$H_{\text{суп}} \leq \frac{p_{\text{атм}} - p_t}{\rho g} - \frac{w_{\text{суп}}^2}{2n} - h_{\text{суп.тук}}$$

бу ерда $p_{\text{атм}}$ — атмосфера босими; $p_{\text{атм}} = p_1$.

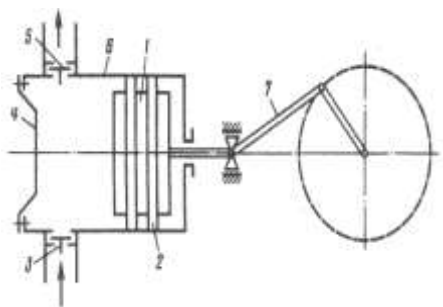
Акс холда, суюқлик насос ичида қайнаб кетади, ва интенсив буғхосил бўлишга олиб келади. Буғ пуфакчалари суюқлик билан юқори босимли зонага кириб қолса, томчига айланиб, бўшлиқлар хосил қилади, гидравлик зарба шоқин бўлишига олиб келади, яъни кавитация ходисаси содир бўлади.

Кавитация бўлиши насос унумдорлигини пасайтиради, гидравлик зарба билан ишлаган насос, тез бузилади, коррозияга учрайди ва унинг тез бузилишига олиб келади.

Поршенли насос.

Поршенли насослар плунжер ёки поршенни цилиндрда илгарилама-қайтма ҳаракати ёрдамида суюқликни сиқиб чиқариш принципага асосланган (2-расм). Поршенни ўнг томонга қилган ҳаракатидан кейин, цилиндрнинг чап қисмида хавони сийракланиши содир бўлиб, сўриш клапани очилади ва сўриш қузури орқали суюқлик цилиндрга тортиб олинади. Поршен чапга сурилганда сўриш клапани беркилиб, узатиш клапани очилади ва суюқлик хайдаш қузури орқали узатила бошлайди.

Поршен кривошип-шатунли механизм ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Поршен цилиндрда зичловчи халқалар ёрдамида сиқиб турилади.



2-расм. Бир томонлама ҳаракатланувчи, горизонтал поршенли насос схемаси. 1- поршен; 2- зичловчи халқалар; 3- сўриш клапани; 4- цилиндр қопқоғи; 5- хайдаш (узатиш) клапани; 6- цилиндр; 7- кривошип – шатун механизми.

Поршенли насослар узатмаси турига қараб, бевосита уланувчи ва узатмали бўлади.

Бевосита уланган насослар буғ насослар ёрдамида ҳаракатланади, бунда насос поршен билан битта штокда жойлашган бўлади. Узатмали насослар электр юриткич ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Насослар кривошип айланиш частотасига қараб, секин айланадиган ($n=45...60 \text{ мин}^{-1}$), ўртача

($n=60...120 \text{ мин}^{-1}$) ва тез айланадиган ($n=120...180 \text{ мин}^{-1}$)ларга бўлинади.

Поршенли насослар вертикал ва горизонтал бўлиши мумкин.

Юқори босимли насослар 100 МПа гача бўлган босимни таъминлаб берса, юқори маҳсулдорлик насос эса, соатига 60 м³ суюқлик хайдаб беради.

Поршенли насослар учун сўриш ва узатиш жараёни даврий бўлиб, суюқликни узатиш бир текис амалга ошмайди.

Текшириш учун саволлар.

1. Насосларнинг вазифаси.
2. Насосларнинг Кимёвий параметрлари.
3. Поршенли насос қандай ишлайди?

13-Ma'ruza

Markazdan qochma nasoslar.

РЕЖА:

1. Марказдан қочма насос.
2. Кавитация.
3. Шестерняли ва мононасос конструкцияси.

Марказдан қочма насослар

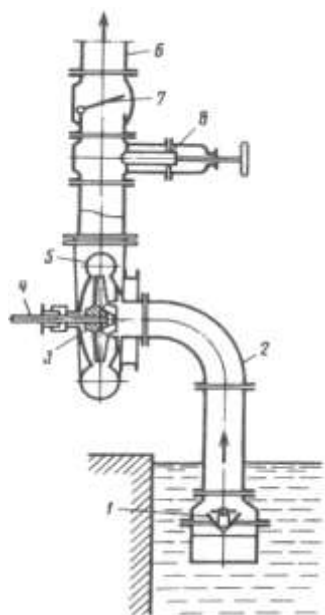
Ишлаш принципи. Марказдан қочма насослар оқим кинетик энергиясини босимнинг потенциал энергияга айлантириб беришига асосланиб ишлайди

(1- расм). Бу турдаги насосларда суюқликни сўриш ва узатиш марказдан қочма куч таъсирида бўлиб, бу куч насос ишчи ғилдирагига жойлашган спиралсимон куракчаларни айланишидан ҳосил бўлади. Куракчалар суюқлик оқиб ўтадиган канални ҳосил қилади.

Суюқлик, сўриш трубаси орқали, ишчи ғилдирак ўқи бўйлаб, насосга киради.

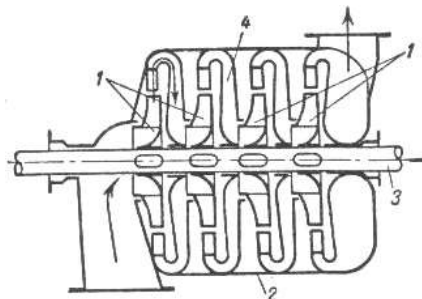
Ишчи ғилдирак суюқликка айланма ҳаракат беради. Марказдан қочма куч таъсирида суюқлик насос қобиғи билан иш ғилдираги орасидаги ўзгарувчан кўндаланг кесимли каналга кириб боради. Каналда суюқлик тезлиги узатиш кувуридаги тезлик қийматигача камаяди.

Натижада ишчи ғилдирагига киришдаги босим пасайиб, суюқлик бетўхтов насосга сўриб борилади. Марказдан қочма турдаги насосни ишга туширишдан олдин насос ичида сийракланиш ҳосил қилиш учун унинг ичига суюқлик қуйилади. Насосдан суюқлик орқага оқиб кетмаслиги учун, қайтариш клапани сўриш трубасига ўрнатилган бўлади. Гидравлик машиналар бир ва кўп босқичли насосларга бўлинади.



1-рasm. Марказдан қочма насос схемаси.

1,7- клапан; 2- сўриш қузури; 3- ишчи ғилдирак; 4- ўқ; 5- қобик; 6- хайдаш қузури; 8- задвижка.



2-рasm. Кўп босқичли, марказдан қочма насос схемаси.

1-ишчи ғилдирак; 2-қобик; 3- ўқ; 4- айланма канал.

Бир босқичли насоснинг босими 50 м сув устунидан ошмайди. Шунинг учун юқори босим хосил қилиш учун бир ўқнинг ўзига кетма-кет бир неча ишчи ғилдираги ўрнатилади.

Кўп босқичли насоснинг босими ғилдирак сониға пропорционал.

Кўпинча ғилдираклар сони бештадан ортмайди (2- рasm)

Пропорционаллик қонуни. Марказдан қочма насосларнинг напори ва унумдорлиги насос ишчи ғилдирагининг айланиш частотаси (сони)ға боғлиқ бўлади. Юқоридаги тенгламага мувофиқ насос напори айланма тезлик квадратиға боғлиқ, яъни $H \sim c_2 u_2$ га тенг.

Агар айланишлар сони n_1 да напор H_1 бўлса, $n_2 \sim H_2$ бўлади деб хулоса қилсак, унда:

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{u'_2}{u''_2} \right)^2 = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2, \quad \text{яъни} \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 \quad (1)$$

(1) тенгламадан эса, насос унумдорлиги суюқлик ғилдирагидан ажралишдаги абсолют тезлигини радиал ташкил этувчисига пропорционал, яъни $V \sim C_{r2}$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C'_{2r}}{C''_{2r}} = \frac{u'_2}{u''_2} = \frac{\pi D_2 n_1}{\pi D_2 n_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

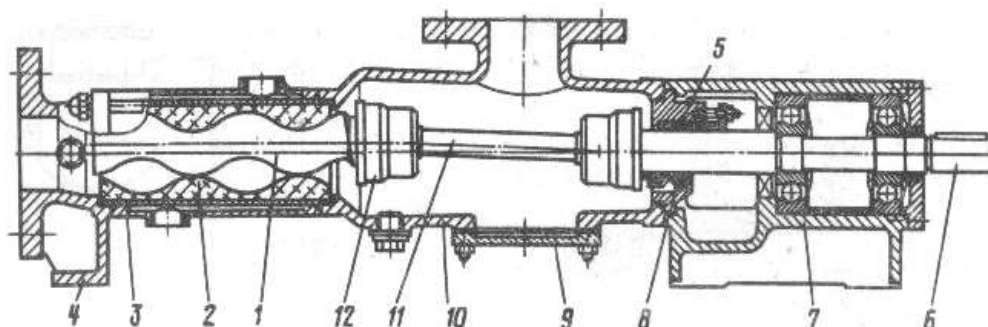
Насос талаб этадиган қувват эса, унумдорлик ва напорнинг кўпайтмасига пропорционал (1) ва (2) тенгламаларға биноан қуйидаги кўринишни хосил қиламиз:

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

(1) - (3) тенгламалар пропорционаллик қонуни тенгламалари дейилади. Бироқ бу тенгламаларни

тахминий хисоблар учун ишлатиш мумкин. Аниқхисоблар учун эса, насос иш ғилдирагини айланишлар частотаси билан фойдали иш коэффициенти инобатга олиниши керак. Шуни қайд этиб ўтиш керакки, пропорционаллик қонунлари, айланишлар сони бир-биридан 2 баробардан ортиқ фарққилгандагина қўллаш мумкин.

Мононасоснинг конструкцияси 3-расмда келтирилган. Насос корпуси чўяндан ёки зангламайдиган пўлатдан тайёрланади. Статор эса, табиий каучук, синтетик, махсус резина, полиуретан, пластик массада, юмшоқ поливинил хлорид, тефлон, полиамиддан, ротор - эса

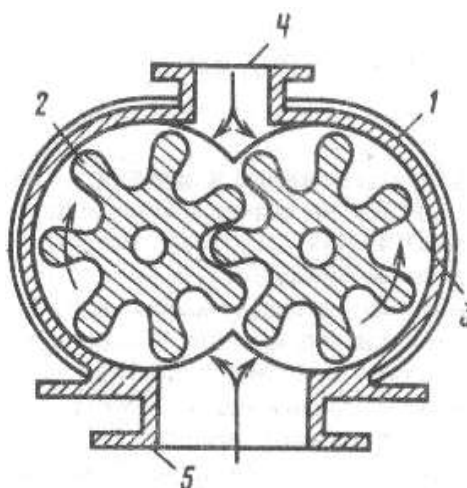


3-расм. Мононасос конструкцияси. 1- ротор; 2-статор; 3-иситиш ғилофи; 4-хайдаш штуцери; 5-сальник; 6-ўқ; 7-подшипник қобиғи; 8-зичловчи халқа; 9-қопқоқ; 10-қобик; 11-бирлаштирувчи ўқ; 12-шарнир.

зангламайдиган металл ва пластмассада тайёрланади.

Бу насосларнинг босими $2,4 \text{ МПа}$ ва унумдорлиги $200 \text{ м}^3/\text{соат}$ гача бўлиши мумкин. Насосларда совитиш ёки иситиш учун ғилофлар бўлиши мумкин. Статорнинг ишчи температуралар оралиғи -30 дан $+300^\circ\text{C}$ гача.

Қуюқ, юқори қовушоқли суюқликларни узатишда шестерняли насослардан фойдаланилади (4-расм). Насос чўян корпусдан ясалган бўлиб, унга 2 та бир-бири билан илашадиган шестернялар ўрнатилган бўлади. Шестернялардан бири электр юриткичга уланган бўлиб,



4-расм. Шестерняли насос схемаси

1-қобик; 2,3-шестернялар; 4-хайдаш штуцери; 5-сўриш штуцери.

етақловчи бўлса, иккинчиси - етакланувчи хисобланади.

Шестернялар ўзаро илашишдан чиққанида сийракланиш ҳосил бўлади ва суюқлик насосга

сўрилади. Шестерня тишлари суюқликни сўриб кетади ва у айланиш йўналиши томон ҳаракатланади. Шестерня тишлари қайтадан илашганда, суюқлик узатилади. Шестерняли насосларни тақсимлаб бергич сифатида қўллаш ҳам мумкин. Ундан ташқари, кичик унумдорликда, юқори босимни таъминлаб беради.

Текшириш учун саволлар.

1. Марказдан қочма насос ишлаш принципи қандай?
2. Пропорционаллик қонуни қандай шароитда қўллаш мумкин?
3. Мононасос ва шестерняли насос қандай авзалликларга эга?

14-Ma'ruza Aralashtirish.

РЕЖА:

1. Аралаштириш жараёни, умумий тушунчалар.
2. Аралаштириш усуллари.
3. Аралаштиргичлар конструкциялари.

Суспензия ва эмульсиялар ҳосил қилиш учун суюқлик мухитларида аралаштириш жараёни қўлланилади. Пластик ва сочилувчан материалларни қориштиришдан мақсад, таркибида қаттиқ, суюқ ва пластик қўшимча моддалари, бир жинсли Кимёвий масса олишдир.

Аралаштириш пайтида иссиқлик, масса ва биокимёвий жараёнлар интенсивлашади. Аралаштириш жараёнини амалга ошириш учун турли усуллар ва аралаштиргич конструкциялари қўлланилади.

Аралаштириш сифати фазаларни қориштириш даражаси билан характерланади.

Аралаштириш қурилмасининг бутун ҳажмидаги фазаларни қориштириш даражаси *I* қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$I = 1 - \frac{\sum_1^m \frac{\Delta x'}{100 - x_{ap}} + \sum_1^n \frac{\Delta x''}{x_{ap}}}{m + n} \quad (1)$$

бу ерда *m* – таҳлил учун олинган намуна, $\Delta x > 0$; $\Delta x'$ - аралаштиргичдаги мусбат концентрациялар фарқи ва у ушбу формуладан топилади $\Delta x' = x - x_{ap}$; x_{ap} - идеал қориштиришда аралашмадаги заррачалар концентрацияси бўлиб, у қуйидаги формуладан аниқланади:

$$x_{ap} = \frac{100V_k \cdot \rho_k}{V_c \rho_c + V_k \rho_k} \quad (2)$$

бу ерда V_k - Кимёвий массада (суюқликда) тақсимланган қаттиқ заррачалар ҳажми; ρ_k, ρ_c - аралашмадаги қаттиқ заррача ва суюқлик зичликлари; V_c - суюқлик ҳажми; *n* – таҳлил учун олинган намуналар сони, $\Delta x < 0$; $\Delta x''$ - манфий концентрациялар фарқи, $\Delta x'' = x - x_0$ формуладан ҳисоблаб топилади.

Фазаларни қориштириш даражаси 0 дан 1 гача ўзгариши мумкин. Агар, компонентлар идеал қориштирилса, *I* = 1 га тенг бўлади.

Сууюқликни аралаштириш усуллари

Сууюқликларни аралаштириш пневматик, циркуляцияли, статик ва механик усулларида олиб борилади.

Пневматик аралаштириш учун сиқилган газ (кўпинча сиқилган хаво) сууюқлик қатлами орқали ўтказиш йўли билан амалга оширилади. Сууюқлик қатламида газни бир текисда тақсимлаш учун барботер ишлатилади. Барботернинг тешикчали трубалари аралаштиргич тубига ўрнатилади. Бу усул ўртача қовушоқликка (~200 Па·с) эга сууюқликларни аралаштириш учун ишлатилади. Жараён тезлиги паст ва энергия сарфи кўп бўлади.

Айрим ҳолларда аралаштиришни инжекторлар ёрдамида ҳам амалга оширилади. Сиқилган хаво ёрдамида аралаштириш учун эрлифт принципини ҳам қўллаша бўлади.

Аралаштиргичда сууюқлик эркин юзаси бирлигидан вақт бирлигида ўтаётган газ миқдорига аралаштириш интенсивлиги деб аталади.

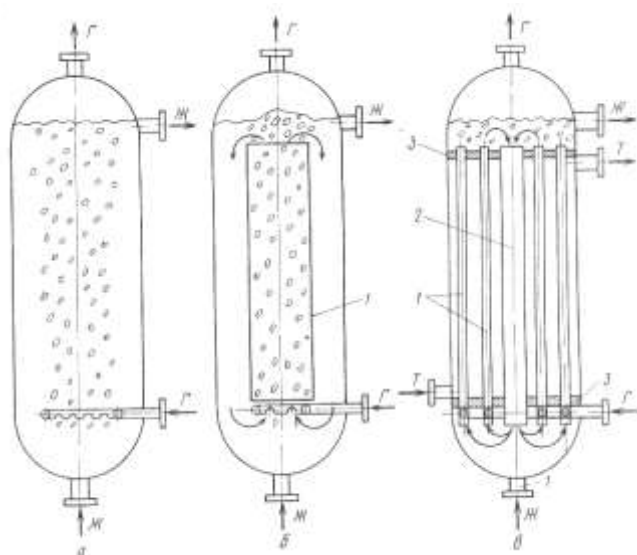
Саноатда қуйидаги газ сарфлари ишлатилади:

1- жадвал

т/р	Аралаштириш интенсивлиги	Газ сарфи, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$
1.	Паст	0,4
2.	Ўртача	0,8
3.	Юқори	1,2

Пневматик аралаштириш усулининг қўлланиши чекланган бўлади, чунки айрим ҳолларда зарарли жараёнлар, яъни оксидланиш ёки маҳсулотнинг буғланиши юз бериши мумкин. Шунинг учун, ушбу усул газ ва сууюқ фазалар ўзаро тўқнашуви рухсат этилган ҳолларда ишлатилиши мақсадга мувофиқдир.

1-расмда пневматик аралаштиргичларнинг айрим конструкциялари келтирилган.



1-расм.Сиқилган хаво ёрдамида аралаштириш.

а - марказий барботерли; б – газлифт (эрлифт) труба; в - газлифт ва марказий циркуляция труба қўшма - труба қурилма. 1 - газлифт труба; 2 - циркуляция труба; 3 - тешикли труба панжаралари; с – сууюқлик; г - газ; иэ - иссиқлик элтикич

циркуляция қилишини таъминлайди (1 б-расм). Бунинг учун, икки томони очик газлифт труба

Агар, сиқилган хаво қурилманинг пастки қисмига юборилса, унда эрлифт ҳосил бўлади

(1 а-расм). Хаво қурилманинг қанчалик юқори қисмига узатилса, шунчалик сиқиш учун энергия сарфи кам бўлади. Шунинг учун, хавони баландлиги кам қатламларга юбориш керак, яъни пневматик аралаштириш учун диаметри катта, баландлиги кичик бўлган қурилмаларни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Пневматик аралаштириш жараёнини интенсивлаш учун қурилмаларда газлифт (эрлифт) трубалари ўрнатилади. Ушбу трубалар сууюқликни кўп марта

қурилма марказига жойлаштирилади. Сиқилган хаво газлифт трубаси ичига узатилади ва кўтарилувчи оқим қанчалик катта бўлса, аралаштириш шунчалик самарали бўлади.

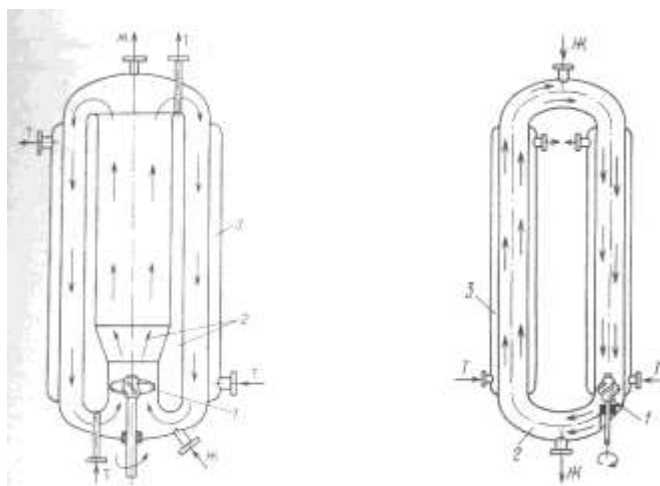
Иссиқликни узатиш ва ажратиш олиш учун газлифт ва марказий циркуляция труба қурилмалар яратилган (1 в-расм).

Циркуляцияли аралаштириш, насос ёрдамида амалга оширилади. Бунда, «аралаштиргич – насос – аралаштиргич» ёпиқ системасида суюқлик узлуксиз айланиб юради.

Аралаштириш жараёнининг интенсивлиги, циркуляция қарралигига, яъни вақт бирлигида насос иш унумдорлигининг, қурилма ичидаги суюқлик ҳажми нисбатига боғлиқ. Айрим ҳолларда насослар ўрнига буғ инжекторлари қўлланиши ҳам мумкин.

Ундан ташқари, турли соҳаларда йўналтирувчи труба (диффузор)ли винтсимон аралаштиргичлар ҳам ишлатилади (2-расм).

Бу турдаги қурилмаларда ёпиқ циркуляцион контур ҳосил қилинади. Насос вазифасини одатда уч парракли винтсимон аралаштиргич бажаради. Шунинг учун, бундай аралаштиргичлар ҳисоби ўқли насослар ҳисобига ўхшашдир.



2-расм. Диффузорли ва винтсимон аралаштиргичли қурилма.

1 - винтсимон аралаштиргич; 2 – иссиқлик алмашилиш камерали

Механик аралаштириш «суюқлик - суюқлик», «газ - суюқлик» ва «газ-суюқлик - қаттиқ жисм» системали гидромеханик, иссиқлик ва масса, ҳамда биокимёвий жараёнларни интенсивлаш турли хил аралаштириш мослама (аралаштиргич) лар ёрдамида амалга оширилади. Аралаштиргич, айланувчи ўқга ўрнатилган, турли хил парраклардан таркиб топган мослама.

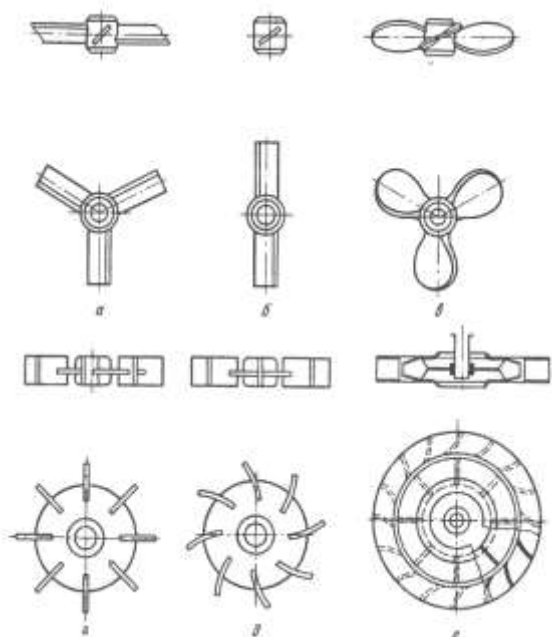
Кимё ва озиқ - овқат саноатларида қўлланиладиган ҳамма аралаштириш мосламаларини 2 гуруҳга ажратса бўлади: биринчи гуруҳга парракли, турбинали ва пропеллерли; иккинчи гуруҳга - махсус - винтли, шнекли, лентали, ромли, якорли, пичоқли ва бошқа мосламалар киради. Биринчи гуруҳ суюқликлар учун бўлса, иккинчиси эса - пластик ва сочилувчан материалларни аралаштириш учун хизмат қилади.

Ишчи органининг айланиш частотасига қараб аралаштириш мосламалари секин ва тез юрар гуруҳларга бўлинади.

Парракли, лентали, якорли ва шнекли аралаштиргичлар секин юрар мосламалар қаторига

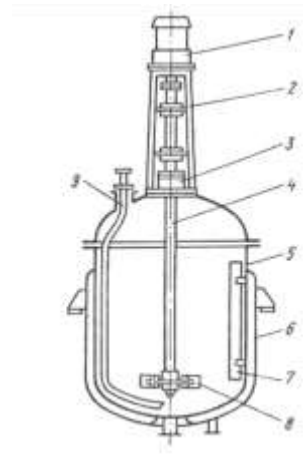
киради (3а,б-расм). Уларнинг айланма частотаси $30...90 \text{ мин}^{-1}$, қовушоқ мухитларда паррак учидаги айланма тезлиги - $2...3 \text{ м/с}$.

Парракли аралаштиргичлар афзалликлари: мослама содда ва нархи қиммат эмас.



3-расм. Аралаштиргичлар турлари.

а - уч парракли; б - икки парракли; в - пропеллерли;
г - турбинали очик; д - қия парракли, турбинали,
очик; е - турбинали ёпик.



4-расм. Аралаштиргичли қориштиргич.

1 - узатма; 2 - узатма таянчи; 3 - зичлагич; 4 - ўқ; 5 - қобик; 6 - ғилоф; 7 - қайтарувчи тўсиқ; 8 - аралаштиргич; 9 - труба.

Камчиликлари - айланиш ўқи бўйлаб суюқлик оқими кичик бўлади, натижада аралаштиргич хажмида суюқлик тўлиқ аралашмайди. Ўқ бўйлаб суюқлик оқими ҳаракатини жадаллаштириш учун парраклар оғиш бурчаги 30° га тенг бўлиши керак.

Якорли аралаштиргичлар қурилма тубининг шаклига мос бўлади. Бу турдаги мосламалар қовушоқ ва ўта қовушоқ суюқликларни аралаштириш учун ишлатилади. Якорли мосламалар ишлаш даврида қурилма девори ва тубини ёпишиб қолган ифросликлардан тозалаш қобилиятига эга.

Шнекли аралаштиргичлар винтсимон шаклли бўлиб, қовушоқ суюқликларни қориштириш учун мўлжалланган.

Пропеллер ва турбинали аралаштиргичлар тез юрар мосламалар қаторига киради. Уларнинг айланиш частотаси $100...3000 \text{ мин}^{-1}$, айланма тезлиги $3...20 \text{ м/с}$.

Пропеллерли аралаштиргичлар 2 ёки 3 парракли қилиб ясалади (3в-расм). Ушбу мосламаларга насос эффекти хос бўлади ва суюқликнинг интенсив циркуляциясини ҳосил қилиш учун ишлатилади. Қовушоқлиги $2 \text{ Па}\cdot\text{с}$ бўлган суюқликларни аралаштириш учун қўллаш мумкин.

Турбинали аралаштиргичлар турбина ғилдираклари шаклида бўлиб, парраклари ясси, қия ва эгри чизикли бўлиши мумкин (3 - г,д,е-расм). Улар очик ва ёпик турли бўлади. Турбина ғилдирагининг ишлаш принципи марказдан қочма кучлар таъсирига асосланган. Ёпик аралаштиргич иккита дискдан иборат бўлиб, суюқлик ўтиши учун тешиги бор. Ҳам радиал, ҳам турбина ўқи бўйлаб оқимлар ҳосил қилиш учун қия парракли, турбинали аралаштиргичлардан фойдаланилади. Турбинали мосламалар қурилманинг бутун хажмида суюқликни интенсив аралаштиради. Суюқликнинг айлана бўйлаб ҳаракатини камайтириш ва қурилмада ўрама ҳосил

бўлишини бартараф қилиш учун цилиндрсимон қайтарувчи тўсиқлар ўрнатилади.

Турбинали аралаштиргичлар қовушоқлиги 500 Па·с гача бўлган суюқликларни ва дағал суспензияларни аралаштириш учун қўлланилади.

Қопқоқли қобик, узатма ва аралаштиргичлардан ташкил топган типик қориштиргич 3.52-расмда кўрсатилган.

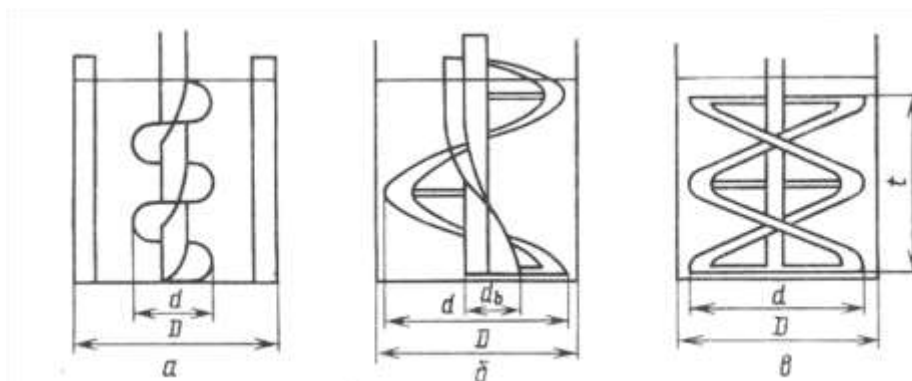
Ишчи ғилдирак 200...2000 айл/мин частота билан айланма ҳаракатланади. Турбина ғилдираги марказдан қочма куч таъсирида суюқликка тегишли энергия беради. Суюқлик аралаштиргич марказий тешигидан кириб, у ерда марказдан қочма куч таъсирида тезланиш олган ҳолда радиал йўналишида чиқиб кетади. Турбинада суюқлик вертикал йўналишдан горизонталга ўтади ва ундан катта тезликда чиқиб кетади. Бу турдаги қурилманинг самарадорлиги юқори.

Турбинали аралаштиргич диаметри қурилма қобиғи диаметрининг 0,15...0,35 улушини ташкил этади. Бу қурилмалар қовушоқлиги 1...700 Па·с га тенг суюқликларни аралаштириш учун мўлжалланган.

Пластмассаларни аралаштириш

Кимё саноатида пластик массаларни аралаштиришда, озиқ-овқат саноатида нон ёпиш, макарон ва қандолат маҳсулотларини ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бу жараёнда на фақат турли компонентлар қориштирилади, балки, хамир эзиб қориштирилади, ҳаво билан тўйинтирилади ва маълум бир хоссаларга эга бўлади.

Аралаштириш жараёни даврий ва узлуксиз қориштиргичларда олиб борилиши мумкин. Бу турдаги қурилмалар ичида ромли, шнекли ёки лентали аралаштиргичлар вертикал ёки горизонтал ўқда



5-расм. Шнекли (а) ва лентали (б, в) аралаштиргичлар схемаси.

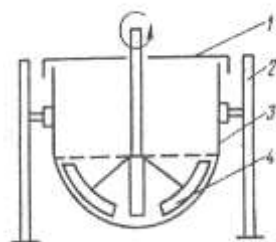
ўрнатилади (5-расм).

Шнекли аралаштиргич истеъмол қилаётган қувватни аниқлаш учун ушбу тенглама қўлланиши мумкин:

$$Eu_m = \frac{71}{Re_m}$$

ёки

$$N = Ad_m \cdot n^2 \mu \quad (3)$$



6-расм. Хамир тайёрлаш қурилмаси.

- 1 - қопқоқ; 2 - таянч; 3 - қобик;
4 - қориштириш мосламаси.

бу ерда d_m - аралаштиргич диаметри; A - аралаштиргич мосламасининг геометрик нисбатлари функцияси сифатида топиладиган коэффициент.

Кам ва юқори қовушокли қандолат махсулотлар (вафли, бисквит ва бошқа хамирлар) ни, ҳамда қандолат массаларини сочилувчан компонентлар (кекс хамирларини майиз, оксил массасини ёнғоқ) билан қориштириш учун иккита спиралсимон ишчи органли тоғарасимон шаклли аралаштиргичлар қўлланилади.

Аралаштириш жараёни юпқа қатламда олиб борилгани сабабли, юқори даражада интенсивлашга эришиш мумкин.

Қурилма туби шаклида ясалган, 90° бурчак остида ўрнатилган 4 парракли қориштириш мосламали аралаштиргичда ширинликлар хаамири тайёрланади (6-расм).

Аралаштиргичнинг айланиш частотаси 12 мин^{-1} . Қориштириш жараёни тугагандан сўнг, қобиқ 3 ағдарилади, яъни қопқоқ 1 очилади ва хамир тўкилади.

Текшириш учун саволлар:

1. Аралаштириш жараёни нима?
2. Қандай аралаштириш мосламаларини биласиз?
3. Парракли аралаштиргичларни камчилиги ва авзаллиги қандай?

15-Ma'ruza

Issiqlik tarqalish turlari.

РЕЖА:

1. Иссиқлик алмашиниш жараёнлари ва қурилмалари тўғрисида умумий тушунчалар.
2. Иссиқлик баланси ва температура градиенти.
3. Иссиқлик ўтказувчанлик.

Температураси юқори бўлган жисмдан температураси паст жисмга иссиқликнинг ўз - ўзидан, қайтмас ўтиш жараёнига иссиқлик алмашиниш дейилади.

Жараёни ҳаракатга келтирувчи кучи, бу ҳар хил температурали бўлган жисмларнинг температуралар фарқидир. Термодинамиканинг 2-қонунига биноан, иссиқлик ҳар доим температураси юқори жисмдан температураси паст жисмга ўтади.

Иссиқлик (иссиқлик миқдори) – бу иссиқлик алмашиниш жараёнининг энергетик характеристикаси бўлиб, жараён мобайнида узатилган ёки олинган энергия миқдори билан белгиланади.

Иссиқлик алмашиниш жараёнида иштирок этувчи жисмлар иссиқлик ташувчи элткич ёки иссиқлик элткич деб номланади.

Иссиқлик ўтказиш – иссиқлик энергиясининг тарқалиш жараёнлари тўғрисидаги фан.

Иссиқлик алмашиниш жараёнларига иситиш, совитиш, конденсациялаш, буқланиш ва буқлатишлар киради. Ушбу жараёнларни амалга ошириш учун мўлжалланган қурилмалар иссиқлик алмашиниш қурилмалари деб аталади.

Маълумки, иссиқлик алмашиниш жараёнларида камида 2 та турли температурали муҳитлар иштирок этади. Ўз иссиқлик энергиясини узатувчи, юқори температурали муҳит - иссиқлик элткич деб аталса, иссиқлик энергиясини қабул қилувчи паст температурали муҳит эса-совуқлик элткич деб аталади.

Иссиқлик ва совуқлик элткичлар кимёвий бардошли бўлиши, қурилмаларини емирмаслиги ва унинг деворларида қаттиқ, қовак, қуйқа ҳосил қилмаслиги керак. Шунинг учун,

иссиқлик ёки совуқлик элткичларни танлашда жараён температураси, нархи ва уларни қўлланиш соҳалари каби кўрсаткичларга катта аҳамият бериш керак.

Температураси турли бўлган муҳитлар орасида иссиқлик ўтказиш туркун ва нотуркун шароитларда амалга ошиши мумкин.

Туркун жараёнларда қурилманинг температура майдони вақт ўтиши билан ўзгармайди. Нотуркун жараёнларда эса, вақт ўтиши билан температура ўзгаради. Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда жараёнлар туркун боради, узлукли (даврий) ишлайдиган қурилмаларда эса – жараёнлар нотуркун бўлади. Ундан ташқари, даврий ишлайдиган қурилмаларни юргизиш ва тўхтатиш, ҳамда иш режимлари ўзгарган ҳолларда нотуркун жараёнлар содир бўлади.

Иссиқлик ўтказиш жараёнининг Кимёвий кинетик характеристикалари бўлиб, ўртача температуралар фарқи, иссиқлик ўтказиш коэффиценти ва узатилаётган иссиқлик миқдорлари ҳисобланади.

Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблашда қуйидаги параметрлар топилади:

1. Иссиқлик оқими (қурилманинг иссиқлик юкламаси), яъни иссиқлик миқдори Q ҳисобланади. Иссиқлик оқимини аниқлаш учун иссиқлик баланси тузилади ва у Q га нисбатан ечиб топилади;

2. Берилган вақт ичида зарур иссиқлик миқдорини узатишни таъминловчи қурилма-нинг иссиқлик алмашилиш юзаси аниқланади.

Бунинг учун иссиқлик ўтказишнинг Кимёвий тенгламасидан фойдаланилади.

Иссиқлик асосан 3 усулда узатилиши мумкин. Иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва иссиқлик нурланиши.

Иссиқлик баланси.

Температураси юқори иссиқлик элткичдан берилаётган иссиқлик миқдори Q_1 температураси паст элткични иситиш учун Q_2 ва маълум бир қисми қурилмадан атроф муҳитга йўқотилаётган иссиқлик ўрнини тўлдириш учун $Q_{йўқ}$ сарф бўлади. Одатда, иссиқлик қопламали қурилмалар учун $Q_{йўқ}$ миқдори фойдали иссиқлик миқдорининг 3...5% ни ташкил этади. Шунинг учун, бу турдаги қурилмаларни ҳисоблашда $Q_{йўқ}$ ни эътиборга олмаса ҳам бўлади. Унда, иссиқлик баланси қуйидаги тенглик билан ифодаланиши мумкин:

$$Q = Q_1 = Q_2 \quad (1)$$

бу ерда Q - қурилманинг иссиқлик юкламаси.

Агар, иссиқлик элткичининг массавий сарфи G_1 , унинг қурилмага кириш энтальпияси $I_{1\delta}$ ва чиқишдагиси эса $I_{1\epsilon}$, совуқлик элткичининг сарфи G_2 қурилмага киришдаги энтальпияси $I_{2\delta}$ ва чиқишдагиси $I_{2\epsilon}$ бўлганда (1) тенгликни ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$Q = G_1(I_{1\delta} - I_{1\epsilon}) = G_2(I_{2\delta} - I_{2\epsilon}) \quad (2)$$

Агар, иссиқлик алмашилиш жараёнида иссиқлик элткичининг агрегат ҳолати ўзгармаса, унда унинг энтальпияси ушбу кўринишда ифодаланади:

$$I_{1\delta} = c_{1\delta} t_{\delta} \quad I_{1\epsilon} = c_{1\epsilon} t_{\epsilon} \quad (3)$$

$$I_{2ч} = c_{2ч} t_{2ч} I_{2б} = c_{2б} t_{2б}$$

Одатда, техник ҳисобларда маълум температура учун энтальпия қиймати жадвал ва диаграммалардан топилади.

Агар, иккала элткичнинг солиштирма иссиқлик сиқимлари (C_1 ва C_2) температурага боқлиқ эмас деб ҳисобланса, унда иссиқлик баланснинг тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

$$Q = G_1 c_1 (t_{1б} - t_{1ч}) = G_2 c_2 (t_{2ч} - t_{2б}) \quad (4)$$

Температура майдони ва градиенти

Муҳитларда иссиқлик оқими ва температуранинг тақсимланиши ўртасидаги боқлиқликни аниқлаш иссиқлик алмашилиш назариясининг Кимёвий вазифаларидан биридир.

Текширилаётган муҳитнинг ҳамма нуқталари учун исталган бирор вақтдаги температура қийматлари мажмуиға *температура майдони* дейилади.

Энг умумий ҳолатда маълум бир нуқтадаги температура t шу нуқтанинг координатлари (x, y, z) боқлиқ бўлади ва вақт τ ўтиши билан ўзгаради. Демак, температура майдонини ушбу функция билан ифодалаш мумкин:

$$\tau = f(x, y, z, \tau) \quad (5)$$

Ушбу боқлиқлик турқун температура майдонини ифодаловчи тенгламадир.

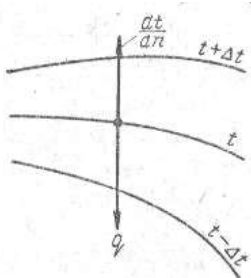
Хусусий ҳолатда (5) тенглама фақат фазовий координаталар функцияси бўлади, яъни:

$$t = f(x, y, z) \quad (6)$$

ва унга тегишли турқун температура майдонини ифодалайди.

Агар, жисмда бирор текислик ўтказилса ва ушбу текисликдаги бир хил температурали нуқталарни бирлаштирсак, ўзгармас температурали чизиқ (изотерма) га эга бўламиз. Температураси бир хил нуқталардан ташкил топган жисмнинг юзаси изотермик юза деб номланади.

Иккита бир-бирига яқин жойлашган изотермик юзаларнинг температуралар фарқи Δt бўлса, улар орасидаги энг қисқа масофа Δn бўлади (1-расм). Агар, иккала изотермик юзалар бир-бирига яқинлашиб борса $\frac{\Delta t}{\Delta n}$ нисбат ушбу чегарага интилади:



$$\lim \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right)_{\Delta n \rightarrow 0} = \frac{\partial t}{\partial n} = \text{grad} t \quad (7)$$

1-расм. Температура градиентини аниқлашга оид.

Изотермик юзага нормал бўйича йўналган температура ҳосиласи температура градиенти деб номланади.

Температура градиенти вектор катталиқдир.

Температура градиенти нольга тенг бўлмаган

($\text{grad} t \neq 0$) шароитдагина иссиқлик оқими ҳосил бўлиши мумкин.

Маълумки, иссиқлик оқими ҳар доим температура градиенти чизиқи бўйлаб ҳаракат қилади. Лекин, унинг ҳаракат йўналиши температура градиентига қарама-қарши бўлади.

Иссиқлик ўтказувчанлик

Фурье қонуни. Қаттиқ жисмларда иссиқлик тарқалиш жараёнини тажрибавий ўрганиш натижасида Фурье (1768-1830) иссиқлик ўтказувчанликнинг Кимёвий қонуни кашф этди. Ушбу қонунга биноан, иссиқлик ўтказувчанлик орқали узатилган иссиқлик миқдори dQ температура градиенти $\partial/\partial n$, вақт $d\tau$ га ва иссиқлик оқими йўналишига перпендикуляр бўлган майдон юзаси dF га пропорционал бўлади, яъни:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau \quad (8)$$

(8) формуладаги пропорционаллик коэффициентини λ иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини деб аталади. Бу коэффициент жисмнинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини характерлайди ва қуйидаги ўлчов бирлигига эга:

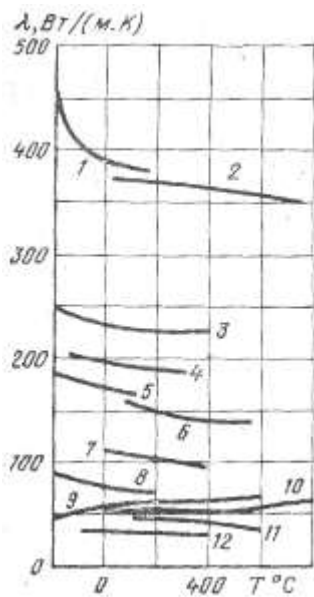
$$[\lambda] = \left[\frac{dQ \partial n}{\partial t dF \cdot d\tau} \right] = \left[\frac{Ж \cdot м}{К \cdot м^2 \cdot с} \right] = \left[\frac{Вт}{м \cdot К} \right]$$

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини иссиқлик алмашиниш юза бирлигидан ($1 м^2$) вақт бирлиги давомида изотермик юзага нормал бўлган $1м$ узунликка тўқри келган температураларнинг $1 К(^{\circ}C)$ га пасайиши вақтида узатилган иссиқлик миқдорини ифодалайди.

Жисмларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини унинг таркиби, физик-кимёвий хоссалари, температура, босим ва бошқа катталикларга боқлиқ. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини турли материаллар учун қуйидаги ораликда бўлади:

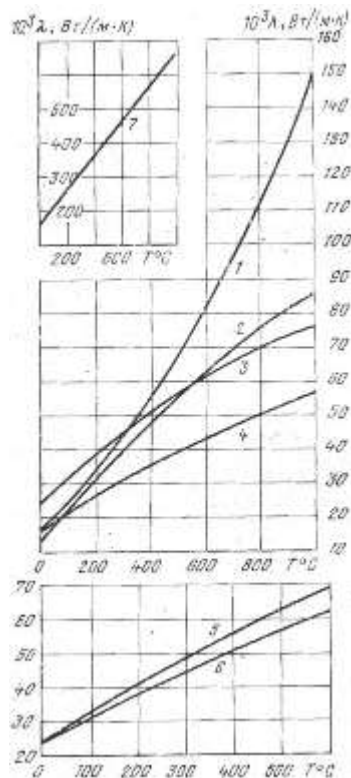
- газлар учун $0,005 \dots 0,5 Вт/(м \cdot К)$;
- суюқликлар учун $0,08 \dots 0,7 Вт/(м \cdot К)$;
- иссиқлик қоплама ва қурилиш материаллари учун $0,22 \dots 3,0 Вт/(м \cdot К)$;
- металллар учун $2,3 \dots 458,0 Вт/(м \cdot К)$.

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида қўлланиладиган айрим металллар иссиқлик ўтказувчанлик



2- расм. Айрим металлларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентлари.

1-тоза мис; 2-мис 99,9%; 3- алюминий 99,7%; 4-алюмий 99,0%; 5-тоза марганец; 6-марганец 99,6% ; 7- рух 99,8%; 8-тоза платина; 9-никель 99%; 10-никель 99,2%; 11-темир 99,2%; 12-техник тоза кўрғошин.



3-расм. Турли газларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентлари.

1- сув буғи; 2- углекислота; 3- хаво; 4- аргон; 5- кислоро, азот; 7- водород.

коэффиценти куйидаги қийматларга эга: легирланган пўлат - 14...23; кўрқошин – 35; углеродли пўлат – 45; никель – 58; чўян – 63; алюминий - 204; мис – 384; кумуш - 458 Вт/(м·К). Саноатда энг кўп қўлланиладиган металллар ва суюқликлар иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентлари 2 ва 3 –расмларда келтирилган.

Текшириш учун саволлар:

1. Иссиқлик алмашилиш жараёнини ҳаракатлантирувчи кучи нима?.
2. Фурье қонуни ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти.
3. Жисмларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти қайси катталикларга боғлиқ?

Izohli lug'at

Apparat (lat.), asbob, texnik qurilma, moslama. Darslikda apparat termini o'rniga qurilma so'zi ishlatiladi. Masalan, mexanik, gidromexanik, issiqlik yoki modda almashinish qurilmalari.

Barbotaj (frans.), aralashtirish, suyuqlik qatlamidan gaz yoki bug'ni bosim bilan o'tkazish.

Barbotyor (frans.), idishning ichiga suv bug'i yoki gaz berishga mo'ljallangan turli shaklga ega bo'lgan teshikli truba.

Vakuum (lat.), idishga qamalgan, bosimi atmosfera bosimidan anchagina past bo'lgan gaz holati.

Vakuum-nasos (lat., rus.), siyrak gazlar (vakuum) hosil qilish maqsadida idishlardan gaz yoki bug'larni so'rib oladigan qurilma.

Ventel (nem), trubada harakatlanuvchi suyuqlik, gaz yoki bug' berish miqdorini zolotnik yordamida rostlaydigan berkitish--ochish moslamasi.

Ventilyator (lat.), xonalarni shamollatish, aeroaralashmalarni trubalarda uzatishda havo yoki boshqa gazlarni haydash uchun kichik bosim) hosil qiladigan qurilma.

Venturi trubasi (Italiya olimi J.Venturi nomidan), bosimlar tafovutiga ko'ra, suyuqlik, bug' yoki gaz tezligi yoki sarfi o'lchanadigan qurilma.

Gazoduvka (rus.), havo yoki boshqa gazlarni siqish va haydash uchun o'rtacha bosim) hosil qiladigan qurilma.

Gazlift (rus.), suyuqliklar (neft, suv turli eritmalar va boshqalar) ni ularga aralashtirilgan gaz energiyasi hisobiga ko'tarish qurilmasi. Agar qurilmada gaz o'rniga siqilgan havo ishlatilsa erlift deb ataladi.

Gidravlika (yunon.), suyuqliklarning harakati va muvozanat qonunlarini hamda bu qonunlarni injenerlik masalalarini hal qilishda tatbiq etish usullarini o'rganuvchi fan.

Gidrodinamika (yunon.), gidromexanikaning siqilmaydigan suyuqliklar harakatini va ularning qattiq jismlar bilan o'zaro tasirini o'rganadigan bo'limi.

Gidromexanika (yunon.), suyuqlikning muvozanati va harakati, shuningdek, suyuqlikning unga botirilgan yoki unda harakatlanayotgan jism bilan o'zaro tasirini o'rganadi

Gidrostatika (yunon.), gidromexanikaning qo'yilgan kuchlar tasirida suyuqliklarning ularga botirilgan jismlarga va idish devorlariga tasirini o'rganadigan bo'limi.

Gidrosiklon (yunon.), bir-biridan massalari bilan farq qiladigan mineral donachalarni suv muhitida ajratadigan qurilma.

Gorelka (rus.), gazsimon, suyuq yoki changsimon yoqilg'ilarning havo yoki kislorod bilan aralashmasini hosil qiladigan va uni yoqish joyiga uzatadigan qurilma.

Gradirnya (nem.), suvni atmosfera havosi bilan sovutish qurilmasi.

Granulalash (lat.), moddaga mayda bo'laklar (granulalar) shaklini berish jarayoni.

Dezintegrator (lat.), kam abraziv mo'rt materiallarini yanchish (dag'al maydalash) mashinasi.

Diafragma (yunon.), teshikli yoki teshiksiz plastinka (to'siq).

Dispergirlash (lat.), qattiq yoki suyuq jismlarni mayin qilib maydalash.

Diffuziya (lat.), moddaning bir muhitdan konsentrasiyasi kamayish yo'nalishda tarqalishi. Diffuziya ionlar, atomlar, molekulalar, shuningdek ancha yirik zarralarning issiqlik harakati tufayli yuz beradi.

Zadvijka (rus.), truboprivoddagi oqim miqdorini pona shakliga ega bo'lgan zatvor yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.

Zaslonka (rus.), kanal (truba)ning kesim yuzini o'zgartiradigan hamda shu yo'l bilan undan o'tadigan gaz yoki suyuqlik massasi va hajmini rostlaydigan moslama

Zolotnik (rus.), sirpanadigan sirtidagi teshiklarga nisbatan siljib, ish suyuqligi yoki gaz oqimini kerakli kanalga yo'naltiruvchi qo'zg'aluvchan element.

Zmeevik (rus.), issiqlik almashinish qurilmalarida isituvchi yoki sovituvchi eltkich yuborish uchun ishlatiladigan spiralsimon truba.

Klapan (nem.), mashinalar va truboprovodlarda gaz, bug' yoki suyuqlik sarfini boshqaradigan detal. Klapan bosimlar farqini hosil qilish (droselli klapanlar.), suyuqlikning teskari oqimi paydo

bo'lishiga yo'l qo'ymaslik (teskari klapanlar.), gaz, bug' yoki suyuqlik bosimi belgilanganidan ortganda ularni qisman chiqarib yuborish (saqlash klapanlari.), bosimni pasaytirish va uni maromida tutib turish (reduksion klapanlarda)da ishlatiladi.

Kompressor (lat.), havo yoki gazni yuqori bosim bilan siqadigan mashina.

Konveksiya (lat.), muhit (gaz, suyuqlik) makroskopik qismning siljishi, massa, issiqlik va boshqa fizik miqdorlarning ko'chishiga sabab bo'ladi .

Kondensat (lat.), gaz yoki bug'ni kondensasiyalashda hosil bo'ladigan suyuqlik.

Kondensator (lat.), moddalarni sovitish yo'li bilan gaz (bug') holatda suyuq holatga o'tkazadigan issiqlik almashtirgich.

Korpus (lat.), mashina detali, odatda, mashinaning barcha asosiy mexanizmlarini ko'taradigan asosi, negizi hisoblanadi.

Laminar oqim (lat.), yopishqoq suyuqlik yoki gazning tartibli oqimi suyuqlik qo'shni qatlamlarini o'zaro aralashib ketmasligi bilan xarakterlanadi.

Manometr (yunon.), suyuqlik va gaz bosimini o'lchaydigan asbob. Atmosfera bosimini o'lchash uchun barometrlar, nolga yaqin bosimlarni o'lchash uchun vakuummetrlar ishlatiladi .

Modellash (rus.), murakkab obektlar, hodisalar yoki jarayonlarni, ularning modellarida yoki haqiqiy qurilmalarda tajriba o'tkazish va ishlashiga o'xshash modellarini qo'llab tadqiq qilish usuli.

Mufta (nem.), val tortki, truba kanat, kabel va boshalar birlashtiriladigan qurilma.

Napor (rus.), suyuqlik oqimining berilgan nuqtada solishtirma energiyasini belgilovchi chiziqli kattalik.

Nasadka (rus.), ayrim qurilmalarning ichiga solib qo'yiladigan har-xil shaklli qattiq jismlar.

Patrübok (rus.), asosiy truba, rezurvar va qurilmalardan gaz, bug' yoki suyuqlik olinadigan qisqa truba.

Prosess (lat.), hodisalarning izchil almashinib turishi, biror narsaning taraqqiyot holati, jarayon. Psixrometr (yunon.), havoning harorati va namligi aniqlaydigan asbob.

Regenerasiya (lat.), ish bajargan jismning dastlabki sifatlarini tiklash ,masalan, adsorblash jarayonida adsorbentlarning xossalari tiklash.

Rekuperator (lat.), issiqlik almashinish qurilmasi, unda issiqlik eltuvchilarni ajratib turgan devor orqali ular orasida issiqlik almashib turadi.

Separasiya (lat.), suyuq yoki qattiq zarrachalarni gazlardan, qattiq zarralarni esa suyuqliklardan ajratish, qattiq yoki suyuq aralashmalarni tarkibiy qismlarga ajratish.

Skrubber (ingliz.), changli gazlarni yuvish yo'li bilan tozalaydigan qurilma.

Texnologiya (yunon.), mahsulot ishlab chiqarish jarayonida xom ashyo, material yoki yarim fabrikatga ishlov berish, tayyorlash, ularning holati, xossalari va shaklini o'zgartirish usullari majmui.

Turbina (frans.), berilayotgan ish jismi (bug', gaz, suv)ning kinetik energiyasini mexanik ishga aylantirib beradigan birlamchi dvigatel.

Turbulent oqim (lat.), zarrachalari murakkab traektoriyalar bo'yicha turg'unlashmagan tartibsiz harakatlanadigan suyuqlik (yoki gaz ,) oqimi . Bunday holatda suyuqlik tezligi va uning bosimi oqimning har bir nuqtasida tartibsiz o'zgaradi.

Flanes (nem.), truba, armatura, rezurvar, vallar va boshqalarning birlashtiruvchi qismi, odatda, boltlar yoki shpilkalar o'tkazish uchun bir tekisda joylashgan teshiklari bo'lgan yassi halqa yoki diskdan iborat.

Sapfa (nem.), o'q yoki valning podshipnikka tiralib turadigan qismi.

Shtuser (nem.) uchi rezbali birlashtirish patrübikasi. Rezurvarlar yoki qurilmalarning trubalariga yoxud chiqish patrübikalariga payvandlanadi, kavsharlanadi yoki burab qo'yiladi.

Elevator (lat.), yuklarni tik yoki qiya yo'nalishlarda uzluksiz tashiydigan qurilma.

Kondensat (lat.), gaz eki bug'ni kondensasiyalashda hosil bo'ladigan suyuqlik.

Konsentrasiya-suyuqlikda eritilgan yoki havoga tarqalgan moddaning shu suyuqlik yoki havo hajmiga nisbatan miqdori ko'p-ozligi, quyuq-suyuqligi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and systems, Third edition.-New York (USA) Delmar 2011.-475p.
2. Martin B. Hocking. Chem'cal Technology and Follution Control.-London: Elsevier Academic Press, 2010.3rd Edition.-830p.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Darslik. -Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. -848 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.T., Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Darslik. -T.: Sharq, 2003.-643 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

5. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon demokratok Uzbekistan davlatini birgalikda barpo etamiz. - T. "Uzbekistan", 2016. - 56 b.
6. Mirziyoyev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash-yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi.- T. "Uzbekistan", HMIU,-2016.-48 b.
7. O'zbekistan Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.: 2017 yil 7 fevral, PF-4947- sonli farmoni.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora tadbirlari to'g'risida" 2017 yil 20 apreldagi PK-2909-son qarori.
9. O'zbekiston Rsspublikasi Prezidentining "Oliy ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli isloxoatlarda faol ishtirokini ta'minlash bo'yicha qo'shimcha chora-chadbirlar to'g'risida" 2018 yil 5 iyundagi PK-3775-son qarori.
10. Yusupbekov N.R., Nurmuxammedov X.S. Ismatullaev G.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. O'quv qo'llanma. - T.: ToshKTI, 1999. -351 b.
11. P. Annayev N.L., Babayev Z.K., Djurayev X.F., Karimov K-F- Matchonov IJJ.K., Mamativ 11I.M.. Nurmuxammedov X.S., Nigmadjonov S.K. Safarov J.X.Usmonov B.S. Issiqliq almashinish qurilmalarini hisoblash va loyihalash. O'quv qo'llanma. -T.: Bilik print, 2018. -316 b.
12. Yusupbekov N.R., Nurmuxammedov X.S., Ismatullaev G..R., Zokirov S.G. Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalari hisoblash va loyihalash. O'quv qo'llanma. -T.: ToshKTI. 2000.-231 b.
13. Kasatkin L.G. Osnovniye protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. -Uchebnik. M.: Ximiya, 2004.-750 s.
14. Skoblo A.I., Molokanov Yu.K., Tregubova I.A. Protsessi i apparati neftegazopererabotki i nefteximii. - Uchebnik. M.: Nedra, 2000. - 680 s.

15. Romankov P.G. Metod raschyot protsessi i apparatov ximicheskoy texnologii (premer I zadachi): ucheb. Posobie / P.G Romankov, V.F Frolov, O.M. Flisyuk.-3-e , ispr. –CPb .: XIMIZDAT, 2009.-496 s.
16. Detnerskey Y.I. Protsessi i apparatov ximicheskoy texnologii. – Uchebnik. Chast 1. –M: Ximiya, 1995.-400 b.
17. Detnerskey Y.I. Protsessi i apparatov ximicheskoy texnologii. – Uchebnik. Chast 2. –M: Ximiya, 1995.-368 b.

Axborot manbalari

18. www.gov.uz.- O'zbekiston Respublikasi hukumat portali.
19. www.lex.uz.- O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
20. www.ziyonet.uz- O'zbekiston Respublikasi talim portal.
21. www.chem21.in.lb
22. <http://e-lib.kemtip.ru>.
23. www.newlibrary.ru – Ximiya Labaratornaya Texnika.
24. www.ozon.ru
25. <https://www.labyrinth.ru> › books
26. [www.clibrar](http://www.clibrar-book.ru)\-book.ru.