

VAZIRLIGI

BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Ro'yxatga olindi:

№ _____
2020 y. " _____ "

"TASDIQLAYMAN"

O'quv ishlar bo'yicha prorektor
_____ dots. SH. M. Xodjiev
" _____ " _____ 2020 yil

"Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlar" kafedrası

**"Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari" fanidan V-mavsum
uchun**

O'QUV-USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300 000	Ishlab chiqarish - texnik soha
Ta'lim sohasi:	310 000	Muhandislik ishi
Ta'lim yo'nalishi:	5320400	Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha)

BUXORO-2020

O'quv-uslubiy majmua Buxoro muhandislik texnologiya instituti ilmiy uslubiy kengash № _____ raqam bilan ro'yxatga olingan va 2020 yil "___" _____ da _____ - sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchilar:

F.Yu.Xabibov - BuxMTI, "Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari" kafedra katta o'qituvchisi.

Taqrizchilar:

G'afurov K.H. BuxMTI, "Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari" kafedra mudiri, texnika fanlari nomzodi.

Olimov O.S. "Yevrosnar" MChJ ishlab chiqarish direktori.

O'quv-uslubiy majmua "Texnologik jarayonlarni boshqaruv tizimlari" fakultetining "Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari" kafedra majlisida (2020 yil "___" _____ - son bayonnoma) muhokama etildi va fakultetning o'quv-uslubiy kengashiga tavsiya etildi.

Kafedra mudiri: _____ dots. K.H. G'afurov
Kotiba: _____ F.S. Qo'ldosheva

O'quv-uslubiy majmua "Texnologik jarayonlarni boshqaruv tizimlari" fakultetining o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi (2020 yil "___" _____ - son bayonnoma) va universitetning Ilmiy-uslubiy kengashiga tasdiqlashga topshirildi.

O'quv-uslubiy kengash raisi: _____ prof. X.F. Djo'rayev
Kotiba: _____

O'quv-uslubiy majmua institutning Ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi va tasdiqlandi (2019 yil ___ avgust ___-son majlis bayonnomasi).

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i : _____ dots. N. Quliev

MUNDARIJA:

1	Ma’ruza, modullar kesimida.....	4
2	Amaliy mashg’ulotlarni bajarish bo’yicha uslubiy ko’rsatma.	98
3	Tajriba mashg’ulotlarni bajarish bo’yicha uslubiy ko’rsatma.	139
4	Mustaqil ta’limni tashkil etish shakli va mazmuni.....	168
5	Glossary.....	170
6	Ilovalar.....	178
6.1	Fan dasturi.....	179
6.2	Ishchi fan dasturi.....	191
6.3	Test materiallari.....	203
6.4	Tarqatma materiallar.....	232
6.5	Talabalar bilimni baholash mezonlari.....	249
7	Foydalanilgan adabiyotlar.....	252

MA'RUZA, MODULLAR KESIMIDA

№ t/r	Mavzular nomi	Bet
	Kirish	7
1.	Kimyoviy injineriing jarayonlari va qurilamalari faninig umumiy asoslari asosiy jarayonlar va klassifikatsiyasi.....	7
2.	Kimyoviy korxonalarda ishlatiladigan qurilmalar turlari. Texnologik jarayon va qurilmalarning vazifalari. Fizik kattaliklarning o'lchov sistemalari	11
3.	Gidravlik qarshiliklar. Eyler differencial tenglamasi. harakatning Nav`e-stoks differencial tenglamasi.....	16
4.	O'xshashlik nazariyasining asoslari. O'xshashlik shartlari, turlari. Qo'zg'lmas va mavhum qaynash qatlam gidrodinamikasi.....	20
5.	Nasoslarning turlari va asosiy parametrlari. nasoslarning umumiy nabori va so'rish balandligi.....	23
6.	Markazdan qochma tirdagi nasoslar.....	26
7.	Kompressorlar. Vakuu nasoslar. Nasos va kompressorlarni tanlash.....	31
8.	Turli jinsli sistemalarning hosil bo'lishi va ularning klassifikatsiyasi.....	35
9.	Turli jinsli sistemalarni ajratish.....	36
10.	Fil'trlash. Fil'trlash jarayoni va to'siqlari. Filtrlash tezligi va tenglamasi. Harakatlantiruvchi kuchi	37
11.	Fil'trlash jarayonini amalga oshirish qurilmalari.....	39
12.	Sentrifugalash jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari.....	43
13.	Cho'ktirish jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari. Inertsion ajratkichlar	45
14.	Elektrostatik maydoni ta'sirida tozalash. elektrostatik kuchlari ta'sirida cho'ktirish	47
15.	Aralashtirish jarayoni. Quvvat sarfi, quvvat kriteriysi. Umumiy kriterial tenglama	50
16.	Aralashtirgichlar va ularning konstrusiyalari.....	51
17.	Issiqlik almashinish jarayonlari	55
18.	Issiqlikning tarqalish turlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Fur'e qonuni	58
19.	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti. Issiqlikning nurlanishi. Stefan-bol'tsman qonuni	63
20.	Konveksiya asoslari. Issiqlik jarayonlari o'xshashlik kriteriylari. Agregat holatining o'zgarishida issiqlik berish. Issiqlikning o'tishi.....	68
21.	Agregat holatining o'zgarishida issiqlik berish.....	73
22.	Issiqlik o'tkazish jarayonlarini intensivlash	76
23.	Yuqori temperaturali moddalar bilan isitish. Elektr toki bilan isitish.....	78
24.	Trubali issiqlik almashinish qurilmalari	80

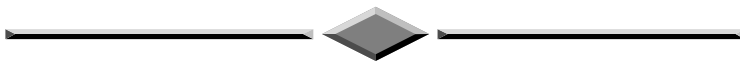
25.	Issiqlik almashinish qurilmalari va kondensatorlarini tanlash	83
26.	Bug'latish jarayoni issiqlik va moddiy balans tenglamasi	88
27.	Bir korpusli bug'latish apparatlari.....	92
28.	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	97

K I R I Sh

Xalq xo'jaligining yetakchi tarmoqlarida ishlash va ularni rivojlantirish o'z oldiga maqsad qilib olgan har bir yosh mutaxassis o'z faoliyatida fan va texnika yutuqlari bilan yetarli darajada qurollangan bo'lishi zarur. Hayotga joriy qilinayotgan "Ta'lim to'g'risidagi" qonun va "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi" Respublikamizda ta'lim tizimini isloh qilish va buning natijasi sifatida ertangi kunimizni bugungidan yaxshi bo'lishini ta'minlay oladigan kadrlar etishtirib chiqarishga qaratilgan.

Xalq xo'jaligining asosiy tarmoqlaridan biri bo'lgan kimyo sanoati bugungi kunda tez rivojlanayotgan, yangi texnika va texnologiyalar joriy qilinib, mahsulot assortimenti va sifati talab hamda ehtiyojdan kelib chiqib yaxshilanib borayotgan soha hisoblanadi.

Kimyo sanoatini mutaxassis kadrlar bilan ta'minlashda shu yo'nalishdagi kasb-hunar kollejlariga katta mas'uliyat yuklangan. Chunki sanoatning intensiv rivojlanayotgan bu tarmog'ida zamonaviy texnika va texnologiyalarni boshqara oladigan kadrlarga bo'lgan ehtiyoj kun sayin oshib bormoqda. Bu yo'nalishda tahsil olayotgan kollej tinglovchilari uchun «Kimyoviy injineriing jarayonlari va qurilamalari» fani asosiy fanlardan biri bo'lib, bu fan ularga o'z ixtisosliklarini chuqur egallashlariga, umummuhandislik fanlaridan olgan bilimlarini mustahkamlashga hamda texnologik jihozlardan unumli foydalanish usullarini o'rganishlariga ko'maklashadi.



I-MODUL. FANNING KELIB CHIQISHI VA GIDROMEXANIK JARAYONLAR

1-MAVZU. KIMYOVIY INJINERINING JARAYONLARI VA QURILAMALARI FANINIG UMUMIY ASOSLARI VA ASOSIY JARAYONLAR KLASSIFIKATSIYASI

Reja:

- 1.1. Asosiy jarayonlar klassifikatsiyasi
- 1.2. Kimyoviy jarayonlar
- 1.3. Kimyoviy-texnologik jarayonlar klassifikatsiyasi

1.1. Asosiy jarayonlar asoslari

Kimyosi sanoatida turli-tuman texnologik jarayonlar ishlatiladi. Bunday jarayonlar ayrim belgilariga asosan bir necha sinflarga bulinadi. Texnologiya jarayonlarini ularni xarakatlantiruvchi kuchiga kura turlarga bulish maksadga muvofik. Shunga kura asosiy jarayonlar 5 guruxga bulinadi:

1. Mexanik jarayonlar;
2. Gidromexanik jarayonlar;
3. Issiklik almashinish jarayonlari;
4. Modda almashinish jarayonlari;
5. Kimyoviy jarayonlar.

1) Kimyoviy texnologiyada mexanik jarayonlar aloxida ahamiyatga ega. Mexanik jarayonlarning tezligi kattik jism mexanikasi konunlari bilan ifodalanadi. Bunday jarayonlar materiallarga mexanik kuch ta'sir kilishiga asoslanadi. Mexanik jarayonlar (maydalash, klasslarga ajratish, saralash, aralashtirish, ezish, uzatish va xokazo) kimyo va boshka sanoat korxonalarida kup ishlatiladi.

Moddalarning diffuziyasi bilan boglik bulgan jarayonlarning tezligi fazalarning uzaro ta'sir kilish yuzasiga boglik. Uzaro ta'sir yuzasining katta bulishi fazalarning ichidagi modda tarkalishini va modda bir fazadan ikkinchi fazaga utishini tezlatadi. Yuza kattarok bulsa, kimyoviy jarayon xam tezlashadi. Ayniksa, kimyoviy yoki diffuzion jarayonda kattik faza katnashsa, uzaro ta'sir yuzasini kupaytirish aloxida ahamiyatga ega. Kattik fazaning yuzasini kupaytirishga tashki kuch ta'sirida

zarrachalarni maydalash yuli bilan erishiladi. Maydalash paytida material bulaklarining ulchami ancha kamayadi.

2) Kimyosi sanoatining barcha tarmoklarida gidromexanik jarayonlar kup ishlatiladi. Bunday jarayonlar katoriga quyidagilar kiradi: a) suyuqliklar, gazlar va ularning aralashmalarini truboprovodlar va kurilmalar orkali siljitish; b) turli jinsli sistemalarni turli usullar bilan ajratish (chuktirish, filtrlash, sentrifugalash); v) suyuq muxitlarni aralashtirish; g) kattik jismlarni xavo okimi yordamida uzatish (pnevмотransport); d) mavxum kaynash katlamining xosil bulishi. Bu jarayonlarning tezligi gidromexanika konunlari bilan ifodalanadi.

Gidromexanika – suyuqlikning muvozanati va xarakatini xamda suyuqlik bilan unga tula yoki kisman chuktirilgan jism urtasidagi uzaro ta'sirini urganuvchi fan. Sanoat kurilmalarida olib boriladigan issiklik va modda almashinish jarayonlarining tezligi kupincha gidromexanika konuniyatlariga boglik buladi. Gidromexanika konunlari va ulardan amaliyotda foydalanish usullari gidravlik fanida urganiladi.

Gidravlika ikki asosiy kismdan: suyuqliklarning muvozanat konunlarini urganadigan gidrostatika va suyuqliklarning xarakat konunlarini urganadigan gidrodinamikadan iborat.

Suyuqlik va gazlarning xarakat tezliklari tovush tezligidan past bulgani uchun ularning xarakat konunlari bir xil. Shuning uchun gidravlikada suyuqlik deyilganda gaz xam, suyuqlik xam tushuniladi. Ularni bir-biridan ajratish uchun suyuqliklar tomchisi, gazlar esa elastik suyuqlik deb karaladi.

Suyuqlik va gazlar quyidagi xossalari bilan bir-biriga uxshaydi: 1) suyuqliklar xuddi gazlar kabi ma'lum shaklga ega emas, uning fizik xossalari barcha yunalishda bir xil, ya'ni izotropdir; 2) gazlarning kovushkokligi kichik bulib, suyuqliklarnikiga yakinlashadi; 3) kritik xaroratdan yukori xaroratda suyuqliklar bilan gazlar borasidagi fark yukoladi. Suyuqliklarning muvozanat va xarakat konunlari differensial tenglamalar bilan ifodalanadi. Boshka soxalarda bulgani kabi gidravlikada xam nazariy tadjikotlar natijalarini soddalashtirish maksadida ideal suyuqlik modelidan foydalaniladi.

3) Xar xil xaroratga ega bulgan jismlarda issiklik energiyasining biridan ikkinchisiga utishi issiklik almashinish jarayoni deb ataladi. «Issik» va «sovuk» jismlarning xarorati urtasidagi fark issiklik almashinishining xarakatlantiruvchi kuchi xisoblanadi. Xaroratlar farki bulganda termodinamikaning ikkinchi konuniga kura issiklik energiyasi xarorati yukori bulgan jismdan xarorati past bulgan jismga uz-uzidan utadi. Jismlar urtasidagi issiklik almashinishi erkin elektron, atom va molekulalarning uzaro energiya almashinishi xisobiga sodir buladi. Issiklik almashinishida katnashadigan jismlar issiklik tashuvchilar deb ataladi. Issiklik utkazish jarayonlari (isitish, sovitish, buglarni kondenslash, buglatish) kimyo sanoatida keng tarkalgan. Issiklik tarkalishining uchta prinsipial turi bor: issiklik utkazuvchanlik, konveksiya va issiklikning nurlanishi.

Bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz xarakati natijasida yuz beradigan issiklikning utish jarayoni issiklik utkazuvchanlik deyiladi. Gaz va tomchili suyuqliklarda molekulalardan xarakati natijasida yoki kattik jismlarda kristall panjaradagi atomlarning tebranishi ta'sirida yoxud metallarda erkin elektronlarning diffuziyasi okibatida issiklik utkazuvchanlik jarayoni sodir buladi. Kattik jismlarda va gaz yoki suyuqliklarning yupka katlamlarida issiklik asosan issiklik utkazuvchanlik orkali tarkaladi.

Gaz yoki suyuqliklarda mikroskopik xajmlarning xarakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiklikning tarkalishi konveksiya deb ataladi. Konveksiya ikki xil (erkin va majburiy) buladi. gaz yoki suyuqlik ayrim kismalaridagi zichlikning farki natijasida xosil buladigan issiklikning almashinishi tabiiy yoki erkin konveksiya deyiladi. Tashki kuchlar ta'sirida (masalan, suyuqliklarni nasoslar yordamida uzatish yoki ularni mexanik aralashtirgichlar aralashtirish paytida) majburiy konveksiya paydo buladi.

4) Modda almashinish jarayonlari. Kimyo va ozik-ovkat maxsulotlari ishlab chikarish texnologiyasiga modda almashinish jarayonlari muxim urin egallaydi. Bunday jarayonlar bir fazadan ikkinchi fazaga moddalardan utishiga asoslangan. Fazalar suyuq, kattik, gaz va bug xolatida bulishi muikin.

Sanoatda quyidagi modda almashinish jarayonlari ishlatiladi:

1. Adsorbsiya. Gaz aralashmasidan biror moddaning suyuq fazaga utishi adsorbsiya deb ataladi. Yutuvchi suyuqlik adsorbent deyiladi. Teskari jarayon, ya'ni yutilgan komponentlarning suyuqlikdan ajralib chikishi desorbsiya deb ataladi.

2. Suyukliklarni ekstraksiyalash. Biror suyuklikda erigan moddani boshka suyuklik yordamida ajratib olish jarayoni ekstraksiyalash deb ataladi. Bunday jarayonda bir yoki bir necha komponent bir suyuk fazadan ikkinchi suyuk fazaga utadi.

3. Suyukliklarni xaydash. Suyuk va bug fazalar orasida komponentlarning uzaro almashinishi yuli bilan suyuklik aralashmalarini ajratish jarayoni xaydash deb ataladi. Bu jarayon issiklik ta'sirida olib boriladi, oddiy xaydash (distillash) va murakkab xaydash (reftifikatsiya) jarayonlari bor.

4. Adsorbsiya. Gaz, bug yoki suyuklik aralashmalaridan bir xil yoki bir necha komponentlarning govaksimon kattik moddaga yutilish jarayoni adsorbsiya deyiladi. Aktiv yuzaga ega bulgan kattik materiallar adsorbentlar deb ataladi. Teskari jarayon, ya'ni desorbsiya adsorsiyadan keyin olib boriladi va kupincha yutilgan komponentni adsorbentdan ajratib olish uchun (yoki adsorbentni regeneratsiya qilish uchun) xizmat kiladi.

Ion almashinish jarayoni adsorbsiyaning bir turi bulib, ayrim kattik moddalar (ionitlar_ uzlaridan xarakatchan ionlarini elektrolit eritmalaridagi ionlarga almashtirish kobiliyatiga asoslangan.

5. Quritish. Kattik materiallari tarkibidagi namlikni asosan buglatish yuli bilan ajratib chikarish kuritish deyiladi. Bu jarayon issiklik va namlik tashuvchi agentlar (isitilgan xavo, tutunli gazlar) yordamida olib boriladi. Kuritish jarayonida namlik kattik fazadan gaz (yoki bug) fazaga utadi.

6. Kattik moddalarni eritish va ekstraksiyalash. Kattik fazaning suyuklikka (erituvchiga) utishi eritish jarayoni deb ataladi. Kattik govaksimon materiallar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni erituvchi yordamida ajratib olish jarayoni ekstraksiyalash deyiladi. Agar eritish jarayonida kattik faza tula suyuk fazaga utcha, ekstraksiyalash paytida esa kattik faza amaliy jixatjan uzgarmay koladi, fakat uning tarkibidagi tegishli komponent suyuk fazaga utadi.

7. Kristallanish. Suyuk eritmalar tarkibidagi kattik fazani kristallar xolatida ajratish jarayoni kristallanish deb yuritiladi. Bu jarayon eritmalarini uta tuyintirish yoki uta sovitish natijasida sodir buladi. kristallanish paytida modda suyuk fazadan kattik fazaga utadi.

Moddalarni utkazish murakkab jarayon bulib, bir yoki bir necha komponentni bir fazadan ikkinchi fazaga fazalarni ajratuvchi yuza orkali utishini belgilaydi. Moddalarning bir faza ichida tarkalishi moddalarning berilishi deb yuritiladi. Moddalarni berilish intensivligi koeffisient β orkali ifodalanadi. Moddalarni utkazish protsessining tezligi esa koeffisient K bilan belgilanadi.

Fazalarni ajratuvchi yuza kuzgaluvchan va kuzgalmas buladi. gaz-suyuklik (adsorbsiya), bug-suyuklik (xaydash), suyuklik-suyuklik (ekstraksiyalash) sistemalarida boradigan modda almashinish jarayonlaridagi fazalarni ajratuvchi yuza kuzgaluvchan buladi. kattik faza ishtiroki bilan boradigan jarayonlarda (adsorbsiya, kuritish, ekstraksiyalash, kristallanish) fazalarni ajratuvchi yuza kuzgalmas buladi.

5). Kimyoviy texnologik jarayon - Quyidagi oddiy jarayonlardan tashkil topgan: O'zaro ta'sir etuvchi komponentlarni reaksiya zonasiga olib kelish.

1) Kimyoviy reaksiya

Reaksiya zonasidan xosil bulgan maxsulotlarni olib chikish.

1.2. Kimyoviy jarayonlar

Kimyoviy texnologiya – fizikaviy va kimyoviy xodisalarining yigindisidek karaladi. Bu xodisalarining kompleks yigindisi texnologik jarayonni tashkil etadi. Kimyoviy texnologik jarayon kuyidagi oddiy jarayonlardan tashkil topgan.

2) O'zaro ta'sir etuvchi komponentlarni reaksiya zonasiga olib kelish.

3) Kimyoviy reaksiya

4) Reaksiya zonasidan xosil bulgan maxsulotlarni olib chikish.

1) Ta'sirlashuvchi komponentlarning reaksiya zonasigacha olib kelish, molekulyar diffuziya yoki konvektsiya xodisasi asosida sodir buladi. Ikki va kup fazali tizimlarda ta'sirlashuvchi komponentlarni uzatish: absorbsiya, gazlarning adsorbsiyasi va desorbsiyasi, buglarnig kondensatsiyalanishi, kattik moddalarning erishi yoki ularning suyuklikda ivishi suyukliklarni buglanishi va yana bir kancha xodisalar tufayli sodir buladi.

2) Kimyoviy reaksiya – bu kimyoviy texnologik jarayonning 2-boskichidir. Ta'sirlashuvchi sistemada odatda bir kancha ketma-ket reaksiyalar boradi. Bu reaksiyalarda asosiy maxsulot xosil buladi. Birlamchi reaksiyalardan tashkari sistemada asosiy xom ashyo va koldik maxsulotlar bilan birga ikkilamchi reaksiyalar xam boradi. Buning okibatida asosiy maxsulotdan tashkari ikkilamchi

maxsulotlar xosil buladi. Odatda sanoat jarayonlarining analizida xamma reaksiyalar nazarda tutilmasdan, balki butun maxsulotlarning mikdoriga va sifatiga ta'sir etadigan reaksiyalar olinadi.

3) Reaksiya zonasidan maxsulotlarni olib chikish – ta'sirlashuvchi komponentlarni olib kirilgani singari diffuziya, konveksiya va moddaning bir fazadan boshka fazaga utilishi tufayli amalga oshiriladi.

Texnologik jarayonning umumiy tezligi uni tashkil etuvchi elementar 3 ta jarayonning yigindisidan iborat. Agar shu 3 ta elementar jarayondan birtasining tezligi kamayib kolsa, bu texnologik jarayonning umumiy tezligining kamayishiga olib keladi.

1.3. Kimyoviy-texnologik jarayonlar klassifikatsiyasi

Kimyoviy-texnologik jarayonlarni xar xil belgilariga karab klassifikatsiyalash mumkin. Bular: xomashyoga karab, olinadigan maxsulotga karab (iste'mollanuvchi va tovar), ta'sirlashuvchi moddalarning fazaviy va agregat xolatiga karab, reaksiyon sistemalarning fizikaviy va kimyoviy xossasiga karab, sanoat jarayonlarida kullaniladigan energiya turiga karab uskunalarining belgisiga karab va yana bir kancha xomashyo belgisiga karab kimyoviy texnologiya mineral usimlik va xayvonot xomashyosini kayta ishlash texnologiyasi, kumir va neftni kayta ishlash texnologiyasi va xokazolarga bulinadi.

Iste'molchilik yoki tovarlilik belgisiga karab kimyoviy texnologiyani ugit, buyoklar, farmasevtik preparatlar texnologiyasi, ozik-ovkat maxsulotlari texnologiyasi, sun'iy yokilgi texnologiyasi va xokazolarga bulinadi.

Ta'sirlashuvchi massalarning fazaviy yoki agregat xolatiga karab texnologiyani suyuk, gazsimon, kattik va kup fazali sistemalar texnologiyasiga bulinadi. Bu xolatiga karab ta'sirlashuvchi moddalar va ularga mos tushuvchi texnologik jarayonlar gomogen va geterogen jarayonlarga bulinadi.

Kimyoviy-texnologik jarayonlarning asosiy tarkibiy kislmlari.

Ma'lumki, kimyo sanoatida maxsulot ishlab chikarish jarayonida ishlatiladigan xomashyo, yarim maxsulot, yordamchi materiallar tashkil etadi. Sanoat xomashyosi xaddan tashkari xilma-xildir. Xomashyo kuyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Mikdor jixatdan yetarli darajada bulishi;
2. Kazib olish oson va arzon bulishi;
3. Texnologik jarayonlar oson borishi kerak.

Yer shari buylab elementlarning tarkalishi bir xil emas. Yer shari ogirligining yarmiga yakinrogi kislorod va 20 % ni kremniy tashkil etadi, keyin alyuminiy (7,5%) va temir (4,2 %) egallagan.

Xullas, 10 ga yakin elementlar yer shari ogiriligining 98 % ni, 2 % ni esa 90-95 turdagi elementlar tashkil etadi. Xayot uchun zarur byuulgan uglerod yer shari ogirligining atigi 0,35 % ni tashkil etadi.

Kimyo sanoatining xomashyosi turli belgilariga kura klassifikatsiyalarga bulinadi. Kelib chikishiga kura – tabiiy (mineral, usimliklar va xayvonlar) va sun'iy (koks, sanoat gazlari, sun'iy tolalar va xokazo).

- agregat xolatiga kura - kattik (mineral, rudalar, kumir), suyuk (suv, neft, tuz eritmalari) xolida, gazsimon (xavo va gazlar);
- kimyoviy tarkibiga kura – organik va anorganik;
- ishlatilishiga kura ozukali va texnikaviy turlarga bulinadi.

Nazorat savollari:

1. Asosiy jarayonlar turlari
2. Kimyo sanoatida kechadigan jarayonlar
3. Kimyo sanoatining boshqa sanoat turlaridan farqi
4. Kimyo maxsulotlari klassifikatsiyasi

**2-MAVZU. KIMYOVIY KORKONALARDA ISHLATILADIGAN QURILMALAR TURLARI.
TEKNOLOGIK JARAYON VA QURILMALARNING VAZIFALARI. FIZIK
KATTALIKLARNING O'LCHOV SISTEMALARI.**

Reja:

2.1. Kimyo maxsulotlari va xomashyolarning asosiy xossalari

2.2. Asosiy jarayonlarning kinetik qonuniyatlari

2.3. Kimyo sanoati mashina va qurilmalarini hisoblashning umumiy printsiplari

2.4. Mashina va qurilmalarga qo'yiladigan talablar hamda ularning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

2.5. Kimyo sanoati qurilmalarida qo'llanadigan asosiy konstruksion materiallar va ularni tanlash

2.1. Kimyo maxsulotlari va xomashyolarning asosiy xossalari

Kimyo sanoatida amalga oshiriladigan jarayonlarni tashkil qilish va amalga oshirish, ushbu jarayonlarda qo'llaniladigan xom ashyo va maxsulotlarning fizikaviy xossalari bog'liqdir. Bu xossalarga ularning zichligi, solishtirma og'irligi, dinamik qovushqoqligi, issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi va boshqalarni kiritish mumkin. Quyida ushbu xossalarning fizik mazmuni va ularni hisoblash formulalari keltirilgan.

Zichlik. Moddaning hajm birligidagi massasiga uning zichligi deyiladi

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

Zichlik solishtirma hajm A teskari kattalik bo'lib quyidagi formula orqali xam ifodalanishi mumkin, ya'ni:

$$r = 1/V_c$$

bu qerda

$$V_c = V/m \quad (2.2)$$

Ikki modda zichliklarining nisbati nisbiy zichlik deyiladi. Odatda jismlarning nisbiy zichligi distillangan suvning 4⁰S temperaturadagi zichligi bo'yicha aniqlanadi:

$$\rho_{nisb} = \frac{\rho}{\rho_{cuv}} \quad (2.3)$$

bu yerda ρ - modda zichligi; ρ_{suv} - distillangan suvning 4⁰S temperaturadagi zichligi.

Shakar siropi, meva sharbati, shakarli sutning 20⁰ S dagi zichligi quyidagi empirik formula bilan aniqlanadi:

$$\rho_{20} = 10 [1,42 \cdot x + (100 - x)] \quad (2.4)$$

bu yerda x - quruq modda miqdori, %

Agar temperatura 20⁰S dan farqlansa, u xolda:

$$\rho_t = \rho_{20} - 0,5 (t - 20) \quad (2.5)$$

bu yerda t - modda temperaturasi, ⁰S

Tomat maxsulotlari uchun zichlik quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho = 1016,76 + 44 X - 0,53 t \quad (2.6)$$

bu yerda X - eritmadagi quruq modda ulushi.

Bug'doy, shakar, kraxmal va un kabi sochiluvchan maxsulotlar uchun qatlam zichligi tushunchasidan foydalaniladi va u quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\rho_k = (1 - \varepsilon) \rho_z \quad (2.7)$$

$$\varepsilon = \frac{V_k - V_z}{V_k} \quad (2.8)$$

bu yerda ε - g'ovaklik koeffitsenti, V_k - erkin yoyilgan material qatlami hajmi, m³; V_z - qatlamdagi zarrachalarning umumiy xajmi; ρ_z - material zarrachalarining zichligi.

Gazlarning zichligi Klapeyron formulasi bilan hisoblanadi.

$$\rho = \rho_0 \frac{T_0 \cdot P}{T \cdot P_0} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot P}{T \cdot P_0} \quad (2.9)$$

bu yerda ρ_0 - normal sharoitda gaz zichligi, kg/m³; M - gazning molekulyar massasi, kg/kmol³; T - gazning absolyut temperaturasi, K; P₀ va P - mos holda, gazning 237 K dagi va T temperaturadagi bosimi.

Solishtirma og'irlik. Moddaning hajm birligidagi og'irligiga solishtirma og'irlik deb aytiladi va quyidagicha hisoblanadi:

$$\gamma = G/V \quad (2.10)$$

Zichlik bilan solishtirma og'irlik o'rtasida quyidagicha bog'liklik mavjud.

$$\gamma = \rho g \quad (2.10a)$$

bu yerda g - erkin tushish tezlanishi (9,81 m/s²)

Suyuqlik yoki gazlar qatlamlari o'zaro harakatlanganda bir-biriga qarshilik kursatish xususiyati qovushqoqlik deyiladi. Dinamik va kinematik qovushqoqlik mavjud. Dinamik qovushqoqlik N'yutonning ichki ishqalanish qonuni formulasidan aniqlanadi:

$$F = \mu \cdot S \cdot \frac{d\theta}{dn} \quad (2.11)$$

bu yerda

μ - dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, Pa s;

S - suyuqlik qatlami yuzasi, m²;

$\frac{d\theta}{dn}$ - qatlamlar orasidagi tezlik gradienti.

Turli xil sharbatlar, siropalar, quyruqlashtirilgan va natural sutlarning qovushqoqligi t temperaturada quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\mu_t = 12,9\mu / t^{0,85} \quad (2.11a)$$

bu yerda μ - maxsulotning 20 °S temperaturadagi qovushqoqligi, Pa s.

Natural sut uchun

$$\mu = 0,7 \exp(0,06 + 0,08 x) \text{ (mPa s)} \quad (2.11b)$$

O'simlik yog'lari uchun esa

$$\mu_t = 0,175 / [10 \exp(0,31 + 0,026 t)] \text{ (mPa s)} \quad (2.11v)$$

Tomat mahsulotlari uchun

$$\mu_t = 0,0199 x^{2,94} t^{-1,17} \text{ (Pa s)} \quad (2.11g)$$

Gazlarning qovushqoqligi

$$\mu_t = \mu_0 \frac{273+C}{T+C} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{1,5} \quad (2.11d)$$

bu yerda μ_0 - 273K temperaturada gazning qovushqoqligi; C - Saterlend koeffitsienti (azot uchun S=114, kislorod uchun S=131, xavo uchun S=124); T - gaz temperaturasi, K.

Mahsulot dinamik qovushqoqligining uning zichligiga nisbati kinematik qovushqoqlik deyiladi

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.12)$$

Issiqlik sig'imi-bu moddaga berilgan issiqlik miqdorining uning temperaturasi o'zgarishiga nisbatidir. Massa birligidagi moddaning issiqlik sig'imi solishtirma issiqlik sig'imi deb yuritiladi. Suyuqlik va gazlarning issiqlik sig'imi temperaturaga bog'lik bo'lib, uning oshishi bilan ortadi.

Suyuqliklarning solishtirma issiqlik sig'imi normal temperaturada 0,8 dan 4,19 kDj/(kg.grad), gazlarniki 0,5 dan 2,2 kDj/(kg.grad), qattiq moddalarniki esa 0,13 dan 1,8 kDj /(kg.grad) diapazonda o'zgaradi.

Ba'zi bir maxsulotlarning solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi formulalar bilan xisoblab topilishi mumkin:

tomat maxsulotlariniki:

$$s = 4228,7 - 20,9 x - 10,88 t \quad (2.13a)$$

o'simlik xom-ashyosiniki:

$$s = c_s(1 - 0,01 W) + 41,87 W \quad (2.13b)$$

xamir uchun:

$$s = 1675 (1 + 0,015 W) \quad (2.13v)$$

bug'doy uchun:

$$c = 1550 + 26,4 W \quad (2.13g)$$

bu yerda c_c -quruq modda solishtirma issiqlik sig'imi; W -maxsulot namligi, %.

Issiqlik o'tkazuvchanlik jismning yuqori temperaturaga ega bo'lgan qismidan past temperaturali qismiga mikrozarrachalarning issiqlik harakati tufayli issiqlikni o'tishidir.

Maxsulotlarning issiqlik o'tkazuvchanlik samaradorligi teplofizik parametr xisoblangan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti bilan xarakterlanadi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (λ) issiqlik almashinish yuzasi birligidan vaqt birligi davomida izotermik yuzaga normal bo'lgan 1 m uzunlikka to'g'ri kelgan temperaturalarning 1 °S ga pasayishi vaqtida issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan berilgan issiqlik miqdorini belgilaydi.

Suyuqliklar uchun issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 30°S temperaturada quyidagi empirik formula bilan topiladi.

$$\lambda_{30} = A_1 \cdot c \cdot \rho \cdot \sqrt[3]{\rho/M} \quad (2.14)$$

bu yerda A_1 - suyuqlikning assotsiatsiya darajasidan bog'lik bo'lgan koeffitsient, masalan suv uchun $A_1 = 3,58 \cdot 10^8$, benzol uchun $A_1 = 4,22 \cdot 10^8$; s -suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi, ρ -suyuqlik zichligi, M - molekulyar massa.

Suyuqliklarni t temperaturadagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_t = \lambda_{30} [1 - \varepsilon(t - 30)] \quad (2.14b)$$

bu yyerda

ε - temperatura koeffitsienti (metil spirti va sirka kislotasi uchun $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot ^\circ C^{-1}$, propil va etil spirtlari uchun $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot ^\circ C^{-1}$)

2.2. Asosiy jarayonlarning kinetik qonuniyatlari

Kinetika-bu jarayonlarning amalga oshish mexanizmi va tezligini xarakterlaydi. Bu tushuncha yangi jarayonlarni yaratish va mavjudlarini takomillashtirishning asosi xisoblanadi.

Jarayonlarning kinetik qonuniyatlarini bilish, bu ular amalga oshiriladigan qurilmalarning asosiy o'lchamlarini xisoblash uchun zarurdir.

Jarayonning tezligi uning xarakatlantiruvchi kuchiga to'g'ri va qarshiligiga teskari proporsionaldir. Jarayon qarshiligiga teskari bo'lgan kattalik tezlik koeffitsienti deyiladi.

Gidromexanik, issiqlik va modda almashinish jarayonlarining umumiy kinetik tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega

$$\frac{\partial V}{F \cdot \partial \tau} = \frac{\Delta}{R} = k \cdot \Delta \quad (2.15)$$

bu yerda V - modda yoki energiya mikdori;

F - o'zidan modda yoki energiyani o'tkazgan yuza;

τ - jarayonning davomiyligi;

Δ - jarayonning xarakatlantiruvchi kuchi;

R - qarshilik;

k - tezlik koeffitsienti.

Jarayonning xarakatlantiruvchi kuchi umumiy holatda potentsiallar farqi bo'lib, xususi holatlarda quyidagicha ta'riflanadi:

- gidromexanik jarayonlarda: suyuqlik yoki gaz oqimining truboprovod yoki qurilmaga kirish va chiqish kismidagi bosimlari orasidagi farq;

- issiqlik almashinish jarayonlarida: issiqlik almashinayotgan jismlarning temperaturalari orasidagi farq;

- modda almashinish jarayonlarida: modda almashinayotgan fazalarda tarqalgan komponent kontsentratsiyalari orasidagi farq.

Jarayonning tezlik koeffitsienti ushbu jarayonda ishtirok qilayotgan moddalarning oqim rejimidan bog'lik bo'lgan kattalikdir.

Yuqorida ta'kidlangan jarayonlar bir xil tipdagi differentsial tenglamalar bilan ifodalanib, u tenglamalar o'xshashlik nazariyasi, turli kriteriyalar xamda tajriba natijalari yordamida xisoblash mumkin bo'lgan ko'rinishga keltiriladi. Ularni xisoblash yordamida jarayonlarning tezlik koeffitsientlari, bu jarayonlar amalga oshiriladigan qurilmalarning ishchi xajmi va ish yuzalari aniqlanishi mumkin.

2.3. Kimyo sanoati mashina va qurilmalarini hisoblashning umumiy printsiplari

Mashina va qurilmalarni hisoblashda asosan quyidagilar aniqlanishi ko'zda tutiladi:

- ishlov berilgan maxsulot miqdori;
- jarayon uchun zarur bo'lgan energiya miqdori;
- optimal ish hajmi yoki yuzasi;
- jarayonning davomiyligi;
- mashina yoki qurilmaning asosiy o'lchamlari.

Hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi:

- jarayonning moddiy va issiqlik balansi tuziladi;
- statika sharoitida jarayonning borish yo'nalishi, muvozanat sharti aniqlanadi;

- jarayonning xarakatlaniruvchi kuchi hisoblanadi;

- jarayonning tezligi aniqlanadi;

- jarayonning tezligi va xarakatlaniruvchi kuchi asosida qurilmaning asosiy konstruktiv o'lchami va u asosida qolgan o'lchamlari aniqlanadi.

Jarayonning moddiy balansi massaning saqlanish qonuni asosida tuziladi, ya'ni jarayonga kiritilayotgan xom ashyo miqdori, jarayon natijasida olinayotgan maxsulotlar miqdoriga teng bo'lishi shart:

$$\sum G_0 = \sum G \quad (2.16)$$

Moddiy balansdan asosan jarayon natijasida olinayotgan maxsulot miqdori aniqlanadi.

Jarayonning issiqlik balansi energiyaning saqlanish qonuni asosida tuziladi:

$$\sum Q_0 = \sum Q_f + \sum Q_y \quad (2.17)$$

bu yerda:

$\sum Q_0$ - qurilmaga kiritilayotgan issiqlik miqdori;

$\sum Q_f$ - qurilmadan chiqarilayotgan issiqlik miqdori;

$\sum Q_y$ - atrof-muxitga yo'qotilgan issiqlik miqdori.

Qurilmaga kiritilayotgan issiqlik miqdori maxsulot oqimlari bilan kiritilayotgan issiqlik (Q_1), isituvchi agent bilan kiritilayotgan issiqlik (Q_2) va fizik yoki kimyoviy o'zgarishlar natijasida ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori (Q_3) dan tashkil topadi.

Qurilmadan chiqarilayotgan issiqlik miqdori jarayon natijasida olinayotgan maxsulotlar va issiqlik tashuvchi bilan chiqib ketayotgan issiqlik va atrof muhitga yo'qotilgan issiqlik miqdorlari yig'indisidan tashkil topadi.

Issiqlik balansidan asosan issiqlik tashuvchining sarfi aniqlanadi. Jarayonni xarakterlovchi parametrlarning ishchi va muvozanat xolatlardagi qiymatlari asosida jarayonning xarakatlaniruvchi kuchi hisoblanadi. Undan so'ng jarayonning kinetik hisobi asosida tezlik koeffitsienti aniqlanadi.

Jarayonning intensivligi vaqt birligida qurilmaning ishchi yuzasi yoki xajm birligidan o'tgan issiqlik yoki modda miqdori bilan xarakterlanadi. Jarayon intensivligining asosiy parametri tezlik koeffitsienti - k hisoblanadi.

2.4. Mashina va qurilmalarga qo'yiladigan talablar hamda ularning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

Mashina va qurilmalar konstruksiyasini baxolashda asosiy faktor uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari hisoblanib, jarayonni minimal xarajatlar bilan amalga oshirgan qurilma yoki mashina konstruksiyasi optimal hisoblanadi.

Mashina va qurilmalarga quyidagi talablar quyiladi:

- yuqori ish unumdorlikka ega bo'lishi, ishonchli, energiya va metall sarfi kam, mexnat xavfsizligini ta'minlashi va ishlatish xamda ta'mirlash qulay bo'lishi zarur. U uzoq va benuqson ishlashi uchun konstruktiv mukammal va mexanik puxta bo'lishi kerak. Konstruksiyaning mexanik puxtaligi uning mustaxkamligi, turg'unligi, xizmat muddatining uzoqligi va germetikligi bilan xarakterlanadi.

Qurilmaning konstruktiv mukammalligi uning soddaligi, metall sarfining kamligi, texnologik talablarga javob berishi, yuqori foydali ish koeffitsienti bilan aniqlanadi.

Konstruktsiyaning mukammallik darajasi uning texnik-iktisodiy ko'rsatgichlari, ya'ni ish unumdorligi, xarajat koeffitsientlari, narxi, ishlab chiqariladigan maxsulot sifati va tannarxi bilan harakterlanadi.

Odatda texnologik tizimlarda standart qurilmalar ishlatiladi. Bu tizimlarda qo'llaniladigan tipik qurilmalar tuzilishi sodda bo'lsada, ularda murakkab qurilmalarda ishlatiladigan elementlar xam mavjud bo'ladi.

Mashina va qurilmalarni loyixalash xamda ishlab chiqarishda davlat standartlari, texnik talablar, instruksiya va normalarga asoslaniladi. Kimyo sanoatining xususiy talablaridan kelib chiqib, ba'zan tipik bo'lmagan, nostandart jixozlar xam ishlab chiqiladi.

2.5. Kimyo sanoati qurilmalarida qo'llanadigan asosiy konstruktsion materiallar va ularni tanlash

Qurilma uchun material tanlashda u ishlaydigan ish sharoitiga, ya'ni bosim, temperatura, muxitning agressivlik darajasi va boshqalarga e'tibor berilishi zarur. Bunda materialning mustaxkamligi, issiqlik va kimyoviy chidamliligi, fizik xossalari, texnologik xususiyatlari, materialning tarkibi va strukturası, narxi va boshqalar xisobga olinadi. Materialning xususiyatlari ular qo'llaniladigan sharoitga xam bog'likdir. Masalan, qurilmadagi temperatura oshishi bilan materialning mexanik mustaxkamligi va zanglashga chidamliligi pasayadi.

Kimyo sanoatida qo'llaniladigan mashina va qurilmalarda ko'pincha po'lat, cho'yan, rangli metallar va plastmassalar qo'llaniladi.

Bu maksadda kullaniladigan pulat mexanik mustaxkam xamda plastik xususiyatga ega bo'lishi, payvandlash imkoniyati bo'lishi zarur. Asosan St.1., St.2 va St.3 markali uglerodli po'lat, kompressorlar, nasoslar, quritish qurilmalari va issiqlik almashinish qurilmalarining asosiy qismlarini tayyorlashda sifatlı uglerodli va legirlangan po'latlar ishlatiladi.

Turli markadagi cho'yandan asosan mashina va qurilmalarning quyma detallari tayyorlanadi. Bunda detal zarb bilan ishlamasligi zarur.

Cho'yan siquvchi kuchga chidamli bo'lib, eguvchi, chuzuvchi kuchlarga va o'ta yuqori temperaturaga chidamaydi. Kimyo sanoati mashina va qurilmalarida rangli metallardan asosan alyuminiy va mis ko'p qo'llaniladi.

Alyuminiy o'zining kichik zichligi, yaxshi issiqlik o'tkazuvchanligi, engil shtamplanish xususiyatlari bilan xarakterlanadi. Alyuminiyning asosan AOO va AO markalari ko'p qo'llanilib, ularning tarkibida 99,6-99,7% toza alyuminiy mavjuddir.

Mis qimmatbaxo konstruktsion material bo'lib, kimyo sanoatida uning asosan M2 va M3 markalari ishlatiladi. Mis xam o'zining issiqlik o'tkazuvchanligi, mexanik ishlov berishga osonligi, kislotali muxitlarga chidamliligi bilan xarakterlanadi. U issiqlik almashinish va rektifikatsiya jarayoni amalga oshiriladigan jixozlarda ko'p qo'llaniladi. Bu maksadlarda misning qotishmalari bo'lgan bronza va latun xam ko'p ishlatiladi.

Kimyo sanoati mashina va qurilmalarida metallardan tashqari shisha va plastik materiallar xam ishlatiladi. Shisha asosan rektifikatsiyalash, bug'latish, issiqlik almashinish qurilmalarida, fermentator va truboprovodlar tayyorlashda ishlatiladi.

Plastik materiallardan polietilen, polikarbonat, polisul'fat, poliamid, ftoroplast-4, polistirol va boshqalar qo'llanadi. Polietilen asosan kimyoxom ashyosi uchun turli sig'ımlar tayyorlashda, qurilmalarda germetiklikni ta'minlashda, bundan tashqari modda almashinish jarayonlarida kontakt yuzasini oshirish uchun nasadkalar tayyorlashda qo'llaniladi. Polikarbonat va poliamidlar qurilmalarning ba'zi qismlarini tayyorlashda, ftoroplast-4 esa asosan prokladkalar tayyorlashda, polisul'fat va polikarbonat membranali qurilmalarda plyonkalar tayyorlashda, polistirol turli qadoqlash materiallari, sig'ımlar va idishlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Kimyo sanoatida amalga oshiriladigan jarayonlarda agressiv muxitlar xam mavjud bo'lib, bunday muxitlar bilan kontaktda bo'lgan konstruktsion materialning kimyoviy chidamli bo'lishi talab qilinadi. Mashinalar va ularning kismalarining muddatidan oldin ishdan chiqishiga ko'pincha ularni tayyorlashda materialning notug'ri tanlangani sabab bo'ladi.

Bundan tashqari mashina yoki qurilma ish yuzasida sodir bo'lgan karroziya ishlab chiqarilayotgan maxsulot sifatinı buzadi, uni ifloslantiradi. Bunda maxsulot rangining buzilishi, mazasining yomonlashuvi va maxsulotning hidlanishi kuzatiladi. Ba'zi xollarda mashina va qurilmalarda qo'llanilgan material maxsulot sifatinı buzuvchi jarayonlar uchun katalizator vazifasini

o'taydi. Biokimyoviy jarayonlarda esa sodir bo'lgan korroziya amalga oshirilayotgan jarayonni sekinlashtiradi.

Materialning korroziyaga chidamliligi 10 balli sistema bilan baholanib, material uchun bu ball qanchalik past bo'lsa, u korroziyaga shunchalik chidamli hisoblanadi. Masalan 1 ball materialning yillik korroziyasi 0,001 mm dan kichikligini ko'rsatsa, 10 ball bu ko'rsatgich 10 mm dan katta ekanligini anglatadi. Korroziyaning oldini olish maqsadida ko'pincha detal va mashinalarning tashqi qismi korroziyaga chidamli plyonka qatlami bilan qoplanadi.

Mashina va qurilmalar uchun konstruksion material tanlashda yuqoridagi shartlarga xamda tayyorlanadigan jixozning texnik iqtisodiy ko'rsatgichlariga asoslanish, bunda xarajatlarning minimal bo'lishiga, olinadigan maxsulotning esa sifatli bo'lishiga erishmoq zarur.

Nazorat savollari

1. Mashina va qurilmalar deganda nimani tushunasiz?
2. Jarayonlar qanday sinflarga bo'linadi?
3. Zichlik nima va uning o'lchov birligini ayting. Kimyomaxsulotlari zichligi kaysi faktorlardan bog'lik?
4. Nisbiy zichlik va qatlam zichligi kattaliklarini tushuntirib bering.
5. Solishtirma og'irlik nima?
6. Qovushqog'lik nimani xarakterlaydi, uning o'lchov birligi qanday?

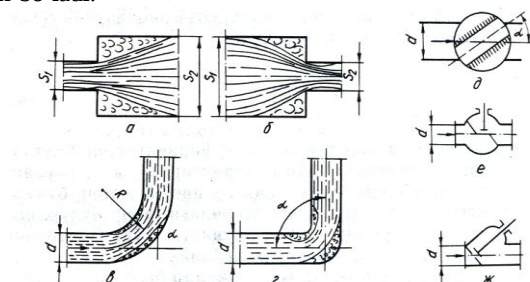
3-MAVZU. GIDRAVLIK QARSHILIKLAR. EYLER DIFFERENCIAL TENGLAMASI. HARAKATNING NAV'E-STOKS DIFFERENCIAL TENGLAMASI.

Reja:

- 3.1. Gidravlik qarshiliklar
- 3.2. Suyuqlik harakatining Eyler differensial tenglamasi
- 3.3. Suyuqlik harakatining Nave-Stoks differensial tenglamasi

3.1. Gidravlik qarshiliklar

Haqiqiy suyuqliklar trubadan yoki kanallardan oqayotganda bosimning bir qismi ichki ishqalanish kuchini yengish uchun hamda harakat yo'nalishini o'zgartirganda va oqim tezligi o'zgarganda yo'qoladi. Demak, bosimning yo'qolishi ichki ishqalanish qarshiligini va mahalliy qarshilikni engish uchun safr bo'ladi.



3.1 – rasm. Mahalliy qarshiliklar.

a – trubaning birdan kengayishi; b – trubaning birdan torayishi; v – trubaning tekis burchak ostida to'g'ri burilishi; g – to'g'ri burchak ostida trubaning birdan burilishi; d – tiqinli kran; e – standart ventil' (egilgan shpindel' bilan)

Gidravlik qarshiliklarni hisoblash katta amaliy ahamiyatga ega. Yo'qotilgan bosimni bilmasdan nasos va kompressorlar yordamida suyuqlik va gazlarni uzatish uchun kerak bo'lgan energiya sarfini hisoblash qiyin. Trubadan suyuqlik oqayotganda ichki ishqalanish kuchi trubaning butun uzunligi bo'yicha mavjud bo'ladi. Uning kattaligi suyuqlikning oqish rejimiga (laminar, turbulent) bog'liq. Mahalliy qarshiliklar natijasida suyuqlikning harakat yo'nalishi va tezligi o'zgaradi. Trubadagi ventillar, tirsak, jo'mrak, toraygan hamda kengaygan qismlar va har xil to'siqlar *mahalliy qarshiliklar*

deyiladi (3.1 - rasm). Truba va kanallarda ichki ishqalanish va mahalliy qarshiliklar natijasida yo`qotilgan bosim *Darsi – Veysbax tenglamasi* orqali aniqlanadi:

$$\Delta R = \lambda \frac{l \rho v^2}{d_e \cdot 2} \quad (3.1)$$

bu yerda λ - ichki ishqalanish koeffitsienti; l – truba uzunligi, m; v - oqimning o`rtacha tezligi, m/s; d_e - trubaning ekvivalent diametri, m;

ρ - suyuqlikning zichligi, kg/m³.

To`g`ri va silliq trubalarda suyuqlik oqimi laminar harakatda bo`lsa, ishqalanish koeffitsienti trubaning g`adir - budirligiga bog`liq bo`lmaydi va quyidagi tenglik orqali aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{A}{Re} \quad (3.2)$$

bu yerda A – truba shaklini hisobga oluvchi koeffitsient: dumaloq trubalar uchun $A=64$, kvadrat shaklidagi kanallar uchun $A=57$; Re - Reynol`ds mezoni.

Gidravlik jihatdan silliq trubalar uchun Re ning qiymati 4.10^3 dan 10^4 gacha bo`lganda ishqalanish koeffitsientini *Blazius tenglamasi* orqali aniqlash mumkin:

$$\lambda = \frac{0.316}{Re^{1/4}} \quad (3.3)$$

Turbulent oqimda ishqalanish koeffitsientining kattaligi rejimga hamda trubaning g`adir – budirligiga bog`liq. Trubaning g`adir – budirlirliq absolyut geometrik va nisbiy g`adir – budirlirlik bilan xarakterlanadi. Truba devorlaridagi g`adir – budirlirliklar o`rtacha balandligining truba uzunligi bo`yicha o`zgarishi *absolyut geometrik g`adir – budirlirlik* deyiladi.

Truba devorlaridagi g`adir – budirlirliklar balandligining ( $\Delta$ ) trubaning ekvivalent diametriga ( $d_e$ ) nisbati nisbiy g`adir – budirlirlik deyiladi va ε bilan ifodalanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{d_e} \quad (3.4)$$

Turbulent rejim uchun ishqalanish koeffitsienti λ ni topishda quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.1 g \left[\frac{\varepsilon}{3.7} + \left(\frac{6.81}{Re} \right)^{0.9} \right] \quad (3.5)$$

Mahalliy qarshiliklardagi bosimning yo`qotilishi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$\Delta R_{mk} = \sum \xi_{mk} \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.6)$$

bu yerda ξ_{mk} - mahalliy qarshilik koeffitsienti (3.1 – jadvalga qarang) uning qiymati tajriba yo`li bilan aniqlanadi.

3.1 – jadval.

Mahalliy qarshilik koeffitsientlari

Mahalliy qarshilik turlari	Mahalliy qarshilik koeffitsientining qiymatlari
Trubaga kirish	0.5
Trubadan chiqish	1.0
Kran to`la ochiq bo`lganda	0.2
Tirsak uchun	1.1
Normal ventil`	4.5 – 5.5
Truba burilishi 90° burchak ostida bo`lsa	0.14

Ichki ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni engish uchun umumiy sarf bo`lgan bosim quyidagiga teng:

$$\Delta R = \left(\lambda \frac{l}{d_e} + \sum \xi_{mk} \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.7)$$

3.2. Suyuqlik harakatining Eyler differensial tenglamasi

Oqimning istalgan nuqtasida suyuqlik harakatining tezligi va bosim orasidagi bog`liqlikni L. Eylerning harakat tenglamasi yordamida ifodalash mumkin.

Ushbu tenglamani keltirib chiqarish uchun turg`un harakat qilayotgan ideal suyuqlik oqimidan $dV=dx dy dz$ hajmli elementar parallelepiped ajratib olamiz (3.1-rasm).

Parallelepipedga ta'sir etuvchi og'irlik va bosim kuchlarining koordinat o'qlaridagi proeksiyalari quyidagicha bo'ladi:

$$x \text{ o'qiga} \quad -\frac{\partial r}{\partial x} dx dy dz$$

$$y \text{ o'qiga} \quad -\frac{\partial r}{\partial y} dx dy dz$$

$$z \text{ o'qiga} \quad -\frac{\partial r}{\partial z} dx dy dz$$

Dinamikaning asosiy prinsipiga binoan, harakatdagi elementar suyuqlik hajmiga ta'sir etuvchi hamma kuchlar proeksiyalarining yig'indisi suyuqlik massasini uning tezlanishi ko'paytmasiga teng.

Parallelepiped hajmidagi suyuqlik massasi:

$$dm = \rho dx dy dz$$

Agar, elementar zarracha tezligi w , uning tezlanishi $dw/d\tau$ bo'lsa, tezlanishning koordinatlar o'qidagi proeksiyalari quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{dw_x}{d\tau}; \quad \frac{dw_y}{d\tau}; \quad \frac{dw_z}{d\tau}.$$

bu yerda $w_x, w_y, w_z - x, y, z$ o'qlardagi tezliklar.

Koordinata o'qlariga nisbatan tezlanishning proeksiyalari $\partial w_x/d\tau, \partial w_y/d\tau$ va $\partial w_z/d\tau$ bo'ladi.

Suyuqlik oqimi turg'un harakat qilayotgani sababli $\partial w_x/d\tau = 0; \partial w_y/d\tau = 0; \partial w_z/d\tau = 0$.

Bunda, tezlikning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi, fazoda olingan nuqta tezligining o'zgarishini emas, balki suyuqlik elementar zarrachasining fazoda bir nuqtadan ikkinchisiga o'tganda x, y va z o'qlarga mos keladigan tezlik miqdori w_x, w_y va w_z larning o'zgarishini ko'rsatadi. Dinamikaning asosiy prinsipiga binoan:

$$\begin{aligned} \rho dx dy dz \frac{dw_x}{d\tau} &= -\frac{\partial r}{\partial x} dx dy dz \\ \rho dx dy dz \frac{dw_y}{d\tau} &= -\frac{\partial r}{\partial y} dx dy dz \\ \rho dx dy dz \frac{dw_z}{d\tau} &= -\left(\rho g + \frac{\partial r}{\partial z}\right) dx dy dz \end{aligned}$$

qisqartirishlardan so'ng esa, ushbu tenglamalar sistemasini olamiz:

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{dw_x}{d\tau} &= -\frac{\partial r}{\partial x} \\ \rho \frac{dw_y}{d\tau} &= -\frac{\partial r}{\partial y} \\ \rho \frac{dw_z}{d\tau} &= -\rho g - \frac{\partial r}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

Bu tenglamalar sistemasi turg'un oqimlar uchun ideal suyuqliklar harakatini ifodalovchi Eylerning differensial tenglamasi.

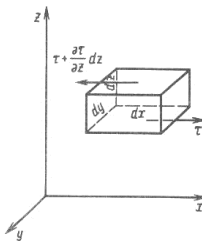
3.3. Suyuqlik oqimi harakatining Nave-Stoks differensial tenglamasi

Suyuqlik oqimi harakatining Nave-Stoks differensial tenglamasi 1845 yili keltirib chiqarilgan.

Bu tenglamani keltirib chiqarish uchun quyidagi tahminlar qabul qilinadi: suyuqlik siqilmaydi va kengaymaydi.

qovushoq, haqiqiy (haqiqiy) suyuqliklar harakatida oqim zarrachalariga og'irlik va gidrostatik kuchlardan tashqari, ishqalanish kuchlar ta'sirini topish uchun harakatdagi haqiqiy suyuqlik oqimida cheksiz kichik parallelepiped shaklidagi elementar zarracha ajratib olamiz (3.2-rasm). Ishqalanish kuchlari parallelepipedning ustki va pastki tomonlari $dF = dx \cdot dy$ yuzalariga urinma bo'ylab, ta'sir etmoqda.

Agar parallelepiped pastki tomonida urinma bo'ylab kuchlanish τ bo'lsa, ustki tomonida esa:



3.2-rasm. Nave-Stoks tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

$$\tau + \frac{\partial \tau}{\partial z} dz$$

bu yerda $\frac{\partial \tau}{\partial z} dz$ parallelepiped z o'qidagi pastki tomon urinma kuchlanishining o'zgarishini ifodalaydi.

x o'qiga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchlarining proeksiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\tau dxdy - \left(\tau + \frac{\partial \tau}{\partial z} dz \right) dxdy = - \frac{\partial \tau}{\partial z} dxdydz$$

Ushbu tenglamaga urinma kuchlanishi

$\tau = \mu \frac{\partial w_x}{\partial z}$ ni qo'ysak, quyidagicha ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\mu \frac{\partial \left(\frac{\partial w_x}{\partial z} \right)}{\partial z} dxdydz = \mu \frac{\partial^2 w_x}{\partial z^2} dxdydz$$

Umumiy holatda, agar uch o'lchovli oqim w_x tezligining tashkil etuvchisi faqat z o'qi yo'nalishida emas, balki koordinataning hamma uch o'qi yo'nalishida o'zgaradi. Unda x o'qiga bir xil ta'sir etuvchi ishqalanish kuchlarining proeksiyasi ushbu ko'rinishda bo'ladi:

$$\mu \left(\frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w_z}{\partial z^2} \right) dxdydz$$

Koordinata o'qlari bo'ylab ikkinchi hosilalar yig'indisi Laplas operatori deb nomlanadi:

$$\frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w_z}{\partial z^2} = \nabla^2 w_x \quad (3.9)$$

Cheksiz kichik elementar parallelepiped shakldagi zarrachaga ta'sir etuvchi og'irlik, gidrostatik va ishqalanish kuchlari proeksiyalarining yig'indisi dinamikaning asosiy prinsipiga binoan quyidagiga teng:

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{dw_x}{dt} &= - \frac{\partial r}{\partial x} + \mu \nabla^2 w_x \\ \rho \frac{dw_y}{dt} &= - \frac{\partial r}{\partial y} + \mu \nabla^2 w_y \\ \rho \frac{dw_z}{dt} &= - \rho g - \frac{\partial r}{\partial z} + \mu \nabla^2 w_z \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

(3.10) tenglamalar sistemasida ρg -og'irlik kuchi, $\partial r / \partial x$, $\partial r / \partial y$, $\partial r / \partial z$ - gidrostatik bosim o'zgarishi Laplas operatorini μ ga ko'paytmasi – ishqalanish kuchlarining suyuqlik oqimiga ta'sirini xarakterlaydi. Tenglamalar sistemasining chap tomonlari inersiya kuchlarining ta'sirini ifodalaydi.

Keltirib chiqarilgan (3.10) tenglamalar sistemasi trubada oqayotgan haqiqiy suyuqlik oqimining turg'un harakatini ifodalovchi Eyler differensial tenglamasi deyiladi.

(3.10) dagi $\mu=0$ bo'lganda, ideal suyuqlik oqimlarining turg'un harakatini ifodalovchi Eylerning differensial tenglamasini olish mumkin.

haqiqiy suyuqlik harakatini to'la ifodalash uchun tenglamalar sistemasini keltirib chiqarishda suyuqlikning siqiluvchanligi va temperatura ta'sirida kengayishini, hamda oqimning uzluksizligini hisobga olish zarur.

Lekin, matematik ifoda murakkabligi uchun umumiy ko'rinishdagi Nave-Stoks differensial tenglamalar sistemasini yechish qiyin. Shuning uchun ushbu tenglamalar sistemasi ayrim xususiy hollar uchunгина yechilgan. Buning uchun, bu differensial tenglamalardan o'xshashlik nazariyasi asosida bir qator o'xshashlik kriteriylari keltirib chiqariladi. Olingan kriteriylar jarayonlarni hisoblashda ishlatiladi.

Nazorat savollari:

1. Gidravlik qarshiliklar deb nima tushuniladi
2. Suyuqlik harakatining Eyler differensial tenglamasini keltiring

3. Suyuqlik harakatining Nave-Stoks differensial tenglamasini keltiring
4. Gidravlik qarshiliklarni hisoblashlar qanday ketma-ketlikda amalga oshiriladi
5. Absolyut geometrik g'adir – budirlik deb nimaga aytiladi

4-MAVZU. O'XSHASHLIK NAZARIYASINING ASOSLARI. O'XSHASHLIK SHARTLARI, TURLARI. QO'ZG'ALMAS VA MAVHUM QAYNASH QATLAM GIDRODINAMIKASI

Reja:

- 4.1. Asosiy jarayonlarning kinetik qonuniyatlarini aniqlashda o'xshashlik nazariyasi asoslari
- 4.2. Qo'zg'almas donador va g'ovak qatlamlar gidrodinamikasi

4.1. Asosiy jarayonlarning kinetik qonuniyatlarini aniqlashda o'xshashlik nazariyasi asoslari

Kinetika-bu jarayonlarning amalga oshish mexanizmi va tezligini xarakterlaydi. Bu tushuncha yangi jarayonlarni yaratish va mavjudlarini takomillashtirishning asosi hisoblanadi.

Jarayonlarning kinetik qonuniyatlarini bilish, bu ular amalga oshiriladigan qurilmalarning asosiy o'lchamlarini hisoblash uchun zarurdir.

Jarayonning tezligi uning xarakatlantiruvchi kuchiga to'g'ri va qarshiligiga teskari proporsionaldir. Jarayon qarshiligiga teskari bo'lgan kattalik tezlik koeffitsienti deyiladi.

Gidromexanik, issiqlik va modda almashinish jarayonlarining umumiy kinetik tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega

$$\frac{\partial V}{F \cdot \partial \tau} = \frac{\Delta}{R} = k \cdot \Delta \quad (4.1)$$

bu yerda V - modda yoki energiya miqdori;

F - o'zidan modda yoki energiyani o'tkazgan yuza;

τ - jarayonning davomiyligi;

Δ - jarayonning xarakatlantiruvchi kuchi;

R - qarshilik;

k - tezlik koeffitsienti.

Jarayonning xarakatlantiruvchi kuchi umumiy holatda potentsiallar farqi bo'lib, xususi holatlarda quyidagicha ta'riflanadi:

-gidromexanik jarayonlarda: suyuqlik yoki gaz oqimining truboprovod yoki qurilmaga kirish va chiqish kismidagi bosimlari orasidagi farq;

-issiqlik almashinish jarayonlarida: issiqlik almashinayotgan jismlarning temperaturalar orasidagi farq;

-modda almashinish jarayonlarida: modda almashinayotgan fazalarda tarqalgan komponent kontsentratsiyalari orasidagi farq.

Jarayonning tezlik koeffitsienti ushbu jarayonda ishtirok qilayotgan moddalarning oqim rejimidan bog'liq bo'lgan kattalikdir.

Yuqorida ta'kidlangan jarayonlar bir xil tipdagi differentsial tenglamalar bilan ifodalanib, u tenglamalar o'xshashlik nazariyasi, turli kriteriyalar xamda tajriba natijalari yordamida hisoblash mumkin bo'lgan ko'rinishga keltiriladi. Ularni hisoblash yordamida jarayonlarning tezlik koeffitsientlari, bu jarayonlar amalga oshiriladigan qurilmalarning ishchi xajmi va ish yuzalari aniqlanishi mumkin.

4.2. Qo'zg'almas donador va g'ovak qatlamlar gidrodinamikasi

Kimyo va oziq - ovqat texnologiyasi jarayonlarida ayrim elementlardan tarkib topgan qo'zg'almas qatlam materiallari orqali tomchili suyuqlik yoki gazlar oqib o'tadi.

Donador qatlam elementlarining shakli va o'lchami turli - tuman ko'rinishga ega: masalan, filtrlar cho'kma qatlamining mayda zarrachalari; granula; tabletka, katalizator yoki adsorbent bo'laklari; absorbsion va rektifikasion kolonnalardagi yirik nasadkalar.

Biror qatlam zarrachalarining o'lchami bir xil yoki turlicha bo'lishiga qarab, donador qatlamlar monodispers yoki polidispers bo'lishi mumkin.

Donador qatlam orqali suyuqlik harakati davrida qatlam zarrachalari orasidagi bo'shliqlar suyuqlik bilan to'lib turadi. Bunda, suyuqlik qatlamning zarrachalarini, elementlarini yuvib va

noto'g'ri shaklli kanallar orqali oqib o'tadi. Bunday harakat gidrodinamikaning aralash masalasini tashkil etadi.

Gaz energiyasi hisobiga qattiq zarrachalarning bir - biriga nisbatan tartibsiz harakatiga, ya'ni qatlam xuddi qaynayotgandek bo'lib ko'rinishiga «qattiq jism – gaz» ikki fazali sistemaning mavhum qaynashi deb ataladi. Ishchi eltkich ta'sirida hosil bo'lgan mavhum qaynash sistemasining mavhum qaynash yoki qaynash qatlami deb nomlanishining kelib chiqish sabablaridan biri, ushbu qatlamga tomchili suyuqliklar ko'p xossalarning mosligidir.

Agar, qattiq material qatlamining mavhum qaynash holatini ta'minlovchi tezlik bilan yuqoriga qarab ishchi eltkich harakat qilsa, mavhum qaynash qatlami hosil bo'ladi.

Oxirgi vaqtda kimyo va oziq - ovqat sanoatlarining barcha korxonalarida mavhum qaynash jarayonlari keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Ushbu jarayon aralashtirish, uzatish, sochiluvchan materiallarni klassifikatsiyalash, issiqlik almashinish, quritish, adsorbsiya, absorbsiya, granullash, kristallanish va boshqa jarayonlarda yuqori natijalar bermoqda. Bunday ijobiy natijalar mavhum qaynash jarayonining quyidagi afzalliklari bilan belgilanadi:

1. Qattiq zarrachalar intensiv aralashishi, qurilmaning butun hajmi bo'ylab material temperaturasi va konsentratsiyalarining tekislanishiga olib keladi. Bu hol o'z navbatida jarayonni optimal tashkil etishga halaqit beruvchi qattiq zarrachalarni lokal o'ta qizib ketish oldini oladi;

2. Mavhum qaynash qatlamining yuqori oquvchanligi materialni beto'xtov uzatuvchi va tayyor mahsulotni to'kuvchi, ya'ni uzluksiz ravishda ishlaydigan qurilmalarni yaratish imkonini beradi;

3. Kichik o'lchamli, katta solishtirma yuzali zarrachalar qayta ishlanganda issiqlik va massa almashinish yuzalari keskin ortadi, hamda diffuzion qarshilik kamayadi. Bu hol o'z navbatida qurilmaning ish unumdorligini oshirishga olib keladi;

4. Issiqlik almashinish jarayonlari intensivlashadi, bu esa issiqlik almashinish qurilmalari ishchi hajmlarini kamaytirish imkonini yaratadi;

5. Mavhum qaynash qatlamli qurilmalar gidravlik qarshiligi kichik bo'ladi va gaz oqimining tezligiga bog'liq emas;

6. Qattiq zarrachalar va ishchi eltkichlar xossalari juda keng oralikda o'zgaradigan, hamda suspenziya va pastasimon materiallar ham mavhum qaynash jarayonida qayta ishlanishi mumkin;

7. Mavhum qaynash qatlamli qurilmalar tuzilishi sodda, ixcham va oson avtomatlashtiriladi.

Yuqorida qayd etilgan afzalliklar bilan birga, mavhum qaynash jarayonining quyidagi kamchiliklari bor:

- bir seksiyada zarracha va ishchi eltkichlarning bo'lish vaqti bir xil emas;

- mavhum qaynash qatlamida zarrachalar bir - biriga urilishi natijasida yediriladi;

- zarrachalarni yedirilishi natijasida hosil bo'lgan chang qurilmadan uchib ketadi. Bu hol, albatta qo'shimcha chang ushlagichlar o'rnatilishini taqozo etadi;

- dielektrik material zarrachalari mavhum qaynash qatlamli qurilmalarda ishlov berilganda, statik elektr zaryadlar hosil qiladi. Bu esa, portlash havfini tug'diradi.

Qayd etilgan mavhum qaynash jarayonining kamchiliklari salmoqli emas va ular qisman yoki butunlay bartaraf qilinishi mumkin.

Sochiluvchan, donador materiallar qatlami gidravlik qarshilik, zarrachalar o'lchami, solishtirma yuza va bo'sh hajm ulushi bilan xarakterlanadi.

Solishtirma yuza - a (m^2/m^3) qatlamning hajm birligida joylashgan hamma zarrachalar yuzasini ifodalaydi.

Donasimon zarrachalar orasidagi bo'shliq hajmining qatlam hajmiga nisbati bo'sh hajm yoki g'ovaklilik (ε) deyiladi va u o'lchamsiz kattalikdir:

$$\varepsilon = \frac{V - V_0}{V}$$

bu yerda V - donasimon qatlam hajmi, m^3 ; V_0 - qatlam zarrachalari egallagan hajm, m^3 .

Agar, biror qurilmada donasimon materiallar balandligi N (m) ko'ndalang kesim yuzasi F (m^2) bo'lsa, unda qatlam hajmi $V = FH$ va zarrachalar egallab turgan hajm $V_0 = FH(1-\varepsilon)$ ga teng bo'ladi. Tegishli qatlamning bo'sh hajmi $V_{bx} = FH\varepsilon$, zarrachalar yuzasi esa - FNa ga teng.

Qatlam kanallarining ko'ndalang kesimlar yig'indisi yoki qatlamning bo'sh ko'ndalang kesimini topish uchun V_{bx} ni kanal uzunligiga bo'lish kerak. Agar, kanallarining o'rtacha uzunligi

qatlam balandligidan α_e marta ortiq bo'lsa, kanallar uzunligi $\alpha_K N$ va qatlamning bo'sh ko'ndalang kesimi $FH\varepsilon/\alpha_e H = F\varepsilon/\alpha_e$ (bu yerda α_e - kanallarning egrilik koeffitsienti).

Bo'sh ko'ndalang kesimning ho'llangan perimetri kanallar umumiy yuzasini ularning o'rtacha uzunligiga bo'lish yo'li bilan topiladi, ya'ni $P = FHa/\alpha_K H = Fa/\alpha_K$.

Agar, qatlamning bo'sh ko'ndalang kesimi va ho'llangan perimetri ma'lum bo'lsa, ekvivalent diametrni ushbu tenglamadan aniqlasa bo'ladi:

$$d_e = \frac{4F}{P} = \frac{4 \cdot \left(\frac{F\varepsilon}{\alpha_K} \right)}{\frac{Fa}{\alpha_K}} = \frac{4\varepsilon}{a} \quad (4.2)$$

Ekvivalent diametr d_e qatlam zarrachalari o'lchamlari orqali ham ifodalanishi mumkin. Agar, qatlam hajmi 1 m^3 , zarrachalari soni n ta bo'lsa, ularning hajmi $(1-\varepsilon)$ va yuzasi a ga teng deb hisoblaymiz. Unda, bitta zarrachaning o'rtacha hajmi:

$$V_3 = \frac{1-\varepsilon}{n} = \frac{\pi d^3}{6}$$

yuzasi esa:

$$F_3 = \frac{a}{n} = \frac{\pi d^2}{f}$$

bu yerda d - zarracha hajmiga teng ekvivalent sharning diametri; f - shakl koeffitsienti (shar uchun $f=1$).

Unda, zarracha yuzasining hajmiga nisbati ushbu ko'rinishdan topiladi:

$$\frac{a}{1-\varepsilon} = \frac{6}{df}$$

bundan

$$a = \frac{6 \cdot (1-\varepsilon)}{fd} \quad (4.3)$$

Agar, (4.3) ni (4.2) tenglamaga qo'ysak, quyidagi formulani olamiz:

$$d_e = \frac{2f\varepsilon d}{3 \cdot (1-\varepsilon)} \quad (4.4)$$

Polidispers zarrachalardan tarkib topgan qatlam uchun diametr d ushbu nisbatdan hisoblab topiladi:

$$d = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_i}} \quad (4.5)$$

bu yerda x_i - d_i diametrli zarrachalarining hajmiy yoki massaviy ulushi.

Donasimon qatlam zarrachalari orasidagi kanallarda harakatlanayotgan oqimning haqiqiy tezligi w ni aniqlash juda qiyin. Shuning uchun, avval suyuqlikning mavhum tezligi w_0 topiladi. Haqiqiy va mavhum tezliklar orasida quyidagi bog'liqlik bor:

$$w = \frac{w_0}{\varepsilon} \quad (4.6)$$

Suyuqlik donasimon qatlamga harakat qilganda, (ishqalanish qarshiligi) gidravlik qarshilikni, bosim yo'qotilishini hisoblash formulasi (4.6) dan topish mumkin:

$$\Delta P_{ik} = \lambda \frac{l}{d_e} \frac{\rho w^2}{2} = \lambda \frac{H}{\left[\frac{2fed}{3 \cdot (1-\varepsilon)} \right]} \frac{\rho \cdot \left(\frac{w_0}{\varepsilon} \right)^2}{2}$$

yoki

$$\Delta P = \frac{3 \cdot (1-\varepsilon)}{2\varepsilon^3 f} \lambda \frac{H}{d} \frac{\rho w_0^2}{2} \quad (4.7)$$

Ma'lumki, gidravlik qarshilik koeffitsienti λ gidrodinamik rejimga bog'liq bo'lib, Reynolds kriteriysi qiymati bilan belgilanadi.

Agar (4.6) dan w va (4.4) dan d_e larning qiymatlarini Re qo'ysak, ushbu ko'rinishdagi Reynolds kriteriysini olamiz:

$$Re = \frac{w d_e \rho}{\mu} = \frac{w_0 4 \varepsilon \rho}{\varepsilon a \mu}$$

yoki

$$Re = \frac{4 w_0 \rho}{a \mu} = \frac{4 W}{a \mu} \quad (4.8)$$

bu yerda W - qurilmaning 1 m^2 ko'ndalang kesimiga to'g'ri keladigan suyuqlikning massaviy tezligi, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

Olingan formuladagi solishtirma yuza a o'rniga (4.3) tenglamadagi qiymatni yoki Re formulasiga d_e ning qiymatini (4.4) dan to'g'ridan - to'g'ri qo'ysak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$Re = \frac{2}{3} \cdot \frac{f}{1-\varepsilon} \cdot \frac{w_0 d \rho}{\mu} = \frac{2}{3} \cdot \frac{f}{1-\varepsilon} \cdot Re_0. \quad (4.9)$$

bu yerda:

$$Re_0 = \frac{w_0 d \rho}{\mu} \quad (4.10)$$

Gidravlik qarshilik koeffitsienti λ ni hisoblash uchun bir qator formulalar keltirib chiqarilgan. Suyuqliklarning sochiluvchan, donador qatlamlarda harakat qilishidagi hamma rejimlar umumiy gidravlik qarshilik koeffitsientini hisoblash quyidagi formula yordamida amalga oshiriladi:

$$\lambda = \frac{133}{Re} \quad (4.11)$$

Ushbu formuladagi Re kriteriysi (4.10) formula orqali aniqlangan.

Shuni alohida qayd etish kerakki, gaz donador qatlam orqali harakat qilganda turbulent rejim, suyuqlik tuba ichida harakat paytidagidan, avvalroq boshlanadi. Lekin, laminar va turbulent rejimlar orasida keskin o'tish holati yo'q. Laminar rejim $Re < 50$ dan qiymatlarda amalga oshadi. Ushbu rejimda donador qatlam uchun $\lambda = A/Re$.

Agar, $Re < 1$ bo'lganda (4.11) formuladagi qo'shiluvchi hisobga olinmaydi, ya'ni λ quyidagi formuladan topiladi:

$$\lambda = \frac{133}{Re} \quad (4.12)$$

Agar, $Re > 700$ bo'lganda, donador qatlamda turbulent rejimning avtomodel sohasi boshlanadi, ya'ni jarayon tezlikga bog'liq bo'lmaydi. Unda, (4.11) formuladagi birinchi qo'shiluvchini tushirib qoldirish mumkin, ya'ni:

$$\lambda \approx 2,34 = \text{const} \quad (4.13)$$

Donador qatlam bo'sh hajmi yoki g'ovakliligi ε qurilmaga materialni yuklash uslubiga bog'liq. Masalan, sharsimon materiallar erkin to'kib yuklanganda qatlamning g'ovakliligi o'rtacha $\varepsilon \approx 0,4$ ga teng. Lekin, amaliyotda ε ning qiymati 0,35 dan 0,45 gacha bo'ladi.

Undan tashqari, donador qatlamning ε kattaligi zarracha diametri d va qurilma diametri D orasidagi nisbatga bog'liqdir. Bunga sababchi devor oldi effektidir, ya'ni devor yaqinida zarrachalar zichlanishi har doim kam bo'ladi. Shuning uchun, devor oldida qatlamning g'ovakliligi qurilma markazi g'ovakligidan har doim yuqoridir. Ushbu farq d/D ortishi bilan ko'payib boradi.

Nazorat savollari:

1. O'xshashlik nazariyasining qo'llash
2. Qo'zg'almas donador va g'ovak qatlamlar gidrodinamikasini tushuntiring
3. Monodispers va polidispers so'zlarinig ma'nosi

5-MAVZU. NASOSLARNING TURLARI VA ASOSIY PARAMETRLARI. NASOSLARNING UMUMIY NAPORI VA SO'RISH BALANDLIGI.

Reja:

- 5.1. Umumiy tushunchalar
- 5.2. Nasoslar klassifikatsiyasi
- 5.3. Nasoslarning asosiy parametrlari

5.1. Umumiy tushunchalar

Qurilmalarda va quvur ichida suyuqlik uning boshi va oxiridagi bosimlar farqi tufayli harakat qiladi. Suyuqlikning quyi sathdan yuqori sathga uzatish uchun esa, nasoslardan foydalaniladi. Bunda

suyuqlikka bosimning potentsial energiyasi ta'sir ettiriladi.

Nasos - shunday gidravlik mashinaki, unda elektr yuritkichning mexanik energiyasi suyuqlikning harakatlanish (uzatish) energiyasiga aylantirib beriladi.

5.2. Nasoslar klassifikatsiyasi

Harakatlanish turiga qarab hajmiy, kurakli (markazdan qochma), uyurmaviy va o'qli nasoslarga bo'linadi.

Hajmiy nasoslarning ishlash prinsipi yopiq hajm ichida siqib chiqarish usuliga asoslangan bo'lib, ilgirilama-qaytma va aylanma harakatlar tufayli suyuqlik siqib chiqariladi. Hajmiy nasoslarga porshenli, rotasion, vintli, shesternyali va plastinali gidravlik mashinalar kiradi. Markazdan qochma nasoslarda bosim markazdan qochma kuch ta'sirida, ya'ni nasos qobig'i (asosi)ga joylashgan kurakli g'ildirakning aylanish tufayli sodir bo'ladi.

Uyurmaviy nasoslarda uyurma energiyasi hisobiga uzatiladi. Bu ishchi g'ildirakning aylanishida uyurmaning tezda hosil bo'lishi va sunishi bilan amalga oshadi.

Aytib o'tilgan nasoslardan tashqari, yana oqimchali nasoslar, hamda gazliftlar va montejoy deb nomlanadigan mashinalardan ham foydalaniladi. Bu nasoslarda gaz, suv va bug'larning bosimlaridan foydalaniladi.

5.3. Nasoslarning asosiy parametrlari

Nasoslarning asosiy parametrlari bo'lib unumdorlik, napor va quvvatlari hisoblanadi.

Unumdorlik V (m^3/s) – bu suyuqlikning hajmiy sarfi bo'lib, haydash quvuri orqali nasos yordamida uzatilgan suyuqlik miqdorini bildiradi.

Nasos napori $N(m)$ – bu nasosning massa birligiga ega bo'lgan suyuqlikka bergan solishtirma energiyasidir.

Foydali quvvat N_f (Vt) –napor N va suyuqlik massaviy sarfi $\rho g V$ ko'paytmasiga teng miqdordagi suyuqlik potentsial energiyasiga aytiladi:

$$N_f = \rho g V H$$

Nasos o'qidagi quvvat N_e ni aniqlash uchun foydali quvvatni nasos foydali ish koeffitsientiga bo'lish kerak va u nasosning yo'qotgan energiyasini xarakterlaydi:

$$N_e = \frac{N_f}{\eta_n} = \frac{\rho g V H}{\eta_n}$$

Nasos yo'qotgan energiyasi konstruksiyaning mukammalligi, ishlatish samaradorligi va nasosning yedirilishi hisobga olinadi:

$$\eta_n = \eta_v \cdot \eta_g \cdot \eta_{mex}$$

bu yerda η_v – uzatish f.i.k.; suyuqlikning klapan, salnik, har xil tirqishlardan oqib chiqib ketishini hisobga oladi, ya'ni $\eta_v = V/V_{naz}$ haqiqiy unumdorlikning nazariy unumdorlikka nisbatini xarakterlaydi; η_g –gidravlik f.i.k.; $\eta_g = N/N_{naz}$ - hajmiy naporni nazariy naporga nisbatini bildiradi; η_{mex} -mexanik f.i.k.; podshipnik, salnik va boshqa elementlarda ishqalanishga yo'qotilgan quvvat.

Nasosning foydali ish koeffitsienti η_n porshenli nasoslar uchun 0,8...0,9, markazdan qochma nasos uchun 0,7...0,95 ni tashkil etadi.

Nasos qurilmasining to'liq foydali ish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{N_f}{N_{yu}} = \eta_H \cdot \eta_{uz} \cdot \eta_{yu}$$

bu yerda N_{yu} – yuritkich iste'mol quvvati; η_{uz} – uzatish f.i.k.; η_{yu} – yuritkich f.i.k.

Yuritkichning aniq quvvati, nasosni ishga tushirish onida (vaqtida)gi N_{yu} ortiqcha yuklanishini inobatga olgan qolda aniqlanadi.

$$N_{an} = \beta \cdot N_{yu}$$

bu yerda β - quvvatning zahira koeffitsienti, bu elektr yuritkichning quvvatiga qarab 2,0 dan 1,1 gacha olinadi.

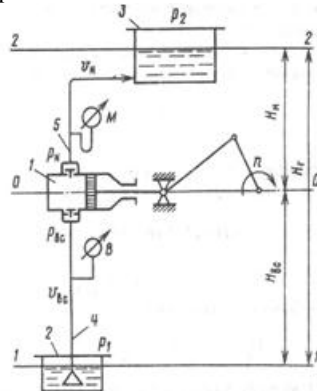
Elektr yuritkichning quvvati qancha yuqori bo'lsa, koeffitsient β ning qiymati shuncha kichiklashadi.

So'rish balandligi. Nasos qurilmasi nasos 1, pastki 2 va bosim hosil qiluvchi 3 idishlardan, manometr M, vakuummetr V, so'rish 4 va haydash 5 quvurlaridan tashkil topgan.

Nasosning naporini aniqlash uchun 1-1 va 0-0 kesimlari uchun Bernulli tenglamasini so'rish rejimi uchun yozamiz. Taqqoslash tekisligi deb pastki idishdagi suyuqlik sathini olamiz:

$$\frac{r_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = H_{sur} + \frac{w_{sur}^2}{2g} + \frac{r_{sur}}{\rho g} + h_{suryuk} \quad (5.1)$$

bu yerda r_1 – pastki idishdagi bosim; w_1 – 1-1 kesimdagi pastki hajmdagi suyuqlik tezligi; $H_{so'r}$ – so'rish balandligi; $w_{so'r}$ – so'rish quvuridagi suyuqlik tezligi; $p_{so'r}$ – nasosning so'rish bosimi; $h_{so'r,yo'q}$ – so'rish quvuridagi yo'qotilishlar.



5.1-rasm. Nasos qurilmasi sxemasi.

Haydash rejimi uchun 0-0 va 2-2 kesimlari uchun tuzilgan Bernulli tenglamasi (taqqoslash tekisligi deb nasos o'qidan utgan 0-0 tekisligi olinadi) quyidagicha yoziladi:

$$\frac{p_{uz}}{\rho g} + \frac{w_{uz}^2}{2g} = H_{uz} + \frac{w_2^2}{2g} + \frac{r_2}{\rho g} + h_{uz,yuk} \quad (5.2)$$

bu yerda, p_{uz} – uzatish (haydash) bosimi; w_{uz} – haydash quvuridagi tezlik; H_{uz} – uzatish balandligi; w_2 – 2-2- kesimdagi yuqori idishdagi suyuqlik tezligi; p_2 – haydash idishdagi bosim; $h_{uz,yo'q}$ – haydash quvuridagi yo'qotilish.

So'rish va haydash quvurlaridagi tezlikka nisbatan pastki va yuqoridagi idishlardagi suyuqlik tezligining o'zgarishi juda kichik bo'lgani uchun, ular nolga teng ($w_1=0$; $w_2=0$).

(5.1) va (5.2) tenglamalarni hisobga olib nasosning naporini quyidagicha yozish mumkin:

$$H = \frac{p_{uz}-p_{sur}}{\rho g} = \frac{p_2-p_1}{\rho g} + \frac{w_{sur}^2+w_{uz}^2}{2g} + H_{sur} + H_{uz} + h_{sur,yuk} + h_{uz,yuk} \quad (5.2a)$$

So'rish bilan haydash quvuri o'zaro teng bo'lganda, ushbu tenglikni soddalashtirish mumkin bo'ladi, ya'ni $w_{so'r} = w_{uz}$. Suyuqlikni geometrik uzatish balandligi esa, $H_g = H_{so'r} + H_{uz}$, bundan quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$H = \frac{R_1-R_2}{\rho g} + H + h_{yuk} \quad (5.3)$$

bu yerda $h_{yo'q} = h_{so'r} + h_{uz,yo'q}$ – bosimning umumiy yo'qotilishi.

Agarda yuqoridagi va pastki idishdagi bosimlar teng bo'lsa, ya'ni $R_2=R_1$, u holda:

$$H = H_g + h_{yuk} \quad (5.4)$$

(5.3) tenglamaga binoan, nasosning bosimi, suyuqlikni geometrik balandlik H_g ko'tarishga, idishlardagi bosimlar farqini, so'rish va haydash idishlardagi gidravlik qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladi.

Gorizontal joylashgan quvur orqali suv uzatilganda ($H_g=0$), nasos bosimi faqat qarshiliklarni yengish uchun sarflanadi:

$$H = h_{yuk} \quad (5.5)$$

Ishlayotgan nasosning bosimini (naporini) vakuummetr H_v va manometr H_m larning ko'rsatkichlari asosida aniqlash mumkin:

$$H = H_m + H_v + h$$

bu yerda h – manometr va vakuummetrlar orasida masofa.

(5.1) tenglamadan so'rish balandligini ko'rib chiqsak:

$$H_{sur} = \frac{p_1-p_{sur}}{\rho g} - \frac{w_{sur}^2}{2g} - h_{suryuk} \quad (5.6)$$

w_1 tezlik qiymati $w_{so'r}$ ga nisbatan ancha kichik bo'lgani uchun, $w_1=0$ deb qabul qilsak bo'ladi.

(5.6) tenglamadan shu narsa ko'rinib turibdiki, $r_{so'r}$ kamayishi bilan so'rish balandligi ortadi. Suyuqlik nasos ichida qaynab ketmasligi uchun, $r_{so'r}$ qiymati suyuqlik uzatilayotgan temperaturadagi suv bug'i to'yinish bosimi P_v dan katta bo'lishi kerak, ya'ni $r_{so'r} > r_t$.

Shunday qilib, so'rish balandligining chegaraviy qiymatini quyidagicha aniqlaymiz:

$$H_{sur} \leq \frac{p_{at} - p_t}{\rho g} - \frac{w_{sur}^2}{2p} - h_{sur.yuk}$$

bu yerda r_{at} – atmosfera bosimi; $r_{at}=r_1$.

Aks holda, suyuqlik nasos ichida qaynab ketadi, va intensiv bug' hosil bo'lishga olib keladi. Bug' pufakchalari suyuqlik bilan yuqori bosimli zonaga kirib qolsa, tomchiga aylanib, bo'shliqlar hosil qiladi, gidravlik zarba shoqin bo'lishiga olib keladi, ya'ni kavitatsiya hodisasi sodir bo'ladi.

Kavitatsiya bo'lishi nasos unumdorligini pasaytiradi, gidravlik zarba bilan ishlagan nasos, tez buziladi, korroziyaga uchraydi va uning tez buzilishiga olib keladi.

Nazorat savollari:

1. Nasoslar to'g'risida va ularning vazifalari to'g'risida ayting
2. Nasoslarning klassifikatsiyasi
3. Nasoslarning parametrlari

6-MAVZU. MARKAZDAN QOCHMA TIPDAGI NASOSLAR.

Reja:

- 6.1. Markazdan qochma nasoslarning ishlash prinsiplari
- 6.2. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi (Eyler tenglamasi).
- 6.3. Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalari
- 6.4. Nasosning tarmoqdagi ishi

6.1. Markazdan qochma nasoslarning ishlash prinsiplari

Ishlash prinsipi. Markazdan qochma nasoslar oqim kinetik energiyasini bosimning potensial energiyaga aylantirib berishiga asoslanib ishlaydi (6.1- rasm). Bu turdagi nasoslarda suyuqlikni so'rish va uzatish markazdan qochma kuch ta'sirida bo'lib, bu kuch nasos ishchi g'ildiragiga joylashgan spiralsimon kurakchalarni aylanishidan hosil bo'ladi. Kurakchalar suyuqlik oqib o'tadigan kanalni hosil qiladi.

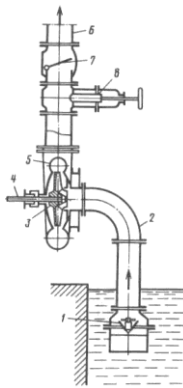
Suyuqlik, so'rish trubasi orqali, ishchi g'ildirak o'qi bo'ylab, nasosga kiradi.

Ishchi g'ildirak suyuqlikka aylanma harakat beradi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik nasos qobig'i bilan ish g'ildiragi orasidagi o'zgaruvchan ko'ndalang kesimli kanalga kirib boradi. Kanalda suyuqlik tezligi uzatish quvuridagi tezlik qiymatigacha kamayadi.

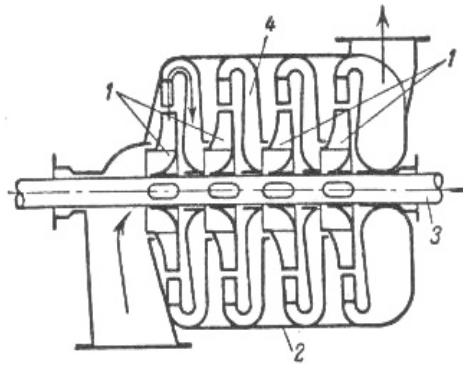
Natijada ishchi g'ildiragiga kirishdagi bosim pasayib, suyuqlik beto'xtov nasosga so'rib boriladi. Markazdan qochma turdagi nasosni ishga tushirishdan oldin nasos ichida siyraklanish hosil qilish uchun uning ichiga suyuqlik quyiladi. Nasosdan suyuqlik orqaga oqib ketmasligi uchun, qaytarish klapani so'rish trubasiga o'rnatilgan bo'ladi. Gidravlik mashinalar bir va ko'p bosqichli nasoslarga bo'linadi.

Bir bosqichli nasosning bosimi 50 m suv ustunidan oshmaydi. Shuning uchun yuqori bosim hosil qilish uchun bir o'qning o'ziga ketma-ket bir necha ishchi g'ildiragi o'rnatiladi.

Ko'p bosqichli nasosning bosimi g'ildirak soniga proporsional. Ko'pincha g'ildiraklar soni beshtadan ortmaydi (6.2- rasm).



6.1-rasm. Markazdan qochma nasos sxemasi.
1,7- klapan; 2- so'rish quvuri; 3- ishchi g'ildirak; 4- o'q; 5- qobiq; 6- haydash quvuri; 8- zadvijka



6.2-rasm. Ko'p bosqichli, markazdan qochma nasos sxemasi.
1-ishchi g'ildirak; 2-qobiq; 3- o'q; 4- aylanma kanal.

6.2. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi (Eylar tenglamasi).

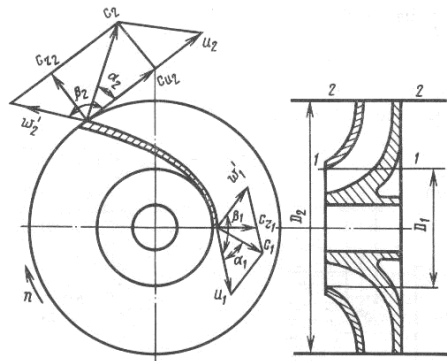
Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi (Eylar tenglamasi). Ma'lumki, aylanish o'qiga nisbatan vaqt birligi ichida ma'lum bir suyuqlik massasi harakat miqdorining o'zgarishi, hamma tashqi kuchlar momentlarining yig'indisiga teng, ya'ni aylanish momentiga teng.

Suyuqlikni g'ildirakka kirishdagi absolyut harakat tezligi C_1 tezlikli mos ravishda nisbiy tezliklar w_1 va w_2 va aylanma tezliklar u_1 va u_2 ning geometrik yig'indisiga teng bo'ladi (6.3-rasm). G'ildirak kuragi bo'ylab harakatlanayotgan elementar oqimcha uchun, g'ildirakka kirishda:

$$\Delta m \cdot C_1 = \rho \cdot \Delta V C_1 \cdot \Delta \tau$$

g'ildirakdan chiqishda esa:

$$\Delta m \cdot C_2 = \rho \Delta V \cdot C_2 \cdot \Delta \tau$$



6.3-rasm. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

bu yerda ρ - suyuqlik zichligi; ΔV - suyuqlik oqimchasi hajmi.

2-2 va 1-1 kesimlar uchun mos ravishdagi harakat miqdori momentlari:

$$M_2 = \rho \cdot \Delta V \cdot C_2 \Delta \tau \cdot r_2 \cdot \cos \alpha_2;$$

$$M_1 = \rho \cdot \Delta V \cdot C_1 \Delta \tau \cdot r_1 \cdot \cos \alpha_1,$$

bu yerda r_1 va r_2 - ishchi g'ildirakning tashqi va ichki radiuslari; α_1 va α_2 - suyuqlikni g'ildirakka kirish va chiqishdagi absolyut va aylanma tezliklari orasida burchak.

Harakat miqdori momenti elektr yuritkichdan beriladigan energiya hisobiga oshirish mumkin.

$\Delta \tau=1$ vaqt ichida harakat miqdori momenti ortishi:

suyuqlik oqimchasi uchun:

$$\Delta M = M_2 - M_1 = \rho \Delta V (C_2 r_2 \cos \alpha_2 - C_1 r_1 \cos \alpha_1)$$

suyuqlikning butun massasi uchun:

$$\sum \Delta M = \sum \rho \Delta V (C_2 r_2 \cos \alpha_2 - C_1 r_1 \cos \alpha_1) \quad (6.1)$$

Ideal oqim uchun hamma harakat energiyasi harakat miqdori momentining ortishiga sarflanadi.

Tashqi aylantirish (burish) momenti:

$$M = \frac{N}{\omega} = \frac{\rho g V H}{\omega} \quad (6.2)$$

Tashqi chetki tezliklar $u_1 = r_1 \cdot \omega$ va $u_2 = r_2 \cdot \omega$ ni hisobga olib va (6.1) va (6.2) ni tenglatib va (6.2) tenglamani H ga nisbatan yechganda, markazdan qochma nasos uchun Eyler tenglamasiga ega bo'lamiz:

$$H_{naz} = \frac{1}{g} (C_2 \cdot u_2 \cdot \cos \alpha_2 - C_1 \cdot u_1 \cos \alpha_1) \quad (6.3)$$

Suyuqlikni g'ildirakka urilmasdan kirishi va undan chiqishi shartini hisobga olib, $\alpha_1 = 90^\circ$ va $\alpha_2 = 10 \dots 15^\circ$ qabul qilinsa, (6.3) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$H_{naz} = \frac{1}{g} \cdot u_2 \cdot C_2 \cdot \cos \alpha_2 \quad (6.4)$$

6.3 rasmga qarab, tezliklar parallelogrammasidan $C_2 \cdot \cos \alpha_2 = C_{u2}$ $\alpha_1 = 90^\circ$ bo'lganda:

$$H_{naz} = \frac{1}{g} \cdot u_2 \cdot C_{i2} \quad (6.5)$$

(6.5) tenglamasi ishchi g'ildiragining cheksiz sonli kurakchalari uchun olindi. Shuning uchun kurakchalar sonini hisobga oluvchi ε koeffisient (6.5) tenglamaga kiritiladi, uning qiymati $\varepsilon = 0,6 \dots 0,8$ ga teng.

Haqiqiy hajmiy bosim nazariy bosimdan doimo kam bo'ladi. Chunki energiya nasosdagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflanadi:

$$H = \frac{1}{g} \varepsilon \cdot \eta_2 \cdot u_2 \cdot C_{u2} \quad (6.6)$$

bu yerda η_r - gidravlik foydali ish koeffisienti $0,8 \dots 0,95$ ga teng bo'ladi.

Nasos bosimi ma'lum darajada kuraklarning shakliga ham bog'lik bo'lib, aylanma va nisbiy tezliklar vektori orasidagi β_2 burchak yordamida aniqlanadi (6.3-rasm).

Tezlik parallelogrammasidan:

$$C_{u2} = u_2 - C_{r2} \cdot \operatorname{ctg}(180 - \beta_2) = u_2 + C_{r2} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2$$

Unda:

$$H = \frac{1}{g} \cdot \varepsilon \cdot \eta_2 (u_2^2 + u_2 \cdot C_{r2} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2) \quad (6.7)$$

$\beta_2 < 90^\circ$ bo'lganda (kurakchalar ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishi bo'yicha egilgan bo'lsa): $C_r \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 > 0$ va $H > \frac{1}{g} \cdot \varepsilon \cdot \eta_r \cdot u_2^2$. $\beta_2 > 90^\circ$ da esa (kurakchalar ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi buklangan): $C_r \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 < 0$ va $H < \frac{1}{g} \cdot \varepsilon \cdot \eta_r \cdot u_2^2$ kurakchalar radial bo'lganda $\beta_2 = 90^\circ$, $C_r \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 = 0$ va $H = \frac{1}{g} \varepsilon \cdot \eta_r \cdot u_2^2$.

Demak, eng katta bosim kurakchalar ishchi g'ildiragining aylanish yo'nalishi bo'yicha buklangan holatga to'g'ri keladi. g'ildirakdagi gidravlik yo'qotishlar kam bo'lishi uchun, kurakchalar quyidagicha buklanadi $\beta_2 = 140 \dots 164^\circ$ va $\beta_1 = 153 \dots 166^\circ$ bo'ladi (6.4-rasm).

Markazdan qochma nasoslarda unumdorlik ma'lum miqdorda ishchi g'ildirak kanallarining erkin kesim yuzalari yordamida aniqlanadi (6.4.-rasmga qarang).

Nazariy unumdorlik ushbu tenglama yordamida hisoblanadi:

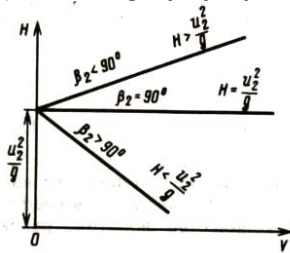
$$V_n = F_2 \cdot S_{r2} = (\pi \cdot D_2 - z \cdot \delta) \cdot v \cdot S_2 \cdot \sin \alpha_2 \quad (6.8)$$

bu yerda F_2 - ishchi g'ildirakning tashqi aylana bo'yicha erkin kesim kanali yuzasi; S_{r2} - suyuqlikning ishchi g'ildirakdan chiqishdagi absolyut tezligining radial tashkil etuvchisi; D_2 - g'ildirakning tashqi diametri; z - kurakchalar soni; δ - kurakchalar qarshiligi; b - g'ildirak eni.

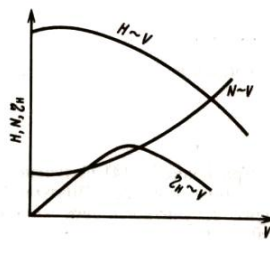
Nasosning haqiqiy unumdorligi:

$$V = \eta_v \cdot V_T$$

bu yerda η_v – nasosning hajmiy foydali ish koeffitsienti.



6.4-rasm. Markazdan qochma nasos naporiga β_2 burchakning ta'siri.



6.5-rasm. Markazdan qochma nasosning xususiy xarakteristikasi.

6.3. Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalar

Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalar. Nasoslar ishini tahlil qilish uchun ularni xususiy va universal xarakteristikalaridan foydalaniladi.

Nasosning xususiy xarakteristikasi bosim N , talab etilayotgan quvvat N , nasosning foydali ish koeffitsienti η_n larning $n = \text{const}$ bo'lgandagi unumdorlik V ga nisbatan o'zaro bog'liqligidir.

Nasosning bosimini unumdorlik bilan bog'liqligini aniqlash uchun, tezlikning radial tashkil etuvchisi C_{r2} ni unumdorlik orqali (6.8) tenglamaga binoan quyidagi ko'rinishi:

$$C_{r2} = \frac{V}{\eta_v \cdot F_2}$$

va (6.7) ga qo'yib ushbu tenglamani olamiz:

$$H = \eta_r \cdot \left(\frac{u_2^2}{g} + \frac{u_2 \cdot \text{ctg} \beta_2}{g \eta_v \cdot F_2} \cdot V \right) \quad (6.9)$$

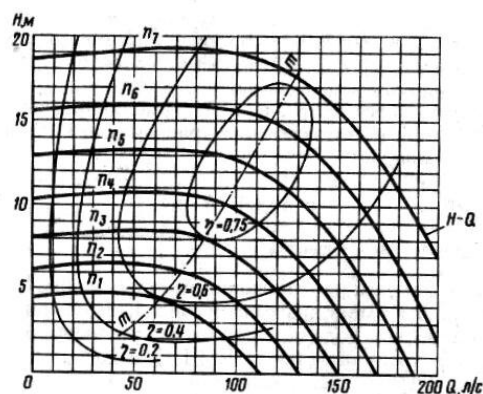
Ushbu nasos uchun U_2 , β_2 , η_v , F_2 lar o'zgarmas kattalik bo'lib, N ning V dan bog'liqligi (6.9) tenglamaga binoan to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi:

$$H = \eta_r (A + BV)$$

bu yerda A va B - o'zgarmas koeffitsientlar.

Haqiqatda esa tajriba bo'yicha $n = \text{const}$ bo'lganda, N ning V ga bog'liqligi egri chiziqni beradi (6.5-rasm), ya'ni, unumdorlik oshgan sari nasos bosimi pasayadi, iste'mol quvvati esa ortadi. Foydali ish koeffitsientining qiymati esa maksimumdan o'tib ketadi. Ma'lumki, nasosning foydali ish koeffitsienti foydali quvvat ($N_f = \rho g V H$) ning nasos o'qidagi quvvati nisbatiga teng. Foydali quvvat suyuqlikka energiyasini berishga sarf bo'ladi. $V=0$ va $V=V_{\text{maks}}$ bo'lganda, foydali quvvat nolga teng, ya'ni $N=0$ bo'ladi. So'rish quvuri lo'kidoni berk bo'lganda, ya'ni $V=0$ da, nasos eng kam quvvat iste'mol qiladi.

Nasosni ekspluatatsiya qilganda eng samarali ishi η_n - V koordinatlaridagi, ma'lum aylanish chastotasidagi egri chiziqning maksimumiga to'g'ri keladigan oraliq N va V zonasiga to'g'ri keladi.

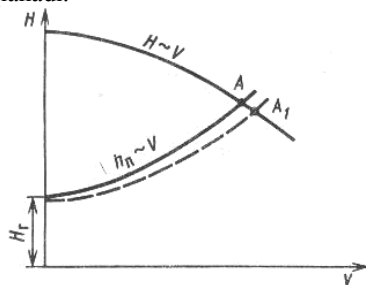


6.6.-rasm. Aylanish chastotasi n bo'lganda markazdan qochma nasosning universal xarakteristikasi

Nasosning universal xarakteristikasi nasos ishining chegaraviy qiymatlari haqida ma'lumotlar va bunda foydali ish koeffitsientining maksimal qiymatini, uning optimal ish rejimini tanlashga imkoniyat beradi.

Nasos universal xarakteristikasi ishchi g'ildiragining turli aylanish chastotalari uchun olinadi. Bunda $N - V$ bog'liqlik bir necha marta olinadi. Har bir $N - V$ egri chiziqli o'zgarish foydali ish koeffitsientining ($\eta'_n, \eta''_n, \eta'''_n, \dots$) qiymatlariga tegishli nuqtalar ajratiladi. $m-m$ chizig'i foydali ish koeffitsientlarining maksimum qiymatlariga teng bo'ladi.

Nasosning tarmoqdagi ishi. Tarmoq xarakteristikasi uzatilayotgan suyuqlik unumdorligi bilan bosim orasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi. Bosim esa, geometrik uzatish balandligi bilan bosimni yo'qotilish yig'indisi orqali aniqlanadi.



6.7.-rasm. Nasosning tarmoq xarakteristikasi.

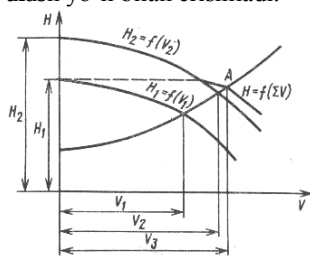
Darsi-Veysbax tenglamasidan $h_y = R \cdot V^2$ ekanligini aniqlash mumkin. Bundan xarakteristikaning parabola tenglamasini $H = H_r + R \cdot V^2$ ko'rinishida yozish mumkin.

6.7-rasmda nasos va tarmoqning xarakteristikasi ko'rsatilgan. Bu xarakteristikalarning kesishgan joyi A ish nuqtasi deyiladi. Ushbu tarmoqda nasos ishlaganda bu nuqta eng yuqori unumdorlik ekanligini bildiradi. Agar kattaroq miqdorda unumdorlik kerak bo'lsa, elektr yuritkichning aylanishlar chastotasini oshirish zarur yoki tarmoqda bosim yo'qotilishini, hamda geometrik uzatish balandligini kamaytirish kerak.

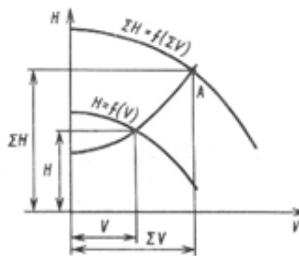
6.4. Nasosning tarmoqdagi ishi

Tarmoqda bosim yo'qotilishi kamaytirilganda, ish nuqtasi (A_1) o'ngga suriladi. Agar, yuqorida qayd etilgan, uchchala usulda ham unumdorlik oshmasa, u holda nasos yanada quvvatli bilan almashtiriladi.

Nasoslarni birgalikda ishlashi. Nasoslarning suyuqlikni uzatish miqdorini oshirishga, ularni parallel ulash yo'li bilan erishiladi.



6.7-rasm. Parallel ulangan ikki nasosning birgalikda ishlashi.



6.8-rasm. Ketma-ket ulangan ikki nasosning birgalikda ishlashi.

Nasoslarning yig'ma xarakteristikasini har bir nasos xarakteristikasi abssissalari yig'indisi orqali olinadi.

6.7-rasmda 1 va 2 nasoslarning yig'ma xarakteristikalari ko'rsatilgan. Har bir nasos alohida V_1 va V_2 unumdorlikka ega. Parallel ulanganda yig'ma unumdorlik V_3 ga teng bo'ladi (A ish nuqtasi), lekin u nasoslarni alohida unumdorliklaridan kam bo'ladi. Bunda unumdorlikdan yutish tarmoq xarakteristikasining shakliga bog'liq bo'ladi. Agar tarmoq xarakteristikasi qiya bo'lsa (egri chiziq), yig'ma unumdorlik o'sadi. Bosimning o'sishi bunday hollarda sezilarsiz bo'ladi.

Bosimning ortishi uchun nasoslar ketma-ket ulanishi kerak. Bu holda yig'ma xarakteristika alohida nasoslarning xarakteristika ordinatorlarini qo'shish yo'li bilan olinadi. Bu xarakteristika bilan tarmoq xarakteristikasi kesishgan nuqtasi yig'ma bosim va unumdorlikni aniqlab beradi (6.8-rasm). Tarmoqning xarakteristikasi tikka (qiya) bo'lsa sezilarli o'sishga erishiladi.

Markazdan qochma nasoslarni rostlash. Rostlash, masalan, nasos uzatishini o'zgartirishdan iborat bo'ladi. Bunga erishish uchun yoki tarmoq xarakteristikasi, yoki nasos xarakteristikasi o'zgartiriladi.

Tarmoq xarakteristikasini esa uzatish quvuridagi lo'kidonni ochish yoki yopish bilan o'zgartirish mumkin. So'rish quvuridagi uzatishni rostlash odatda nasos ishini uzilishiga olib keladi.

Nasos xarakteristikasini o'zgartirish uchun ishchi g'ildirak sonini oshirish yoki kurakchalarni burilish burchaklari β_1 va β_2 larni o'zgartirish bilan amalga oshirish mumkin. Burchakni o'zgartirganda nasos unumdorligini katta qiymatga oshirishga erishsa bo'ladi.

Proporsionallik qonuni. Markazdan qochma nasoslarning napori va unumdorligi nasos ishchi g'ildiragining aylanish chastotasi (soni)ga bog'liq bo'ladi. (6.6) tenglamaga muvofiq nasos napori aylanma tezlik kvadratiga bog'liq, ya'ni $N \sim c_2 u_2$.

Agar aylanishlar soni n_1 da napor N_1 bo'lsa, $n_2 \sim N_2$ bo'ladi deb xulosa qilsak, unda:

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{u_1'}{u_2'}\right)^2 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2, \text{ ya'ni } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad (6.10)$$

(6.8) tenglamadan esa, nasos unumdorligi suyuqlik g'ildiragidan ajralishdagi absolyut tezligini radial tashkil etuvchisiga proporsional, ya'ni $V \sim C_{r2}$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_{2r}'}{C_{2r}''} = \frac{u_1'}{u_2'} = \frac{\pi D_2 n_1}{\pi D_2 n_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (6.11)$$

Nasos talab etadigan quvvat esa, unumdorlik va naporning ko'paytmasiga proporsional (6.10) va (6.11) tenglamalarga binoan quyidagi ko'rinishni hosil qilamiz:

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (6.12)$$

(6.10) - (6.12) tenglamalar proporsionallik qonuni tenglamalari deyiladi. Biroq bu tenglamalarni tahminiy hisoblar uchun ishlatish mumkin. Aniq hisoblar uchun esa, nasos ish g'ildiragini aylanishlar chastotasi bilan foydali ish koeffitsienti inobatga olinishi kerak. Shuni qayd etib o'tish kerakki, proporsionallik qonunlari, aylanishlar soni bir-biridan 2 barobardan ortiq farq qilgandagina qo'llash mumkin.

Nazorat savollari:

1. Markazdan qochma tipdagi nasoslarning ishlash prinsiplari
2. Markazdan qochma tipdagi nasoslarning sanoatda qo'llanilishi
3. Markazdan qochma tipdagi nasoslarning ishlash prinsipi
4. Markazdan qochma nasoslarning asosiy elementlari

7-MAVZU. KOMPRESSORLAR. VAKUUM NASOSLAR. NASOS VA KOMPRESSORLARNI TANLASH

Reja:

- 7.1. Asosiy tushunchalar
- 7.2. Porshenli kompressorlar
- 7.3. Rotorli kompressorlar
- 7.4. Markazdan qochma tipdagi kompressorlar

7.1. Asosiy tushunchalar

Kimyo sanoati korxonalarida ko'p miqdorda gaz va gaz aralashmalarini qayta ishlashga to'g'ri keladi. Ko'pgina kimyoviy jarayonlarning atmosfera bosimdan farqli bosim ostida olib borilishi, jarayon tezligini oshiradi, qurilma o'lchamlarini kichik bo'lishiga va hokazolarga olib keladi.

Gazlarni siqish yordamida ularni quvurlarda va qurilmalarda harakati ta'minlanadi va vakuum hosil qilinadi. Bundan tashqari, havo va gazlarni siqish, ularni aralashtirish, suyuqliklarni purkash uchun ishlatiladi. Kimyo sanoatida qo'llaniladigan bosim miqdorlari 10-3 dan 108 H/m² (10-8...103 atm) gacha bo'ladi.

Gazlarni uzatish va siqish uchun mo'ljallangan mashinalar kompressor mashinalari deyiladi.

Kompressor mashinasi hosil qiladigan oxirgi bosim R2 ning, gazni so'rilish paytidagi bosim R1 ga nisbati siqish darajasi deb nomlanadi.

Siqish ko'rsatkichining qiymati bo'yicha kompressor mashinalari quyidagi turlarga bo'linadi:

1) Ventilyatorlar (P_2/P_1) < 1,1 - katta miqdordagi gazlarni uzatish uchun;

2) Gazoduvkalar $1,1 < (P_2/P_1) < 3$ – nisbatan katta gidravlik qarshilikka ega quvurlardan gazlarni uzatish uchun;

3) Kompressorlar (P_2/P_1) > 3 yuqori bosim hosil qilish uchun ishlatiladi;

4) Vakuum-nasos atmosfera bosimidan kichik bo'lgan bosimlarda gazlarni so'rib olish uchun.

Kompressor mashinalari ishlash usuli (prinsipi) bo'yicha porshenli, rotorli, markazdan qochma, o'qli va boshqa mashinalarga bo'linadi.

Porshenli mashinalarda gazlarni siqish hajmining kamayishi hisobiga amalga oshadi. Bunda porshenning ilgarilana-qaytma harakati tufayli gazning bosimi oshiriladi.

Rotorli mashinalarda gazlarni siqish eksentrik joylashgan rotorning aylanishi tufayli hajmining kamayishi oqibatida hosil bo'ladi.

Markazdan qochma mashinalarda ishchi g'ildirakning aylanishida hosil bo'ladigan inersiya kuchlari yordamida gaz siqiladi.

O'qli mashinalarda ishchi g'ildirak va yo'naltiruvchi qurilma uzunligi bo'ylab, gaz harakatlanganda uning siqilishi sodir bo'ladi.

Vakuum-nasos sifatida har qanday kompressordan foydalanish mumkin. Faqat vakuum-nasos bilan kompressor orasida farq shuki, vakuum-nasosda so'rish bosimning atmosfera bosimidan sezilarli kam bo'lsa, uzatish esa atmosfera bosimidan ko'proq bo'ladi. Porshenli kompressorlar kam miqdordagi gazlarni katta bosimlargacha (0,5...20 MPa va undan yuqori) siqishda ishlatiladi. Turbokompressorlar esa, katta miqdordagi gazlarni nisbatan past bosimlarda (0,15...1,5 MPa) uzatib berishga mo'ljallangan.

7.2. Porshenli kompressorlar

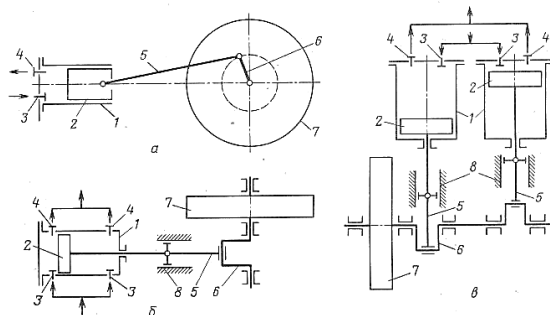
Porshenli kompressorlar siqish bosqichi soniga qarab bir, ikki va ko'p bosqichli, ishlash prinsipi bo'yicha esa, oddiy (bir tomonlama) va ikki tomonlama harakatli kompressorlarga bo'linadi. Kompressor mashinasining tuzilishi xuddi porshenli nasosning tuzilishiga o'xshash. Kompressor mashinasining gazni biror oraliq yoki oxirgi bosimgacha siquvchi qismiga siqish bosqichi deyiladi.

Porshen silindrda o'ngga va chapga krivoship-shatun mexanizmi yordamida ilgarilama - qaytar harakat qiladi. Kompressorlarda porshen silindr devoriga zich qilib o'rnatiladi va uni ikki qismga bo'lib turadi. Porshen chapdan unga ilgarilama harakat qilganda, so'rish klapani ochiladi va silindr gazga to'ladi. Porshen orqaga qaytganda esa, silindrda gazning siqilishi natijasida bosim ortadi va haydash quvuriga uzatiladi. Ma'lumki, gaz siqilganda uning temperaturasi oshadi.

Oddiy porshenli kompressorlarda porshenning bir marta to'liq, borib-kelishida bir marta so'rish va o'zatisi bo'ladi. Ikki tomonlama porshenli kompressorlarda ikkita so'rish va ikkita uzatish bo'ladi (7.1 - rasm).

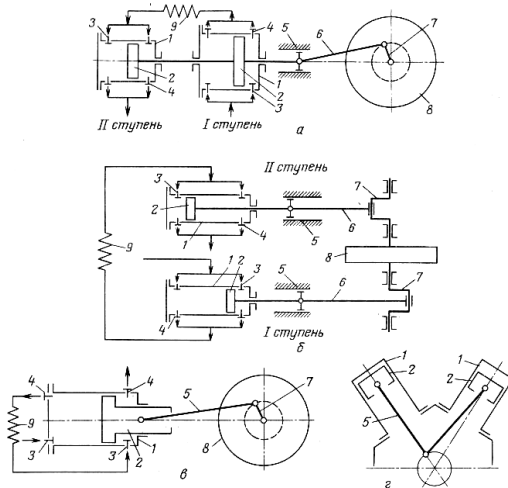
Bir bosqichli kompressorlar gorizontal va vertikal holda tayyorlanadi. Gorizontal kompressorlar ikki tomonlama, vertikalari esa - bir tomonlama bo'ladi.

Bir bosqichli, bir tomonlamagorizontal kompressorda (7.1a-rasm) porshen 2 silindr 1 da harakatlanadi. Silindr bir tomonidan so'rish 3 va uzatish 4 klapanlari o'rnatilgan qopqoq bilan yopilgan. Porshen shatun 5 va krivoship 6 bilan bevosita ulangan.



7.1-rasm. Oddiy porshenli kompressor:

a-bir silindrli, bir tomonlama harakatlanuvchi; b-bir silindrli, ikki tomonlama harakatlanuvchi; v-ikki silindrli, bir tomonlama va harakatlanuvchi. 1-silindr; 2-porshen; 3-so'rish klapani; 4-haydash klapani; 5-shatun; 6-krivoship; 7-maxovik; 8-kreyskopf.



7.2-rasm. Ikki bosqichli porshenli kompressor:

a-«tandem»; b-«kompaund»; v-differensial porshenli; g-V-simon silindrli. 1-silindr; 2-porshen; 3-so'rish klapani; 4-haydash klapani; 5-kreyskopf; 6-shatun; 7-krivoship; 8-maxovik; 9-sovutkich.

O'qda esa, krivoshipdan tashqari maxovik 8 o'rnatilgan. Porshen chapdan o'ngga harakatlanganda, silindr ichida, ya'ni qopqoq bilan porshen orasida, siyraklanish hosil bo'ladi. So'rish liniyasida bosimlar farqi hosil bo'lgandan so'ng, silindrda klapan 3 ochiladi va silindrga gaz kiradi.

Porshen o'ngga qarab harakat qilganda esa, so'rish klapani yopiladi, silindr ichidagi gaz porshen yordamida, ma'lum bosim r_2 gacha siqiladi va klapan 4 ochilgandan so'ng gaz uzatish quvuriga beriladi. Bundan so'ng sikl yana qaytariladi.

Bir bosqichli ikki tomonlamali kompressorlarda (7.1b-rasm) ikkita surish va ikkita uzatish klapanlari bor. Bu kompressorlarning tuzilishi murakkab, lekin unumdorligi oddiy kompressorga nisbatan ikki marta ko'p.

Siqilgan gazni sovitish uchun silindr, ba'zida esa qopqoqda ham suv uchun g'ilof qilinadi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan kompressorlarning unumdorligini oshirish uchun ular ko'p silindrli qilib tayyorlanadi. v-rasmda ikki silindrli kompressor ko'rsatilgan. Bir tomonlama, ikki silindrli kompressor bir-biriga nisbatan 90° yoki 180° da joylashgan ikkita silindr, bitta tirsakli o'q va krivoship uzatkichdan iborat.

Bir bosqichli vertikal kompressorlar, gorizontal mashinalarga nisbatan tez yurar va unumdorligi ko'proq bo'ladi. Undan tashqari, ular kam joy egallaydi, porshen va silindrlari esa kam yediriladi (gorizontal kompressorlarda og'irlik kuchi ta'sirida porshen va silindrning bir tomoni ko'prok

yediriladi).

Ikki bosqichli gorizontal kompressorlar odatda bir silindrli differensial porshenli qilib tayyorlanadi (7.1v-rasm). Avval gaz porshen 2 ning chap tomonida silindr 1 da siqiladi, so'ng sovutkich 9 orqali silindrning boshqa tomonidan kiradi va kerakli r_2 bosimgacha siqiladi.

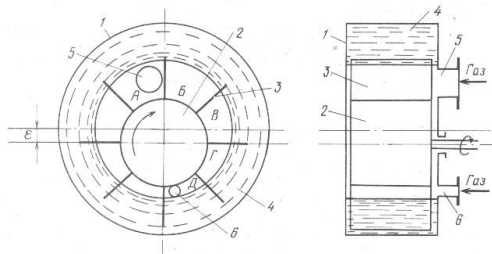
Ko'p bosqichli kompressorlar «tandem» sistemasi (silindrlar ketma-ket joylashgan, 7.2a-rasm) yoki «kompaund» sistemasi (silindrlar parallel joylashgan 7.2b-rasm) bo'yicha tayyorlanadi. So'nggi paytda «oppozit» kompressorlar keng tarqalgan bo'lib, bunda porshen harakat yo'nalishi o'zaro kesishgan bo'ladi. Bu kompressorlarda silindrlar tirsakli valni ikkala tomonida joylashgan bo'lib, oppozit kompresorlarda val aylanish tezligini 2-2,5 martagacha orttirish mumkin. Bu mashina unumdorligini oshiradi. Porshenli kompressorlarda gazni uzluksiz uzatish uchun, uni moy va namlikdan tozalash zarur, so'ng esa iste'molchiga uzatish resiver orqali amalga oshiriladi.

7.3. Rotorli kompressorlar

7.3-rasmda plastina-shiber tipidagi rotorli kompressorlar ko'rsatilgan. Og'ir rotor 2 ning aylanishida, ko'ndalang ariqlarda joylashgan plastina 3 lar erkin harakat qilishadi. Rotor 2 ning ariqchalarida radial yo'nalishda oson sirpanadigan plastinalar bo'lib, ular rotor bilan qobiq orasidagi o'roqsimon bo'shliqni bir necha qismga, ya'ni yacheykaga bo'lib turadi. Plastinalar aylanishi natijasida ular orasidagi bo'shliqqa gaz patrubka 5 dan so'rib olinadi. Plastinalar orasidagi hajm kamayishi bilan gazning bosimi ortadi va u uzatish trubasi 6 orqali haydash quvuriga uzatiladi. Rotorli kompressor vali bevosita elektr yuritkich bilan ulanishi mumkin. Bunday hollarda kompressor ixcham va yengil bo'ladi.

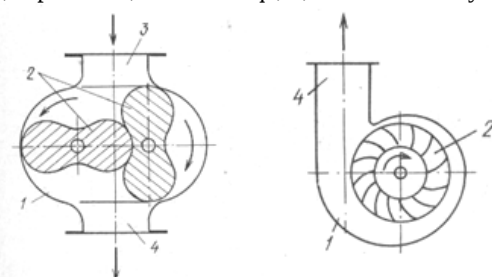
Suv halqali rotorli kompressorlar (7.4.-rasm). Stator 1 ga eksentrik holatda uzunligi bir xil rotor 2 joylashtirilgan. Ishga tushirishdan avval kompressorning yarmi suv to'ldiriladi.

Rotor aylanganda suv chetga sochilib, bir xil qalinlikdagi suvdan iborat bo'lgan halqa 4 hosil bo'ladi. Rotor parraklari va suv halqalari orasida yacheykalar hosil bo'ladi. Rotor aylanishining birinchi yarmida yacheyka kattalashsa, ikkinchi yarmida kamayadi. Bunda patrubok 5 orqali gaz so'rilsa, siqilgan gaz patrubok 6 orqali uzatiladi. Shunday qilib, suv halqalari kompressorda porshen vazifasini bajaradi, chunki ushbu halqa yordamida A, B, V, G, D ishchi kameralarning hajmi o'zgartiriladi. Demak, suv halqali kompressorda hosil qilinadigan bosim katta bo'lmagani uchun, undan gazoduvka yoki vakuum – nasos sifatida foydalanish mumkin.



7.3.-rasm. Suv halqali, rotorli kompressor:

1-stator; 2-rotor; 3-parraklar; 4-suvli halqa; 5,6- so'rish va haydash patrubkalari.



7.4.-rasm. Rotasion kompressor (gazoduvka)

1-qobiq; 2-rotorlar; 3,4- so'rish va haydash patrubkalari.

Ikki parrakli rotor kompressorlar (gazoduvkalar). Qobiq 1 da ikkita parallel vallarda ikkita rotor 2 aylanadi (7.5.-rasm). Ularning biri elektr yuritkich yordamida aylantirilsa, ikkinchisi tishli uzatma yordamida aylanadi. Rotor 2 lar o'zaro, hamda qobiq devori bilan zich joylashgan bo'lib, kamerani ikki qismga ajratib turadi. Birinchi kameraga patrnbok 3 orqali gaz so'rib olinsa, boshqasida esa patrnbok 4 orqali siqilgan gaz haydash quvuriga uzatiladi.

Rotorli kompressorlar bosimi 1,0 MPa va unumdorligi 5000...6000 m³/soatgacha bo'lganda qullanadi. Rotorli kompressorlarning kamchiligi: tayyorlash murakkab, tez ishdan chiqadi, rotor plastinalari juda tez yediriladi, ishlaganda ko'p shovqin tarqatadi va ekspluatatsiyasi qimmat.

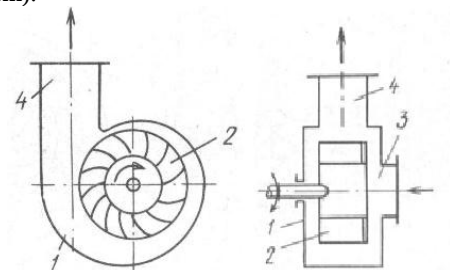
7.4. Markazdan qochma tipdagi kompressorlar

Dinamik kompressorlar. Bu turdagi mashinalarga asosan markazdan qochma, o'qli va oqimchali kompressorlar misol bo'ladi.

Markazdan qochma kompressorlar shu turdagi nasoslar kabi ishlash prinsipi bir xil. Ularga ventilyator, turbogazoduvka va turbokompressorlar kiradi.

Markazdan qochma ventilyatorlar shartli ravishda kichik ($r < 103$ Pa), o'rta bosimli ($r = 103 \dots 3 \cdot 103$ Pa) va yuqori bosimli ($r = 3 \cdot 103 \dots 104$ Pa) ventilyatorga bo'linadi.

Kichik bosimli ventilyatorning spiral ko'rinishidagi qobig'i 1 da bir nechta kurakchali ishchi g'ildiragi 2 aylanadi (7.5.-rasm).



7.5.- rasm. Markazdan qochma ventilyator.

1-qobiq; 2-ishchi g'ildirak; 3-so'rish patrnbkasi; 4-haydash patrnbkasi.

Gaz g'ildirak o'qi orqali patrnbka 3 yordamida so'rib olinadi va uzatish patrnbkasi 4 orqali haydash quvuriga chiqarib beradi. O'rta va yuqori bosimli ventilyatorlar ishchi g'ildiraklarining eni nisbatan keng bo'lib, kurakchalari oldinga egilgan bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Kompressorlarning vazifalari
2. Kompressorlarning klassifikatsiyasi
3. Markazdan qochma kompressorlar
4. Rotorli kompressorlar

8-MAVZU. TURLI JINSLI SISTEMALARNING HOSIL BO'LISHI VA ULARNING KLASSIFIKASIYASI.

Reja:

8.1. Turli jinsli sistemalaryb hosil bo'lishi

8.2. Turli jinsli sistemalarning klassifikatsiyalari

8.1. Turli jinsli sistemalaryb hosil bo'lishi

Har xil fazalardagi moddalarning mexanik aralashmasi turli jinsli sistemalar deyiladi. Bu aralashmalar asosan ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladi.

Fazalarning fizik holatiga ko'ra turli jinsli sistemalar quyidagi turlarga bo'linadi: suspenziyalar, emul'siyalar, ko'piklar, changlar, tutunlar va tumanlar.

Kamida ikkita har xil fazalardan (suyuqlik - qattiq jism, suyuqlik - gaz va h.) tarkib topgan aralashmalar turli jinsli sistemalar deb nomlanadi. Zarrachalari o'ta mayin yanchilgan holatdagi faza dispers yoki ichki faza deb ataladi. Dispers faza zarrachalarini o'rab olgan muhit esa - dispersion yoki tashqi faza deb ataladi.

Fazalarning fizik holatiga qarab turli jinsli sistemalar quyidagi guruhlariga bo'linadi: suspenziya, emulsiya, ko'pik, chang, tutun va tumanlar.

8.2. Turli jinsli sistemalarning klassifikatsiyalari

Suyuqlik va qattiq zarrachalardan tashkil topgan turli jinsli sistema *suspenziya* deb ataladi. qattiq zarrachalar o'lchamiga qarab suspenziyalar shartli ravishda quyidagi turlarga bo'linadi: dag'al ($>100\text{mkm}$); mayin ($0,5..100\text{ mkm}$); loyqa ($0,1..0,5\text{ mkm}$) suspenziyalar va kolloid eritmalar ($\leq 0,1\text{ mkm}$).

Biri ikkinchisida erimaydigan, dispers va dispersion fazalardan tashkil topgan aralashma sistemasi emulsiya deb nomlanadi. Dispers faza zarrachalarining o'lchami keng oralikda o'zgarishi mumkin. Odatda, emulsiya og'irlik kuchi ta'sirida qatlamlarga ajraladi. Lekin, dispers faza tomchilari $0,4..0,5\text{ mkm}$ dan kichik bo'lsa yoki stabilizatorlar qo'shilgan hollarda emulsiyalar turg'un bo'ladi va uzoq muddat davomida qatlamlarga ajralmaydi. Dispers faza konsentratsiyasi ortishi bilan dispers faza dispersion fazaga o'tishi va teskarisi bo'lishi mumkin. Bunday o'zaro almashinish hodisasi fazalar inversiyasi deyiladi.

Suyuqlik va unda taqsimlangan gaz pufakchalaridan tashkil topgan sistemalar ko'piklar deb ataladi. Ko'piklar o'z xossalari bo'yicha emulsiyalarga yaqin.

Gaz va unda taqsimlangan $0,3..5\text{ mkm}$ o'lchamli qattiq zarrachalardan tashkil topgan sistemalar tutunlar deb nomlanadi. Tutunlar bug' (yoki gaz) larning suyuq yoki qattiq holatga kondensatsiyalanish jarayoni orqali o'tishda hosil bo'ladi. Undan tashqari, qattiq yoqilg'ilar yonishi natijasida ham paydo bo'ladi.

Gaz va unda taqsimlangan $3..70\text{ mkm}$ o'lchamli qattiq zarrachalardan tashkil topgan sistemalar changlar deb ataladi.

Ko'pincha changlar qattiq materialni maydalash, aralashtirish va ma'lum masofaga uzatish paytida hosil bo'ladi.

Dispersion gaz va o'lchami $0,3..5\text{ mkm}$ bo'lgan dispers suyuqlik fazalardan tashkil topgan sistemalar tumanlar deyiladi. Tumanlar suv bug'ini sovitish jarayonida, bug'ning kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladi.

Tutun, chang va tumanlar-aerozollar deb yuritiladi.

Nazorat savollari:

1. Turli jinsli sistemalarni sanoatda hosil bo'lishi
2. Sanoatda turli jinsli sistemalarni ajratish usullari
3. Filtrlash jarayoni orqali turli jinsli sistemalarni ajratish
4. Cho'ktirish jarayonining borishi

9-MAVZU. TURLI JINSLI SISTEMALARNI AJRATISH.

Reja:

- 9.1. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari
- 9.2. Ajratish jarayonining moddiy balansi

9.1. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida turli jinsli sistemalarni tashkil etuvchi fazalarga ajratishga to'g'ri keladi. Masalan, vino ishlab chiqarishda uni tindirish, ya'ni muallaq holatdagi zarrachalarni, suyuq fazadan ajratish. Ajratish usullarini tanlashda dispers faza o'lchamiga, fazalar zichliklari farqiga va dispersion faza qovushoqligiga ahamiyat berish zarur. Turli jinsli sistemalarni ajratish uchun quyidagi usullar qo'llaniladi: a) cho'ktirish; b) filtrlash; v) sentrifugalash; g) suyuqlik yordamida ajratish.

Og'irlik kuchi, inersiya (jumladan, markazdan qochma) yoki elektrostatik kuchlar yordamida turli jinsli sistemalar tarkibidagi qattiq yoki suyuqlik zarrachalarini ajratish jarayoni cho'ktirish deb nomlanadi. Agar, jarayon faqat og'irlik kuchi ta'sirida olib borilsa tindirish deb yuritiladi. Tindirish odatda turli jinsli sistemalarni dastlabki ajratish uchun ishlatiladi.

Filtrlash - turli jinsli sistemalarni g'ovaksimon to'siq - filtr yordamida ajratish jarayonidir.

Bunda, g'ovaksimon to'siq suyuqlik yoki gazni o'tkazib yuboradi, ammo muhitdagi qattiq zarrachalarni ushlab qoladi. Suspenziya, emulsiya va changlarni ajratish uchun cho'ktirish jarayoniga qaraganda filtrlash ancha samarali.

Sentrifugalash - suspenziya va emulsiyalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish jarayonidir. Bu jarayonda yaxlit yoki g'ovaksimon to'siqlar ham ishlatiladi. Sentrifugalash jarayonida cho'kma va suyuq faza (fugat) hosil bo'ladi.

Suyuqlik yordamida ajratish usuli deb - gaz tarkibidagi qattiq zarrachalarni birorta suyuqlik ishtirokida ushlab qolish jarayoniga aytiladi. Bu jarayon og'irlik yoki inersiya kuchlari ta'sirida olib boriladi va gazlarni tozalash uchun ishlatiladi. Ba'zan, bu usuldan suspenziyalarni ajratishda ham foydalanish mumkin.

9.2. Ajratish jarayonining moddiy balansi

Dispers faza a va dispersion faza b lardan tashkil topgan turli jinsli sistema ajratilishi kerak. Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

G_{ar} , G_{chuk} , G_{ts} -boshlang'ich aralashma, cho'kma va tozalangan suyuqlik massalari, kg;

x_{ar} , x_{chuk} , x_{ts} -boshlang'ich aralashma, cho'kma va tozalangan suyuqliklar tarkibida b modda konsentratsiyasi, %.

Agar ajratish jarayonida massa yo'qotilishi bo'lmasa, moddiy balans tenglamasini ushbu ko'rinishda yozish mumkin:

moddalarning umumiy miqdori bo'yicha

$$G_{ap} = G_{ts} + G_{chuk} \quad (9.1)$$

dispers faza (b modda) bo'yicha

$$G_{ap}x_{ap} = G_{ts}x_{ts} + G_{chuk}x_{chuk} \quad (9.2)$$

(9.1) va (9.2) tenglamalarni birgalikda yechsak, tozalangan suyuqlik miqdorini topamiz:

$$G_{ts} = G_{ap} \frac{x_{chuk} - x_{ar}}{x_{chuk} - x_{ts}} \quad (9.3)$$

va cho'kma miqdorini:

$$G_{chuk} = G_{ap} \frac{x_{ar} - x_{ts}}{x_{chuk} - x_{ts}} \quad (9.4)$$

Ajratish jarayonining samaradorligi ajratish jadalligi bilan xarakterlanadi:

$$E_{ajr} = \frac{G_{ar} \cdot x_{ar} - G_{ts} \cdot x_{ts}}{G_{ap} \cdot x_{ap}} \quad (9.5)$$

(3.3) va (3.4) tenglamalar yordamida aralashtirish jarayonini ham ifodalasa bo'ladi. Undan tashkari, (3.3) tenglamadan aralashma tarkibidagi dispers faza konsentratsiyasini ham topish mumkin:

$$x_{ap} = \frac{G_{ts}x_{ts} + G_{chuk} \cdot x_{chuk}}{G_{ap}}$$

Nazorat savolari:

1. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari
2. Turli jinsli sistemalarni ajratishsamaradorligi
3. Dispers faza nima
4. Dispersion faza nima

10-MAVZU. FIL'TRLASH. FIL'TRLASH JARAYONI VA

TO'SIQLARI. FILTRLASH TEZLIGI VA TENGLAMASI. HARAkatlantiruvchi KUCHI.

Reja:

- 10.1. Filtrlash jarayoni to'g'risida umumiy tushuncha
- 10.2. Markazdan qochma kuch ta'sirida fil'trlash

10.1. Filtrlash jarayoni to'g'risida umumiy tushuncha

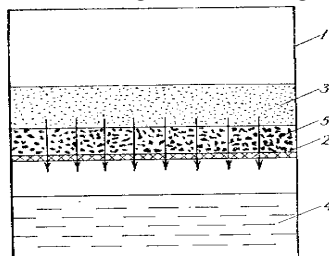
Suspenziya va changli gazlarni fil'tr to'siqlar orqali o'tkazib tozalash jarayoni fil'trlash deyiladi. Bu jarayon asosan turli jinsli sistemalarni to'la tozalash uchun ishlatiladi.

Fil'trlash jarayoni bosim ta'sirida yoki markazdan qochma kuch ta'sirida amalga oshirilishi mumkin. Shunga mos holda oddiy fil'trlash va markazdan qochma kuch ta'sirida fil'trlash jarayonlari mavjud.

Fil'trlash intensivligi suspenziyaning sifatiga va cho'kma qatlaminin hamda fil'trovchi materialning qarshiligiga bog'lik. Fil'trlash paytida suspenziya tarkibidagi mayda zarrachalar fil'trovchi materialning ustki qismida cho'kma holida yoki fil'trovchi materialning o'zida, teshiklarni to'ldirgan holda o'tirib qolishi mumkin (10.1-rasm). Bu xususiyatlarga ko'ra fil'trlash jarayoni 3 ga bo'linadi: a) cho'kma qatlami hosil qilish yo'li bilan fil'trlash; b) fil'trovchi materialning teshiklarini to'ldirish orqali fil'trlash; v) bir vaqtning o'zida cho'kma qatlami hosil qilish va fil'trovchi materialning teshiklarini to'ldirish orqali fil'trlash.

Fil'tr to'siqlar yuzasida cho'kma qatlami hosil qilish yo'li bilan fil'trlash suspenziya yoki gaz tarkibidagi qattiq zarrachalar diametri to'siq g'ovagi diametridan katta bo'lganda qo'llaniladi.

Fil'trovchi materialning teshiklarini to'ldirish orqali fil'trlashda qattiq zarrachalar g'ovaklar ichiga kiradi. G'ovaklarning ichi qattiq zarrachalarga to'lishini fil'trlash jarayonining boshidayoq kuzatish mumkin. Bu hol o'z navbatida fil'trning ish unumdorligini kamaytiradi.



10.1-rasm. Fil'trlash jarayonining sxemasi.

1 - fil'tr apparating qobig'i; 2- fil'tr to'sik; 3- suspenziya;
4- fil'trat; 5- cho'kma.

Ko'pchilik fil'trlash qurilmalarida jarayon uchinchi usulda boradi, ya'ni bir vaqtning o'zida fil'tr to'sik ustida cho'kma qatlami hosil qilinadi hamda fil'trovchi materialning teshiklari qattiq zarrachalar bilan to'ladi.

Fil'tr to'siqdan oldingi va keyingi bosimlar farqi yoki fil'trovchi materialga suyuqlik bosimini hosil qiluvchi markazdan qochma kuch fil'trlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi. Bosimlar farqi fil'trovchi to'siq ustida ortiqcha bosim hosil qilish yoki to'siqdan keyingi bosimni kamaytirish bilan yuzaga keltiriladi.

Fil'trlash jarayonining intensivligi va fil'tr qurilmaning ish unumi fil'trlash tezligi bilan karakterlanadi.

Fil'trlash tezligi deb vaqt birligi ichida fil'tr to'siqning yuza birligidan o'tgan fil'trat miqdoriga aytiladi. Fil'trlash tezligi ajratilayotgan suspenziyaning fizik-kimyoviy hossalriga, hosil bo'layotgan cho'kmaning harakteriga, fil'tratning hossasiga, fil'trlash rejimiga va boshqa kattaliklarga bog'liq. Shuni aytib o'tish kerakki, fil'trlash jarayoni laminar rejimda boradi va uning tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$W = \frac{dV_f}{F_f \cdot d\tau_f} \quad (10.1)$$

bu yerda dV_f - fil'tratning hajmi, m^3 ; F_f - fil'trlash yuzasi, m^2 ; $d\tau_f$ - fil'trlash davomiyligi, s.

Fil'trlash tezligi jarayonning harakatlantiruvchi kuchiga to'g'ri va suspenziyaning qovushqoqligiga, cho'kma va fil'tr to'siqning gidravlik qarshiligiga teskari proportsionaldir:

$$W = \frac{dV_f}{F_f \cdot d\tau_f} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot (R_{ch} + R_{f,t})} \quad (10.2)$$

bu yerda ΔP - bosimlar farqi, jarayonning harakatlantiruvchi kuchi, Pa; μ - suspenziyaning qovushqoqligi, $Pa \cdot s$; R_{ch} - cho'kma qatlaminin qarshiligi; $R_{f,t}$ - fil'tr to'siqning qarshiligi.

Fil'trlash jarayoni uch xil rejimda olib boriladi:

1. $\Delta P = \text{const}$. Bu rejimda suspenziya ustiga siqilgan havo yuborish yoki fil'tr to'siq ostida vakuum hosil qilish bilan o'zgarmas bosimlar farqi saqlab turiladi. Bunda cho'kma qatlaminin qalinligi oshib borishi bilan fil'trlash tezligi kamayib boradi.

2. $W = \text{const}$. Fil'trlash jarayoni bu rejimda borishi uchun suspenziya porshenli nasoslar yordamida beriladi. Tezlik o'zgarmas bo'lishi uchun jarayon davomida bosimlar farqini oshirib borish kerak.

3. Bir vaqtning o'zida bosimlar farqi va fil'trlash tezligi o'zgarib turadi. Bu rejimda ishlaydigan fil'trlarga suspenziya markazdan qochma nasos yordamida beriladi.

10.2. Markazdan qochma kuch ta'sirida fil'trlash

Markazdan qochma kuch ta'sirida fil'trlash fil'trovchi tsentrifugalarda amalga oshiriladi. Fil'trovchi tsentrifuganing asosiy qismi o'z o'ki atrofida aylanuvchi baraban bo'lib, uning devori katta teshikli tur shaklida yasaladi va uning ustki yuzasi fil'trovchi material bilan qoplanadi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suspenziya tarkibidagi toza suyuqlik (fil'trat) fil'trovchi materialdan o'tib, tsentrifugadan chiqariladi. Qattiq zarrachalar fil'trovchi material sirtida cho'kma holida ushlanib qolinadi.

Markazdan qochma fil'trlashda suspenziyaning elementar halqasimon hajmiga quyidagi miqdorda markazdan qochma kuch ta'sir qiladi.

$$dG_m = \omega^2 \cdot r \cdot dm \quad (10.3)$$

bu yerda dm - elementar halqa og'irligi, kg; ω - burchak tezlik, $(\omega = \pi \cdot n/30), c^{-1}$; r - aylanish o'qidan halkagacha bo'lgan masofa, m.

Yuqorida ta'kidlanganidek markazdan qochma kuchning og'irlik kuchiga nisbati ajratish faktori bo'lib, tsentrifuganing suspenziyani fazalarga ajratish samaradorligini belgilaydi.

Fil'trovchi tsentrifugalarning ish unumdorligi fil'trlash nazariyasiga asosan hisoblanadi. elementar hajmli suspenziyaga ta'sir qiluvchi harakatlantiruvchi kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$dP_m = dG_m/F = F \cdot \rho_c \cdot \omega^2 \cdot r \cdot dr/F = \rho_c \cdot \omega^2 \cdot r \cdot dr \quad (10.4)$$

bu yerda ρ_c - suspenziya zichligi, kg/m^3 .

Markazdan qochma kuch ta'sirida fil'trlash tezligi:

$$\vartheta_m = \frac{\Delta P}{\mu(R_m + r_0 \cdot x_0)} = 0,5 \cdot \frac{\rho_c \cdot \omega^2 \cdot (R_1^2 - R_0^2)}{\mu(R_m + r_0 \cdot x_0)} \quad (10.5)$$

bu yerda R_m - fil'trovchi to'siq qarshiligi; r_0 - cho'kma qatlamining solishtirma qarshiligi; x_0 - cho'kma qatlamining qalinligi, R_1, R_0 - mos ravishda tsentrifugadagi suyuqlik halqasining tashqi va ichki radiusi.

Nazorat savollari

1. Fil'trlash jarayoni to'g'risida tushuncha bering
2. Fil'trlash jarayoni qo'llaniladigan sohalar to'g'risida aytib bering
3. Fil'trlash jarayonini amalga oshirishda ta'sir etuvchi omillarini sanab o'ting va asosiylarini keltiring

11-MAVZU. FIL'TRLASH JARAYONINI AMALGA OSHIRISH QURILMALARI.

Reja:

- 11.1. Fil'trlash jarayonini amalga oshirish uchun jixozlar
- 11.2. Davriy ishlaydigan fil'trovchi tsentrifuga

11.1. Fil'trlash jarayonini amalga oshirish uchun jixozlar

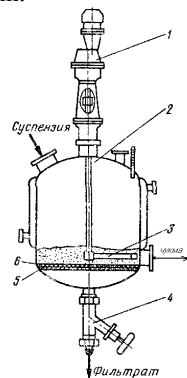
Fil'trlash jihozlari ishlash printsipiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi: o'zgarmas bosimlar farqi bilan yoki doimiy fil'trlash tezligi bilan ishlovchi qurilmalar; bosimlar farqi hosil qilish usuliga ko'ra vakuum yoki ortiqcha bosim ostida ishlovchi qurilmalar. Bundan tashqari fil'trlar jarayonni tashkil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

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

Vakuum va ortiqcha bosim ostida ishlovchi nutch fil'trlar ishlab chiqarishda keng tarqalgan (11.1-rasm). Hosil bo'lgan cho'kmani undan chiqarish jarayoni mexanizatsiyalashtirilgan.

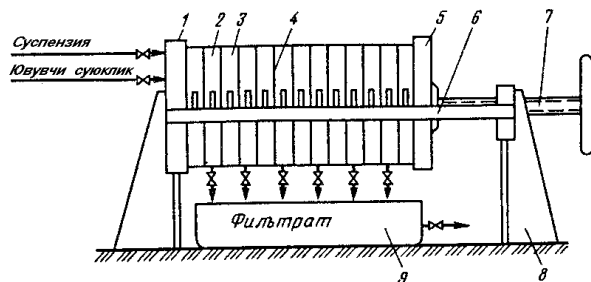
Cho'kmani qurilmadan chiqarilishini ta'minlash uchun fil'tr bir kurakli aralashtiruvchi qurilma bilan ta'minlangan. Cho'kmani fil'trdan chiqarish maqsadida qobiqning tsilindrsimon qismida teshik quyilgan. Suspenziya va siqilgan havo alohida shtutserlar orqali beriladi. Fil'tr himoya qiluvchi klapan bilan ta'minlangan.

Fil'trning ishlash davri suspenziyani solish, bosim ostida suspenziyani fil'trlash, fil'tr to'siqdan cho'kmani olish va fil'tr to'siqni regeneratsiyalash (tozalash) dan iborat. Bu fil'trlarda bir vaqtning o'zida cho'kmani yuvish mumkin.



11.1 - rasm. Nutch fil'tri.

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



11.2 - rasm. Ramali fil'tr- press.

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

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

Ramali fil'tr - press (11.2-rasm) vinomateriallarni, sutni, pivoni, o'simlik yog'ini va boshqa turdagi suspenziyalarni tarkibidagi qattiq modda zarrachalaridan tozalash uchun ishlatiladi. Fil'trlovchi blok birin - ketin joylashtirilgan rama, plita va ular o'rtasiga joylashtirilgan fil'trlovchi gazlamalardan iborat. Rama va plitalar gorizontall yo'naltiruvchilarga o'rnatilgan bo'lib, siquvchi vint bilan siqiladi.

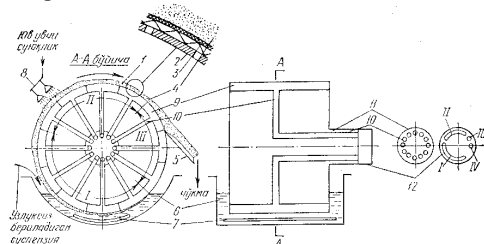
Suspenziya hamda yuvuvchi suyuqlik berish uchun xar qaysi rama va plitada kanallar mavjud. Plitaning xar ikkala tomoni yuzasida yig'uvchi kanal joylashgan bo'lib, pastda chiqaruvchi kanal bilan chegaralangan.

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

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

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

Shu sababdan har bir sektsiyada barabanning bir marta aylanishida fil'trlash jarayonining hamma bosqichlari amalga oshiriladi: I-sektsiyada vakuumning ta'sirida fil'trlovchi gazlama orqali fil'trlash jarayoni boradi. Bunda suspenziya tarkibidagi cho'kma fil'trlovchi gazlama ustida yig'ilib qoladi; II - sektsiyada forsunkalar orqali berilayotgan suv bilan cho'kma qatlami yuviladi; III - sektsiyada so'rilgan havo yordamida cho'kma quritiladi. Bu bosqichda cho'kma tarkibidagi namlik havoga o'tib, fil'trdan tashqariga chiqariladi. So'ngra cho'kma pichoq bilan barabandan ajratib olinadi. Hamma sektsiyalardagi jarayonlar uzluksiz ravishda ketma-ket boraveradi. Barabanli vakuum fil'trning umumiy ko'rinishi 11.3- rasmda keltirilgan bo'lib, qurilma teshikli metall baraban 1, simli to'r 2, fil'tr gazlama 3, barabanda hosil bo'lgan cho'kma 4, cho'kmani tushirib turuvchi pichoq 5, suspenziya quyilgan sig'im 6, tebranuvchi aralashtirgich 7, cho'kmani yuvish qurilmasi 8, harakatlanuvchi qismlar bilan birlashtiruvchi trubalar 9, 10, bosh taqsimlagich 11 va bosh taqsimlagichning qo'zg'almas qismi 12 dan iborat.

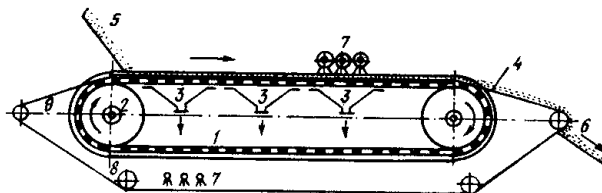


11.3 - rasm. Barabanli vakuum- fil'tr.

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

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

Lentali vakuum-fil'trlar (11.4-rasm) rama, harakatlantiruvchi (etakchi) va taranglovchi barabanlar, ular orasiga tortilgan, g'alvirsimon rezinali lentadan iborat. Cheksiz g'alvirsimon rezina lenta ostida vakuum-kamera joylashgan bo'lib, uning pastki qismi fil'trat va yuvuvchi suyuqlikni chiqarish uchun kollektor bilan ulangan. Taranglovchi barabanlar yordamida g'alvirsimon rezina lenta va fil'trlovchi gazlama asosga yopishtiriladi. Fil'trlovchi gazlama ham cheksiz lenta shaklida tayyorlangan.



11.4 - rasm. Lentali vakuum-fil'tr.

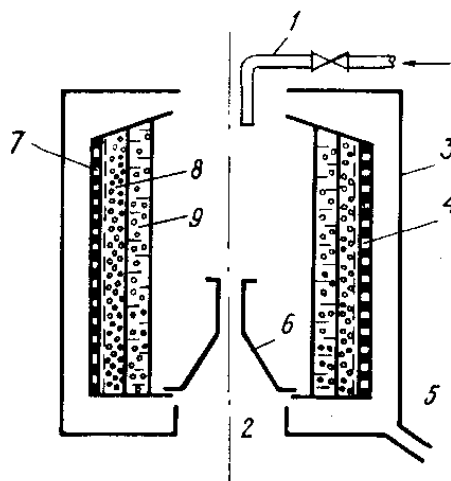
1- g'alvirsimon rezinali lenta; 2- barabanlar; 3- vakuum kameralar; 4- fil'trlovchi material; 5- suspenziyaning berilishi; 6- cho'kmani ajratib olish; 7- cho'kmani yuvish uchun suyuqlik berish; 8- roliklar.

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

Ish rejimiga ko'ra fil'trovchi tsentrifugal (11.5-rasm) davriy va uzluksiz bo'ladi. Baraban valining o'rnatilish holatiga qarab gorizontal va vertikal fil'trovchi tsentrifugal bo'ladi. Fil'trovchi tsentrifugalarda cho'kma qo'l kuchi yordamida hamda gravitatsion, pul'satsion, markazdan qochma kuchlar ta'sirida tushiriladi. Cho'ktiruvchi tsentrifugalardan fil'trovchi tsentrifugalarning asosiy farqi shundaki, ular g'alvirsimon turli metallardan tayyorlangan barabanga ega bo'lib, uning yuzasiga fil'trovchi gazlama (mato) qoplangan.

11.2. Davriy ishlaydigan fil'trovchi tsentrifuga

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



11.5 - rasm. Fil'trovchi tsentrifuga.

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

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

Nazorat savollari:

1. Filtrlash jarayoni deb nimaga aytiladi
2. Filtrlash jarayonini harakatlantiruvchi kuchi
3. Filtrlash jarayonini amalga oshiruvchi qurilmalar
4. Filtr to'siq deb nimaga aytiladi

12-MAVZU. SENTRIFUGALASH JARAYONI VA UNI AMALGA OSHIRISH QURILMALARI.

Reja

12.1. Umumiy tushunchalar

12.2. Markazdan qochma kuch ta'sirida gazlarni tozalash

12.3. Batareyali stiklon.

12.1. Umumiy tushunchalar

Markazdan qochma kuch maydonida cho'ktirish jarayoni, uning tezligi va ajratish faktori.

Changlar, suspenziyalar va emulsiyalarni fazalarga ajratishni tezlashtirish maqsadida cho'ktirish jarayoni markazdan qochma kuch ta'sirida olib boriladi. Bu jarayon stentri-fugalash jarayoni deb yuritiladi.

Markazdan qochma kuch hosil qilish uchun ikki xil texnik usul qo'llaniladi: 1) suyuqlik yoki gazsimon turli jinsli sistema oqimi qo'zg'almas qurilmaga tangensial patrubka orqali katta tezlikda kiritiladi va u qurilma ichida katta burchak tezlikda aylanadi; 2) qurilmaning o'z o'qi atrofida katta burchak tezlikda aylanuvchi barabanga suspenziya yoki emulsiya oqimi kiritilib, u baraban bilan birgalikda aylanadi. Birinchi usulda jarayon stiklonlarda, ikkinchisida esa cho'ktiruvchi stentri-fugalarda amalga oshiriladi.

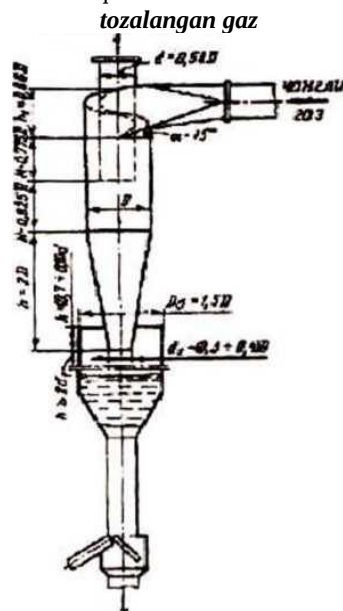
12.2. Markazdan qochma kuch ta'sirida gazlarni tozalash

Siklonlar markazdan qochma kuchlar maydonida changlarni tozalash imkonini beradi. Mashinasozlik korxonalarida kobiqning diametri 100...1000 mm li stiklonlar tayyorlanadi. Ularning ishlash samaradorligi ajratish koeffitsienti bilan xarakterlanadi. Changlarni tozalash darajasi stiklon konstruktsiyasi, zarracha o'lchami va zichligiga bog'lik.

Masalan, 25 mkm li zarrachalar cho'ktirilaetgan bulsa, stiklonning F.I.K. 95% ni tashqil etadi, lekin zarracha diametri 10 mkm bulsa, F.I.K. 70% gacha kamayadi.

Siklon kichik gidravlik qarshilik va nisbatan yuqori tozalash darajasiga ega bo'lgan stilindrik va konussimon qismlardan iborat qurilmadir (12.1.-rasm).

Changli gaz tangensial yo'nalishda 10...40 m/s tezlikda stiklonning kirish patrubkasi orqali kiritiladi. Tangensial kirish va qurilmaning ichida markaziy chiqarish trubasi borligi uchun gaz oqimi pastga spiralsimon aylanma harakat qiladi.



12.1-rasm. NIIO markali gaz stikloni.

Bu esa o'z navbatida markazdan qochma kuch hosil bo'lishiga olib keladi. Ushbu kuch ta'sirida gaz oqimidagi kritik zarrachalar stiklonning ichki devoriga ulotqirib tashlanadi, devorga

urilib kinetik energiyasini yuqotadi va og'irlik kuchi ta'sirida qurilma tubiga qarab to'kiladi. Stiklonning pastki konussimon qismida gaz oqimi inertiya kuchi ta'sirida spiralsimon harakat yo'nalishini davom ettiradi va konus diametri kamayib borishi sababli yuqoriga qarab yunalgan oqim paydo bo'ladi. Bu oqim tozalangan gaz bo'lib, markaziy truba orqali stiklondan tashqariga chiqib ketadi.

Siklonlarning aniq hisobi juda murakkab bo'lgani uchun gidravlik qarshilik Δr parametri bo'yicha soddalashtirilgan hisoblar kilinadi.

TSiklonning stilindrik qismidagi gazning soxta tezligi w_f (m/s) quyidagi formula yordamida aniqlanishi mumkin:

$$w_f = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_g \cdot \xi}} \quad (12.1)$$

bu erda $\Delta p / \rho_g$ - ajratish faktori; ξ - gidravlik qarshilik koeffitsienti.

3.29-rasmda keltirilgan stiklonlar uchun $\Delta p / \xi = 500 \dots 700 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Stiklon diametri D (m) ushbu formuladan topiladi:

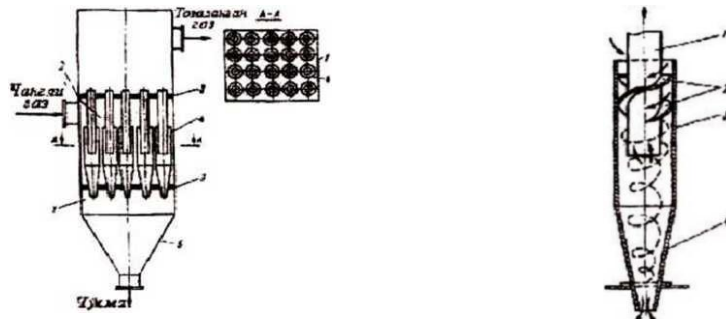
$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w_f}} \quad (12.2)$$

TSiklonning stilindrik qismi diametri D aniqlangandan so'ng, kolgan o'lchamlari hisoblanadi, chunki hamma o'lchamlar stiklon diametri D ning funkstiyasidir.

Gazlarni tozalash darajasini oshirish uchun stiklon diametrini kamaytirish yoki gaz oqimi tezligini oshirish zarur.

NIIOgaz stiklonida gazsimon turli jinsli sistemalarni tozalash darajasi 30...85% ga teng. Lekin, gaz tarkibidagi zarrachalar o'lchami ortishi bilan gazlarning tozalanish darajasi 90...95% gacha o'sishi mumkin.

Batareyali stiklon bir qancha parallel ulangan kichik diametrli (150...250mm) stiklonlardan tashqil topgan (12.2-rasm). Stiklon elementlari diametrining kichikligi, markazdan qochma kuch va chiqish tezligini oshirish imkonini beradi. Kichik o'lchamli stiklonlar qurilmadagi ikkita to'siqga maxkamlanadi.



12.3-rasm. Batareyali stiklon va elsmienti: 1- markaziy chiqish trubasi

2- vintli parraklar; 3 - qobiq 4 - konussimon tub.

Qurilmaga kirish patrubkasi orqali yuborilgan chang gaz taksimlash kamerasiga kiradi va u erdan barcha stikon elementlarga bir xilda tarkaladi. So'ng, elementlarga gaz tangential yo'nalishla emas, balki ularning tepasidan stiklon qobig'i va markaziy chiqish trubasi orasidagi halkasimon bo'shliqqa yuboriladi. Ushbu halqasimon bo'shlikda oqimga spiralsimon aylanma harakat yo'nalishini ta'minlash uchun u erga vintli parraklar o'rnatiladi (12.3-rasm).

Siklon elementlaridan o'tib tozalangan gazlar markaziy truba 1 orqali umumiy kameraga yig'iladi va chiqish shtusteridan tashqariga uzatiladi.

Xamma stiklon elementlarida ushlanib kolingan qattiq zarrachalar batareyali stiklonning pastki qismi 5 da to'planadi va undan so'ng tashqariga to'kiladi.

Agar bir nechta kalta stiklonlarni iqtisodiy jihatdan ko'llash maqsadga muvofiq bo'lmasa, gazlar sarfi katta jarayonlarda batareyali stiklonlar ishlatiladi. Stiklonlarda o'lchami 10 mkm va undan kam bo'lgan qattiq, zarrachalarni cho'ktirish tavsiya etiladi. Batareyali stiklonlarning tozalash darajasi 65...85% ($d = 5 \text{ mkm}$ li zarrachalar uchun), 85...90% ($d = 10 \text{ mkm}$ li zarrachalar uchun) va 90...95% ($d = 20 \text{ mkm}$ zarrachalar uchun).

Nazorat savollari

1. Gazlarni tozalash uchun qo'llaniladigan qurilmalar
2. Gazlarni tozalash jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni sanab o'ting
3. Jarayonni harakatlantiruvchi kuchini asoslab bering
4. Gazlarni tozalashda qo'llaniladigan qurilmalarning asosiy ishchi elementlari

13-MAVZU. CHO'KTIRISH JARAYONI VA UNI AMALGA OSHIRISH QURILMALARI. INERTSION AJRATKICHLAR.

Reja:

13.1 Umumiy tushunchalar

13.2. Cho'ktirish jarayoni. Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish.

13.3. Cho'ktirish jarayonini amalga oshirish uchun qurilmalar.

13.1 Umumiy tushunchalar

Turli jinsli sistemalarni fazalarga ajratishning asosan ikki usuli, ya'ni cho'ktirish va filtrlash usullari mavjuddir.

Cho'ktirish - suyuq va gazsimon turli jinsli sistemalarni gravitastion, inerstiya (markazdan qochma) va elektr maydon kuchlari ta'sirida alohida fazalarga ajratishdir. Shunga mos holda gravitastion cho'ktirish, stiklonlar va cho'ktiruvchi stenrifugalar yordamida cho'ktirish hamda elektr maydonda cho'ktirish jarayonlari mavjud.

Filtrlash-suyuqlik va gazsimon turli jinsli sistemalarni g'ovaksimon filtr to'siq yordamida alohida fazalarga ajratish jarayonidir.

Bunda g'ovaksimon to'siq suyuqlik va gazni o'tkazib, uning tarkibidagi qattiq zarrachalarni saqlab qolish xususiyatiga ega bo'lishi shart.

13.2. Cho'ktirish jarayoni. Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish

Og'irlik kuchi ta'sirida suyuqlik va gazsimon sistemalar tarkibidagi qattiq yoki suyuq zarrachalarni ajratish gravitastion maydon ta'sirida cho'ktirish yoki tindirish deb ataladi. Tindirish suspenziya, emulsiya va changlarni birlamchi ajratish uchun ishlatiladi. Jarayonning tezligi kichik. Tindirish jarayonida turli jinsli sistemani dispers va dispersion fazalarga to'liq ajratib bo'lmaydi. Biroq energetik xarajatlari kichik va tuzilishi murakkab bo'lmaganligi tufayli tindirish qurilmalari kimyo sanoatida qo'llanib kelinmokda.

Cho'ktirish jarayoni har xil konstrukstiyali cho'ktiruvchi qurilmalarda olib boriladi.

Cho'ktirish jarayonida quyidagi shartlarga rioya qilish kerak: turli jinsli sistemaning qurilmada bo'lish vaqti zarrachalarning cho'kish vaqtiga teng yoki katta bo'lishi kerak; oqimning chiziqli tezligi cho'kish tezligidan kichik bo'lishi kerak. Birinchi shartga rioya qilinmaganda qurilmada zarrachalar ajralishga va cho'kishga ulgurmaydi, ikkinchisi buzilganda oqim qurilmalardan qattiq zarrachalarni olib ketadi.

Gravitastion kuch ta'sirida cho'kayotgan zarrachalarga o'zining og'irlik kuchi, muhitning qarshilik kuchi va Arximed kuchi ta'sir qiladi.

Og'irlik va Arximed kuchlari orasidagi farq cho'ktirish jarayonining harakatlantiruvchi kuchidir:

$$P = G - A = \frac{\pi \cdot d^3}{6} \cdot g(\rho_{kz} - \rho_m) \quad (13.1)$$

bu erda d - zarracha diametri; ρ_{kz} va ρ_m - mos holda qattiq zarracha va muhit zichliklari.

Muhitning qarshilik kuchi zarracha harakatiga teskari yo'nalgan bo'lib inerstiya va ishqalanish kuchlaridan iborat:

$$R = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \mu \cdot \vartheta_e \quad (13.2)$$

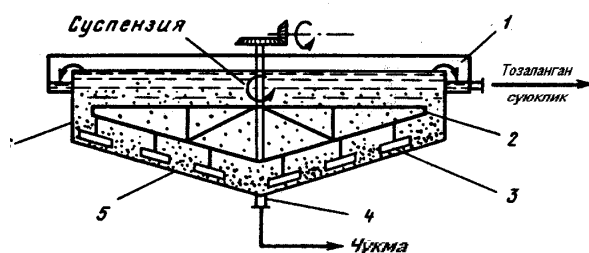
bu erda μ - muxitning dinamik qovushqoqlik koeffstienti, Pa s; ϑ_e - zarrachaning erkin cho'kish tezligi, m/s.

13.3. Cho'ktirish jarayonini amalga oshirish uchun qurilmalar.

Cho'ktirish uchun mo'ljallangan jixozlar ishlash prinsipiga ko'ra gravitasion cho'ktirgichlar, cho'ktiruvchi stentrifugarlar, gidrostiklonlar va separatorlarga bo'linadi. Cho'ktirish qurilmalari davriy, uzluksiz va yarim uzluksiz rejimda ishlaydigan qurilmalarga bo'linadi.

Davriy ishlaydigan cho'ktirish qurilmasining korpusi stilindrsimon idishdan iborat bo'lib unga suspenziya yuqoridan beriladi. Suspenziya qurilmada ma'lum vaqt tindirilgandan so'ng zarrachalar qurilmaning pastki qismiga cho'kadi. Qurilmaning yuqori qismida esa tozalangan qatlam hosil bo'ladi. Bu tozalangan mahsulot (dekantat) qurilmaning yon tomonida joylashgan shtuster orqali chiqarib olinadi, so'ngra esa cho'kma tushiriladi. Shundan so'ng qurilma yuviladi va jarayon qaytadan boshlanadi.

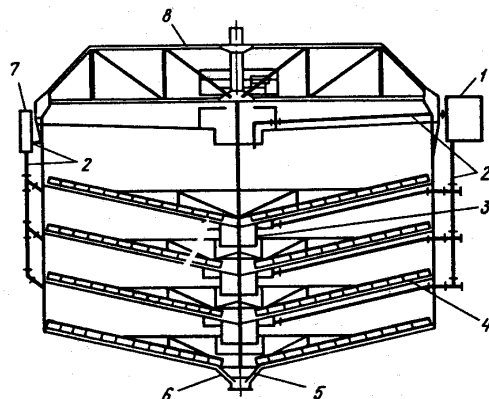
Uzluksiz ishlaydigan cho'ktiruvchi qurilmaning taroqlari bo'lib, suspenziyalarni tindirish uchun ishlatiladi. Ushbu cho'ktiruvchi qurilma balandligi uncha katta bo'lmagan katta diametrlilik stilindrsimon rezervuardan iborat bo'lib, konussimon asosga ega. Dastlabki suspenziya rezervuarining o'rta qismiga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



13.1-rasm. Uzluksiz ishlaydigan cho'ktirish qurilmaci

Ushbu taroqlar cho'kayotgan zarrachalarni uzluksiz ravishda cho'kma tushiriladigan patrubka tomon siljitib turadi. Tarokli aralashtirgich juda kichik tezlik (0,02 - 0,05 ayl/min) bilan aylanadi. Shu sababli aralashtirgichning xarakati cho'kish jarayoniga ta'sir qilmaydi. Tozalangan suyuqlik qurilmaning yuqori qismidagi halkasimon tarnov orqali uzluksiz chiqib turadi. Bunday cho'ktiruvchi qurilmaning asosiy kamchiligi katta o'lehamga ega ekanligidir. 13.1- rasmda uzluksiz ishlaydigan cho'ktirish qurilmaci keltirilgan bo'lib, ko'rilmalka halkasimon tarnov 1, aralashtirgich 2, aralashtirgichning taroksimon ish organi 3, cho'kma chiqariladigan patrubka 4, konussimon taglik 5 va stilindrik rezervuar 6 dan iborat.

Binolarning maydonlarini tejash maqsadida ko'p yarusli cho'ktirish qurilmalari qo'llaniladi. Bunday qurilmalar berk stilindrsimon korpusdan iborat bo'lib, konussimon asosga ega. Konussimon to'siklar qurilmani balandligi bo'yicha bir necha yaruslarga bo'ladi. Qurilma o'qi bo'yicha sekin aylanuvchi val o'rnatilgan bo'lib, valga taroqlar biriktirilgan. Taroqlar konstentrlangan massani markazga yaqinlashtirish uchun xizmat qiladi. Suspenziya taqsimlovchi qurilma orqali yaruslarga beriladi. Cho'kma pastki yarusdan olinadi. Ko'p yarusli cho'ktirish qurilmasi 13.2-rasmida keltirilgan bo'lib, qurilma taqsimlash qurilmasi 1, trubalar 2, stakan 3, aralashtirgich 4, cho'kma chiqariladigan konus 5, cho'kma surgich 6, kollektor 7 va rama 8 dan iborat.



13.2- rasm. Ko'p yarusli cho'ktirish qurilmasi.

Nazorat savollari:

- 1.Cho'ktirish jarayoni harakatlantiruvchi kuchi va jarayonga ta'sir etuvchi omillar
- 2.Cho'ktirish jarayonini intensivlash
- 3.Cho'ktirish qurilmalari turlari
- 4.Cho'ktirish jarayonini amalga oshiruvchi qurilmalarning qo'shimcha elementlari

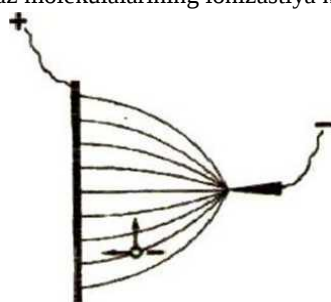
14-MAVZU. ELEKTROSTATIK MAYDONI TA'SIRIDA TOZALASH. ELEKTROSTATIK KUCHLARI TA'SIRIDA CHO'KTIRISH.

Reja:

- 14.1.Elektr maydon ta'sirida gazlarni tozalash.
- 14.2.Elektrofiltrlar turlari, tuzilishi va ishlash prinsipi.

14.1 Elektr maydon ta'sirida gazlarni tozalash

Jarayonning fizik asoslari. Elektr maydon ta'sirida gazlarni tozalash elektr razryadi yordamida gaz molekulalarining ionizastiya kilinishiga asoslangan.



14.1-rasm. Elektr maydon kuch chizimnning sxemasi

Agar, gaz yuqori kuchlanishli o'zgarmas tokga ulangan ikki elektrod orasida hosil bo'lgan elektr maydoniga gaz yuborilsa, uning molekulalari ionizastiyaga uchraydi, ya'ni musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalarga ajraydi. Natijada ular kuch chiziqlar yo'nalishida harakat qilishni boshlaydi. Zaryadlangan zarracha tezligining vektor yo'nalishi, uning musbat yoki manfiyligiga bog'liq bo'lsa, xarakat tezligi esa elektr maydoni kuchlanganligi bilan belgilanadi.

Agar elektr maydon kuchlanganligini 10000V dan oshirsak, ion va elektronlar kinetik energiyasi shunchalik kattalashadiki, harakat yulida uchragan gazning barcha neytral molekulalarini musbat ion va erkin elektronlarga parchalaydi. Yangidan hosil bo'lgan zaryadlar ham uz harakat yo'naltishda gazlarni ionizastiyaga duchor qiladi. Natijada to'xtovsiz ravishda ion hosil bo'ladi va hamma gaz ionizastiyalanadi. Bunday jarayon

zarbali ionizastiya deb nomlanadi.

Gaz to'liq ionizastiyaga uchraganda, elektrodlar orasida elektr razryadi paydo bo'lishi uchun sharoitlar yaratiladi. Agar, elektr maydon kuchlanganligi yanada oshirilsa, uchqun sakrab o'tishi, keyin esa elektr o'tishi va elektrodlar qisqa tutashuvi bo'lishi mumkin. Bunday hodisalar oldini olish uchun turli jinsli elektr maydoni hosil kilinadi.

Buning uchun, truba o'qidan yoki ikki parallel plastinalar orasida tortilgan ingichka simlar ko'rinishida elektrod yasaladi.

Sim atrofiga elektr maydon kuchlanganligi juda yuqori bo'lib, truba yoki plastina tomonga yaqinlashgan sari kamayib boradi Shuni alohida ta'kidlash kerakki, truba yoki plastina oldidagi maydon kuchlanganligi shundayki, uchkun va elektr o'tish hodisalari ro'y bermaydi.

To'liq ionizastiyaga oid maydon kuchlanganligida elektrodlar orasida "tojli" razryad hosil bo'ladi. Bunda butunlay ionizastiyaga uchragan gaz qatlami chug'lanib, nur va charsillagan ovoz chiqaradi. Tojda hosil bo'ladigan elektrod "tojli" elektrod deb nomlanadi. Truba yoki plastina ko'rinishidagi qarama - qarshi zaryadlangan elektrod - cho'ktiruvchi elektrod deb ataladi.

"Tojli" elektrod manfiy, cho'ktiruvchi esa - musbat qutbga ulanadi Bunday holatlarda elektrodلarga juda yuqori kuchlanish berish mumkin. "Toj" hosil bo'lishi bilan ikkala ishorali ion va erkin elektronlar paydo bo'ladi.

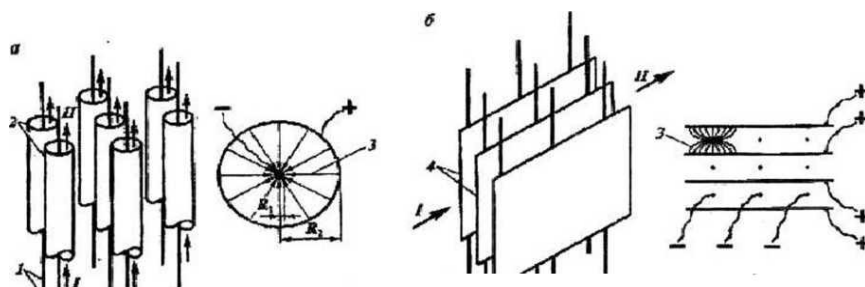
Elektr maydon kuchlanganligi ta'sirida ionlar "tojli" elektrod tomon harakat qiladi va unda neytrallanadi.

Manfiy ion va erkin elektronlar cho'ktiruvchi elektrod tomon yunaladi. Yul-yulakay chang va tomchilar bilan to'qnashib, ularga o'z zaryadini o'tkazadi va cho'ktiruvchi elektrod tomon olib ketadi. Natijada chang yoki tuman zarrachalari shu elektrodda cho'kadi. Gazdagi chang zarrachalarining asosiy qismi manfiy zaryadlanadi, chunki musbat ionlarga qaraganda xarakatchan manfiy elektron va ionlar cho'ktiruvchi elektrodda etguncha katta masofani bosib o'tadi. Shuning uchun ham, gazdagi zarrachalar bilan ularning to'qnashish ehtimoli katga. Faqat "tojli" elektrod

atrofidagi musbat zaryadlangan ionlar bilan to'qnashganda, chang yoki tuman zarrachalarining kichik bir qismi "tojli" elektrodda cho'kadi. Manfiy zaryadlangan ionlar, chang yoki tuman zarrachalari cho'ktiruvchi elektrodda etganda, unga o'z zaryadini beradi va og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi. Bunday cho'ktirish jarayoni elektrofiltrda olib boriladi.

Elektrodlarga o'tirib qolgan chang zarrachalarining zararli ta'sirini kamaytirish maqsadida, vaqti-vaqti bilan elektrodlarga o'tirib qolgan zarrachalar silkitib tushiriladi yoki elektgrofiltrga kiritilishdan avval changli gaz namlanadi (o'tkazuvchanligini oshirish uchun). Lekin, gazning temperaturasi shudring nuqtasidan pasayib ketishi mumkin emas.

Changli gazlar tarkibidagi (qattiq zarrachalarni elektr maydoni ta'sirida tozalash, boshqa usullarga qaraganda ko'pgina afzalliklarga ega. Cho'ktirish qurilmalarida, ya'ni stiklon, engli filtr, skrubberlarda og'irlik va markazdan qochma kuch ta'sirida mayda zarrachalarni ajratib bulmaydi.



14.2-rasm.1-«tojli» elektrod; 2-cho'ktiruvchi trubali elektrod; 3-kuch yo'nalishlari; 4-cho'ktiruvchi, plastinali elektrod. I-changli gaz; II-tozalangan gaz.

Turli jinsli gaz aralashmalarini elektr maydon ta'sirida ajratish elektrodlarda amalga oshiriladi. Chang va tutunlarni tozalash uchun kuruq, tumanlarni tozalash uchun esa - ho'l elektrofiltrlar qo'llaniladi.

Oddiy elektrofiltr - ikkita elektroddan iborat bo'lib, bittasi - anod- truba yoki plastina, ikkinchisi esa - katod - sim ko'rinishida tayyorlanadi. Katod - sim truba ichiga yoki plastina anodlar orasiga tortiladi. Anodlar har doim erga ulanadi.

Elektrodlar o'zgarmas tok manbasiga ulanganda 4...6 kV/sm ga teng potentsiallar farqi hosil bo'ladi. Bu qiymat katodning 1 m uzunligida 0,05...0,5 mA tok zichligini ta'minlaydi.

Gazli aralashma trubali-elektrod ichiga yoki plastinalar orasiga uzatiladi. Elektrodlardagi yuqori potentsiallar farqi va elektr maydonining turli jinsliliigi tufayli manfiy elektrod-katod atrofidagi gaz qatlamida anodga qarab yo'nalgan elektronlar oqimi hosil bo'ladi. Natijada gaz neytral molekularining elektronlar bilan to'qnashuvi tufayli gaz ionizastiyaga uchraydi. Ionizastiya o'z navbatida gazni musbat va manfiy ionlar ajratishiga olib keladi. Musbat ionlar katod, manfiylari esa katta tezlikda anod tomon harakat qiladi. Odatda chang va tuman zarrachalari anodga cho'kadi va uni cho'kma qatlami bilan qoplaydi. Elektr maydoni ta'sirida cho'ktirish tezligi sekundiga bir necha santimetrdan bir necha o'nlab santimetrgacha oraliqda bo'ladi. Cho'ktirish tezligi zarracha o'lchami va gazning gidravlik qarshiligiga bog'liq.

Elektr maydonida zarrachaparning cho'kish tezligini aniqlash uchun jarayon laminar rejimda amalga oshadi deb qabul qilamiz.

Elektr maydoni zaryadlangan zarrachaga $F = pe_0 \cdot Ex$ (bu erda p - zarracha olgan zaryad; e_0 - elementar zaryad kattatigi; Ex - katod ukndan x masofadagi elektr maydon poteniati gradiengi) kuch bilan ta'sir etadi.

Elektr maydon ta'sirida zarrachaning cho'kish tezligi ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$w_{ch} = \frac{ne_0 E_x}{3\pi d\mu}$$

Zarrachaning cho'kish davomiyligi:

$$\tau_{ch} = \int_r^R \frac{dx}{w_{ch}}$$

bu erda: R - katod uqidan anod o'qigacha bo'lgan masofa; r - katod radiusi.

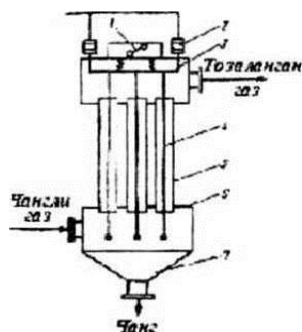
Elektr maydon potentsiati gradienti E_x katodgacha bo'lgan masofa x ga bog'liq. Shuning uchun, zarrachalarning cho'kish vaqti (14.1) tenglamani grafik integrallash usuli bilan aniqlanadi.

14.2. Elektrofilyrlar turlari, tuzilishi va ishlash prinsipi.

Trubali elektrofilyrlar. Chang va tutun gazlari qurilmaning pastki qismi bo'lmish elektrodlar mahkamlangan teshikli panjara (6) tagiga uzatiladi va trubali elektrod (anod)lar ichiga taqsimlanadi (14.3-rasm).

Trubali elektrodlar ichiga "toj" hosil qiluvchi elektrodlar- katodlar urnatilgan. Elektrodlar izolyatorga tayanib turuvchi umumiy romda maxkamlanadi. Elektr maydoni ta'sirida gaz tarkibidagi zarrachalar cho'kadi. Anodga cho'kib, kotlam hosil qilgan zarrachalar vaqt-vaqti bilan silkitib turiladi va qurilmaning pastki qismida konussimon tubda yig'iladi. Yig'ilgan chang zarrachalardan iborat cho'kma pastki shtusterdan to'kiladi. tozalangan gaz esa - filtrning tepa qismidagi shtusterdan atrof muhitga chiqarib yuboriladi.

Hozirgi kunda, bir nechta ketma - ket ulangan sekiiyalardan gaz o'tadigan sekstiyali elektrofilyrlar yaratilgan.



14.3-rasm. Trubachi elektrofilyr.

1- silkituvchi moslama; 2- izolyator; 3 - rom; 4 - "toj" hosil kiluvchi elektrod; trubali elektrod 5- anod; 6- teshikli panjara; 7 – chang yig'gich

Odatda, trubalar diametri 150...300 mm va uzunligi 3...4 m qilib yasaladi. Trubalar ichidatortilgansimlari diametri 1,5...2,0 mm.

Gazlarning tozalanish darajasi 99%, ayrim hollarda 99,9% ni tashkil egadi.

Plastinali elektrofilyrlardan odovazifasini plastinalar, katodniesa- plastinalar orasiga tortilgan similar bajaradi. Elektrofilyrda gazlarni tozalanish darajasi, changlarning elektr o'tkazuvchanligiga bog'liq.

Agar zarrachalar elektr tokini yaxshi o'tkazsa, unda zarrachalar zaryadini bir zumda beradi va elektron zaryadini egallaydi. Bunda, bir - biridan qochish Kulon kuchi hosil bulib, filtrdan taz bilan zarrachalar uchib ketishga olib keladi va tozalanish darajasini kamayadi.

Agar, zarrachalar elektr tokini yomon o'tkazsa, unda elektrodda manfiy zaryadlangan zarrachalardan iborat zich qatlam, hosil bo'lib, asosiy elektr maydonga karshi ta'sir qiladi.

Gaz tarkibidagi zarrachalar konstantriyasi yuqori bo'lganda ham, gazning tozalanish darajasi past bo'ladi. Chunki, ionlarning zarrachalarda cho'kishi, olib o'tilgan zaryadlar sonini kamayishiga sababchi bo'ladi. Demak, tok kuchi ham pasayadi.

Gaz tarkibidagi zarrachalar konstantriyasini pasaytirish uchun elektrofilyrtdan oldin ko'shimcha gaz filtrlar o'rnatiladi.

Plastinali elektrofilyr elektrodlariga cho'kkan changlar trubali filtrnikidan osonroq tozalanadi va sim uzunligi birligiga kamroq, energiya ishlatadi. Undan tashqari, bu filtrlar ixcham, kam metall sarflaydi.

Agar, elektrodlar soni va qurilmaning ko'ndalang kesimi ma'lum bo'lsa, elektrofilyrlarni hisoblab uning "tojli" elektrodining uzunligini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Elektrofilyrdagi tok miqdori $I=iL$ ga teng bo'lib, bu erda i - tok zichligi; L - elektrod uzunligi.

Quyida keltirilgan tenglamadan potentsialning kritik gradienti topiladi:

$$E_K = 31 + 9,54 \sqrt{\frac{\sigma}{r}}$$

Agar, elektrodlar orasidagi masofani bilsak, elektrodlardagi potentsiallar farqini topish mumkin.

Gazlarni tozalash darajasi ushbu umumiy formula yordamida aniqlanishi mumkin:

$$\eta = 1 - \frac{x_2}{x_1} = 1 - e^{-wf}$$

bu erda: x_1 va x_2 - elektrofildarga kirayotgan va undan chiqayotgan gazlarda qattiq zarrachalar konsentratsiyasi, kg/m; w - elektrod yuzasiga qarab harakat qilayotgan zaryadlangan zarracha tezligi, m/s; f - solishtirma cho'kish yuzasi, m²/(m³/s)

Trubali elektrofildlar uchun:

$$f = \frac{2l}{rw}$$

Plastinali elektrofildlar uchun:

$$f = \frac{l}{hw}$$

bu erda: l - truba ski plastina uzunligi, m; r - cho'ktirish elektrod i trubasinish radiusi, m; h - cho'ktiruvchi va «tojli» elektrodlar orasidagi masofa, m; elektrofildlarda gazning tezligi, m/s.

Nazorat savollari

1. Gazlarni tozalashda qo'llaniladigan qurilmalar
2. Elektrofildlash qurilmalarining ishlash prinsiplariga misollar keltiring
3. Jarayonga ta'sir etuvchi omillar

15-MAVZU. ARALASHTIRISH JARAYONI. QUVVAT SARFI, QUVVAT KRITERIYSI. UMUMIY KRITERIAL TENGLAMA.

Reja:

15.1. Aralashtirish jarayonlari.

15.2. Suyuqliklarni aralashtirish turlari va xarakteristikalar.

15.1. Aralashtirish. Umumiy tushunchalar

Suspenziya va emulsiyalar hosil qilish uchun suyuqlik muhitlarida aralashtirish jarayoni qo'llaniladi. Plastik va sochiluvchan materiallarni qorishtirishdan maqsad tarkibida qattiq, suyuq va plastik ko'shimcha moddali bir jinsli asosiy massa olishdir.

Aralashtirish paytida issiqlik, massa va biokimyoviy jarayonlar intensivlashadi. Aralashtirish jarayonini amalga oshirish uchun turli usullar va aralashtirgich konstruksiyalari qo'llaniladi.

Aralashtirish sifati fazalarni korishtirish darajasi bilan xarak- terlanadi.

Aralashtirish qurilmasiniig butun hajmidagi fazalarni qorishtirish darajasi I quyidagi tenglama yordamida aniqlanishi mumkin:

$$I = 1 - \frac{\sum_1^m \frac{\Delta x'}{100 - x_{ap}} + \sum_1^n \frac{\Delta x''}{x_{ap}}}{m + n}$$

bu erda t - tahlil uchun olingan namuna, $\Delta x > 0$; $\Delta x'$ - aralashtirgichdagn musbat konsentratsiyalar farqi va u ushbu formuladan topiladi $\Delta x' = x - x_{ar}$; x_{ar} - ideal qorishtirishda aralashmadagi zarrachalar konsentratsiyasi bo'lib, u quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$x_{ar} = \frac{100V_K \cdot \rho_K}{V_c \rho_c + V_K \rho_c}$$

Buerda V_K -asosiy massada (suyuqlikda) taksimlangan qattiq, zarrachalar hajmi; ρ_K , ρ_s aralashmadagi qattiq zarracha va suyuqlik zichliklari; V_c - suyuqlik hajmi, p — tahlil uchun olingan namunalar soni. $\Delta x'' < 0$; $\Delta x''$ - manfiy kondentratsiyalar farqi. $\Delta x'' = x - x_0$ formuladan hnsoblab topiladi.

Fazalarni korishtirish darajasi 0 dan 1 gacha o'zgarishi mumkin. Agar, komponentlar ideal korishtirilsa, $I = 1$ ga teng bo'ladi.

15.2. Suyuqlikii aralashtirish usullari

Suyuqliklarni aralashtirish pnevmatik, stirkulyastiyali, statik va mexanik usullarda olib boriladi.

Pnevmatik aralashtirish uchun siqilgan gaz (ko'pincha siqilgan havo) suyuqlik katlami orqali o'tkazish yo'li bilan amalga oshiriladi. Suyuqlik qatlamida gazni bir tekisda taksimlash uchun barboter ishlatiladi. Barboterning teshikchali trubalari aralashtirgich tubiga o'rnatiladi. Bu usul o'rtacha qovushoqlikka (-200 Pa s) ega suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi. Jarayon tezligi past va energiya sarfi ko'p bo'ladi.

Ayrim hollarda aralashtirishni injektorlar yordamida ham amalga oshiriladi. Siqilgan havo yordamida aralashtirish uchun erlift prinsipini ham qo'llasa bo'ladi.

Aralashtirgichda suyuqlik erkin yuzasi birligidan vaqt birligida o'tayotgan gaz miqdoriga aralashtirish intensivligi deb ataladi.

Sanoatda quyidagi gaz sarflari ishlatiladi:

t/r	Aralashtirish intensivligi	Gaz sarfi, $m^3/(m^2 \cdot min)$
1.	Past	0,4
2.	O'rtacha	0,8
3.	Yuqori	1,2

Pnevmatik aralashtirish usulining qo'llanishi cheklangan bo'ladi, chunki ayrim hollarda zararli jarayonlar, ya'ni oksidlanish yoki mahsulotning bug'lanishi yuz berishi mumkin. Shuning uchun, ushbu usul gaz va suyuq fazalar o'zaro to'qnashuvi ruxsat etilgan hollarda ishlatilishi maqsadga muvofiqdir.

Nazorat savollari:

1. Aralashtirish jarayoni to'g'risida umumiy tushuncha
2. Aralashmadagi zarachalar konsentratsiyasi qanday aniqlanadi
3. Aralashtirishda quvvat sarfi qanday aniqlanadi

16-MAVZU. ARALASHTIRGICHLAR VA ULARNING KONSTRUSIYALARI

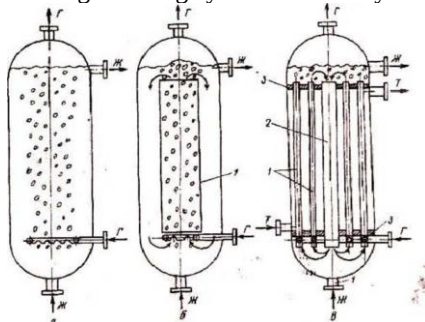
Reja:

- 16.1. Aralashtirish qurilmalari. Pnevmatik aralashtirgichlar.
- 16.2. Sirkulyastiyali aralashtirish qurilmalari
- 16.3. Turbinali aralashtirgich

16.1. 1. Aralashtirish qurilmalari. Pnevmatik aralashtirgichlar.

Pnevmatik aralashtirish usulining qo'llanishi cheklangan bo'ladi, chunki ayrim hollarda zararli jarayonlar, ya'ni oksidlanish yoki mahsulotning butlanishi yuz berishi mumkin. Shuning uchun, ushbu usul gaz va suyuq fazalar o'zaro to'qnashuvi ruxsat etilgan hollarda ishlatilishi maqsadga muvofiqdir.

16.1-rasmda pnevmatik aralashtirgichlarni ayrim konstruktsiyalari keltirilgan.



16.1-rasm. Siqilgan havo yordamida aralashtirish.

a - markaziy barboterli; b - gazlift (erlift) trubali; v - gazlift va markaziy stirkulyastiya trubali qobiq - trubali qurilma. 1 - gazlift trubalari; 2 - stirkulyastiya trubasi; 3 - teshikli truba panjaralari; s - suyuqlik; g - gaz; e - issiqlik eltkich

Agar, siqilgan havo qurilmaning pastki qismiga yuborilsa, unda erlift hosil bo'ladi (16.1a-rasm). Havo qurilmaning qanchalik yuqori qismiga uzatilsa, shunchalik siqish uchun energiya sarfi kam bo'ladi. Shuning uchun, havoni balandligi kam qatlamlarga yuborish kerak, ya'ni pnevmatik aralashtirish uchun diametri katta, balandligi kichik bo'lgan qurilmalarni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Pnevmatik aralashtirish jarayonini intensivlash uchun qurilmalarda gazlift (erlift) trubalari o'rnatiladi. Ushbu trubalar suyuqlikni ko'p marta stirkulyastiya qilinishini ta'minlaydi (16.1b-rasm). Buning uchun, ikki tomoni ochiq gazlift truba qurilma markaziga joylashtiriladi. Siqilgan havo gazlift trubasi ichiga uzatiladi va ko'tariluvchi oqim qanchalik katta bo'lsa, aralashish shunchalik samarali bo'ladi.

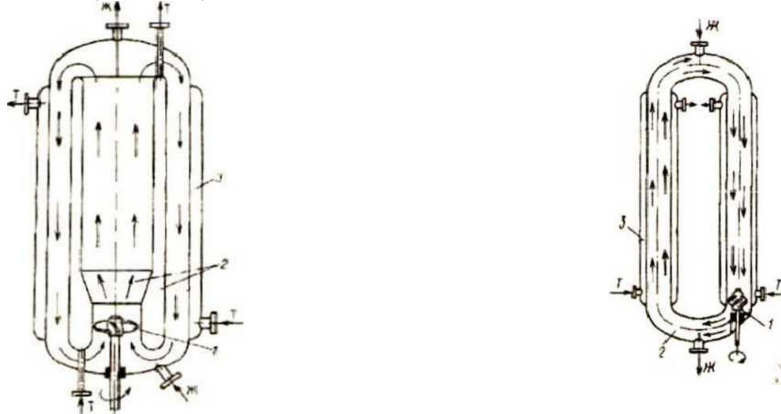
Issiqlikni uzatish va ajratib olish uchun gazlift va markaziy stirkulyastiya trubali qurilmalar yaratilgan (16.1v-rasm).

16.2. Sirkulyastiyali aralashtirish qurilmalari

Sirkulyastiyali aralashtirish, nasos yordamida amalga oshiriladi. Bunda, «aralashtirgich-nasos aralashtirgich» yopiq sistemasida suyuqlik uzluksiz aylanib yuradi.

Aralashtirish jarayonining intensivligi, stirkulyastiya karraligiga, ya'ni vaqt birligida nasos ish unumdorligining, qurilma ichidagi suyuqlik hajmi nisbatiga bog'liq. Ayrim hollarda nasoslar o'rniga bug' injektorlari qo'llanishi ham mumkin.

Undan tashqari, turli sohalarida yunalgiruichi truba (diffuzor)li vintsimon aralashtirgichlar ham ishlatiladi (16.2-rasm).



16.2-rasm. Diffuzorli va vintsimon aralashtirgichli qurilma.

1 - vintsimon aralashtirgich; 2 - issiqlik almashinish kamerali diffuzor; 3 - gilof; e - issiqlik eltich; s - aralashtirilayotgan suyuqlik.

Bu turdagi qurilmalarda yopiq stirkulyastion kontur hosil kilinadi. Nasos vazifasini odatda uch parrakli vintsimon aralashtirgich bajaradi. Shuniig uchun, bunday aralashtirgichlar xisobi o'qli nasoslar hisobiga o'xshashdir.

Statik aralashtirish. Qovushoqligi o'rtacha suyuqlik, hamda gaz suyuqlik bilan aralashtirish birorta fazaning kinetik energiyasi hisobiga statik aralashtirgichlarda olib boriladi (16.3-rasm).

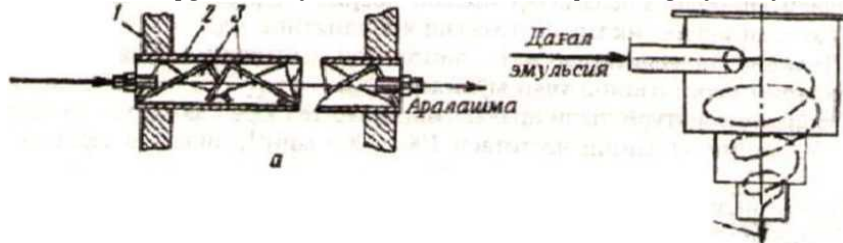
Odatda, statik aralashtirgichlar reaktorgacha bo'lgan truba quvuriga yoki bevosita reaktorning o'ziga o'rnatiladi.

16.3a-rasmda gaz va suyuqliklarni aralashtirish uchun mo'ljallangan nosimmetrik, legirlangan po'lat plastinalarni burash yuli bilan olingan yasama elementli aralashtirgich tasvirlangan.

Har bir elementning geometrik xarakteristikalarini burash burgachi va yo'nalishi, hamda element diametrining uzunligiga nisbati bilan ifodalanadi. O'rnatilishi zarur bo'lgan elementlar soni suyuqlik qovushoqligiga, hamda aralashtirilayotgan suyuqliklar qovushoqligi nisbatiga bog'liqdir. Agar, suyuqlik va fazalar o'rtasidagi qovushoqliklar farqi qancha katta balsa, shunchalik ko'p elementlar o'rnatilishi zarur.

16.3b-rasmda yog'-fosfatidli emulsiyasini ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan uyurmali emulsor ko'rsatilgan. Bosim 0,3-0,36 MPa bo'lganda, uyurmali emulsor yuqori samarali emulgastiya

qilishni ta'minlaydi. Bu turdagi qurilmalar sodda, tayyorlanishi oson va foydalanishda qulay. Ishlash prinsipi - markazdan qochma purkagich effektiga asoslangan. Olingan 3 mkm o'lchamli zarrachalardan tarkib topgan emulsiya 24 soat davomida ham qatlamlarga ajralmaydi.



16.3-rasm. Statik aralashtirgichlar.

a- stilindrik, yasama elementi; b- emulsor. 1- flanest; 2- kobik; 3- aralashtiruvchi element

Mexanik aralashtirish «suyuqlik - suyuqlik», «gaz - suyuqlik» va «gaz- suyuqlik - qattiq jism» sistemali gidromexanik, issiqlik va massa, hamda biokimyoviy jarayonlarni intensivlash turli xil aralashtirish moslama (aralashtirgich) lar yordamida amalga oshiriladi. Aralashtirgich, aylanuvchi o'qqa o'rnatilgan, turli xil parraklardan tarkib topgan moslama.

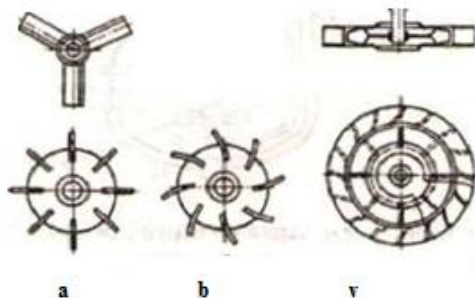
Kimyo va boshqa sanoatlarda qo'llaniladigan hamma aralashtirish moslamalarini 2 guruhga ajratsa bo'ladi: birinchi guruhga parrakli, turbinali va propellerli; ikkinchi guruhga - maxsus - vintli, shnekli, lentali, romli, yakorli, pichokli va boshqa moslamalar kiradi. Birinchi guruh suyuqliklar uchun bo'lsa, ikkinchisi esa - plastik va sochiluvchan materiallarni aralashtirish uchun xizmat qiladi.

Ishchi organining aylanish chastotasiga qarab aralashtirish moslamalari sekin va tez yurar guruxlarga bqlinadi.

Parrakli, lentali, yakorli va shnekli aralashtirgichlar sekin yurar moslamalar qatoriga kiradi (16.4 a,b-rasm). Ularning aylanma chastotasi 30...90 min-1, kovushoq; muhitlarda parrak uchidagi aylanma tezligi - 2...3 m/s.

Parrakli aralashtirgichlar afzalliklari: moslama sodda va narxi qimmat emas.

Kamchiliklari - aylanish o'qi bo'ylab suyuqlik oqimi kichik bo'ladi, natijada aralashtirgich hajmida suyuqlik to'liq, aralashmaydi. O'q buylab suyuqlik oqimi harakatini jadallashtirish uchun parraklar og'ish burchagi 30° ga teng bo'lishi kerak.



16.4-rasm. Aralashtirgichlar turlari.

a - uch parrakli; b - ikki parrakli; v - propellerli; g - turbinali ochiq; d - qiya parrakli, turbinali, ochiq; s - turbinali spist.

Yakorli aralashtirgichlar qurilma tubining shakliga mos bo'ladi. Bu turdagi moslamalar qovushoq, va o'ta qovushoq suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi. Yakorli moslamalar ishlash davrida qurilma devori va tubini yopishib kolgan iflosliklardan tozalash qobiliyatiga ega.

Shnekli aralashtirgichlar vintsimon shaklli bo'lib, qovushoq suyuqliklarni qorishtirish uchun mo'ljallangan.

Propeller va turbinali aralashtirgichlar tez yurar moslamalar qatoriga kiradi. Ularning aylanish chastotasi 100...3000 min-1, aylanma tezligi 3...20 m/s.

Propellerli aralashtirgichlar 2 yoki 3 parrakli qilib yasaladi (16.4 v- rasm). Ushbu moslamalarga nasos effekti xos bo'ladi va suyuqlikning intensiv stirkulyastiyasini hosil qilish uchun ishlatiladi. Qovushoqligi 2 Pa-s bo'lgan suyuqliklarni aralashtirish uchun ko'llash mumkin.

Turbinali aralashtirgichlar turbina g'ildiraklari shaklida bo'lib, parraklari yassi, qiya va egri chiziqli bo'lishi mumkin (16.4 g,d,e-rasm). Ular ochiq va yopiq turli bo'ladi. Turbina g'ildiragining ishlash prinstipi markazdan qochma kuchlar ta'siriga asoslangan. Yopiq aralashtirgich ikkita diskdan iborat bo'lib, suyuqlik o'tishi uchun teshigi bor. Ham radial, ham turbina o'qi buylab oqimlar hosil qilish uchun qiya parrakli, turbinali aralashtirgichlardan foydalaniladi. Turbinali moslamalar qurilmaning butun hajmida suyuqlikni intensiv aralashtiradi. Suyuqlikning aylana buylab harakatinn kamaytirish va qurilmada o'rnama hosil bo'lishini bartaraf qilish uchun stilindrsimon qaytaruvchi to'siqlar o'rnatiladi.

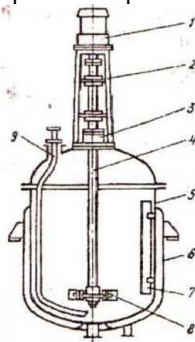
Turbinali aralashtirgichlar qovushoqligi 500 Pas gacha bo'lgan suyuqliklarni va dag'al suspenziyalarni aralashtirish uchun qo'llaniladi.

Qopqoqdi qobiq, uzatma va aralashtirgichlardan tashkil topgan tipik qorishtirgich 16.4-rasmda ko'rsatilgan.

Ishchi g'ildirak 200...2000 ayl/min chastota bilan aylanma harakatlanadi. Turbina g'ildiragi markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikka tegishli energiya beradi. Suyuqlik aralashtirgich markaziy teshigidan kirib, u erda markazdan qochma kuch ta'sirida tezlanish olgan holda radian yo'nalishida chiqib ketadi. Turbinada suyuqlik vertikal yo'nalishdan gorizontalgga o'tadi va undan katta tezlikda chiqib ketadi. Bu turdagi qurilmaning samaradorligi yuqori.

16.3.Turbinali aralashtirgich

Turbinali aralashtirgich diametri kurilma kobig'i diametrining 0,15...0,35 ulushini tashkil etadi. Bu qurilmalar qovushoqligi 1...700 Pas ga teng suyuqliklarni aralashtirish uchun mo'ljallangan.

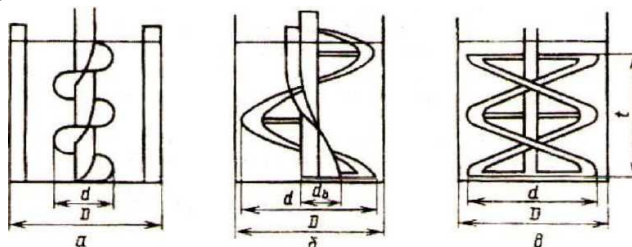


16.5-rasm. Aralashtirgichli qorishtirgich.

1 - uzatma; 2 - uzatma tayanchi; 3 - zichlagich; 4 - o'q;
5 - qobiq; 6 - g'ilof; 7 - qaytaruvchi to'siq; 8 - aralashtirgich; 9 - truba.

Kimyo sanoatida plastik massalarni aralashtirishda, oziq-ovqat sanoatida non yopish, makaron va qandolat maxsulotlarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Bu jarayonda nafaqat turli komponentlar korishtiriladi, balki, xamir ezib korishtiriladi, havo bilan tuyintiriladi va ma'lum bir xossalarga ega bo'ladi.

Aralashtirish jarayoni davriy va uzluksiz qorishtirgichlarda olib borilishi mumkin. Bu turdagi qurilmalar ichida romli, shnekli yoki lentali aralashtirgichlar vertikal yoki gorizonttal o'qda o'rnatiladi (16.6-rasm).



16.6-rasm. Shnekli (a) va lentali (b, v) aralashtirgichlar sxemasi.

Shnekli aralashtirgich iste'mol stilayotgan kuvvatni aniq, pash uchun ushbu tenglama kullanishi mumkin:

$$Eu_M = \frac{71}{Re_M}$$

yoki

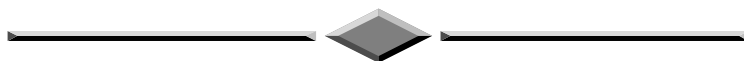
$$N = A d_M \cdot n^2 \mu$$

bu erda d_M - aralashtirgich diametri; A – aralashtirgich moslamasining geometrik nisbatlari funktsiyasi sifatida topiladigan koeffitsient.

Nazorat savollari:

- 1.Aralashtirish moslamalari turlari
- 2.Aralashtirgichli qorishtirgich ishlash prinsipi
- 3.Shnekli aralashtirgich ishlash prinsipi
- 4.Lentali aralashtirgich effektivligi

II-MODUL. ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARI VA ULARNI AMALGA OSHIRUVCHI QURILMALAR



17-MAVZU. ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARI

Reja:

- 17.1. Umumiy tushunchalar
- 17.2. Bug' bilan isitish
- 17.3. Issiq suv bilan isitish
- 17.4. Yuqori temperaturali organik suyuqlik va ularning bug'lari bilan isitish
- 17.5. To'yingan suv bug'i bilan isitish
- 17.6. Tutun gazlari bilan isitish
- 17.7. Elektr toki bilan isitish

17.1. Umumiy tushunchalar

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida issiqlik almashinish qurilmalarida o'tkaziladigan suyuqlik va gazlarni isitish, bug'lanish, sovitish va bug'larni kondensatsiyalash jarayonlari juda keng tarqalgan.

Biror muhitdan boshqasiga issiqlik o'tkazish uchun mo'ljallangan moslama issiqlik almashinish qurilmasi deb nomlanadi. Issiqlik uzatish jarayonida qatnashayotgan muhitlar issiqlik eltichlar deb ataladi. Yuqori temperaturali va issiqlik beruvchi muhit issiqlik eltich deyiladi. Past temperaturali va issiqlik oluvchi muhit sovuqlik eltich deyiladi.

Turli sanoatlarda to'g'ridan to'g'ri issiqlik manbai bo'lib yokilg'ilarni yonishdan hosil bo'lgan gazlar va elektr energiyasi ham ishlatiladi. Bu turdagi bevosita issiqlik manbalaridan issiqlik olib, o'zining issiqligini qurilma devori orqali isitilayotgan suyuqlik yoki gazga beruvchi moddalar oraliq issiqlik eltichlar deb yuritiladi. Bunday issiqlik eltichlarga suv bug'i, issiq suv va yuqori temperaturali issiqlik eltichlar (o'ta qizdirilgan suv, mineral moy, organik suyuqlik va ularning bug'lari, tuz eritmalari, suyuq materiallar va boshqalar) kiradi.

Oddiy temperatura (10...30°C) largacha sovitish uchun suv va havo keng miqyosda va samarali qo'llaniladi.

Issiqlik eltichlarni tanlashda ularning quyidagi xossalari e'tibor berish zarur:

- muhitni sovitish yoki sovitish darajasi va uni boshqarish;
- minimal massaviy va hajmiy sarflarda katta issiqlik almashinish tezligiga erishish;
- qovushoqligi kichik, zichligi, issiqlik sig'imi va bug' hosil qilish issiqligi katta bo'lishi kerak;
- yenmaydigan, zaxarlimas, issiqqa chidamli bo'lishi zarur;
- issiqlik almashinish qurilmasi materialini yemirmasligi va buzmasligi kerak;
- arzon va kamyob bo'lmasligi zarur.

Ko'p holatlarda issiqlik eltichlar sifatida sanoat yarim mahsulot, mahsulot va chiqindilarning issiqligidan foydalanish iqtisodiy tomondan maqsadga muvofiqdir.

17.2. Bug' bilan isitish

Ma'lumki, sanoat miqyosida issiqlik eltich sifatida to'yingan suv bug'i keng ko'lamda ishlatiladi, chunki u bir qator afzalliklarga ega. Masalan, bug' kondensatsiyalanganda juda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Agar, bug'ning bosimi $9,8 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ bo'lsa, $2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ miqdorda issiqlik berishi mumkin. Kondensatsiyalanayotgan bug'ning issiqlik berish koeffitsienti yuqori bo'lgani uchun, bug' tomonidagi termik qarshilik kichik bo'ladi. Bu esa, bug' yordamida isitish uchun kam yuza talab etadi.

To'yingan bug'ning eng asosiy afzalliklaridan biri shundaki, ma'lum bir bosimda, bir xil temperaturada kondensatsiyalanadi. Bu hol tegishli isitish temperaturasini yuqori aniqlikda ushlab turish imkonini beradi.

Zarur paytda bug' bosimini o'zgartirish usuli bilan isitish temperaturasini boshqarib turish mumkin. Bug' kondensati issiqligidan foydalanish natijasida bug'li isitkichlar f.i.k. juda yuqori bo'ladi. Yana bir afzalligi shundaki, bug' yonmaydi va undan foydalanish qulay.

Suv bug'ining asosiy kamchiligi, bu uning temperatura ortishi bilan bosimining proporsional ravishda o'sishidir. Shuning uchun, suv bug'i yordamida $180 \dots 200^\circ\text{S}$ gacha isitish mumkin. Ushbu temperaturalarda bug'ning bosimi $1,0 \dots 1,2 \text{ MPa}$ ga to'g'ri keladi. Juda yuqori bosimli issiqlik eltichlar ishlatilganda, qalin devorli va qimmat qurilmalardan foydalanish ehtiyoji tug'iladi.

17.3. Issiq suv bilan isitish

Ushbu usul kimyo va oziq - ovqat mahsulotlarini 100°S gacha isitish uchun qo'llaniladi. 100°S dan yuqori temperaturalargacha isitish uchun ortiqcha bosim ostidagi o'ta qizdirilgan suv ishlatiladi.

Suvning afzalliklari juda ko'p: yer kurrasida keng tarqalgan va arzon; korrozion faol emas. Odatda biror mahsulotni isitish issiqlik qurilmasining devori orqali amalga oshiriladi. Ayrim hollarda isitish uchun suv bug'i kondensatining issiqligidan ham foydalanish mumkin.

Suv yoki boshqa organik suyuqliklar bilan isitish uchun ko'pincha sirkulyatsion usul ishlatiladi. Sirkulyatsion harakat erkin yoki majburiy bo'lishi mumkin. Lekin, sanoatda nasos yordamida amalga oshiriladigan majburiy sirkulyatsion jarayonlar keng tarqalgan.

Pomidor, bodring, poliz mahsulotlarini yetishtirishda issiqxona (teplisa) larda zavod va fabrikalardan chiqarib tashlanayotgan issiq suvlar ishlatiladi.

17.4. Yuqori temperaturali organik suyuqlik va ularning bug'lari bilan isitish

Ushbu guruh issiqlik eltichlariga quyidagi organik moddalar kiradi: gliserin, etilenglikol, naftalin, difenil efiri, difenilmetan, ditolilmetan, difenil va polifenollarni xlorlash mahsulotlari, mineral moylar, tetraxlordifenil, kremniy organik birikmalar va hokazolar.

Sanoatda eng keng tarqalgan yuqori temperaturali organik suyuqliklardan biri difenil aralashma ($26,5\%$ - difenil va $73,5\%$ - difenil efiri) sidir. Ushbu issiqlik eltich sirkulyatsion usulda isitish uchun ishlatiladi va erkin sirkulyatsiya sharoitida issiqlik berish koeffitsienti $200 \dots 350 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Difenil aralashmasining asosiy afzalliklaridan biri shundaki, yuqori bosim ishlatmasdan turib yuqori temperaturalar olish mumkinligidir. Masalan, 300°S temperaturada suv bug'ining bosimi $87,6 \text{ at}$ bo'lsa, difenil aralashmasida esa - atigi $2,4 \text{ at}$.

Ushbu guruhdagi organik suyuqliklar yordamida $250 \dots 400^\circ\text{S}$ temperaturagacha isitish mumkin.

Suv yoki boshqa issiqlik eltichning isitish uchun ketgan sarfi issiqlik balansidan aniqlanadi:

$$G_c c_c t_{c\phi} + G_m c_m t_{m\phi} = G_c c_c t_{mox} + Q_{uyk} \quad (17.1)$$

bu yerda G_c va G_m - suv va mahsulotning massaviy sarflari, kg/soat ; s_s va s_m - suv va mahsulotning issiqlik sig'implari, $\text{kJ/(kg} \cdot \text{K)}$; t_{sb} va t_{mb} - suv va mahsulotning boshlang'ich temperaturalari, $^\circ\text{S}$; t_{sox} va t_{mox} - suv va mahsulotning chiqishdagi temperaturalari, $^\circ\text{S}$; $Q_{yo'q}$ - atrof muhitga issiqlikning yo'qotilishi, kJ/soat .

(17.1) dan suvning sarfini topish mumkin:

$$G_c = \frac{G_m c_m (t_{mox} - t_{m\phi}) + Q_{uyk}}{c_c (t_{c\phi} - t_{cox})} \quad (17.2)$$

17.5. To'yingan suv bug'i bilan isitish

Ushbu usulda isitish amaliyotda keng miqyosda qo'llaniladi. Bunga uning quyidagi afzalliklari sababchidir: kondensatsiyalanish jarayonida juda katta miqdorda issiqlik ajrab chiqadi (2024...2264 kJ/kg); kondensatsiyalanayotgan bug'dan devorga issiqlik berish koeffisienti juda yuqori; isitish bir tekisda sodir bo'ladi.

O'tkir bug' bilan isitishda suv bug'i bevosita isitilayotgan suyuqlikka yuboriladi. Natijada bug' kondensatsiyalanadi va issiqligini suyuqlikka beradi. Jarayonda hosil bo'lgan kondensat suyuqlik bilan aralashib ketadi. Isitish va aralashtirish jarayonlarini birdaniga amalga oshirish uchun bug' barboter yordamida suyuqlik qatlamiga yuboriladi.

O'tkir bug' sarfi issiqlik balansidan topiladi:

$$Gct_{\delta} + Di'' = Gct_{ox} + Dct_{ox} + Q_{uyk} \quad (17.3)$$

O'tkir bug' sarfi:

$$D = \frac{Gc \cdot (t_{ox} - t_{\delta})}{i'' - ct_{ox}} \quad (17.4)$$

Isitilayotgan muhitni suv bilan aralashishi mumkin bo'lgan hollardagina o'tkir bug' bilan isitish jarayoni qo'llaniladi.

Ushbu usul ko'pincha suv va suvli eritmalarini isitish uchun ishlatiladi.

Kuchsiz bug' bilan isitishda issiqlik bug'dan suyuqlikka ajratib turuvchi devor orqali uzatiladi. qurilma ichida bug' kondensatsiyalanganlan so'ng, uning bug' bo'shlig'idan kondensat holatida chiqariladi. Hosil bo'lgan kondensatning temperaturasi isituvchi bug'ning to'yinish temperaturasiga teng deb qabo'l qilinadi.

Suyuqlikni isitish jarayonida bug'ning massaviy sarfi ham issiqlik balansidan topiladi:

$$Gc t_{\delta} + D_1'' = Gc t_{ox} + Di' + Q_{uyk} \quad (17.5)$$

Kuchsiz bug' sarfi:

$$D = \frac{Gc \cdot (t_{ox} - t_{\delta}) + Q_{uyk}}{i'' - i'} \quad (17.6)$$

bu yerda D – bug'ning massaviy sarfi, kg/soat; G – suyuqlikning massaviy sarfi, kg/soat; s – suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K); t_b va t_{ox} – suyuqlikning boshlang'ich va oxirgi temperaturalari, °S; i' va i'' – isituvchi bug' va kondensatning entalpiyalari, kJ/soat.

17.6. Tutun gazlari bilan isitish

Tutun gazlari bilan isitish turli sanoat sohalarida ancha vaktdan beri qo'llanilib kelinayotgan usullardan biridir. Tutun gazlari suyuq, gazsimon va qattiq yoqilgilarni maxsus o'txonalarida yondirish natijasida hosil bo'ladi. Ushbu gazlar yordamida 1000...1100°S temperaturagacha isitish mumkin.

Tutun gazlari yordamida isitishning kamchiliklari: kichik issiqlik berish koeffisienti [35...60 W/(m²·K)]; temperaturalarining farqi juda katta va isitish jarayoni bir tekisda emas; temperaturani rostlash murakkab; qurilma devorlarining oksidlanishi va tutun tarkibida zararli moddalarning borligi, ushbu usulni kimyo mahsulotlarini qayta ishlashda qo'llash mumkin emas.

Lekin, kimyo sanoatida tutun gazlarini kullash katta samara beradi, chunki ushbu gazlarni ishlatishda qo'shimcha yokilg'i talab etilmaydi. Shuning uchun tutun gazlarini isitish jarayonida qo'llash iqtisodiy jihatdan juda foydalidir.

17.7. Elektr toki bilan isitish

Elektr toki yordamida materiallarni juda katta temperatura oraligida isitish, zarur temperaturani ushlab turish va oson rostlash mumkin. Undan tashqari, elektr isitish moslamalari sodda, ixcham, ishlatish va ta'mirlash qulaydir. Lekin, elektr toki bilan isitish ancha qimmat.

Elektr tokini issiqlik energiyasiga aylantirish usuliga karab ushbu usul bir necha turga bo'linadi: elektr qarshiligi yordamida isitish, induksion isitish, yuqori chastotali isitish, elektr yoyi bilan isitish.

Elektr qarshiligi yordamida 1000...1100°S gacha isitish mumkin. Atrof-muhitga issiqlik yo'qotilishini bartaraf qilish uchun o'txona issiqlik qoplamasi bilan o'raladi. O'txonaning asosiy

isitish elementlari sim yoki lentasimon qilib nixrom qotishmasidan yasaladi.

Induksion isitish qurilma devori qalinligida o'zgaruvchan tok maydoni ta'sirida foydali ish koeffitsienti uyurmaviy toklari hosil bo'ladi va ular issiqlik ajralib chiqishga sababchi bo'ladi.

Ushbu usulda bir tekisda isitish mumkin. Odatda induksion isitishda 400⁰S temperaturaga erishish va kerakli temperaturani yuqori aniqlikda ushlab turish mumkin.

Bu usulning kamchiliklaridan biri-bu uning kimmatligi. Isitishni arzonlashtirish uchun kombinatsiyalashgan usuldan foydalaniladi. Buning uchun mahsulot to'yingan suv bug'i yordamida 180⁰S gacha qizdiriladi va undan keyin induksion usulda kerakli temperaturagacha isitiladi.

Yuqori chastotali isitish. Ushbu usulda elektr toki utkazmaydigan materillar isitiladi, shuning uchun ham dielektrik usul deb nomlanadi.

Yuqori chastotali isitigichning ishlash prinsipi quyidagicha: o'zgaruvchan elektr maydoniga joylashtirilgan material molekulalari maydon chastotasi bilan tebranma harakat qila boshlaydi va qutblanadi. Material molekulalarining tebranma harakat energiyasi dielektrik molekulalari orasidagi ishkalanish kuchini yengishga sarflanadi va material massasida issiqlikka aylanadi. Ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori tok chastotasi va kuchlanish kvadratiga proporsionaldir. Isitish bu usulda bir tekisda bo'ladi. Undan tashqari, isitish temperaturasi oson va aniq rostlanadi. Lekin, bu turdagi isitigichlar murakkab va ularning foydali ish koeffitsienti juda past bo'ladi. Ushbu usulda ishlaydigan isitigichlarda $1 \cdot 10^6 \dots 1 \cdot 10^8$ G_s chastotali toklar qo'llaniladi.

Elektr toki yordamida isitish jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori issiqlik balansidan topiladi:

$$Q_e + Gct_{\delta} = Gct_{ox} + Q_{iyk} \quad (17.7)$$

bu yerda Q_e – elektr toki o'tganda elektr isitish moslamasidan ajralib chiqqan issiqlik miqdori, kJ/soat; G – isitilayotgan qurilmada qayta ishlanayotgan maxsulot miqdori, kg/soat; s - material solishtirma issiqligi, J/(kg·K); t_{δ} , t_{ox} – materialning boshlang'ich va oxirgi temperaturalari, ⁰S; $Q_{yo'q}$ – atrof muhitga yo'qotilayotgan issiqlik miqdori, kJ/soat.

(17.7) tenglamadan

$$Q_e = Gc \cdot (t_{ox} - t_{\delta}) + Q_{iyk} \quad (17.8)$$

Isituvchi elementlar quvvati esa ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$N = \frac{Q}{3600} \quad (17.9)$$

Nazorat savollari:

1. Issiqlik almashinish jarayoni deb nimaga aytiladi
2. Issiqlik almashinish jarayoni qanday usullarda olib boriladi
3. Issiqlik almashinish usullari
4. Issiqlik almashinish jarayonini harakatlantiruvchi kuchi

18-MAVZU. ISSIQLIKNING TARQALISH TURLARI. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK. FUR'E QONUNI.

Reja:

- 18.1. Issiqlikning tarqalishi usullari
- 18.2. Issiqlik berish koeffitsienti.

18.1. Issiqlikning tarqalish usullari

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Fure qonuni. Qattiq jismlarda issiqlik tarqalish jarayonini tajribaviy o'rganish natijasida Fure (1768-1830) issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini kashf etdi. Ushbu qonunga binoan, issiqlik o'tkazuvchanlik orqali uzatilgan issiqlik miqdori dQ temperatura gradienti $\partial t / \partial n$ vaqt $d\tau$ ga va issiqlik oqimi yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan maydon yuzasi dF ga proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau \quad (18.1)$$

(18.1) formuladagi proporsionallik koeffitsient λ issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti deb ataladi. Bu koeffitsient jismning issiqlik o'tkazish qobiliyatini xarakterlaydi va quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[\lambda] = \left[\frac{dQ}{dt \cdot F \cdot d\tau} \right] = \left[\frac{J \cdot m}{K \cdot m^2 \cdot s} \right] = \left[\frac{Vm}{m \cdot K} \right]$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti issiqlik almashinish yuza birligidan ($1m^2$) vaqt birligi davomida izotermik yuzaga normal bo'lgan $1m$ uzunlikka to'g'ri kelgan temperaturalarning $1 K$ ($^{\circ}S$) ga pasayishi vaqtida uzatilgan issiqlik miqdorini ifodalaydi.

Jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti uning tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari, temperatura, bosim va boshqa kattaliklarga bog'liq. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti turli materiallar uchun quyidagi oraliqda bo'ladi:

gazlar uchun $0,005...0,5 \text{ Vt/(m} \cdot K)$;

suyuqliqlar uchun $0,08...0,7 \text{ Vt/(m} \cdot K)$;

issiqlik qoplama va kurilish materiallari uchun $0,22...3,0 \text{ Vt/(m} \cdot K)$;

metallar uchun $2,3...458,0 \text{ Vt/(m} \cdot K)$.

Kimyo va boshqa sanoatlarda qo'llaniladigan ayrim metallar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi qiymatlarga ega: legirlangan pulat – $14...23$; qo'rg'oshin - 35 ; uglerodli pulat - 45 ; nikel - 58 ; cho'yan - 63 ; alyuminiy - 204 ; mis - 384 ; kumush - $458 \text{ Vt/(m} \cdot K)$. Sanoatda eng ko'p qo'llaniladigan metallar va suyuqliklar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari 4.2 va 4.3 - rasmlarda keltirilgan.

Issiqlikning nurlanishi. Har qanday jism δ zidan t δ lqin uzunligining ma'lum intervalida energiyani nurlatish qobiliyatiga ega. Nurlangan energiya boshqa jismga yutiladi va qaytadan issiqlikka aylanadi. Natijada nurlanish y δ li bilan issiqlik almashinish jarayoni sodir b δ lib, u δ z navbatida nur chiqarish va nur yutish jarayonlaridan tashqil topadi.

δ zaro parallel joylashgan, absolyut temperaturalari T_1 va T_2 b δ lgan tekis qattiq jismlar δ rtasidagi nurlanish orqali δ tgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{1-2} = C_{1-2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F \quad (18.6)$$

bu erda: Q_{1-2} - birinchi jismdan ikkinchisiga nurlanish orqali berilgan issiqlik miqdori;

$F = F_1 = F_2$ - jismlar nur chiqarish va yutish yuzalari, m^2 ;

S_{1-2} - jismlar sistemasining keltirilgan nur chiqarish koeffitsienti, $Vt/(m^2 K^4)$.

Jism sirtiga tushgan Q_n miqdordagi nurlangan issiqlikning bir ulushi (Q_A) jism tomonidan yutiladi, boshqa ulushi (Q_R) jism sirtidan qaytariladi, qolgan ulushi (Q_D) esa jismdan δ tib ketadi:

$$Q_n = Q_A + Q_R + Q_D \quad (18.7)$$

yoki:

$$\frac{Q_A}{Q_n} + \frac{Q_R}{Q_n} + \frac{Q_D}{Q_n} = 1 \quad (18.8)$$

(18.8) tenglamadagi birinchi b δ linma jismning nurlangan issiqlikni yutish qobiliyati deyiladi va A harfi bilan belgilanadi; ikkinchi b δ linma nur qaytarish qobiliyati deyiladi va P harfi bilan belgilanadi; uchinchi b δ linma nurni δ tkazib yuborish qobiliyati deyiladi va D harfi bilan belgilanadi.

Agar $A=1$ b δ lsa jism absolyut qora, $P=1$ b δ lsa, absolyut ok, $D=1$ b δ lsa diatermik jism deyiladi. Real jismlar uchun esa A, P va D birga teng b δ lmaydi va ular kulrang jismlar deb yuritiladi.

Issiqlik nurlanishi taxlil qilinganda asosiy parametr bu jismlarning nur chiqarish qobiliyati hisoblanadi va u jism yuzasi birligidan vaqt birligida t δ lqin uzunligining barcha intervali b δ yicha nurlangan energiyani miqdori bildiradi.

Stefan-Boltsman konuni jismning nur chiqarish qobiliyati E va jismdan 1 soat mobaynida F yuzasidan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori Q orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi:

$$E = \frac{Q}{F \cdot \tau} \quad (18.9)$$

Nurlanish energiyasi to'liq uzunligi va jismning temperaturasi bog'liq bo'ladi. Absolyut qora jismning nur tarqatish qobiliyati va temperaturasi orasidagi bog'liqlik ushbu formuladan topiladi:

$$E_0 = K_0 T^4 \text{ yoki } E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

bu erda $K_0 = (4,19 \cdot 5,67) \cdot 10^{-8} \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$ - absolyut qora jismning nur chiqarish konstantasi; $S_0 = K_0 \cdot 10^8 = 4,19 \dots 5,67 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$.

(4.42) formula Stefan - Bolstman konunining ifodasi bo'lib, Plank tenglamasining xosilasidir.

Stefan - Bolstman qonunini absolyut qora bo'lmagan jismlar uchun ham ko'llash mumkin. Masalan, kul rang jismlar uchun quyidagi ko'rinishga ega:

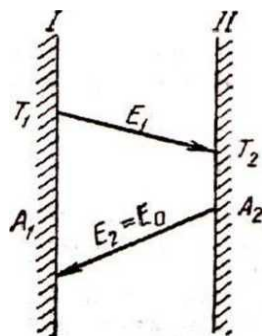
$$E_0 = \varepsilon \cdot C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (18.10)$$

bu erda $\varepsilon = C/C_0$ — kul rang jismning qoralik darajasi yoki uning nur chiqarish koeffitsienti; S_0 - kul rang jismning nur chiqarish koeffitsienti.

Kul rang jismning nur chiqarish koeffitsienti har doim 1 dan kichik bo'lib, 0,055...0,95 oralig'ida o'zgaradi.

Kirxgof konuni kul rang jismlarning nur tarqatish va uni yutish qobiliyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.

Bir-biriga parallel joylashgan, kul rang I va absolyut qora II jismlarni ko'rib chiqamiz (18.3-rasm).



18.3-rasm. Kirxgof stonunnga oid sxema.

$$Q_{\text{stay}}/F_{\text{nur}} = Q_n/Q_{\text{icyp}}$$

Kul rang jismning yutish qobiliyatini A_1 absolyut qora jismnikini esa $A_2 = A_0 = 1$. Kul rang jism temperaturasi absolyut qoranikidan katta, ya'ni $T_1 > T_2$ deb qabul qilamiz. Bunda, kul rang jismdan nurlanish usulida uzatilgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$q = E_1 - E_0 A_1 \quad (18.11)$$

Ikkala jismning temperaturasi tenglashganda, issiqlik muvozanat holati yuzaga keladi va $q = 0$ bo'ladi.

Demak:

$$E_1 - E_0 A_1 = 0$$

bundan

$$\frac{E_1}{A} = E_0$$

Ushbu xulosani umumlashtirib, bir nechta parallel joylashtirilgan jismlar uchun ushbu ifodani keltirib chiqaramiz:

$$\frac{E}{A} = \frac{E}{A} = \frac{E_n}{A_n} = \frac{E_0}{A_0} = f(T)$$

tenglama Kirxgof konunini xarakterlaydi. Ushbu tenglamaga binoan, ma'lum bir temperatura uchun istalgan bir jismning nur tarqatish qobiliyati, uning nur yutish qobiliyatiga bo'lgan nisbati o'zgarmas miqdor bo'lib, absolyut qora jismning nur tarqatish qobiliyatiga tengdir.

Konvektiv issiqlik almashinish. Konveksiya yo'li bilan almashinilgan issiqlik miqdori N'yutonning sovitish qonuni orqali aniqlanadi. Bu qonunga ko'ra, qattiq jism yuzasidan suyuqlik va gaz muhitiga (yoki, aksincha suyuq yoki gazsimon muhitdan qattiq jism yuzasiga) berilgan issiqlik

mikdori dQ issiqlik almashinish yuzasiga (dF), yuza va muhit temperaturalarining farqiga ($td-t_m$) hamda jarayonning davomiyligiga ($d\tau$) to'g'ri proporsionaldir, ya'ni:

$$dQ = \alpha \cdot (t_a - t_m) \cdot dF \cdot d\tau \quad (18.12)$$

bu yerda: α - issiqlik berish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \text{ grad})$.

Uzlusiz issiqlik almashinish jarayoni uchun (18.12) tenglama quyidagi kurinishda buladi:

$$Q = \alpha F(td - tm) \quad (18.13)$$

Issiqlik berish koeffitsienti devorning $1m^2$ yuzasidan suyuqlik yoki gazsimon muxitga (yoki aksincha, muxitdan devorning $1m^2$ yuzasiga) 1s vaqt davomida, devor va muxit temperaturalarining farqi $1^\circ S$ bo'lganda berilgan issiqlikning miqdorini bildiradi. Uning miqdori muxit tezligi, zichligi, qovushqoqligi, issiqlik - fizik xossalari, devorning shakli, o'lchamlari va g'adir-budiriligiga bog'lik bo'lganligi sababli, issiqlik berish koeffitsientini hisoblashning umumiy tenglamasi yo'k. Shu sababli ko'p sonli tajriba natijalari asosida, o'xshashlik nazariyasi mezonlardan foydalanib turli xususiy hollar uchun mezonlar keltirib chiqarilgan. Ularni keltirib chiqarishda asosan quyidagi kriteriyalardan foydalaniladi:

$$\text{Nussel't mezon: } Nu = \alpha \cdot l / \lambda \quad (18.14)$$

$$\text{Prandtl mezon: } Pr = c \cdot \mu / \lambda \quad (18.15)$$

$$\text{Reynol'ds mezon: } Re = v \cdot l \cdot \rho / \mu \quad (18.16)$$

$$\text{Galiley mezon: } Ga = g \cdot l^3 / \nu^2 \quad (18.17)$$

$$\text{Grasgof mezon: } Gr = g \cdot l^3 \cdot \beta \cdot \Delta t / \nu^2 \quad (18.18)$$

$$\text{Pekle mezon: } Pe = v \cdot l / a \quad (18.19)$$

bu yerda: c -suyuqlik yoki gazsimon muxitning issiqlik sig'imi, $J/kg.K$; ν - muxitning knematik qovushqoqlik koeffitsienti, m^2/s ; ϑ - oqim tezligi, m/s ; β - muxitning hajmiy kengayish koeffitsienti, K^{-1} Δt -muxit o'rtacha temperaturasi va devor temperaturasi orasidagi farq, $^\circ S$; ρ -muxitning zichligi, kg/m^3 ; l -sirtning aniqllovchi geometrik o'lchami (issiqlik almashinish jarayonlarining boradigan sharoitiga qarab qabul qilinadi); λ -issiqlik berayotgan yoki qabul qilayotgan muxitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $Vt/(m K)$.

Agregat holat o'zgarishida issiqlik berish. Kimyo sanoatida qo'llaniladigan ba'zi jarayonlarda materiallar o'z agregat holatini o'zgartiradi, ya'ni bug'lanish, kondensatsiyalanish, suyulish yoki kristallanish jarayonlari sodir bo'ladi. Bu jarayonlarda bosim o'zgarmas bo'lsa, materialga issiqlikning berilishi va undan olib ketilishi o'zgarmas temperaturada boradi. Issiqlik almashinish jarayonlaridan suyuqlikning qaynashi, bug'lanishi va bug'larning kondensatsiyalanishi yuqoridagi xususiyatlarga ega bo'ladi.

Issiqlik tashuvchi sifatida qurilmaga berilgan suv bug'i uning issiqlik almashinish yuzasida plyonka holida kondensatsiyalanadi. Bu jarayonda issiqlik berish koeffitsientini aniqlashda yuqorida aytilganlardan tashqari kondensatsiyalanish mezonidan ham foydalaniladi:

$$Nu = f(Ga, Pr, K); K = r / (c \cdot \Delta t) \quad (4.20)$$

bu yerda: K - kondensatsiyalanish mezon; s -kondensatning issiqlik sig'imi, J/kg . K ; r - bug'ning kondensatsiyalanish issiqligi, $kJ/kg.K$.

Mezonlarni qayta ishlash natijasida vertikal tekis va tsilindrsimon sirtida, hamda birta gorizontlal trubal sirtida yuqqa plyonka holida kondensatsiyalanayotgan bug'dan sirtga issiqlik berish koeffitsientini aniklash uchun quyidagi tenglamalar keltirib chiqarilgan:

$$\alpha_1 = 1.15 \cdot \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot H}} \quad (18.21)$$

$$\alpha_2 = 0.72 \cdot \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot d}} \quad (18.22)$$

bu yerda: λ, ρ, μ - mos ravishda, kondensat plyonkasining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, zichligi va dinamik qovushqoqlik koeffitsienti; r - kondensatsiyalanish issiqligi; H - vertikal sirt balandligi; α_1 - vertikal va birta gorizontlal trubal sirtida kondensatsiyalanayotgan bug'dan issiqlik berish koeffitsienti; α_2 - trubal ichki yuzasidan isitilayotgan mahsulotga issiqlik berish koeffitsienti, d -gorizontlal trubaning tashqi diametri.

Gorizontal trubalar o`rami uchun:

$$\alpha_u = \varepsilon \cdot \alpha_2 \quad (18.23)$$

bu yerda: ε - trubalarning o`ramda joylashuvi va soniga bog`lik koeffitsient bo`lib, grafikdan aniqlanadi.

Donador materiallar qatlamida issiqlikning tarqalishi. Donador materiallarni quritish va adsorbtsiya jarayonlarida material qatlamidan gaz oqimi o`tkaziladi. Bunda modda almashinuv bilan birga issiqlik almashinishi ham sodir bo`ladi va bu jarayon uchun issiqlik berish koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi: a) issiqlik o`tkazuvchanligi kichik bo`lgan ($\lambda = 0,13 \div 1,7 \text{ Wt/(m K)}$) donador material ko`zgalmas qatlami orqali turg`un rejimda ($Re=50-2000$) gaz o`tganda:

$$Nu=0,123 Re^{0,83} \quad \alpha = Nu \cdot \lambda / d_e \quad (18.24)$$

b) katta issiqlik o`tkazuvchanligiga ( $\lambda = 37 \div 383 \text{ Wt/(m K)}$ ) ega bo`lgan metall donalari qatlamidan turg`un rejimda ( $Re=50-1770$ ) gaz oqimi o`tganda:

$$Nu = 0.025 \cdot \left(\frac{\lambda_n}{\lambda_l} \right)^{0.15} \cdot Re^{0.89} \quad (18.25)$$

bu yerda:

λ_n/λ_l - nasadka va gazning issiqlik o`tkazuvchanlik koeffitsientlari nisbati.

$$Re = \vartheta \cdot d_e / \nu; \quad \vartheta = \vartheta_0 \cdot \rho; \quad (18.26)$$

bu yerda: d_e - donador material ekvivalent diametri; ρ, μ, λ - gazning fizik parametrlari; ϑ - gazning massaviy tezligi; ϑ_0 - gaz oqimining mavxum tezligi. ν mavxum qaynash qatlami holatidagi donador materiallarga issiqlik berish koeffitsientini hisoblashning quyidagi mezonlar taklif etilgan:

$$Re < 200 \text{ bo`lsa, } Ni = 1.6 \cdot 10^{-2} (Re/\varepsilon)^{1.3} \cdot Pr^{1/3}. \quad (18.27)$$

$$Re \geq 200 \text{ bo`lsa, } Ni = 0.4 (Re/\varepsilon)^{2/3} \cdot Pr^{1/3}. \quad (18.28)$$

$$\alpha = Nu \lambda / d_e \quad Re = \omega_0 \cdot d \cdot \rho / (\varepsilon \cdot \mu) \quad (18.29)$$

bu yerda: ε - qatlam g`ovakligi; ρ, μ, λ - gaz (yoki suyuqlik) ning fizik parametrlari.

18.2. Issiqlik berish koeffitsienti.

Kimyo sanoatida qo`llaniladigan ba`zi jarayonlarda materiallar o`z agregat holatini o`zgartiradi, ya`ni buqlanish, kondensasiyalanish, suyulish yoki kristallanish jarayonlari sodir bo`ladi. Bu jarayonlarda bosim o`zgarmas bo`lsa, materialga issiqlikning berilishi va undan olib ketilishi o`zgarmas temperaturada boradi. Issiqlik almashinish jarayonlaridan suyuqlikning qaynashi, buqlanishi va buqlarning kondensasiyalanishi yuqoridagi xususiyatlarga ega bo`ladi.

Issiqlik tashuvchi sifatida qurilmaga berilgan suv bugi uning issiqlik almashinish yuzasida plyonka holida kondensasiyalanadi. Bu jarayonda issiqlik berish koeffitsientini aniqlashda yuqorida aytilganlardan tashqari kondensasiyalanish mezonidan ham foydalaniladi:

$$Nu = f(Ga, Pr, K); \quad K = r / (c \cdot \Delta t) \quad (18.30)$$

bu erda: K - kondensasiyalanish mezon; s -kondensatning issiqlik sig`imi, J/kg.  $K$ ;  $p$  - bug`ning kondensasiyalanish issiqligi, kDj/kg.K.

Mezonlarni qayta ishlash natijasida vertikal tekis va silindrsimon sirtida, hamda birta gorizontal truba sirtida yupqa plyonka holida kondensasiyalanayotgan bug`dan sirtga issiqlik berish koeffitsientini aniqlash uchun quyidagi tenglamalar keltirib chiqarilgan:

$$\alpha_1 = 1.15 \cdot 4 \sqrt{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot H}} \quad (18.31)$$

$$\alpha_2 = 0.72 \cdot 4 \sqrt{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot d}} \quad (18.32)$$

bu erda: λ, ρ, μ - mos ravishda, kondensat plyonkasining issiqlik o`tkazuvchanlik koeffitsienti, zichligi va dinamik qovushqoqlik koeffitsienti; p -kondensasiyalanish issiqligi; H -vertikal sirt

balandligi; α_1 -vertikal va birta gorizontal truba sirtida kondensasiyalanayotgan bugdan issiqlik berish koefitsienti; α_2 -truba ichki yuzasidan isitilayotgan mahsulotga issiqlik berish koefitsienti, d - gorizontal trubaning tashqi diametri.

Gorizontal trubalar o'rami uchun:

$$\alpha_y = \varepsilon \cdot \alpha_2 \quad (18.33)$$

bu erda: ε -trubalarning o'ramda joylashuvi va soniga bog'lik koefitsient bo'lib, grafikdan aniqlanadi.

Nazorat savollari:

- 1.Issiqlikning tarqalish usullari
- 2.Issiqlikning nurlanishi
- 3.Konvektiv usulda issiqlikning tarqalishi
- 4.Krvektiv usulda issiqlik necha usulda boradi

19-MAVZU. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIENTI. ISSIQLIKNING NURLANISHI. STEFAN-BOL'TSMAN QONUNI.

Reja:

- 19.1.Jarayonning issiqlik balansi.
- 19.2.Issiqlik o'tkazish asosiy tenglamasi va koefitsienti
- 19.3.Issiqlik almashinish jarayonlarini harakatlantiruvchi kuchi.

19.1.Jarayonning issiqlik balansi.

Temperaturasi yuqori issiqlik eltkichdan berilayotgan issiqlik miqdori Q_1 temperaturasi past eltkichni isitish uchun Q_2 va ma'lum bir qismi qurilmadan atrof muhitga yuqotilayotgan issiqlik o'rnini to'ldirish uchun $Q_{yo'q}$ sarf bo'ladi. Odatda, issiqlik qoplamali qurilmalar uchun $Q_{yo'q}$ miqdori foydali issiqlik miqdorining 3...5% ni tashkil etadi. Shuning uchun, bu turdagi qurilmalarni xisoblashda $Q_{yo'q}$ ni e'tiborga olmasa xam bo'ladi. Unda, issiqlik balansi quyidagi tenglik bilan ifodalanishi mumkin:

$$Q = Q_1 = Q_2$$

bu erda Q - qurilmaning issiqlik yuklamasi.

Agar, issiqlik eltkichning massavmy sarfi G_1 , uning qurilmaga kirish entalpiyasi I_{1b} va chiqishdagisi esa I_{1ch} , sovuqlik eltkichning sarfi G_2 qurilmaga kirishdagi entalpiyasi I_{2b} chiqishdagisi I_{2ch} bo'lganda (19.1) tenglikni ushbu ko'rinishda yozish mumkin:

$$Q = G_1(I_{1b} - I_{1ch}) = G_2(I_{2ch} - I_{2b}) \quad (19.1)$$

Agar, issiqlik almashinish jarayonida issiqlik eltkichning agregat holati o'zgarmasa, unda uning entalpiyasi ushbu ko'rinishda ifodalanadi:

$$\begin{aligned} I_{1b} &= c_{1b} t_b & I_{1ch} &= c_{1ch} t_{1ch} \\ I_{2ch} &= c_{2ch} t_{2ch} & I_{2b} &= c_{2b} t_b \end{aligned}$$

Odatda, texnik hisoblarda ma'lum temperatura uchun entalpiya qiymati jadval va diagrammalardan topiladi.

Agar, ikkala eltkichning solishtirma issiqlik sig'implari (c_1 va c_2) temperaturaga bog'liq emas deb hisoblansa, unda issiqlik balansining tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$Q = G_1 c_1 (t_{1b} - t_{1ch}) = G_2 c_2 (t_{2ch} - t_{2b})$$

Issiqlik utkazuvchanlik

Fure konuni. Qattik jismlarda issiqlik tarqalish jarayonini tajribaviy o'rganish natijasida Fure (1768-1830) issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini kashf etdi. Ushbu krnunga binoan, issiqlik o'tkazuvchanlik orqali uzatilgan issiqlik mikdori dQ temperatura gradienti $\partial t / \partial n$, vaqt $d\tau$ ga va issiqlik oqimi yunalishiga perpendikulyar bulgan maydon yuzasi dF ga proporiional bo'ladi, ya'ni:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau$$

(19.2) formuladagi proporstionallik koefitsienti λ -issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti deb ataladi. Bu koefitsient jismning issiqlik o'tkazish qobiliyatini xarakterlaydi va quyidagi o'lchov birligiga ega:

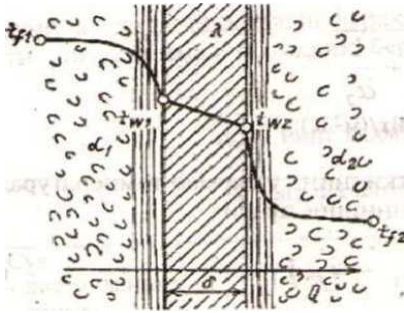
$$[\lambda] = \left[\frac{dQ}{dt dF \cdot d\tau} \right] = \left[\frac{J}{K \cdot m^2 \cdot s} \right] = \left[\frac{Vt}{m \cdot K} \right]$$

19.2. Issiqlik o'tkazish asosiy tenglamasi va koeffitsienti

Issiqlik almashinish jarayonlarida ko'pincha issiqlik energiyasi bir suyuqlikdan ikkinchisiga ularni ajratib turuvchi devor orqali uzatiladi. Temperaturasi yuqori bo'lgan suyuqlikka devor orqali issiqlikning uzatilishi issiqlik o'tkazish deyiladi. Ushbu yo'l bilan uzatilgan issiqlik miqdori issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi:

$$Q = K \Delta t_{ur} F \quad (19.3)$$

bu erda K - issiqlik o'tkazish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot K)$; Δt_{ur} - issiqlik va sovuqlik eltkichlar temperaturalarining farqi, K ; F - ajratib turuvchi devor yuzasi, m^2 .



19.1-rasm. Tekis devor orqali issiqlik o'tkazish jarayonida temperaturaning o'zgarish xarakteri.

Tekis devorning issiqlik o'tkazishi. 19.1-rasmda kalinligi δ va materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ bo'lgan tekis devor tasvirlangan.

Devorning bir tomonidan temperaturasi t_{f1} (oqim o'zagida) bo'lgan issiqlik eltkich, ikkinchi tomonidan esa - temperaturasi t_{f2} bo'lgan sovuqlik eltkich oqib o'tmoqda.

Devor yuzalarining temperaturasi t_{w1} va t_{w2} . Issiqlik berish koeffitsientlari α_1 va α_2 .

Turg'un jarayonda F yuza orqali birinchi issiqlik eltkich o'zagidan devorga uzatilayotgan issiqlik miqdori, devordan o'tgan va devordan ikkinchi issiqlik eltkich o'zagiga uzatilayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

Ushbu issiqlik miqdorini quyidagi tenglamalardan topish mumkin:

$$Q = \alpha_1 (t_{f1} - t_{w1}) \cdot F$$

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) \cdot F$$

$$Q = \alpha_2 (t_{w2} - t_{f2}) \cdot F$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan quyidagi ifodalarni olish mumkin:

$$t_{f1} - t_{w1} = \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{Q}{F}$$

$$t_{w1} - t_{w2} = \frac{\delta}{\lambda} \cdot \frac{Q}{F}$$

$$t_{w2} - t_{f2} = \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{Q}{F}$$

Tenglamalar chap va o'ng tomonlarini qo'shish natijasida, ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$t_{f1} - t_{f2} = \frac{Q}{F} \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$$

bundan:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \cdot F$$

(19.2) va (19.3) tenglamalarni solishtirib, quyidagi formulaga erishamiz

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

bu erda K — issiqlik o'tkazish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot K)$.

Unda, tekis devor uchun issiqlik eltkichning o'zgarmas temperaturalarida issiqlik o'tkazish tenglamasi ushbu ko'rinishni oladi:

$$Q = KF\tau \cdot (t_{f1} - t_{f2})$$

uzluksiz jarayonlar uchun esa:

$$Q = KF(t_{f1} - t_{f2})$$

(19.4) tenglamaga binoan issiqlik o'tkazish koeffitsientining o'lchov birligi:

$$K = \left[\frac{Q}{F\tau \cdot (t_{f1} - t_{f2})} \right] = \left[\frac{J}{m \cdot s \cdot K} \right] = \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

(19.3) tenglamadan

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

Shunday qilib issiqlik o'tkazish koeffitsienti K temperaturasi yuqori bo'lgan issiqlik eltichdan, temperaturasi past eltichga vaqt birligida ajratuvchi devorning 1m² yuzasidan eltichlar temperaturasi 1 K bo'lganda o'tkazilgan issikliqning miqdorini bildiradi.

Issiqlik o'tkazish koeffitsientiga teskari bo'lgan kattalik termik qarshilik deb nomlanadi. 1/α₁ va 1/α₂ lar issiqlik berishning termik qarshiligi bo'lsa, δ/λ devorning termik qarshiligi. (19.3) tenglamadan ko'rinib turibdiki, issiqlik o'tkazishning termik qarshiligi issiklik berish va devorning termik qarshiliklar yig'indisiga teng.

Devorning termik qarshiligini aniqlashda, unga o'tirib qolgan quyqa va iflosliklarning termik qarshiligini ham hisobga olish zarur (1-jadval).

$$r_{ifl} = \frac{\delta_{ifl}}{\lambda_{ifl}}$$

Ko'p qatlamli tekis devordan issiqlik o'tish jarayonida har bir qatlamning termik qarshiligi hisobga olinishi zarur. Bunday devorlar uchun K ni quyidagi tenglamadan aniqlash lozim:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

bu erda i - qatlamning tartib raqami; n - qatlamlar soni.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, har doim issiqlik o'tkazish koeffitsienti eng minimal issiqlik berish koeffitsienti qiymatidan kichik bo'ladi.

Silindrik devorning issiqlik o'tkazishi. Ma'lumki, sanoatning turli sohalarida issiqlik almashinish truba orqali o'tadi. Trubadan temperaturasi t₁ bo'lgan suyuqlik harakat kilsa, tashqarisidan esa - t₂ temperaturali suyuqlik oqib o'tsin, ya'ni t₁ > t₂ dan. Temperaturasi yuqori suyuqlikdan truba ichki devoriga issiqlik berish koeffitsienti α₁, tashqi yuzasidan sovuq suyuqlikka issiqlik berish koeffitsienti - α₂, truba balandligi L, ichki radiusi r₁ va tashqi radiusi r₂ bo'lsa, silindrik yuzadan uzatilgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = K_R 2\pi\tau \cdot (t_1 - t_2)$$

19.3. Issiqlik almashinish jarayonlarini harakatlantiruvchi kuchi.

Issiqlik almashinish jarayonlarini harakatga keltiruvchi kuchi-issiqlik eltichlarning temperaturalar farqi. Ushbu farq ta'siri ostida issiqlik temperaturasi yuqori muhitdan temperaturasi past muhitga utadi.

O'zgaras temperaturada issiqlik o'tkazish jarayoni juda kam tarqalgan. Bunday jarayonlar, bir tomonida byg' kondensastiyalansa, ikkinchisida esa, suyuqlik qaynashi ro'y beradi. Lekin, sanoatda ko'pchilik jarayonlar issiqlik eltichlarning o'zgaruvchi temperaturalarida sodir bo'ladi.

Odatda temperatura issiqlik eltichlarni ajratib turuvchi devor yuzasi F bo'ylab o'zgaradi. Lekin, vaqt o'tishi bilan issiqlik eltichning temperaturasi o'zgarasligi mumkin va u t = f(F) funkniya bilan ifodalanadi. Bunday hol turg'un issiqlik almashinish jarayonini xarakterlaydi.

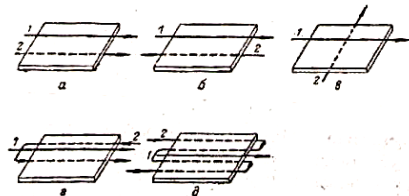
Noturg'un issiqlik almashinish jarayonlarida 2 holat bo'lishi mumkin:

devor yuzasining har bir nuqtasida temperatura fakat vaqt o'tishi bilan o'zgaradi, ya'ni t = f(τ);

issiqlik eltichning temperaturasi vaqt o'tishi va devor yuzasi bo'ylab o'zgaradi, ya'ni t > f(τ, F).

O'zgaruvchan temperaturada issiqlik o'tkazish suyuqliklarning harakat yo'nalishiga bog'liqdir.

Uzluksiz ishlaydigan qurilmalarda issiqlik almashinish jarayonida suyuqliklar harakati parallel, qarama-qarshi, kesishib o'tgan va murakkab (aralash) yunalishli bo'lishi mumkin (19.2-rasm).



19.2-rasm. Issiqlik almashinish jarayonida suyuqliklarning harakat yunalishlari. a-parallel; b-qarama-qarshi; v - kesishib o'tgan; g, d - aralash.

Ajratib turuvchi devor bo'ylab bir-biriga nisbatan suyuqliklar harakatining quyidagi variantlari bo'lishi mumkin:

parallel xarakatda (19.2a-rasm) ikkala issiqlik eltkichlar kam bir xil yunachishda harakat qiladi;

qarama-qarshi harakatda (19.2b-rasm) issiqlik eltkichlar bir-biriga qarshi yo'nalishda harakat qiladi;

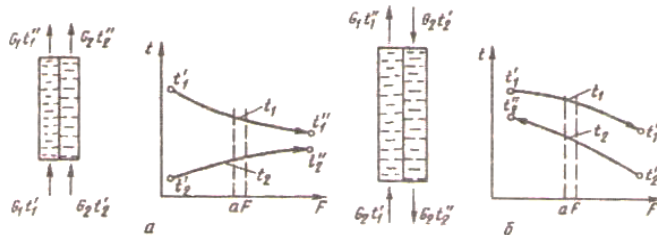
kesishib utuvchi harakatda (19.2v-rasm) issiqlik eltkichlar bir-biriga nisbatan perpendikulyar yo'nalishda harakat qiladi;

murakkab yoki aralash harakatda (19.2g, d-rasm) birinchi issiqlik eltkich bir yo'nalishda harakat qilsa, ikkinchisi ham to'g'ri, ham teskari yo'nalishda harakat qiladi.

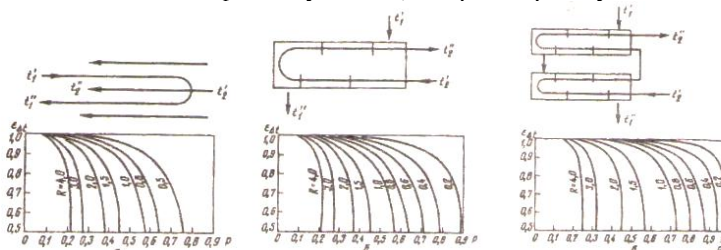
O'zgaruvchan temperaturali jarayonlarda issiqlik eltkichlarning o'zaro harakat yo'nalishiga qarab, issiqlik almashinish jarayonining harakatga keltiruvchi kuchi o'zgaradi. Shuning uchun, issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidagi o'rtacha harakatga keltiruvchi kuch suyuqliklarning bir-biriga nisbatan harakat yo'nalishiga va jarayonni tashqil etilishiga bog'liq bo'ladi.

19.3-rasmda parallel va qarama-qarshi yo'nalishli harakatlar paytida issiqlik eltkichlar temperaturalarining o'zgarishi tasvirlangan. Issiqlik eltkichlardan biri G_1 sovitilganda temperaturasi t_1' dan t_1'' gacha pasaymokka, ikkinchisi esa G_2 , isitilganda t_2' dan t_2'' gacha ko'tarilmoqda.

19.4-rasmda qobiq - trubali issiqlik almashinish qurilmalarida tez- tez uchrab turadigan aralash yo'nalishli suyuqliklar harakat sxemalari keltirilgan.



19.3-rasm. Issiqlik eltkichlar temperaturalarining o'zgarish sxemasi. a - parallel yo'nalish, b - qaramaqarshi yo'nalish



19.4-rasm. Aralash yo'nalishli qobiq - trubali issiqlik almashinish qurilmasida issiqlik eltkichlarning harakat sxemasi va $\epsilon \Delta t$ koeffitsienti: a - trubalararo bo'shlig'i bir va trubalar bo'shlig'i

esa ikki, to'rt, olti va undan ortiq yulli; b - ko'ndalang to'siqli trubalararo bo'shlig'i bir va trubalar bo'shlig'i ikki, to'rt, olti va ortiq yulli; v - ko'ndalang to'siqli trubalararo bo'shlig'i ikki va trubalar bo'shlig'i to'rt yulli.

19.4-rasmdan ko'rinib turibdiki, issiqlik almashinish jarayonida ikki issiqlik eltkichlar orasidagi harakatga keltiruvchi kuch miqdori devor yuzasi bo'ylab o'zgarmoqda. Masalan, issiqlik eltkichlarning qurilmaga kirishda, parallel yo'nalishda (19.4a-rasm) lokal harakatga keltiruvchi kuch maksimal qiymatga ega: $\Delta t_{\max} = t_1' - t_2'$ qurilmadan chiqishda esa, minimal $\Delta t_{\min} = t_1'' - t_2''$. Qarama-qarshi yunalishli harakatda ham xuddi shunday natijaga ega bo'lamiz. Shuning uchun issiqlik almashinish jarayonlarini hisoblashda o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchdan foydalaniladi.

Issiqlik almashinish yuzasining cheksiz kichik elementida vaqt birligida issiq eltkichdan sovuq eltkichga uzatilayotgan issiqlik miqdori (19.4a- rasm) ushbu tenglamadan aniqlanadi: $dQ = K(t_1 - t_2)dF$.

Issiqlik almashinish oqibatida issiq eltkichning temperaturasi $dt_1 = -dQ/(G_1 c_1)$ ga pasayadi.

Sovuq eltkichning temperaturasi esa $dt_2 = dQ/(G_2 c_2)$ ga ko'tariladi.

Bu erda G_1 va G_2 - issiq va sovuq eltkichlarning massaviy sarfi; c_1 va c_2 - issiq va sovuq eltkichlarning solishtirma issiqlik sig'implari.

Issiqlik eltkichlar temperaturasi o'zgarishini topish uchun birinchi tenglamadan ikkinchisini ayirish kerak:

$$d(t_1 - t_2) = -dQ \left(\frac{1}{G_1 \cdot c_1} - \frac{1}{G_2 \cdot c_2} \right)$$

Agar, issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasining dQ qiymatini tenglamaga qo'ysak ushbu ifodaga ega bo'lamiz:

$$\frac{d(t_1 - t_2)}{t_1 - t_2} = - \left(\frac{1}{G_1 c_1} + \frac{1}{G_2 c_2} \right) dF$$

F yuzali issiqlik almashinish qurilmasida vaqt birligida issiqlik eltkichdan sovuq'iga o'tgan issiqlik miqdori Q, issiqlik balansi tenglamasidan topiladi:

$$Q = G_2 c_2 (t_1' - t_1'') = G_2 c_2 (t_2'' - t_2')$$

$$\begin{aligned} \frac{d(t_1 - t_2)}{t_1 - t_2} &= - \frac{K}{Q} [(t_1' - t_1'') + (t_2'' - t_2')] \cdot dF \\ Q &= KF \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}} \end{aligned}$$

yoki:

$$Q = KF \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}$$

Issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamalarini solishtirish natijasida issiqlik o'tish jarayonining o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchini topish mumkin:

$$\Delta t_{ur} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}$$

Ushbu ifoda issiqlik eltkichlarning qarama-qarshi yo'nalishli harakati uchun ham taalluqlidir.

Agar $\Delta t_{\max} / \Delta t_{\min} \leq 2$ va issiqlik eltkichlarning tezligi kichik bo'lganda, temperaturalarning farqi o'rtacha arifmetik qilib hisoblanadi:

$$\Delta t_{ur} = \frac{(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})}{2}$$

Bu formulada hisoblaganda, xatolik 5% dan oshmaydi.

Issiqlik eltkichlarning kesishib o'tgan va aralash yo'nalishli hapakatlarida o'rtacha harakatlantiruvchi kuch quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta t_{ur} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}$$

bu erda $\varepsilon_{\Delta t}$ -o'Ichamsiz, koeffistient bo'lib, 19.5-rasmdagi tegishli grafiklardan topish mumkin.

Grafiklardagi R va R kattaliklar Bouman formulasidan foydalanib ham topiladi:

$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_2'}$$

$$R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'}$$

Nazorat savollari:

1. Issiqlikning o'tishi
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik to'g'risida umumiy tushuncha
3. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy tenglamasini keltiring
4. Issiqlik almashinish jarayonini harakatlantiruvchi kuchi

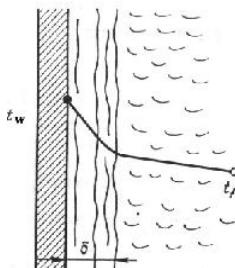
20-MAVZU. KONVEKSIYA ASOSLARI. ISSIQLIK JARAYONLARI O'XSHASHLIK KRITERIYLARI. AGREGAT HOLATINING O'ZGARISHIDA ISSIQLIK BERISH. ISSIQLIKNING O'TISHI

Reja:

- 20.1. Konvektiv issiqlik almashinish
- 20.2. Issiqlik jarayonlari o'xshashlik kriteriyalari

20.1. Konvektiv issiqlik almashinish

Suyuqlik massasi turbulentsi qanchalik yuqori va uning zarrachalari jadal ravishda aralashtirilsa, konveksiya usulida issiqlik almashinish shunchalik intensiv buladi. Shunday qilib, konvektiv issiqlik almashinish, issiqlikning mexanik uzatilishi va suyuqlik harakati gidrodinamikasiga qattiq bog'liqdir.



20.1-rasm. Konvektiv issiqlik almashinish sxemasi.

Issiqlik almashinish jarayonida qatnashayotgan suyuqlik ikki qatlamdan tashkil topgan, ya'ni chegaraviy qatlam va oqim o'zagi (yadrosi) dan.

Oqim o'zagi issiqlik o'tish vaqtining o'zida ham konveksiya, ham issiqlik o'tkazuvchanlik usullarida amalga oshadi. Bunday issiqlik almashinish **konvektiv issiqlik almashinish** deyiladi (20.1-rasm).

Issiqlikning qattiq jism yuzasidan suyuqlik (yoki gaz) ga yoki suyuqlik (yoki gaz) dan qattiq jism yuzasiga o'tishi **issiqlik berish** deb nomlanadi.

Devor yuzasidan chegaraviy qatlam orqali energiya issiqlik o'tkazuvchanlik usuli bilan o'tadi. Chegaraviy qatlamdan esa, suyuqlik o'zagiga energiya asosan konveksiya usulida uzatiladi. Issiqlik energiyasining devor yuzasidan suyuqlikka uzatilish jarayoniga oqimning harakat rejimi katta ta'sir qiladi.

Konvektiv issiqlik almashinish asosan 2 xil bo'ladi, ya'ni **erkin** (yoki **tabiiy**) va **majburiy** konveksiya.

Suyuqlik hajmining turli nuqtalaridagi zichliklarning farqi tufayli ro'y beradigan issiqlik almashinishga **erkin konveksiya** deyiladi. Bu jarayonga suyuqlikning fizik xossalari, uning hajmi, sovuq va issiq zarrachalari orasidagi temperaturalar farqi katta ta'sir ko'rsatadi.

Butun suyuqlik hajmining tashqi kuchlari ta'siri natijasida ro'y beradigan issiqlik almashinishga **majburiy konveksiya** deyiladi. Suyuqlikning harakati nasos, aralashtirgich, ventilyatorlar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayonga suyuqlikning fizik xossalari,

uning tezligi, kanalning shakli va o'lchamlari salmoqli ta'sir etadi.

Suyuqlikning turbulent harakat rejimida laminar rejimdagiga qaraganda issiqlik almashinish ancha intensiv bo'ladi.

Nyuton qonuni. Issiqlik berishning asosiy qonuni – bu Nyutonning sovitish qonunidir.

Issiqlik almashinish yuzasi va suyuqlik (gaz) yoki suyuqlik (gaz) va issiqlik almashinish yuzasi orasida energiya o'tishiga **issiqlik berish** deb nomlanadi.

Issiqlik berish jarayoni issiqlik berish koeffitsienti α bilan belgilanadi.

Ushbu qonunga binoan, issiqlik almashinish suyuqlik (gaz) ga uzatilgan issiqlik miqdori dQ , devorning yuzasi dF , yuza t_w va muhit temperaturalari t_f ning farqi $(t_w - t_f)$, hamda jarayonning davomiyligi $d\tau$ ga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} dQ &= \alpha (t_w - t_f) \cdot dF \cdot d\tau \\ dQ &= \alpha (t_f - t_w) \cdot dF \cdot d\tau \end{aligned} \right\} \quad (20.1)$$

(4.51) tenglamadan issiqlik berish koeffitsientining o'lchov birligini keltirib chiqarish mumkin:

$$\alpha = \left[\frac{dQ}{(t_w - t_f) dF d\tau} \right] = \left[\frac{W}{m^2 \cdot coam \cdot K} \right] = \left[\frac{Bm}{m^2 \cdot K} \right]$$

Agar, issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab issiqlik berish koeffitsientining qiymati o'zgarmas ($\alpha = const$) bo'lsa, (4.51) tenglama ushbu ko'rinishni oladi:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \alpha (t_w - t_f) \cdot F \cdot \tau \\ Q &= \alpha (t_f - t_w) \cdot F \cdot \tau \end{aligned} \right\} \quad (20.2)$$

Demak, issiqlik berish koeffitsienti α devorning $1 m^2$ yuzasidan suyuqlikka $1 s$ vaqt davomida, devor va suyuqlik temperaturalarining farqi $1 K$ bo'lganda uzatilgan issiqlik miqdorini bildiradi. Ushbu, issiqlik berish koeffitsientining miqdori bir nechta parametrlarga bog'liqdir, ya'ni suyuqlikning harakat rejimi w , uning zichligi ρ , qovushoqligi μ , solishtirma issiqlik sig'imi s , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ , hajmiy kengayish koeffitsienti β , devorning shakli va o'lchamlari (truba diametri d va uzunligi L), hamda g'adir-budurligi ye va hokazolarga.

Yuqorida aytilganlarni quyidagi funksiya holatida yozish mumkin:

$$\alpha = f(w, \rho, \mu, c, \lambda, \beta, d, L, e, \dots) \quad (20.3)$$

Umumiy ko'rinishga ega bo'lgan issiqlik berish koeffitsienti tenglamasi ko'rinishidan soddaga bo'lsa ham, α ni aniqlash juda murakkab. Chunki, (4.53) dan ko'rinib turibdiki, α juda ko'p parametrlarga bog'liq. Shuning uchun, tajriba natijalarini o'xshashlik nazariyasi yordamida umumlashtirish yo'li bilan issiqlik berish koeffitsientini hisoblash kriterial formulasini keltirib chiqarish mumkin.

Issiqlik berish koeffitsientini aniqlash uchun suyuqlikda temperatura taqsimlanishini bilish zarur. Undan tashqari, issiqlik almashinish jarayonini hisoblash uchun issiqlik berish koeffitsientini o'zgaruvchi parametrlar bilan bog'liq tenglamasiga ega bo'lishi kerak.

Bunday tenglama bo'lib konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasi xizmat qiladi. Lekin, ushbu tenglama devor va suyuqlik chegarasidagi shartlarni xarakterlovchi tenglama bilan to'ldirilgan bo'lishi kerak.

Konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasi (Fure - Kirxgof tenglamasi).

Ma'lumki, konvektiv issiqlik almashinish jarayonida suyuqlikda issiqlik ham, issiqlik o'tkazuvchanlik, ham konveksiya usullarida uzatiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik (20.4) tenglama bilan ifodalanadi va ushbu ko'rinishga ega:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$$

Ushbu tenglamaning chap tomonidagi nisbat suyuqlik (gaz)dan ajratib olingan qo'zg'almas element temperaturasi lokal (mahalliy) o'zgarishini ifodalaydi.

Konvektiv issiqlik almashinishda ushbu element suyuqlikning bir nuqtasidan ikkinchisiga ko'chadi. Bu holatdagi elementning temperatura o'zgarishi substansional hosila yordamida ifodalanishi mumkin. Agar, elementning fazodagi x, y, z o'qlar bo'yicha ko'chishini w_x, w_y, w_z deb

belgilasak, unda element temperaturasi to'liq o'zgarishini xarakterlovchi substansional hosila quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z \quad (20.5)$$

(20.5) tenglikdagi $\partial t / \partial \tau$ temperaturaning lokal (mahalliy) o'zgarishi, qolgan qo'shiluvchilar yig'indisi esa - temperaturaning konvektiv o'zgarishini ifodalaydi.

Agar, (20.5) tenglamaning temperaturadagi lokal o'zgarishini to'liq o'zgarishiga (20.6) almashtirsak, Fure - Kirxgofning konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (20.6)$$

Ushbu tenglama harakatdagi suyuqlikda issiqlik energiyasining bir vaqtda issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya usullarida uzatilishining matematik ifodasi. Konvektiv issiqlik almashinish jarayonini to'la matematik ifodalash uchun (20.6) tenglama devor yuzasi va harakatdagi suyuqlik chegarasidagi sharoitlarni xarakterlovchi tenglama bilan to'ldirilishi zarur.

Ma'lumki, harakatlanuvchi suyuqlikda joylashgan qattiq jism yuzasida har doim δ qalinlikka ega chegaraviy qatlam mavjud bo'lib (20.1-rasm), u orqali issiqlik energiyasi issiqlik o'tkazuvchanlik usulida tarqaladi. Chegaraviy qatlam orqali suyuqlik oqimining o'zagiga uzatilgan issiqlik miqdori Fure qonuni asosida topiladi:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau$$

o'tgan dQ issiqlik miqdorini Nyuton qonuni yordamida ham hisoblash bo'ladi:

$$dQ = \alpha (t_w - t_f) dF d\tau$$

Oxirgi ikki tenglamaning o'ng qismlarini tenglashtirib, «devor-suyuqlik» chegara sharoitlarini xarakterlovchi tenglamani olamiz:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha (t_w - t_f) \quad (20.7)$$

(20.6) va (20.7) tenglamalar konvektiv issiqlik almashinish jarayonini to'liq ifodalaydi.

20.1-rasmdan ko'rinish turibdiki, eng katta temperatura gradienti chegaraviy qatlamda hosil bo'lib, issiqlik berish jarayonining intensivligini, asosan, uning termik qarshiligi belgilaydi.

20.2. Issiqlik jarayonlari o'xshashlik kriteriyalari

Ma'lumki, yuqorida keltirib chiqarilgan (20.6) va (20.7) tenglamalar murakkab konvektiv issiqlik almashinish jarayonlarini ifodalaydi.

Ushbu tenglamalarni amalda uchraydigan jarayonlarga qo'llash mumkin emas, chunki yechimini topish qiyin.

Issiqlik almashinish jarayonlarini amaliy hisoblashda o'xshashlik nazariyasi usullari yordamida (20.6) va (20.7) tenglamalardan keltirilib chiqarilgan kriterial tenglamalari keng miqyosida ishlatiladi.

Agar, (20.7) tenglamaning ikkala qismini chap qismiga bo'lsak, ushbu o'lchamsiz kompleksni olish mumkin:

$$\frac{\alpha (t_w - t_f) \partial n}{\lambda \partial t} = \frac{\alpha \cdot \Delta t \partial n}{\lambda \partial t} \quad (20.7)$$

Olingan o'lchamsiz kompleksda differensiyalash belgilarini o'chirib, n ni l ga almashtirib va qisqartirish yo'li bilan **Nusselt sonini** olamiz:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad (20.8)$$

bu yerda α - issiqlik berish koeffisienti, $W/(m^2 \cdot K)$; l - geometrik o'lcham, m; λ - muhitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti, $W/(m \cdot K)$.

Nusselt kriteriyasi devor va suyuqlik o'rtasidagi chegarada issiqlik almashinish jarayoni

intensivligini xarakterlaydi.

Ushbu kriteriy chegaraviy qatlam qalinligi δ ning aniqlovchi geometrik o'lcham (truba uchun uning diametri d) ga nisbatini xarakterlaydi.

Konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasidan:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \dots = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \dots \right)$$

uning hamma qo'shiluvchilarini $a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}$ ga bo'lish yo'li bilan ushbu o'lchamsiz kompleksni olish mumkin:

$$\frac{\partial t \partial x^2}{\partial \tau a \partial^2 t} \quad \text{va} \quad \frac{\partial t w_x \partial x^2}{\partial x a \partial^2 t}$$

Differensiallash belgi va yo'nalishlarini o'chirish va qisqartirish yo'li bilan Fure kriteriysini:

$$Fo = \frac{a \tau}{l^2} \quad (20.9)$$

va Pekle kriteriysini

$$Pe = \frac{wl}{a} \quad (20.10)$$

keltirib chiqaramiz.

Fure kriteriysi noturg'un issiqlik almashinish jarayonlarida temperatura maydonining o'zgarish tezligi, muhitning o'lchami va fizik kattaliklari o'rtasidagi bog'liqliklarni xarakterlaydi.

Pekle kriteriysi suyuqlik oqimida konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik usullari bilan issiqlik tarqalish nisbatini xarakterlaydi.

Odatda, Pekle kriteriysi ikkita o'xshashlik kriteriylarining ko'paytmasi ko'rinishida keltiriladi:

$$Pe = \frac{wl}{a} = \frac{wl}{v} \cdot \frac{v}{a} = Re \cdot Pr$$

Prandtl kriteriysi suyuqlik qovushoqligi va temperatura o'tkazuvchanligi xossalari nisbatini ifoda etadi. Ushbu kriteriy faqat suyuqliklarning diffuzion – issiqlik parametrlari yordamida aniqlanadi:

$$Pr = \frac{v}{a} = \frac{\mu}{a \rho} = \frac{\mu g}{a \gamma} \quad (20.11)$$

Grasgof kriteriysi tabiiy konveksiya jarayonidagi suyuqlik oqimining gidrodinamik rejimini xarakterlaydi:

$$Gr = \frac{gl^3}{v^2} \beta \cdot \Delta t \quad (20.12)$$

bu yerda Δt – devor va suyuqliklar o'rtasidagi temperaturalar farqi, K; β - suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsienti; g – erkin tushishi tezlanishi, m/s².

Ayrim hollarda Nusselt kriteriysi o'rniga konvektiv issiqlik almashinish kriteriysi, Stenton kriteriysini, ham qo'llash mumkin:

$$St = \frac{Nu}{Pe} = \frac{\alpha}{c_p \rho w} \quad (20.13)$$

Ushbu kriteriy issiqlik berish intensivligini suyuqlik issiqlik oqimiga nisbatini aniqlaydi.

Yuqorida keltirib chiqarilgan o'xshashlik kriteriylari konvektiv issiqlik almashinishning o'xshashlik tenglamasini aniqlash imkonini beradi:

$$f(Re, Nu, Pr, Fo, Gr) = 0 \quad (20.14)$$

Ushbu tenglamada faqat Nusselt Nu soni aniqlovchi bo'lganligi uchun, (20.14) tenglama quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, Fo) \quad (20.15)$$

Issiqlik almashinish jarayonining aniq masalalarini yechishda (20.15) tenglamani ancha soddalashtirish mumkin.

Turg'un issiqlik almashinish jarayonida tenglamadan Fo kriteriysi tushirilib qoldiriladi va ushbu ko'rinishni oladi:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr) \quad (20.16)$$

Suyuqlikning majburiy harakati davrida tabiiy konveksiya inobatga olmasa ham bo'ladi va unda tenglama **Gr** kriteriysi kiritilmaydi:

$$Nu = f(Re, Pr) \quad \text{yoki} \quad Nu = A Re^n \cdot Pr^m \quad (20.17)$$

Suyuqlikning erkin harakati (tabiiy konveksiya) davrida tenglamadan Reynolds kriteriysi tushurib qoldiriladi:

$$Nu = f(Gr, Pr) \quad \text{yoki} \quad Nu = A Gr^n \cdot Pr^m \quad (20.18)$$

Erkin konveksiya davrida issiqlik berish. Ma'lumki, issiq va sovuq suyuqlik qatlamlari zichliklarining farqi ta'siri ostida erkin konveksiya mavjud bo'ladi. Zichliklarning ushbu farqi, devor va suyuqlik temperaturalar farqiga bog'liqdir. Devor shaklining jarayonga ta'siri ikkilamchi bo'lgani uchun, issiqlik berishning o'xshashlik tenglamasi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$Nu = c(Gr \cdot Pr)^n \quad (20.19)$$

bu yerda **s** va **n** - suyuqlik harakati rejimiga, ya'ni **Gr·Pr** ga, bog'liq bo'lgan konstantalar.

1-jadval

Rejimlar	s	N
Laminar - ($Gr \cdot Pr \leq 10^3$)	0,45	0
($Gr \cdot Pr = 10^3 \dots 5 \cdot 10^2$)	1,18	0,125
o'tish - ($Gr \cdot Pr = 5 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^7$)	0,54	0,25
Turbulent - ($Gr \cdot Pr > 2 \cdot 10^7$)	0,135	0,33

Grasgof kriteriysida aniqlovchi geometrik o'lcham sifatida quyidagilar qabul qilingan: silindrik va sferik jismlar uchun – diametr; tekis plitalar uchun – balandlik.

Aniqlovchi temperatura - chegaraviy qatlamning o'rtacha temperaturasi $t = 0,5 \cdot (t_w + t_f)$ qabul qilingan. Bu yerda t_w – devor temperaturasi, t_f - suyuqlik o'zagidagi temperatura. Grasgof kriteriysidagi temperaturalar farqi $\Delta t = t_w - t_f$ formulada hisoblanadi.

Majburiy konveksiya davrida issiqlik berish. Truba ichida issiqlik eltichning issiqlik berish koefitsienti quyidagi tenglamalardan aniqlanadi:

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (20.20)$$

o'tish rejimi uchun ($2320 < Re < 10000$)

$$Nu = 0,008 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad (20.21)$$

laminar rejim uchun ($Re \leq 2320$)

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (20.22)$$

Trubalar o'rami majburiy harakatdagi ko'ndalang issiqlik eltich bilan yuvilib turgan sharoitda issiqlik berish quyidagi formulalar yordamida hisoblanishi mumkin:

$Re < 10^3$ bo'lganda

$$Nu = 0,56 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (20.23)$$

$Re > 10^3$ bo'lganda

$$Nu = 0,28 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (20.24)$$

Ushbu tenglamalarda aniqlovchi geometrik o'lcham bo'lib, kanallarning ekvivalent diametri hisoblanadi.

Nu, **Re** va **Pr** kriteriylaridagi fizik parametrlar suyuqlikning o'rtacha temperaturasida, **Pr_g** esa – devorning o'rtacha temperaturasida hisoblanadi.

$(Pr / Pr_g)^{0,25}$ issiqlik oqimi yo'nalishi va temperaturalar farqining issiqlik berishga ta'sirini hisobga oluvchi parametrlar.

Issiqlik eltkichning zmeyevikda harakat qilganda issiqlik berish koeffisienti α ni (4.70) formuladan hisoblangan qiymati zmeyevik o'lehamlarini inobatga oluvchi koeffisient χ ga ko'paytiriladi:

$$\chi = 1 + 3,54 \frac{d}{D} \quad (20.25)$$

bu yerda d – zmeyevik trubasining ichki diametri, m; D – zmeyevik o'ramining diametri, m.

Havo uchun (20.20) formula quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = 0,018 \cdot Re^{0,8} \quad (20.26)$$

chunki $Pr/Pr_g = 1$

Issiqlik eltkich halqasimon kanallarda harakat qilgan davrida (masalan, “truba ichida truba” issiqlik almashinish qurilmasida) issiqlik berish ushbu formuladan hisoblab aniqlanishi mumkin:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \left(\frac{D_u}{d_T} \right)^{0,45} \quad (20.27)$$

bu yerda d_T – ichki trubaning tashqi diametri, m; D_u – tashqi trubaning ichki diametri, m.

Issiqlik eltkich qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasining trubalararo bo'shlig'ida harakat qilganda, issiqlik berish eng keng tarqalgan jarayondir. Ushbu holatda issiqlik berish koeffisienti quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Nu = C(Re^{0,6} \cdot Pr^{0,23} \cdot d_s) \quad (20.28)$$

bu yerda $S = 1,16$ va $1,72$ qiymatlarga teng bo'lishi mumkin. Birinchi qiymat qurilmada ko'ndalang segment to'siqlar bo'lmagan hol uchun, ikkinchi esa – segment to'siqlar o'rnatilgan hol uchun.

Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalarida trubalar shaxmatli yoki yo'lakli qilib joylashtiriladi.

Issiqlik eltkich oqimi trubalar o'ramini tashqi tomonidan yuvib o'tganda, issiqlik berish koeffisienti ushbu formuladan hisoblab topilishi mumkin: trubalarning shaxmatli joylashishida

$$Nu = 0,4 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (20.29)$$

trubalarning yo'lakli joylashishida

$$Nu = 0,27 \cdot Re^{0,63} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (20.30)$$

(20.29) va (20.30) tenglamalar $Re = 200 \dots 2 \cdot 10^5$ bo'lgan oralikda qo'llanilishi mumkin va aniq natijalar beradi.

Nazorat savollari:

1. Issiqlikning tarqalish usullari
2. Issiqlik o'tishi
3. Konveksiya orqali issiqlik berish
4. Majburiy konveksiya

21-MAVZU. AGREGAT HOLATINING O'ZGARISHIDA ISSIQLIK BERISH

Reja:

21.1. Umumiy tushuncha

21.2. Yupqa qatlamli kondensatsiyalanish davrida issiqlik berish

21.1. Umumiy tushuncha

Bug'lanish, kondensatsiyalanish, kristallanish va erish jarayonlarida issiqlik almashinishning o'ziga xos xususiyatlari shundaki, muhitdan issiqlikning olinishi yoki unga uzatilishi o'zgarmas temperaturada ro'y beradi va ikkala fazada tarqaladi. 21.1 – rasmda issiqlik berish jarayonida muhitning agregat holati o'zgarishi bilan temperaturasining o'zgarish sxemasi keltirilgan.

Issiqlik berishning bu o'ziga xos xususiyatini konvek-tiv issiqlik almashinishning kriterial

tenglamasi fazaviy o'zgarish kriteriysi yoki kondensatsiyalanish kriteriysi $K = r/c \cdot \Delta t$ (bu yerda r – bug' hosil qilish

Bu holatda:

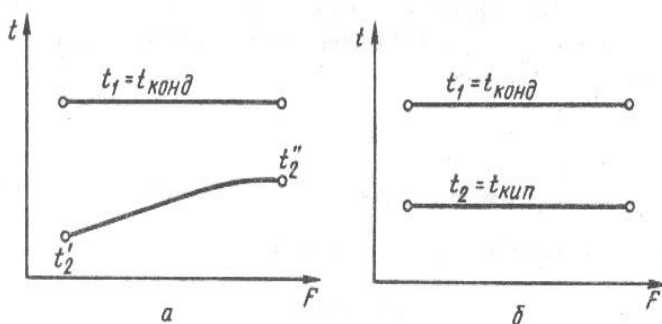
$$\Delta t_{yp} = \frac{(t_1 - t_2) - (t_1 - t_2)}{\ln[(t_1 - t_2)/(t_1 - t_2)]}$$

b-ikkala issiqlik eltichlar agregat holati o'zgarganda issiqlik almashmoqda. Bu holatda $\Delta t = t_1 - t_2$. issiqligi, J/kg; s – solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K)ni kiritish yo'li bilan hisobga olinadi.

Suv bug'ining kondensatsiyalanish paytidagi issiqlik almashinishini ifodalash uchun o'xshashlik nazariyasi asosida keltirilib chiqarilgan quyidagi kriterial formuladan aniqlash mumkin:

$$Nu = f(Ga, Pr, K) \quad (21.1)$$

bu yerda $Ga = gl^3/\nu^2$ – Galiley kriteriysi; K – fazaviy o'zgarish kriteriysi; Pr – Prandtl kriteriysi.



21.1-rasm. Muhitning agregat holati o'zgarishi bilan issiqlik eltich temperaturasi o'zgarish sxemasi:

a – issiqlik eltich o'z issiqligini agregat holati o'zgarganda uzatmoqda (to'yingan suv bug'ining kondensatsiyalanish davrida).

Ko'pgina tajriba natijalarini qayta ishlash natijasida (21.1) formulani quyidagi ko'rinishda yozsa bo'ladi:

$$Nu = C(Ga, Pr, K)^{0.25} \quad (21.2)$$

21.2. Yupqa qatlamli kondensatsiyalanish davrida issiqlik berish

Yupqa qatlamli kondensatsiyalanish davrida issiqlik berishni kondensat yupqa qatlamining qalinligini chegaralaydi. Bug'ning tezligi yupqa qatlamli kondensatni uzib olish uchun yetarli bo'lmaydi va bir xillik shartlariga kirmaydi.

Yupqa qatlamda kondensatsiyalanishning umumlashtirilgan tenglamasidagi Re va Fr kriteriylari o'rniga $Ga = Re^2/Fr = gl^3/\nu^2$ kriteriysi kiritiladi. Bunga sabab, Galiley kriteriysining bug' - kondensat ikki fazali oqimda og'irroq faza ta'sir etuvchi og'irlik kuchlarining o'xshashligini ifodalashidir. Ushbu holatda kondensatsiyalanish paytidagi issiqlik berish koeffisienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\alpha = C \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \rho^2 g r}{\mu \cdot l \cdot \Delta t}} \quad (21.3)$$

To'yingan bug'ning vertikal devorda kondensatsiyalanishi va kondensatni laminar rejimda yupqa qatlamda oqib tushish holati uchun (21.3) formuladagi S koeffisientining qiymati 2,04 ekanligi aniqlandi. Aniqlovchi o'lcham bo'lib, vertikal devor balandligi N xizmat qiladi. Unda, issiqlik berish koeffisienti α ni quyidagi formuladan hisoblash mumkin:

$$\alpha = 2,04 \sqrt[4]{\frac{rg^2 \lambda^3 g}{\mu \cdot \Delta t \cdot H}} \quad (21.4)$$

bu yerda r – kondensatsiyalanish issiqligi, J/kg; ρ - kondensat zichligi, kg/m³; λ - kondensat issiqlik o'tkazuvchanligi, W/m·K; μ - kondensatning dinamik qovushoqlik koeffisienti, Pa·s; $\Delta t = t_{kond} - t_g$

to'yingan bug' va devor temperaturalari o'rtasidagi farq, ^0S ; N - vertikal truba yoki devor balandligi, m.

Kondensatsiyalanish issiqligi r ning qiymati kondensatsiya temperaturalaridagi, kondensatning λ , ρ va μ parametrlari $t_{yug} = 0,5(t_g + t_{kond})$ da hisoblanadi.

Agar, bug' gorizontall trubada kondensatsiyalansa, (21.4) formula ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\alpha = 0,72 \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \lambda^3 g}{\mu \cdot \Delta r \cdot D}} \quad (21.5)$$

bu yerda D – trubaning tashqi diametri, m.

Agar, bug' truba o'ramida kondensatsiyalansa, o'rtacha issiqlik berish koeffisientini hisoblash uchun ushbu formulani qo'llash mumkin:

$$\alpha = 0,728 \varepsilon_t \sqrt[4]{\frac{r g \rho^2 \lambda^3}{\mu \Delta r D}} \quad (21.6)$$

bu yerda ε_t – trubalarning joylashtirilishi (yo'lakli yoki shaxmatli) ga bog'liq koeffisient.

$$\varepsilon_t = \left[\left(\frac{\lambda_g}{\lambda} \right)^3 \frac{\mu}{\mu_g} \right]^{0,125} \quad (21.7)$$

(21.7) dagi λ_g va μ_g lar kondensat tegib turgan devor temperaturalarida hisoblanadi.

Muxandislik hisoblarda $\varepsilon_t = 0,55 \dots 0,68$ deb qabul qilish mumkin.

Suyuqliklar qaynashi paytida issiqlik berish juda murakkab jarayondir. Amaliyotda eng keng tarqalgan va uchraydigan qaynash turi -bu pufakchali qaynash rejimidir. Ushbu rejimdagi issiqlik berish koeffisientini aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalansa bo'ladi:

$$Nu = 125 Re^{0,66} \cdot Pr^{0,33} \quad (21.8)$$

bu yerda $Nu = \alpha d / \lambda$; $Re = w l / \mu$; l – chiziqli o'lcham bo'lib, pufakcha radiusining funksiyasi, m; w - bug fazasi harakatining o'rtacha tezligi, m/s;

Odatda pufakchalar diametri 2...3 mm bo'ladi va uni ushbu formuladan hisoblab topish mumkin:

$$d_o = 0,02 \cdot \left[\frac{\sigma}{g(\rho - \rho_s)} \right]^{0,5} \quad (21.9)$$

Oxirgi kriterial tenglamadan erkin va majburiy konveksiya sharoitida pufakchali qaynash jarayonida α ni hisoblash uchun quyidagi tenglama keltirib chiqarilgan.

$$\alpha = b \cdot \sqrt[3]{\frac{\lambda^2 \cdot q^2}{\nu \sigma T_{kau}}}$$

bu yerda $b = 0,075 + 0,75 (\rho_b / \rho - \rho_b)^{0,66}$ - o'lchamsiz koeffisient; ν -suyuqlikning kinematik qovushoqligi, m²/s; σ - sirtiy taranglik koeffisienti, N/m.

Erkin konveksiya sharoitida pufakchali qaynash rejimida α ni aniqlash uchun ushbu tenglama taklif etilgan:

$$\alpha = 7,77 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\rho_s}{\rho - \rho_s} \right)^{0,033} \left(\frac{\rho}{\sigma} \right)^{0,033} - \frac{\lambda^{0,75} \cdot q^{0,7}}{\mu^{0,45} \cdot c^{0,12} \cdot T_{myu}^{0,37}} \quad (21.10)$$

bu yerda ρ_s , ρ - bug' va suyuqlikning zichliklari, kg/m³; σ - suyuqlik va bug'ni ajratib turuvchi chegaradagi sirtiy taranglik, N/m; λ - suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligi, Vt/m·K; $q = Q/F$ – solishtirma issiqlik yuklama, Vt/m²; μ suyuqlik qovushoqligi, Pa·s; c – suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); T_{myu} – to'yinish temperaturasi, K.

Katta hajmda suvning qaynash jarayonida issiqlik berish koeffisientini tahminiy hisoblash uchun quyidagi formulani qo'llash mumkin:

$$\alpha = 2,72 \cdot q^{0,7} \cdot p_{atc}^{0,7} \quad (21.11)$$

$$\alpha = 2,72 \cdot q^{0,7} \cdot p^{0,4}$$

bu yerda r – bosim, $\text{kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2$

(21.11) formulani $q = 0,4 \cdot q_{kr}$ va $r_{abs} = 0,2 \dots 10 \text{ kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2$ bo'lgan oralikda ishlatish mumkin.

21-1- jadvalda eng ko'p uchraydigan issiqlik almashinish jarayonlarining tahminiy issiqlik berish koeffitsientlari keltirilgan.

21-1- jadval

t/r	Issiqlik almashinish jarayoni	Issiqlik berish koeffitsienti, $\text{Wt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.	Gazlarni isitish va sovitish (atmosfera bosimida)	10...50
2.	Organik suyuqliklarni isitish va sovitish	50...1500
3.	Suvni isitish va sovitish	200...10000
4.	Suvning qaynashi	500...10000
5.	Suv bug'larining kondensatsiyalanishi	4000...15000
6.	Organik suyuqlik bug'larining kondensatsiyalanishi	500...2000

Nazorat savolari:

1. Agregat holati o'zgarishida issiqlik berish
2. Agregat holati o'zgarishida issiqlik berishning asosiy tenglamasi
3. Erkin konveksiya sharoitida pufakchali qaynash rejimini tushuntiring

22-MAVZU. ISSIQLIK O'TKAZISH JARAYONLARINI INTENSIVLASH

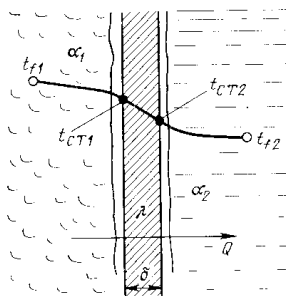
Reja:

22.1.Issiqlikning o'tishi

22.2.Jarayonni intensivlash

22.1.Issiqlikning o'tishi

Kimyo mahsulotlari sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash maksadida ularga issiqlik asosan issiqlik tashuvchi bilan qizdirilayotgan devor orqali yuboriladi. Issiqlikni bir muxitdan ikkinchisiga biror devor orqali berilishi issiqlik o'tishi deyiladi. Tekis devor orqali issiqlikning o'tishi jarayonida temperaturaning o'zgarishi 22.1 - rasmda ko'rsatilgan.



22.1-rasm. Tekis devor orqali issiqlikning o'tishi jarayonida temperaturaning o'zgarishi.

Bunda berilgan issiqlik miqdori issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi bilan hisoblanadi:

$$Q = K \cdot \Delta t_{yp} \cdot F \cdot \tau \quad (22.1)$$

bu yerda: K - issiqlik o'tkazish koeffitsienti; Δt_{yp} - issiq va sovuq muxit temperaturalarining o'rtacha farqi; F - muxitlarni ajratuvchi devor yuzasi; τ - jarayon davomiyligi.

Uzluksiz ishlaydigan turg'un jarayonlar uchun:

$$Q = K \cdot \Delta t_{yp} \cdot F \quad (22.2)$$

Issiqlik o'tkazish koeffitsienti temperaturasi yuqori bo'lgan muxitdan temperaturasi past bo'lgan muxitga vaqt birligi ichida ajratuvchi devorning 1m^2 yuzasidan, muxitlar temperaturalari farqi 1°S bo'lganda o'tkazilgan issiqlik miqdorini belgilaydi va $\text{Bt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. birligida o'lchanadi.

$$K = 1 / \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (22.3)$$

bu yerda: α_1, α_2 - issiq muxitdan devorga va devordan sovuq muxitga issiqlik berish koefitsientlari; δ, λ - devorning qalinligi va uning issiqlik o'tkazuvchanli koefitsienti.

Agar devor bir necha qatlamdan tashqil topgan bo'lsa:

$$K = 1 / \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (22.4)$$

i -devor qatlamining tartib raqami; n - qatlamlar soni.

Issiqlik utkazish koefitsientiga teskari kattalik termik qarshilik deyiladi.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (22.5)$$

Tenglamadagi Δt_{ur} -issiqlik o'tkazish jarayonining harakatlantiruvchi kuchi yoki o'rtacha temperaturalar farqi deb yuritiladi.

Issiqlik almashinish qurilmalarida issiqlik tashuvchi moddalarning uch xil asosiy temperatura rejimi mavjud:

1. Issiqlik tashuvchilardan ikkalasining ham temperaturasi birgalikda uzluksiz o'zgaradi, (ikkala issiqlik tashuvchining agregat holati o'zgarmaydigan hol);
2. Issiqlik tashuvchilardan birtasining temperaturasi o'zgarishsiz koladi (suyuqlik bug'ining o'zgarmas bosimda kondensatsiyalanib, o'z issiqligini berishi);
3. Issiqlik almashinish jarayonida ikki issiqlik tashuvchining ham temperaturasi o'zgarishsiz qoladi (bug'ning kondensatsiyalanishi - suyuqlikning qaynashi, bug'ning kondensatsiyalanishi - qattik materialning erishi).

Issiqlik tashuvchi agentning va mahsulotning o'rtacha temperaturalar farqi ularning oqim yo'nalishiga qarab quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

agar issiqlik tashuvchilar yo'nalishi parallel bo'lsa;

$$\Delta t_{max} = t_1' - t_2' \quad \Delta t_{min} = t_1'' - t_2'' \quad (22.6)$$

$$\Delta t_{min_{ur}} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \left(\frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}} \right)} \quad (22.7)$$

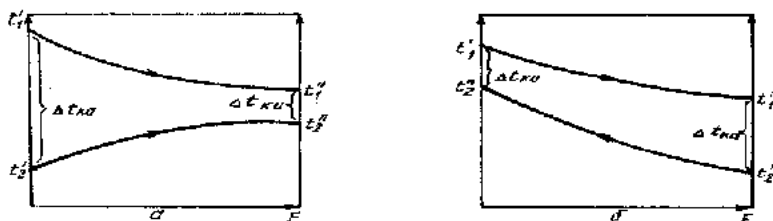
$$\Delta t_{min_{ur}} = \frac{\Delta t_{max} + \Delta t_{min}}{2} \quad (22.8)$$

agar issiqlik tashuvchilarning yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa;

$$\Delta t_{max} = t_1' - t_2'' \quad \Delta t_{min} = t_1'' - t_2' \quad (22.9)$$

bu yerda: t_1', t_2' -mos holda, issiqlik tashuvchi agent va isitilayotgan muxitning boshlang'ich temperaturalar, °S; t_1'', t_2'' - issiqlik tashuvchi agent va isitilayotgan muxitning oxirg'i temperaturalar, °S.

Issiqlik tashuvchilar temperaturalarining o'zgarish grafigi 22.2-rasmda ko'rsatilgan.



22.2-rasm. Issiqlik tashuvchi agentlar temperaturalarining yuza bo'yicha o'zgarishi:

a) parallel yo'nalishda; b) qarama-qarshi yo'nalishda.

Agar issiqlik tashuvchilarning harakati kesishuvchan yo'nalishda bo'lsa, o'rtacha temperaturalar farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta t_{yp} = \varepsilon_{\Delta t} \cdot \Delta t_{yp} \quad (22.10)$$

bu yerda: $\varepsilon_{\Delta t}$ - o'rtacha temperaturalar farkiga tuzatma.

22.2. Issiqlik jarayonlarini intensivlash

Issiqlik almashinish jarayoni uchun qurilma loyixalanayotganda jarayonning intensiv borishiga harakat qilinadi, bundan tashqari loyixalanayotgan qurilma iqtisodiy jihatdan ham optimal bulmogi shart. Issiqlik o'tkazish jarayonining intensiv bo'lishi issiqlik o'tkazish koeffitsientining qiymatiga bog'lik bo'ladi. Uning kiymatini oshirish uchun issiqlikni o'tkazayotgan devor qalinligi minimal, issiqlik berish koeffitsientlarini maksimal qiymatda bo'lishiga erishish zarur. Bunga issiqlik tashuvchilar oqim rejimini turbulent bo'lishini ta'minlab erishiladi. Agar issiqlik berish koeffitsientlari orasidagi farq katta bo'lsa, ulardan kichigining qiymatini oshirish maqsadga muvofiqdir.

Nazorat savollari:

- 1.Issiqlikning o'tishi
- 2.Issiqlikning silindrik duvor orqali o'tishi
- 3.Issiqlik jarayonlarini intensivlash

23-MAVZU. YUQORI TEMPERATURALI MODDALAR BILAN ISITISH. ELEKTR TOKI BILAN ISITISH

Reja:

- 23.1.Yuqori temperaturali organik suyuqlik va ularning bug'lari bilan isitish
- 23.2.To'yingan suv bug'i bilan isitish
- 23.3.Tutun gazlari bilan isitish
- 23.4.Elektr toki bilan isitish

23.1.Yuqori temperaturali organik suyuqlik va ularning bug'lari bilan isitish

Ushbu guruh issiqlik eltichlariga quyidagi organik moddalar kiradi: gliserin, etilenglikol, naftalin, difenil efiri, difenilmetan, ditolilmetan, difenil va polifenollarni xlrlash mahsulotlari, mineral moylar, tetraxlordifenil, kremniy organik birikmalar va hokazolar.

Sanoatda eng keng tarqalgan yuqori temperaturali organik suyuqliklardan biri difenil aralashma (26,5 - difenil va 73,5% - difenil efiri) sidir. Ushbu issiqlik eltich sirkulyatsion usulda isitish uchun ishlatiladi va erkin sirkulyatsiya sharoitida issiqlik berish koeffisienti 200...350 $Vt/(m^2 \cdot K)$.

Difenil aralashmasining asosiy afzalliklaridan biri shundaki, yuqori bosim ishlatmasdan turib yuqori temperaturalar olish mumkinligidir. Masalan, 300°S temperaturada suv bug'ining bosimi 87,6 at bo'lsa, difenil aralashmasida esa - atigi 2,4 at.

Ushbu guruhdagi organik suyuqliklar yordamida 250...400°S temperaturagacha isitish mumkin.

Suv yoki boshqa issiqlik eltichning isitish uchun ketgan sarfi issiqlik balansidan aniqlanadi:

$$G_c c_c t_{c\phi} + G_m c_m t_{m\phi} = G_c c_c t_{mox} + Q_{uyk} \quad (23.1)$$

bu yerda G_c va G_m - suv va mahsulotning massaviy sarflari, kg/soat; c_c va c_m - suv va mahsulotning issiqlik sig'implari, kJ/(kg·K); $t_{c\phi}$ va $t_{m\phi}$ - suv va mahsulotning boshlang'ich temperaturalari, °S; t_{sox} va t_{mox} - suv va mahsulotning chiqishdagi temperaturalari, °S; Q_{uyk} - atrof muhitga issiqlikning yo'qotilishi, kJ/soat.

(23.1) dan suvning sarfini topish mumkin:

$$G_c = \frac{G_m c_m (t_{mox} - t_{m\phi}) + Q_{uyk}}{c_c (t_{c\phi} - t_{csox})} \quad (23.2)$$

23.2 To'yingan suv bug'i bilan isitish

Ushbu usulda isitish amaliyotda keng miqyosda qo'llaniladi. Bunga uning quyidagi afzalliklari sababchidir: kondensatsiyalanish jarayonida juda katta miqdorda issiqlik ajrab chiqadi (2024...2264 kJ/kg); kondensatsiyalanayotgan bug'dan devorga issiqlik berish koeffisienti juda yuqori; isitish bir tekisda sodir bo'ladi.

O'tkir bug' bilan isitishda suv bug'i bevosita isitilayotgan suyuqlikka yuboriladi. Natijada bug' kondensatsiyalanadi va issiqligini suyuqlikka beradi. Jarayonda hosil bo'lgan kondensat

suyuqlik bilan aralashib ketadi. Isitish va aralashtirish jarayonlarini birdaniga amalga oshirish uchun bug' barboter yordamida suyuqlik qatlamiga yuboriladi.

O'tkir bug' sarfi issiqlik balansidan topiladi:

$$Gct_{\delta} + Di'' = Gct_{ox} + Dct_{ox} + Q_{iyyk} \quad (23.3)$$

O'tkir bug' sarfi:

$$D = \frac{Gc \cdot (t_{ox} - t_{\delta})}{i'' - ct_{ox}} \quad (23.4)$$

Isitilayotgan muhitni suv bilan aralashishi mumkin bo'lgan hollardagina o'tkir bug' bilan isitish jarayoni qo'llaniladi.

Ushbu usul ko'pincha suv va suvli eritmalarini isitish uchun ishlatiladi.

Kuchsiz bug' bilan isitishda issiqlik bug'dan suyuqlikka ajratib turuvchi devor orqali uzatiladi. qurilma ichida bug' kondensatsiyalanganlan so'ng, uning bug' bo'shlig'idan kondensat holatida chiqariladi. Hosil bo'lgan kondensatning temperaturasi isituvchi bug'ning to'yinish temperaturasi teng deb qabo'l qilinadi.

Suyuqlikni isitish jarayonida bug'ning massaviy sarfi ham issiqlik balansidan topiladi:

$$Gct_{\delta} + D_1'' = Gct_{ox} + Di' + Q_{iyyk} \quad (23.5)$$

Kuchsiz bug' sarfi:

$$D = \frac{Gc \cdot (t_{ox} - t_{\delta}) + Q_{iyyk}}{i'' - i'} \quad (23.6)$$

bu yerda D – bug'ning massaviy sarfi, kg/soat; G – suyuqlikning massaviy sarfi, kg/soat; s – suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K); tb va t_{ox} – suyuqlikning boshlang'ich va oxirgi temperaturasi, °S; i' va i'' – isituvchi bug' va kondensatning entalpiyalari, kJ/soat.

23.3 Tutun gazlari bilan isitish

Tutun gazlari bilan isitish turli sanoat sohaslarida ancha vaktndan beri qo'llanilib kelinayotgan usullardan biridir. Tutun gazlari suyuq, gazsimon va qattiq yoqilgilarni maxsus o'txonalarida yondirish natijasida hosil bo'ladi. Ushbu gazlar yordamida 1000...11000S temperaturagacha isitish mumkin.

Tutun gazlari yordamida isitishning kamchiliklari: kichik issiqlik berish koeffisienti [35...60 Vt/(m² ·K)]; temperaturalarining farqi juda katta va isitish jarayoni bir tekisda emas; temperaturani rostlash murakkab; qurilma devorlarining oksidlanishi va tutun tarkibida zararli moddalarning borligi, ushbu usulni kimyo mahsulotlarini qayta ishlashda qo'llash mumkin emas.

Lekin, kimyo sanoatida tutun gazlarini kullash katta samara beradi, chunki ushbu gazlarni ishlashda qo'shimcha yokilg'i talab etilmaydi. Shuning uchun tutun gazlarini isitish jarayonida qo'llash iqtisodiy jihatdan juda foydalidir.

23.4 Elektr toki bilan isitish

Elektr toki yordamida materiallarni juda katta temperatura oraligida isitish, zarur temperaturani ushlab turish va oson rostlash mumkin. Undan tashqari, elektr isitish moslamalari sodda, ixcham, ishlatish va ta'mirlash qulaydir. Lekin, elektr toki bilan isitish ancha qimmat.

Elektr tokini issiqlik energiyasiga aylantirish usuliga karab ushbu usul bir necha turga bo'linadi: elektr qarshiligi yordamida isitish, induksion isitish, yuqori chastotali isitish, elektr yoyi bilan isitish.

Elektr qarshiligi yordamida 1000...11000S gacha isitish mumkin. Atrof-muhitga issiqlik yo'qotilishini bartaraf qilish uchun o'txona issiqlik qoplamasi bilan o'raladi. O'txonaning asosiy isitish elementlari sim yoki lentasimon qilib nixrom qotishmasidan yasaladi.

Induksion isitish qurilma devori qalinligida o'zgaruvchan tok maydoni ta'sirida foydali ish koeffisienti uyurmaviy toklari hosil bo'ladi va ular issiqlik ajralib chiqishga sababchi bo'ladi.

Ushbu usulda bir tekisda isitish mumkin. Odatda induksion isitishda 4000S temperaturaga erishish va kerakli temperaturani yuqori aniqlikda ushlab turish mumkin.

Bu usulning kamchiliklaridan biri – bu uning kimmatligi. Isitishni arzonlashtirish uchun kombinatsiyalashgan usuldan foydalaniladi. Buning uchun mahsulot to'yingan suv bug'i yordamida 1800S gacha qizdiriladi va undan keyin induksion usulda kerakli temperaturagacha isitiladi.

Yuqori chastotali isitish. Ushbu usulda elektr toki utkazmaydigan materillar isitiladi, shuning uchun ham dielektrik usul deb nomlanadi.

Yuqori chastotali isitigichning ishlash prinsipi quyidagicha: o'zgaruvchan elektr maydoniga joylashtirilgan material molekulalari maydon chastotasi bilan tebranma harakat qila boshlaydi va qutblanadi. Material molekulalarining tebranma harakat energiyasi dielektrik molekulalari orasidagi ishkalanish kuchini yengishga sarflanadi va material massasida issiqlikka aylanadi. Ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori tok chastotasi va kuchlanish kvadratiga proporsionaldir. Isitish bu usulda bir tekisda bo'ladi. Undan tashqari, isitish temperaturasi oson va aniq rostlanadi. Lekin, bu turdagi isitigichlar murakkab va ularning foydali ish koeffisienti juda past bo'ladi. Ushbu usulda ishlaydigan isitigichlarda 1.106...1.108 Gs chastotali toklar qo'llaniladi.

Elektr toki yordamida isitish jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori issiqlik balansidan topiladi:

$$Q_s + Gct_{\delta} = Gct_{ox} + Q_{uyk} \quad (23.7)$$

bu yerda Q_e – elektr toki o'tganda elektr isitish moslamasidan ajralib chiqqan issiqlik miqdori, kJ/soat; G – isitilayotgan qurilmada qayta ishlanayotgan maxsulot mikdori, kg/soat; s - material solishtirma issiqligi, J/(kg·K); t_b , t_{ox} – materialning boshlang'ich va oxirgi temperaturalari, °S; $Q_{yo'q}$ – atrof muhitga yo'qotilayotgan issiqlik miqdori, kJ/soat.

(23.7) tenglamadan

$$Q_s = Gc \cdot (t_{ox} - t_{\delta}) + Q_{uyk} \quad (23.8)$$

Isituvchi elementlar quvvati esa ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$N = \frac{Q}{3600} \quad (23.9)$$

Nazorat savollari:

1. Isituvchi agentlar to'g'risida ma'lumot bering
 2. Suv bug'i bilan isitishning effektivligi
 3. Elektr toki bilan isitishning effektivligi
 4. Yuqori temperaturali isitishda qo'llaniladigan isituvchi agentlar turlari
- 24-MAVZU. TRUBALI ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMALARI

Reja:

24.1. Umumiy tushuncha

24.2 Trubali issiqlik almashiinish qurilmalari

24.1. Umumiy tushuncha

Issiqlik almashinish qurilmalari ishlash prinstipiga ko'ra rekuperativ, regenerativ, aralashtiruvchi turlarga bo'linadi.

Rekuperativ (yoki sirtiy) issiqlik almashinish qurilmalarida issiqlik tashuvchilar devor bilan ajratilgan bo'lib, issiqlik shu devor orqali o'tkaziladi.

Regenerativ issiqlik almashinish qurilmalarida qattiq jismdan tashqil topgan birta yuza navbat bilan turli issiqlik tashuvchi agentlar bilan kontaktda bo'ladi, natijada bu jism bir issiqlik tashuvchidan olgan issiqligini ikkinchisiga beradi.

Aralashtiruvchi issiqlik almashinish qurilmalarida ikki issiqlik tashuvchi agent bir-biri bilan o'zaro kontaktda bo'ladi.

Sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari o'z navbatida qobiq - trubali, "truba ichida truba" tipidagi, zmeevikli, plastinali, g'ilofli, spiralsimon, qovurgali va boshqa turlarga bo'linadi.

Kimyo sanoatida asosan sanab o'tilgan birinchi besh turdagi sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari keng kullaniladi.

Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalari. Bu turdagi issiqlik almashinish qurilmalari qobiq ichida joylashgan trubalar to'plamidan tashqil topgan. Bunda trubalar ikki tomondan truba turiga qotirilgan bo'ladi, natijada trubalar tashqi sirti, qobiq va truba turi bilan chegaralangan trubalar orasidagi bo'shlik hamda issiqlik almashinish trubalarining ichki sirti va ikkita qopqoq bilan

chegaralangan trubalar ichki bo'shligi yuzaga keladi. Ushbu qurilmalarda issiqlik trubalarning devori orqali uzatiladi. Truba orasidagi boshliqdan asosan yuzani ifloslantirmaydigan, cho'kma hosil qilmaydigan issiqlik tashuvchilar yuboriladi. Trubalar ichki bo'shlig'idan esa asosan isitilayotgan yoki sovitilayotgan suyuqlik yuboriladi. Issiqlik tashuvchilarning harakat tezligini oshirish yoki jarayonni samarali olib borish maqsadida bu qurilmalarning ikkala bo'shligi ham ko'p hollarda bir necha yo'lli qilib tayyorlanadi. Bir yulli qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasi, qobiq 1, truba turlari 2, trubalar 3, qopqoq 4, issiqlik tashuvchilar kiradigan va chiqadigan patrubkalar 5, 6, bolt 7 va zichlagich 8 dan iborat (24.1 - rasm).

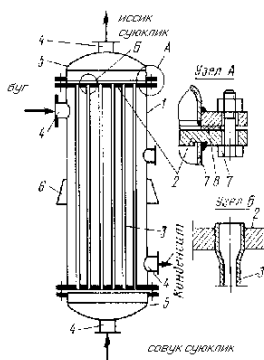
Issiqlik tashuvchilarning tezligini oshirish maqsadida ko'p yo'lli isitkichlar ishlatiladi. Bu isitkichlarda suyuqlikning sarfi kam bo'lganda ularning trubalardagi tezligi kichik bo'lib, natijada issiqlik almashinish koefitsienti ham kam bo'ladi.

Ko'p yo'lli isitkichlarda trubalarni sekstiyalarga bo'lish uchun yoki muhit harakat yo'lining soniga qarab, isitkichning qopqog'i bilan truba turining orasiga ko'ndalang to'siqlar o'rnatiladi (24.2-rasm). Bunda har bir sekstiyadagi trubalarning soni bir xil bo'lishi kerak. Ko'p yo'lli isitkichlarda bir yulli isitkichlarga nisbatan muhitlarning tezligi yo'llarning soniga qarab proporsional o'zgaradi.

Kimyo sanoatida 4-6 yo'lli isitkichlar ishlatiladi, chunki yo'llarning soni ortib borishi bilan isitkichning gidravlik qarshiligi ortib, qurilmaning konstruktiviyasi murakkablashadi.

Qobiq-trubali isitkichlarda qobiq bilan trubalar orasidagi temperaturalarining farqiga qarab truba va qobiqning uzayishi har xil bo'ladi. Shuning uchun qobiq trubali isitkichlar konstruktiviyasiga ko'ra ikki xil bo'ladi: 1) qo'zg'almas turli isitkichlar; 2) kompensatorli isitkichlar.

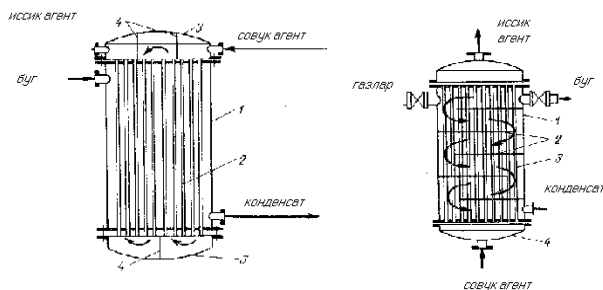
Qo'zg'almas turli isitkichlarda issiqlik ta'sirida trubalar va qobiq har xil uzayadi, shu sababli bunday isitkichlar trubalar va qobiq o'rtasidagi temperaturalar farqi katta bo'lmaganda (50°S gacha) ishlatiladi.



24.1-rasm. Bir yulli qobiq trubali isitkichlar:

1-qobiq; 2-truba turlari; 3 -trubalar; 4- qopqoq; 5,6 -issiqlik agentlari kiradigan va chiqadigan shtusterlar; 7- bolt; 8- qistirma.

Temperaturalar farqi 50°S dan katta bo'lganda trubalar va qobiqning har xil uzayishini kompensastiyalash maqsadida linzali kompensatorli (24.3-rasm, a) va U - simon trubali (24.3-rasm, b) qobiq trubali isitkichlar ishlatiladi.

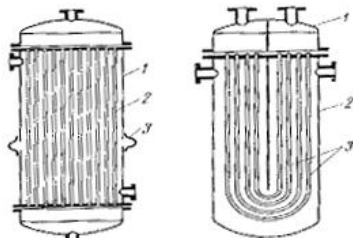


24.2-rasm. Ko'p yulli qobiq trubali isitkichlar:

a) ikki yo'lli; b) to'rt yo'lli. I - II - issiqlik tashuvchi agentlar; 1 - qopqoq; 2-ko'ndalang to'siqlar.

Linzali kompensator isitish trubalari va qurilma devori o'rtasidagi bosim $6 \cdot 10^5 \text{ H/M}^2$ gacha bo'lganda ishlatiladi.

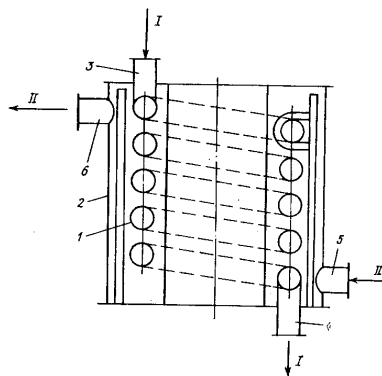
U-simon qobiq trubali isitkichlarda issiqlik ta'sirida trubalarning uzayishidagi kompensastiyani truba qurilmalarining o'zi bajaradi.



24.3-rasm. Temperatura yuqori bo'lganda qobiq va trubalarni uzaytirishni hisobga oluvchi qobiq-trubali isitkichlar:

a) linza kompensatorli; b) U - simon trubali.

Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmalari. Bu turdagi qurilmalar stilindrsimon qobiq ichida joylashgan spiralsimon zmeevikdan iborat. Bunda zmeevik asosan 25-75 mm li trubalardan tayyorlanadi. Zmeevik trubalaridan gaz yoki bug' harakatlanadi (24.3- rasm).



24.4- rasm. Zmeevikli isitkich

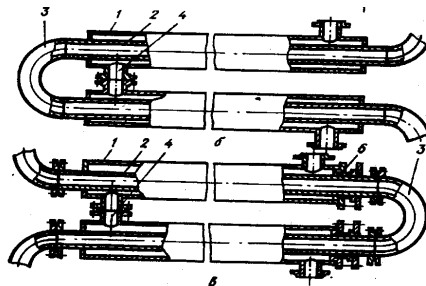
Suyuqlik bilan to'ldirilgan idishning hajmi katta bo'lgani va idish ichidagi suyuqlikning tezligi juda kichik bo'lgani uchun zmeevikning tashqi devori tomonidagi bug' bilan suyuqlik orasida issiqlik berish koeffitsienti ham kichik bo'ladi. Qurilmaning hajmini kamaytirish va suyuqlikning tezligini oshirish uchun uning ichiga stakanga o'xshash idish joylashtiriladi.

Agar issiqlik tashuvchining miqdori katta bo'lsa, bir necha parallel sekstiyalardan iborat bo'lgan zmeeviklar o'rnatiladi. Sekstiyalar bunday parallel ulanganda, muhitning tezligi va harakat yo'li kamayishi natijasida qurilmaning gidravlik qarshiligi ham kam bo'ladi. Bu qurilmalarda isitilayotgan suyuqlik asosan kichik tezlikda harakatlanganligi sababli zmeevik devoridan issiqlik erkin konvektsiya usulida o'tkaziladi. Ularning kamchiligi shundaki, issiqlik almashinish yuzasi va issiqlik berish koeffitsienti nisbatan kichik, lekin ularni ta'mirlash oson.

"Truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilma. Bu turdagi qurilmalar bir-biri bilan konstantrik joylashgan ichki va tashqi trubadan tashqil topgan. Bularda isitilayotgan yoki sovitilayotgan mahsulot asosan ichki truba orqali uzatiladi. Trubalar orasidagi bo'shliqdan esa yuzani ifloslantirmaydigan issiqlik tashuvchi yuboriladi.

Bu tipdagi isitkichlar yuqori bosimda va issiqlik tashuvchilarning sarfi kam bo'lganda ham ishlaydi. Bunday qurilmalarning afzalligi shundaki, ularni tayyorlash oson. Kamchiligi: issiqlik almashinish yuzasi nisbatan kichik. Ishlab chiqarish yuzasini iqtisod qilish maqsadida bular bir-biri bilan kalach va patrulkalar yordamida tutashtirilgan bir necha elementli va bir necha sekstiyali qilib tayyorlanadi. «Truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmaining sxemasi 24.4 - rasmda keltirilgan bo'lib, qurilma ichki truba 1, tashqi truba 2, kalach 3 va birlashtiruvchi patrubka 4 dan iborat (I, II issiqlik tashuvchi agentlar).

Plastinali issiqlik almashinish qurilmasi. Bunday qurilmalar yupqa metall listlardan tayyorlangan bir necha qator parallel gofrirlangan plastinalardan tuzilgan. Plastinalar orasida hosil qilingan kanallar ikki guruxga bo'linadi: Birinchi gurux kanallardan issiqlik tashuvchi, ikkinchisidan esa issiqlik qabul qiluvchi agent harakat qiladi. Plastinalar qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas plitalar orasida vintlar yordamida siqiladi. Ushbu qurilmaning afzallik tomoni shundaki, plastina yupqa ($d=1-1,5\text{mm}$) listdan tayyorlanganligi, oqimlar tezligining kattaligi sababli issiqlik o'tkazish koeffitsienti katta qiymatga ega.



24.5- rasm. «Truba ichida truba» tipidagi isitkich:

I - II - issiqlik tashuvchi agentlar; 1 - ichki truba; 2 - tashqi truba; 3 - kalach; 4 - birlashtiruvchi patrubka.

Nazorat savollari:

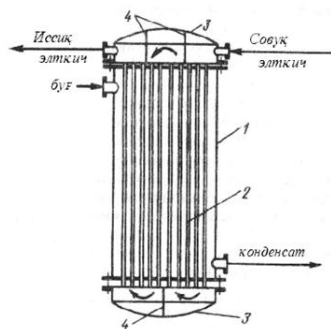
- 1.Issiqlik almashinish qurilmalari turlari
- 2.Trubali isitkichlarning afzalliklari
- 3.Truba ichida truba tipidagi isitkichlarning ishlash prinsipi

25-MAVZU. ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMALARI VA KONDENSATORLARINI TANLASH

Reja:

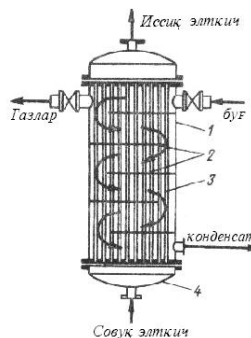
- 25.1. Issiqlik almashinish qurilmalari ishlash prinsipi va tuzilishi
- 25.2. Kondensatorlar
- 25.3.Qurilmalarni tanlash
- 25.4.Issiqlik almashinish qurilmalarini tanlash

Gorizontal issiqlik almashinish qurilmalarida ushbu segment to'siqlar truba o'rami uchun oraliq tayanchlar vazifasini ham bajaradi. Odatda gorizontal qurilmalar ko'p yo'lli qilib yasaladi va ularda suyuqliklar tezligi yuqori bo'ladi. Bunday qilishdan maqsad, temperatura va zichliklar farqi ostida suyuqliklarning qatlamlarga ajralib, hamda harakatsiz zonalar hosil qilmasligini ta'minlashdir.



25.1-rasm. Ko'p yo'lli issiqlik almashinish qurilmasi (truba bo'shligi bo'yicha).

1-qobiq; 2-isituvchi truba; 3-qopqoq; 4-to'siq.



25.2-rasm. Ko'p yo'lli issiqlik almashinish qurilmasi (trubalararo bo'shliq bo'yicha).

1-qobiq; 2-to'siq; 3-isituvchi truba; 4-qopqoq.

Agar, issiqlik almashinish qurilmasi qo'zg'almas teshik panjara tuzilishi, qobiq va trubalar temperaturalarining o'rtacha farqi 50°S dan katta bo'lsa, qobiq va trubalar uzayishi har xil bo'ladi. Bu hol o'z navbatida teshikli panjarada katta kuchlanishlar hosil qiladi va panjaradagi trubalar zichlanishini, payvand choklarini buzadi va yo'l qo'yib bo'lmaydigan issiqlik eltichlar aralashishiga olib keladi. Shuning uchun, temperaturalar farqi katta bo'lganda, temperatura ta'sirida uzayini kompensatsiya qiladigan issiqlik almashinish qurilma konstruksiyalari qo'llaniladi.

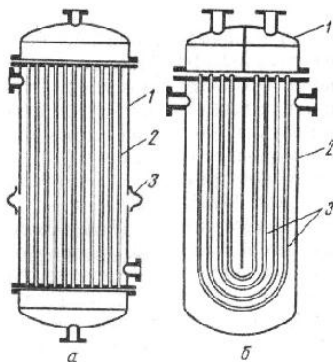
Linza kompensatorli issiqlik almashinish qurilmasi. Ushbu turdagi qurilmalar suyuqliklar temperatura farqi katta bo'lganda ishlatiladi. Linzali kompensatorlar temperatura deformatsiyasini bartaraf qiladi. Bu turdagi qurilmalar truba va trubalararo bo'shliqlari bosimlar $R \leq 6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ bo'lganda ishlatiladi (25.1-rasm).

Linzali kompensator issiqlik almashinish qurilmalar qobig'iga payvandlab qo'yiladi va u elastik deformatsiya ostida siqiladi yoki uzayadi. Bunday qurilmalar tuzilishi sodda va ixcham. Undan tashqari, vertikal qilib yasalgan linza kompensatorli qurilmalar ko'p joy egallamaydi.

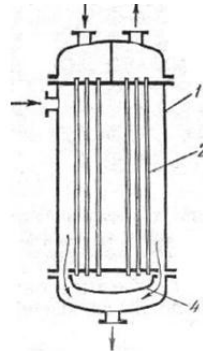
U-simon trubali issiqlik almashinish qurilmasi. Bunday qurilmalarda bitta teshikli truba panjarasi bo'lib, U-simon trubaning ikkala uchi unga mahkamlanadi. Shuni alohida aytish kerakki, trubalarning o'zi kompensatsiyalovchi moslama funksiyasini bajaradi (25.3-rasm). Qurilma tuzilishi sodda va trubalarning tashqi yuzasini tozalash oson. Undan tashqari, ikki va undan ortiq yo'lli bo'lgani uchun issiqlik almashinish jarayoni intensiv bo'ladi. Trubalarning ichki yuzasini tozalash qiyin va teshikli panjarada ko'p miqdorda trubalar joylashtirish murakkab.

Harakatchan qalpoqchali issiqlik almashinish qurilmasi. Truba va qobiqning katta siljishini ta'minlash zarur bo'lgan hollarda harakatchan qalpoqchali issiqlik almashinish qurilmalaridan foydalaniladi (25.4-rasm).

Qurilmaning pastki teshikli truba panjarasi harakatchan bo'lganligi uchun butun trubalar o'rami qo'zg'almas qobig'ga nisbatan mustaqil, erkin harakat qila oladi. Bu esa havfli bo'lgan trubalar temperatura deformatsiyasi, ularning teshikli panjara bilan zichlanishining buzilishi oldini olish imkoniyatini beradi. Lekin shuni qayd qilish kerakki, temperatura ta'sirida uzayishi kompensatsiya qilish, qurilmani murakkablashishi va og'irlashishi hisobiga erishiladi.



25.3-rasm. Temperatura kuchlanishlarini kompensatsiya qiluvchi issiqlik almashinish qurilmalarining tuzilishi.
A - linza kompensatorli: 1 - qobiq; 2-isituvchi truba; 3- linzali kompensator.
B - U-simon trubali: 1- qopqoq; 2-qobiq; 3-U-simon isituvchi trubalar.



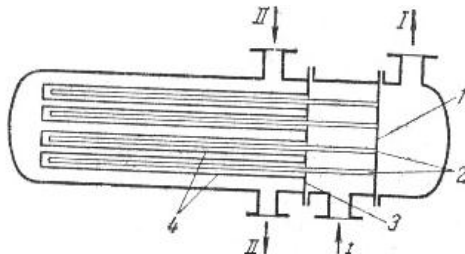
25.4-rasm. Harakatchan qalpoqchali issiqlik almashinish qurilmasi.
1 - qobiq; 2 - isituvchi trubalar;
3 - harakatchan qalpoqcha.

Qo'shaloq trubali issiqlik almashinish qurilmasi. Qurilmaning bir tomonida ikkita teshikli truba panjarasi o'rnatilgan bo'ladi (25.5-rasm).

Teshikli panjara 1 da kichik diametrli ikkala uchi ochiq trubalar o'rami 2 mahkamlansa, panjara 3 da esa, katta diametrli chap uchi yopiq trubalar mahkamlanadi. Ichki truba tashqi trubaning o'rtasida joylashishi shart. Muhitlardan biri 1 qurilmaning ichki 2 va tashqi 4 trubalari hosil qilgan halqasimon bo'shliq orqali harakatlanib, truba 2 orqali trubalararo bo'shliqdan chiqarib yuboriladi.

Ikkinchi muhit II esa, yuqoridan pastga qarab qurilmaning trubalararo bo'shlig'idan harakat qiladi va truba 4 ning tashqi yuzasini yuvib chiqib ketadi.

Bunday qurilmalarda temperatura ta'sirida trubalar bir-biridan bevosita istalgan miqdorda uzayishi mumkin.



25.5-rasm. Qo'shaloq trubali qobiq - trubali issiqlik almashinish qurilmasi. 1, 3-teshikli panjara; 2-ichki truba; 4-tashqi truba.

Qo'shaloq trubali issiqlik almashinish qurilmalarining afzalliklari: sodda, trubalararo bo'shliqda yuqori bosimlarni qo'llash mumkin va qarama-qarshi yo'nalishli qobiq-trubali qurilmaga o'xshab ishlaydi.

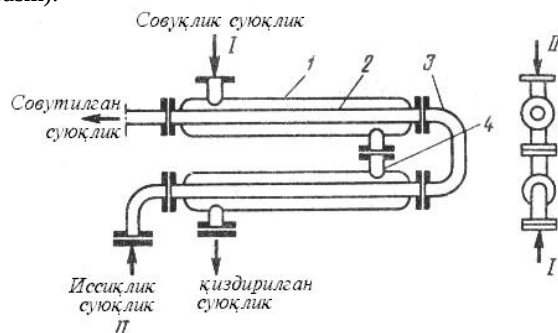
Kamchiliklari: oddiy qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasiga nisbatan o'lchami katta va narxi qimmat.

Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalari suyuqlik va kondensatsiyalanayotgan bug' orasida issiqlik almashinish uchun qo'llaniladi. Odatda suyuq faza trubalar ichiga yo'naltiriladi, bug' esa - trubalararo bo'shliqqa.

Qobiq - trubali issiqlik almashinish qurilmalarining afzalliklari: ixcham, metall sarfi kam, U-simon trubali qurilmadan tashqari hamma qurilmalardagi trubalar ichini tozalash nisbatan oson.

Kamchiliklari: issiqlik eltichlar tezligini oshirish murakkab (ko'p yo'lli qurilmalardan tashqari); trubalararo bo'shliqni tozalash qiyin; trubalararo bo'shliqni kuzatish va ta'mirlash uchun imkoniyatlar chegaranlangan; razvalsovka va payvandlashga moyil bo'lmagan materiallardan, bu turdagi qurilmalarni yasash murakkab.

"Truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi bir nechta elementlardan tarkib topgan bo'ladi (25.6-rasm).



25.6-rasm. "Truba ichida truba" tipidagi ajralmas, bir oqimli issiqlik almashinish qurilmasi. 1-tashqi truba; 2-ichki truba; 3-kalach; 4-patrubka. I, II – issiqlik eltichlar.

Har bir element katta diametrli tashqi truba 1 (odatda 25...159 mm) va konsentrik joylashtirilgan ichki truba 2 (odatda 57...219 mm) lardan tashkil topgan. Sovuqlik eltich I truba ichida harakatlansa, issiqlik eltich II trubalararo bo'shliqda harakatlanadi. Issiqlik almashinish ichki trubaning devori orqali amalga oshadi.

Ushbu qurilmalarning truba va trubalararo bo'shlig'ida yuqori tezliklarga (3,0 m/s gacha) erishsa bo'ladi. Agar, katta yuzalar zarur bo'lsa, bir necha seksiyalardan batareya hosil qilish oson va mumkin.

Bu turdagi qurilmalarda suyuqliklar sarfi katta va «suyuqlik- suyuqlik», «suyuqlik-bug'» sistemalarida issiqlik almashinish uchun qo'llaniladi.

“Truba ichida truba” issiqlik almashinish qurilmaning afzalliklari: tuzilishi va yasaliishi sodda; suyuqliklar tezliklari katta bo‘lgani uchun issiqlik o‘tkazish koeffitsienti yuqori.

Kamchiliklari: qo‘pol; metall sarfi ko‘p, trubalararo bo‘shliqni tozalash qiyin.

Ajraluvchan konstruksiyali “truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish qurilmalarida, temperatura ortishi bilan tashqi trubalarga bog‘liq bo‘lmagan holda, ichki trubalar uzayishi mumkin (25.6a,v-rasm). Qurilmaning konstruksiyasi issiqlik almashinish trubalarining ichki yuzasini ifloslik va quyqalardan muntazam ravishda mexanik tozalab turish imkonini beradi. Undan tashqari, bu qurilmalarda trubalarni almashtirish jarayonini amalga oshirish uchun ularni yechib olish oson va tashqi yuzasini tozalash mumkin.

Ko‘p oqimli issiqlik almashinish qurilmalaridagi (25.6 b-rasm) taqsimlash kamerasi 1 oqimlarni truba 6 larga bo‘lib beradi. Truba-qobiq 4 va truba 2 larning teshikli panjarasi orasida taqsimlash kamerasi 3 joylashgan. Ushbu kamera trubalararo bo‘shliqda harakatlanayotgan muhit uchun mo‘ljallangan. Ko‘p oqimli qurilmalarning ichki va tashqi trubalari ikkita yo‘lli bo‘ladi.

Bu turdagi qurilmalarda oqimlarning harakat tezligi qobiq-trubali qurilmalarnikiga qaraganda ancha yuqori. Shu sababli issiqlik o‘tkazish koeffitsienti va truba yuzasining issiqlik kuchlanishi katta bo‘ladi. Undan tashqari, issiqlik almashinuvchi muhitlarni qarama-qarshi yo‘nalishda harakat qilishini tashkil etish oson.

25.4.Issiqlik almashinish qurilmalarini tanlash

Issiqlik almashinish qurilmalarining konstruksiyasini tanlashda quyidagilarni inobatga olish kerak: qurilma texnologik jarayonga mos bo‘lishi zarur; yuqori samarali, tejamkor va ishlash paytida ishonchli, hamda metall sarfi kam bo‘lishi zarur; ishchi muhitlarda qurilma materiali yemirilishga bardoshli bo‘lish kerak.

Issiqlik eltichlar qurilma orqali katta tezlikda o‘tsa, issiqlik o‘tkazish koeffitsientining yuqori qiymatlariga erishsa bo‘ladi. Bunday yuqori qiymatlarni olish uchun issiqlik almashinish yuzasi toza bo‘lishi kerak.

Agar, suyuqliklar birortasining tezligi oshirilsa, ikkinchi suyuqlik tomonidagi issiqlik berish koeffitsienti ko‘payadi. Lekin, issiqlik o‘tkazish koeffitsientining sezilarli darajada ko‘payishi uchun devor va undagi iflosliklarning termik qarshiligi kichik bo‘lishi kerak. Masalan, agar trubalararo bo‘shliqdagi issiqlik berish koeffitsienti trubalar bo‘shlig‘inikidan juda past bo‘lsa, trubalar ichida oqayotgan suyuqlik tezligining o‘sishi issiqlik o‘tkazish koeffitsientiga uncha ta‘sir qilmaydi. Bu holda trubalararo bo‘shliqdagi issiqlik berish koeffitsientini oshirish zarur, ya‘ni u yerga segment to‘siqlar o‘rnatish maqsadga muvofiqdir.

Qaysi muhitni truba ichiga, qaysi birini trubalararo bo‘shliqqa yo‘naltirish muammosini hal etishda quyidagi qoidalarga amal qilish kerak:

- yuqori issiqlik o‘tkazish koeffitsientiga erishish uchun issiqlik berish koeffitsienti kichik bo‘lgan muhitni truba ichiga yo‘naltirish zarur;

- kimyoviy faol, korrozion muhitlarni truba ichiga yuborish zarur, chunki bunda faqat truba, teshikli panjara va qopqoqlar tegishli legirlangan metallardan yasaladi, ya‘ni qobiq, segment to‘siq va boshqalar oddiy, uglerodli po‘latdan tayyorlanishi mumkin;

- atrof muhitga issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish uchun temperaturasi yuqori muhitni truba ichiga yuborish maqsadga muvofiqdir;

- cho‘kma hosil qiladigan muhitlarni trubalar yuzasi oson tozalanadigan bo‘shliqqa yo‘naltirish tavsiya etiladi;

- bosimi yuqori bo‘lgan muhitni truba ichiga yo‘naltirish zarur, chunki qobiqdan ko‘ra trubalar bosimni yaxshi ushlaydi.

Issiqlik almashinish qurilmasining konstruksiyasi texnik-iqtisodiy hisoblashlar asosida tanlanadi. Bunda, tayyorlash uchun ketgan asosiy (kapital) va yillik ekspluatasion sarflar taqqoslanadi. Ayrim hollarda, ekspluatasion sarflar tejalishi hisobiga sarflar tez qoplasa, asosiy sarflarni ko‘paytirish ham mumkin.

Texnologik jarayonlar uchun issiqlik almashinish qurilmasi loyihalanayotganida, hisoblashning asosiy maqsadi, qurilmaning issiqlik almashinish yuzasi va gabarit o‘lchamlarini aniqlashdir.

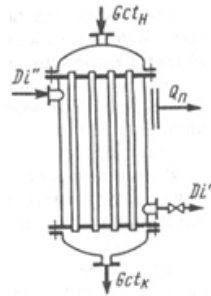
Hisoblash, birinchi navbatda qurilmaning issiqlik balansini tuzishdan boshlanadi. So'ng, issiqlik balansidan uzatilgan issiqlik miqdori topiladi. Masalan, suv bug'i yordamida biror muhit t_b dan t_{ox} temperaturagacha isitilayotgan bo'lsa, issiqlik balans ushbu ko'rinishda yoziladi (25.7-rasm).

$$Gct_{\delta} + Di'' = Gct_{ox} + Di' + Q_{iyyk}$$

$$Q = Gc(t_{ox} - t_{\delta}) + Q_{iyyk} = D(i'' - i') + Q_{iyyk}$$

bu yerda $D = Q/(i'' - i')$ - isituvchi bug' sarfi.

Issiqlik o'tkazish koeffisienti ushbu formuladan hisoblanadi:



25.7-rasm. Moddiy balans tuzishga oid.

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

bu yerda α_1 va α_2 issiqlik berish koeffisientlari 4 - bobdagi tegishli kriterial tenglamalardan aniqlanadi.

Jarayonni o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi quyidagi tenglamalardan topiladi:

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{max} + \Delta t_{min}}{2} \quad \text{yoki} \quad \Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{max} + \Delta t_{min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}}$$

Issiqlik almashinish yuzasi issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{yp}}$$

Isitkichdagi trubalar sonini esa, ushbu tenglamadan aniqlash mumkin:

$$n = \frac{4 \cdot F}{\pi d_T^2 l}$$

bu yerda d_T - trubalar tashqi diametri, m; l - truba uzunligi, m.

Teshikli panjarada trubalar joylashtirish ushbu bobda ko'rib chiqilgan usullardan birida amalga oshiriladi.

Qobiq - trubali issiqlik almashinish qurilmasining diametrini ushbu formulada hisoblab topish mumkin:

$$D = (1,3 \dots 1,5) \cdot (b - 1) \cdot d_T + 4d_T$$

Issiqlik almashinish qurilmasining gidravlik qarshiligi Darsi - Veysbax formulasidan topiladi:

$$\Delta p = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\rho w^2}{2}$$

bu yerda λ - gidravlik qarshilik koeffisienti; l - truba uzunligi, m; d - truba diametri, m; $\sum \xi$ - mahalliy qarshilik koeffisientlarining yig'indisi; w - muhit tezligi, m/s; ρ - muhit zichligi, kg/m³.

Isitkichning texnologik jarayon uchun yaroqligini bilish uchun tekshiruv hisoblashi o'tkaziladi. Buning uchun quyidagi boshlang'ich ma'lumotlar zarur:

F - issiqlik almashinish yuzasi; Q - issiqlik yuklama; muhitlarning qurilmaga kirish va chiqishdagi temperaturalar; w - muhit tezligi va muhitlar fizik parametrlari.

Hisoblash davrida quyidagilar aniqlanadi:

berilgan issiqlik yuklama va haqiqiy issiqlik almashinish sharoitlaridagi termik qarshilik; zarur bo'lgan o'rtacha temperaturalar farqi Δt_3 ; mavjud o'rtacha temperaturalar farqi Δt_m ; qurilmaning ish unumdorlik zahirasi.

Temperaturalarining o'rtacha farqi ushbu formuladan topish mumkin:

$$\Delta t_3 = \frac{Q}{K \cdot F}$$

Mavjud o'rtacha temperaturalar farqi (4.108) formuladan aniqlanadi.

Mavjud o'rtacha temperaturalar farqining zarur o'rtacha temperaturalar farqiga nisbati isitgichning ish unumdorlik zahirasi deb ataladi:

$$\chi = \frac{\Delta t_m}{\Delta t_3}$$

Zarur o'rtacha temperaturalar farqi issiqlik almashinish qurilmasining o'rtacha ekspluatasion ishlash sharoitlari va issiqlik almashinish yuzasidan foydalanish koefitsientini hisobga olgan holda aniqlanadi.

Nazorat savollari:

1. Ko'p yo'lli isitkichlar turlari
2. Kompensatorli isitkich asosiy elementi
3. Truba to'ri nima

26-MAVZU. BUG'LATISH JARAYONI ISSIQLIK VA MODDIY BALANSI TENGLAMASI

Reja:

- 26.1 Umumiy tushunchalar
- 26.2 Bug'latishning nazariy asoslari
- 26.3 Bug'latish jarayoni issiqlik va moddiy balans
- 26.4 Isitish yuzasini aniqlash

26.1 Umumiy tushunchalar

Qattiq, uchuvchan bo'lmagan yoki uchuvchanligi yomon bo'lgan moddalar eritmalarini qaynatish davrida erituvchisini va hosil bo'lgan bug'larni chiqarib yuborish jarayoniga **bug'latish** deyiladi.

Odatda, sanoat miqyosida bug'latish jarayoni eritmalarini qaynatish yo'li amalga oshiriladi.

Eritmalarni bug'latishdan maqsad ularning konsentratsiyasini oshirish bo'lib, ya'ni eritmalarini quyushtirishdir. Agarda, quyushtirilgan eritmalaridan yana erituvchi chiqarilsa, qattiq moddalar kristallana boshlaydi va kristallar ajralib chiqadi.

Suyultirilgan eritmalar konsentratsiyasini oshirish yoki ulardan erigan moddalarni kristallash usulida ajratib olish uchun bug'latish jarayoni qo'llaniladi.

Kimyo, oziq - ovqat va boshqa sanoatlarda bug'latish jarayonidan keng ko'lamda foydalaniladi. Masalan, tuz, ishqor kabi moddalarning suvli eritmalarini, mineral va organik kislotalar, ko'p atomli spirtlar, shakar va konserva mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyasida tomat, sut va sharbatlarni konsentrlashda bu jarayonsiz texnologiyani tasavvur qilib bo'lmaydi. Shu bilan birga, ushbu jarayonni toza erituvchi ishlab chiqarish uchun ham qo'llasa bo'ladi.

Shuni alohida qayd etish kerakki, agar **bug'lanish** jarayoni qaynash temperaturasidan past, istalgan temperaturada eritma yuzasida sodir bo'lsa, **bug'latish** esa - qaynash temperaturasidan yuqori temperaturada, eritmaning butun hajmida yuz beradi.

Ushbu jarayonlar bug'latish qurilmasi deb nomlanadigan qurilmalarda amalga oshiriladi. Ma'lumki, uzluksiz va uzlukli bug'latish jarayonlarini tashkil etish mumkin. Uzlukli ishlaydigan qurilmalar, odatda kam miqdorda mahsulot ishlab chiqaradigan texnologiyalarda qo'llaniladi.

Yirik sanoat korxonalarida uzluksiz ishlaydigan bug'latish qurilmalaridan foydalaniladi va ularning issiqlik almashinish yuzalari 600...1000 m² bo'ladi. Bunday qurilmalarning tejamligini aniqlovchi asosiy omil bo'lib, undagi bug' va suv sarfi hisoblanadi.

Bug'latish vakuum, atmosfera va yuqori bosim ostida olib borilishi mumkin.

Vakuum ostida bug'latish paytida ikkilamchi bug'ni maxsus kondensatorda

kondensatsiyalash yo'li bilan qurilmada vakuum hosil qilinadi va nasos yordamida kondensatsiyalanmagan gazlar so'rib olinadi. Bu usulda jarayon olib borilsa, eritmaning qaynash temperaturasi pasaytirishga erishsa bo'ladi. Natijada yuqori temperaturaga o'ta ta'sirchan mahsulotlar sifatini saqlab qolish imkoniyati tug'iladi. Undan tashqari, vakuumni jarayonda qo'llash, harakatga keltiruvchi kuch miqdorini oshiradi va bug'latish qurilmasining issiqlik almashinish yuzasini, hamda metall sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Vakuum ostida bug'latishning yana bir afzalligi shundaki, past temperatura va bosimli issiqlik eltikichlardan foydalanish mumkin. Bu usulda bug'latilganda, hosil bo'lgan ikkilamchi bug'ni, keyingi korpusda birlamchi bug' sifatida qo'llash mumkin.

Albatta, bu usulning kamchiliklari ham bor: jarayonda vakuumni qo'llash uning narxini oshiradi; bug'latgichdan tashqari bir nechta qo'shimcha qurilma va moslamalar ishlatish kerak.

Atmosfera bosimida bug'latish jarayonida hosil bo'lgan ikkilamchi bug' atrof muhitga chiqarib yuboriladi. Bunday usul eng sodda deb hisoblansa ham, lekin u iqtisodiy jihatdan eng tejamsizdir.

Yuqori bosim ostida bug'latish jarayonida hosil bo'lgan ikkilamchi bug' qaytadan bug'latish jarayonida, hamda boshqa maqsadlar uchun ham ishlatish mumkin. Bu usulda jarayon yuqori bosimda olib borilgani uchun, eritmalarining qaynash temperaturasi ancha ko'tariladi.

Boshqa maqsadlar uchun ishlatiladigan ikkilamchi bug'-*ekstra bug'* deb nomlanadi. Yuqori bosim ostida bug'latish jarayonida ajralib chiqqan ikkilamchi bug'ni qaytadan qo'llash, vakuum ostida bug'latishga nisbatan issiqlikdan to'la miqdorda foydalanish imkonini beradi. Shuning uchun, ushbu usul faqat issiqlikka bardosh eritmalarini bug'latish uchun ko'llaniladi. Undan tashqari, yuqori bosim ostida bug'latish jarayoni uchun yuqori temperaturali issiqlik eltikichlarni ishlatish kerak. Bu hol albatta uning eng asosiy kamchiligidir.

Atmosfera bosimi, ayrim hollarda vakuum ostida jarayon olib borilganda, bir korpusli bug'latkichlardan foydalaniladi. Lekin, sanoat miqyosida ko'pincha bir necha qurilmadan yig'ilgan ko'p korpusli bug'latish qurilmalarida jarayonni olib borish keng tarqalgan. Bunday qurilmalarda faqat birinchi korpusda birlamchi bug' ishlatiladi. Ikkinchi, uchinchi va keyingi korpuslarda esa, oldingi korpusda ajralib chiqqan ikkilamchi bug' ko'llanilsa, eltikich tejallishiga sababli bo'ladi va bug' sarfining kamayishiga olib keladi.

Bir korpusli bug'latish qurilmalarida ham, birlamchi bug' sarfini kamaytirish mumkin. Buning uchun, qurilmadan chiqayotgan ikkilamchi bug' issiqlik nasosi yordamida birlamchi bug' temperaturasi to'g'ri keladigan bosimgacha siqiladi va qaytadan eritmani bug'latish uchun qurilmaga yo'naltiriladi.

26.2 Bug'latishning nazariy asoslari

Bug'latish jarayonida eritmalarining konsentratsiyasi ortadi va natijada uning fizik va issiqlik xossalari o'zgaradi.

Bug'latish qurilmalarini hisoblash, loyihalash va ekspluatatsiya qilish uchun muhim bo'lgan eritmalarining ba'zi bir xossalari ko'rib chiqamiz.

Temperatura depressiyasi - Δt . Eritma T_e va erituvchilar T qaynash temperaturalari o'rtasidagi farqdir, ya'ni $\Delta t = T_e - T$ temperatura depressiyasi deb nomlanadi. Eritmalar nazariyasidan ma'lumki, bir xil T temperaturada toza erituvchi ustidagi bug'larining bosimi r , eritma ustidagi bug'larning bosimi r_e dan har doim ko'p bo'ladi. Yoki bir xil bosimda toza erituvchining qaynash temperaturasi eritmaning qaynash temperaturasidan past bo'ladi.

Eritmalarining temperatura depressiyasi erituvchi va erigan moddalar xossalari bog'liqdir. Bosim va konsentratsiya ortishi bilan temperatura depressiyasi oshadi. Ko'pincha ushbu ko'rsatkich tajribaviy yo'l bilan aniqlanadi.

Ma'lumki, bug'latkichlarda issiqlik yo'qotilishi oqibatida temperaturalarining pasayish hodisasi yuz beradi. Natijada temperaturalar farqi kamayadi va jarayon intensivligi susayadi. Temperaturalar yo'qotilishi Δ , temperatura depressiyasi Δ' , gidrostatik Δ'' va gidravlik depressiya Δ''' lar yig'indisiga teng, ya'ni: $\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta'''$.

Agar, eritmaning atmosfera bosimdagi temperatura depressiyasi Δ'_{atm} ma'lum bo'lsa, istalgan boshqa bosimlardagi depressiya Tishenko formulasidagi tahminan hisoblab aniqlanish mumkin:

$$\Delta' = 1,62 \cdot 10^{-2} \frac{T^2}{r} \Delta'_{atm} \quad (26.1)$$

bu yerda T - ma'lum bosimdagi toza erituvchining qaynash temperaturasi, K; r - ma'lumki bosimdagi toza erituvchining bug'latish issiqligi, kJ/kg; Δ'_{atm} - atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi, °S.

Agar, Δ'_{atm} kattaligi bo'yicha tajribaviy ma'lumotlar yo'q bo'lsa, uni bir nechta usul bilan tahminan hisoblab topish mumkin. Biror bosimda eritmaning bitta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa - Babo, ikkita temperaturasi ma'lum bo'lganda esa - Dyuring yoki Kireyev qoidasiga binoan aniqlash imkonlari bor.

Babo qoidasiga binoan, biror konsentratsiyali eritma ustidagi bug' bosimining pasayishi ($r_1 - r_2$)/ r_1 yoki r_2/r_1 temperaturaga bog'liq emas va o'zgaras qiymatga tengdir:

$$\frac{p_2}{p_1} = K = const \quad (26.2)$$

bu yerda r_1 va r_2 - erituvchi va eritma bug'larining bosimlari.

Gidrostatik depressiya - Δ'' . Bug'latkich qaynash trubalarining bir qismi suyuqlik bilan to'lib turgan bo'ladi va uning ustida bug' - suyuqlikdan iborat emulsiya qatlamida yuqoriga qarab ko'tarilgan sari bug'ning miqdori oshib boradi.

Agar, qaynash trubasidagi suyuqlik va emulsiyani shartli ravishda suyuqlik deb nomlasak, unda gidrostatik bosimlar farqi hisobiga trubaning pastki qismidagi suyuqlikning qaynash temperaturasi tepa qismidan yuqori bo'ladi.

Gidrostatik effekt hisobiga eritma qaynash temperaturasining ortishi **gidrostatik depressiya** deb ataladi.

Bug'latish jarayoni vakuum ostida olib borilganda, gidrostatik depressiya salmoqli bo'ladi.

To'yingan suv bug'i t_c va ikkilamchi bug' temperatura T lari orasidagi farq gidrostatik depressiyani beradi:

$$\Delta'' = t_c - T'' \quad (26.3)$$

Ushbu tenglik eritma harakatini inobatga olmagan uchun uning xatoligi katta. Shuning uchun Δ'' ning qiymatlari tajribaviy usulda topiladi.

Vertikal bug'latkichda intensiv harakatlanayotgan eritmalar uchun Δ'' miqdori 1...3°S oralikda qabul qilinishi mumkin.

Gidravlik depressiya - Δ''' . Ushbu depressiya ikkilamchi bug'ning separator va quvurlar orqali harakati davrida ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni yengishi tufayli vujudga keladigan temperatura yo'qotilishlar.

Ushbu gidravlik qarshiliklarni yengish vaqtida bosimning kamayishi, temperatura pasayishiga sababchi bo'ladi.

Demak, gidravlik qarshiliklar tufayli eritma qaynash temperaturasining ko'payishi **gidravlik depressiya** deb nomlanadi. Odatda Δ''' ning qiymati 0,5...1,5 °S oralig'ida bo'ladi.

Yuqorida qayd etilgan depressiyalarni hisobga olsak, eritmaning qaynash temperaturasi quyidagicha hisoblanadi:

$$t_k = T' + \Delta' + \Delta'' \quad (26.4)$$

bu yerda T' - ikkilamchi bug' temperaturasi, K.

Eritmalar issiqlik sig'imi temperatura va erigan moddalar konsentratsiyasining funksiyasidir.

Ko'pchilik eritmalar issiqlik sig'imi additivlik qoidasiga bo'ysinmaydi. Shuning uchun eritmaning ushbu xossasini erigan modda va erituvchilar issiqlik sig'implari yordamida aniqlab bo'lmaydi. Shuni alohida ta'kidlash kerakki, eritma konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, uning issiqlik sig'imi shunchalik additivlik qoidasiga kam bo'ysinadi. Eritmaning ushbu xossasi maxsus adabiyotlarda keltirilgan.

Eritish issiqligi eritmaning konsentratsiyasi, erituvchi va erigan moddalar xossalriga bog'liq. Qo'shimcha qattiq moddalar erishi davrida kristallik panjara buziladi. Albatta, buning uchun energiya sarflanadi va oqibatda eritmaning sovishi ro'y beradi. Agar, erituvchi va eriydigan moddalar o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishsa, gidratlar hosil bo'lib, jarayon natijasida issiqlik ajrab chiqadi. Shunday qilib, eritish issiqligi erish va kimyoviy o'zaro tasir issiqliklari yig'indisiga teng.

Oson gidrat hosil qiladigan moddalar musbat eritish issiqligiga (suvda), ega; gidrat hosil

qilmaydigan moddalar - manfiy eritish issiqligiga ega.

26.3 Bug‘latish jarayoni issiqlik va moddiy balansi

Oddiy bug‘latishning moddiy balansi. Oddiy bug‘latish jarayonining moddiy balansi ushbu tenglamalar yordamida ifodalanadi:

$$G_{\delta} = G_{ox} + W \quad (26.5)$$

bu yerda G_b – boshlang‘ich eritma sarfi, kg/soat; G_{ox} - quyuqlashtirilgan eritma sarfi, kg/soat; W – bug‘latilgan suv miqdori, kg/soat.

Eritmadagi quyuq moddaga nisbatan moddiy balans ushbu ko‘rinishiga ega:

$$\frac{G_{\delta} \cdot x_{\delta}}{100} = \frac{G_{ox} \cdot x_{ox}}{100} \quad (26.6)$$

bu yerda x_b va x_{ox} - eritmaning boshlang‘ich va oxirgi konsentratsiyalari, % (mass).

Agar, (26.5) va (26.6) tenglamalardan bug‘latilgan suv miqdorini topish mumkin:

$$W = G_{\delta} \left(1 - \frac{x_{\delta}}{x_{ox}} \right) \quad (26.7)$$

Eritmaning oxirgi konsentratsiyasi esa:

$$x_{ox} = G_{\delta} \frac{x_{\delta}}{G_{\delta} - W} \quad (26.8)$$

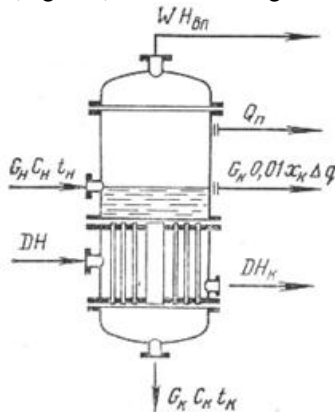
Quyuqlashtirilgan eritma bo‘yicha bug‘latkichning ish unumdorligi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$G_{ox} = \frac{G_{\delta} \cdot x_{\delta}}{x_{ox}} \quad (26.9)$$

Oddiy bug‘latishning issiqlik balansi. Oddiy bug‘latish jarayonining issiqlik balansi 4.49-rasmda keltirilgan issiqlik oqimlari asosida bitta tenglik yordamida yozilishi mumkin:

$$G_{\delta} c_{\delta} t_{\delta} + DI = G_{ox} c_{ox} t_{ox} + G_{ox} 0,01 x_{ox} \Delta q + W \cdot I_{u\delta} + D \cdot I_k + Q_{iyyk} \quad (26.10)$$

bu yerda D - isituvchi bug‘ sarfi, kg/soat; I - isituvchi bug‘ entalpiyasi, kJ/kg;



26.1-rasm. Oddiy bug‘latish jarayonidagi issiqlik oqimlar sxemasi

t_b va t_{ox} - eritmaning boshlang‘ich va oxirgi temperaturalari, °S; I_k - kondensat entalpiyasi, kJ/kg; Δq - eritmani x_b va x_{ox} gacha quyuqlashtirish issiqligi, kJ/kg; Q_{yuk} – issiqlikning atrof muhitga yo‘qotilishi, kJ/soat.

- $G_b c_b t_b$ - boshlang‘ich eritma bilan issiqlik kirishi;
- DI - isituvchi bug‘ bilan issiqlik kirishi;
- $G_{ox} c_{ox} t_{ox}$ - quyuqlashtirilgan eritma bilan issiqlik chiqishi;
- WI_{ib} - ikkilamchi bug‘ bilan issiqlikning chiqishi;
- DI_k - isituvchi bug‘ kondensati bilan issiqlikning chiqishi;
- $G_{ox} 0,01 x_{ox} \Delta q$ - quyuqlashtirish issiqligi;
- Q_{yuk} - atrof muhitga issiqlik yo‘qotilishi.

Agar, (26.9) tenglamani (26.10) ga qo'ysak, ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$G_{\delta}c_{\delta}t_{\delta} + Wc_{\delta}t_{\delta} + DI = G_{ox}c_{ox}t_{ox} + G_{ox}0,01x_{ox} \cdot \Delta q + W \cdot I_{u\delta} + D \cdot I_k + Q_{iyyk} \quad (26.11)$$

bundan

$$D = G_{ox} \frac{c_{ox}t_{ox} - c_{\delta}t_{\delta} + 0,01x_{ox}\Delta q}{I - I_{ox}} + W \frac{I_{u\delta} - c_{\delta}t_{\delta}}{I - I_{ox}} + \frac{Q_{iyyk}}{I - I_{ox}} \quad (26.12)$$

(26.12) tenglamadan ko'rinib turibdiki, bug'latish uchun zarur bo'lgan isituvchi bug' sarfi, uchta qo'shiluvchi yordamida aniqlanadi:

- birinchisi, bug'latilayotgan eritma entalpiyasini o'zgartirish uchun zarur bug' sarfi;
- ikkinchisi, ikkilamchi bug' hosil qilish uchun zarur bug' sarfi;
- uchinchisi, atrof muhitga yuqotilayotgan issiqlikni qoplash uchun zarur bug' sarfi.

Birinci va uchinchi qo'shiluvchilar qiymati, ikkinchisiga qaraganda, juda kichikdir. Shuning uchun, tahminiy hisoblashlarda $H_{u\delta} - c_{\delta}t_{\delta} \approx I - I_k$ ekanligini inobatga olib, eritmadan 1 kg suvni bug'latish uchun 1,1...1,2 kg isituvchi bug' kerak deb qabul qilinadi.

26.4. Isitish yuzasi

Zarur issiqlik almashinish yuzasi issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi, yani $Q = KF\Delta t$ dan.

Unda, uzluksiz ishlaydigan bug'latkichning isitish yuzasi quyidagi ifodadan topiladi:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}$$

bu yerda t - temperaturalarning foydali farqi, isituvchi to'yingan suv bug'i va qaynayotgan eritma temperaturalari farqiga teng.

Temperaturalarning foydali farqi temperaturalar umumiy farqi va temperatura depressiyalari orqali aniqlanadi.

Isituvchi va ikkilamchi bug' temperaturalari orasidagi farqqa temperaturalarning umumiy farqi deyiladi va ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\Delta t_{ym} = t_{u\delta} - t_{kond} \quad (26.13)$$

bu yerda t_{ib} - isituvchi bug' temperaturasi, °S; t_k - kondensatorga kirishdagi ikkilamchi bug' temperaturasi, °S.

Temperaturalarning foydali farqi t_{um} dan temperaturalar yo'qotilish yig'indisi $\Sigma \Delta$ ga kamroq bo'ladi, yani

$$\Delta t = \Delta t_{ym} - \Sigma \Delta \quad (26.14)$$

bu yerda

$$\Sigma \Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta'''$$

Nazorat savollari:

1. Bug'latish jarayoni
2. Bug'lannish jarayoni
3. Jarayonni harakatlantiruvchi kuchi
4. Bug'latish jarayoniiga ta'sir etuvchi omilar

27-MAVZU. BIR KORPUSLI BUG'LATISH APPARATLARI

Reja:

- 27.1. Bug'latish usullari
- 27.2. Bug'lash qurilmalari

27.1. Bug'latish usullari

Sanoatda mavjud texnologiyalarda asosan quyidagi bug'latish usullaridan foydalaniladi:

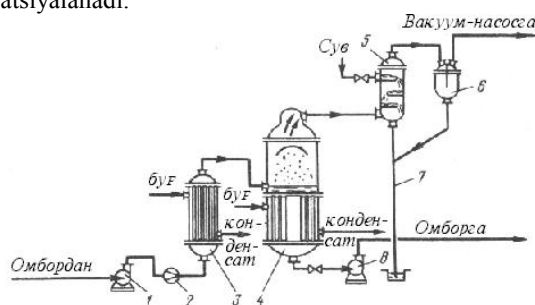
- oddiy bug'latish (uzlukli va uzluksiz);
- ko'p korpusli qurilmalarda bug'latish (faqat uzluksiz);
- issiqlik nasoslarini qo'llab bug'latish.

Eritmalar va isituvchi bug' xossalriga qarab hamma 3 ta bug'latish usullari vakuum va bosim ostida o'tkazilishi mumkin. Issiqlik eltich sifatida, deyarli har doim, to'yingan suv bug'i ishlatiladi. Kamdan - kam hollarda eritmalar elektr toki yoki oraliq issiqlik eltichlari yordamida isitiladi.

Oddiy bug'latish. Issiqlik tejallishi katta ahamiyatga ega bo'lmagan va unumdorligi kichik bo'lgan qurilmalarda oddiy bug'latishdan foydalaniladi. Undan tashqari, temperatura depressiyasi yuqori eritmalarinigina uzlukli ishlaydigan, bir korpusli bug'latish qurilmasida amalga oshirish iqtisodiy jihatdan to'g'ri va maqsadga muvofiqdir. Uzlukli bug'latishni ikki xil yo'l bilan olib borish mumkin: boshlang'ich eritmani dastavval yuklash va oz-oz miqdorda yuklash.

Uzluksiz ishlaydigan oddiy bug'latish qurilmasi 27.1-rasmda keltirilgan.

Boshlang'ich konsentratsiyali eritma nasos 1 yordamida sarf o'lchagich 2 orqali isitkich 3 ga uzatiladi. U yerda eritma qaynash temperaturasigacha isitiladi va so'ng bug'latkich 4 ga bug'latish uchun yuboriladi. Qurilma 4 ning pastki qismida eritma suv bug'i yordamida isitiladi, natijada erituvchi bug'latadi. Hosil bo'lgan ikkilamchi bug' qurilma 4 ning yuqori qismi bo'lmish separasion bo'limida mayda tomchilardan ajratiladi va barometrik kondensator 5 ga yo'naltiriladi. Undan ikkilamchi bug' kondensatsiyalanadi.



27.1-rasm. Bir korpusli, uzluksiz ishlaydigan bug'latish qurilmasining sxemasi. 1, 8 - nasoslar; 2 - sarf o'lchagich; 3 - isitkich; 4 - bug'latkich; 5 - barometrik kondensator; 6 - ushlagich; 7 - barometrik truba.

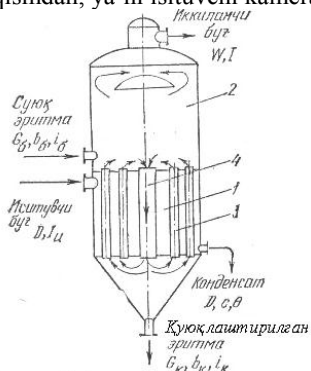
Kondensatsiyalanmagan inert gazlar ushlagich 6 orqali vakuum - nasos 8 yordamida so'rib olinadi. Sovutuvchi suv bilan hosil bo'lgan kondensat barometrik truba 7 orqali yig'gichga tushuriladi. Quyuglashtirilgan eritma nasos 8 yordamida tayyor mahsulot omboriga uzatiladi.

Vakuum ostida eritmalarini bug'latish jarayonini tashkil etishning bir qator afzalliklari bor: eritma qaynash temperaturasi pasayadi; past bosimli bug'larni issiqlik eltich sifatida qo'llash mumkin.

27.2. Bug'lash qurilmalari

Markaziy sirkulyatsiya trubali, uzluksiz ishlaydigan bug'latkich 27.2-rasmda ko'rsatilgan.

Bug'latkich asosan ikki qismdan, ya'ni isituvchi kamera 1 va separator 2 dan iborat bo'ladi.



27.2-rasm. Markaziy sirkulyatsiya trubali bug'latkich.

1 - isituvchi kamera; 2 - separator; 3 - isituvchi trubalar; 4-sirkulyatsiya trubasi.

Kamera 1 ko'pincha to'yingan suv bug'i bilan isitiladi. Suv bug'i kameraning trubalararo bo'shlig'iga yo'naltiriladi, u yerda truba devori orqali o'z issiqligini eritmaga uzatadi va sovitish natijasida kondensatsiyalanadi. Hosil bo'lgan kondensat kameraning pastki qismidagi shtuser orqali tashqariga chiqariladi.

Trubalarda isitilayotgan eritmaning temperaturasi ortishi bilan zichligi kamayadi. Natijada, eritma truba bo'ylab yuqoriga ko'tariladi va devor orqali o'tayotgan issiqlik ta'sirida qaynash boshlanadi. Qaynash jarayonida hosil bo'layotgan ikkilamchi bug' eritmadan ajraydi va separator 2 ga qarab harakatlanadi. U yerda bug' mayda eritma tomchilaridan ajratiladi va bug' tashqariga chiqariladi. Separatorda ajratilgan tomchilar yana qaytadan bug'latayotgan eritmaga qo'shiladi.

Eritmaning ma'lum qismi (zichligi yuqori) sirkulyatsiya trubasi orqali bug'latishning pastki qismiga tushadi. Ushbu trubadagi eritma va isituvchi trubalardagi «bug'-suyuqlik» aralashmasi zichliklari o'rtasidagi farq tasirida beto'xtov ravishda sirkulyatsiya qilib turadi. Konsentratsiyasi oshgan, yani quyushlagan eritma, qurilmaning pastki qismidan chiqarib olinadi.

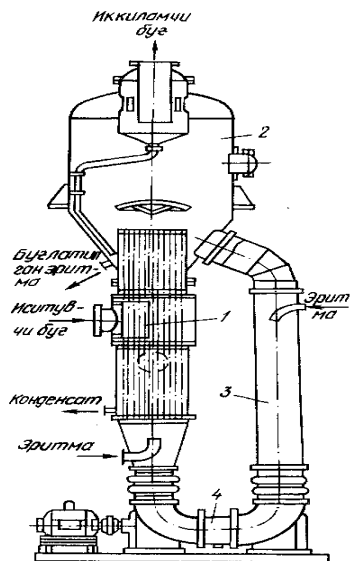
Kimyo sanoati korxonalarida asosan issiqlik almashinish yuzasi 10 - 1800 m² bo'lgan trubali bug'latish qurilmalari ishlatiladi. Bug'latish qurilmalari tabiiy tsirkulyatsiya yoki majburiy tsirkulyatsiya bilan ishlaydigan, isitish kamerasi ajratilgan yoki ajratilmagan va bulardan tashqari turli konstruksiyadagi plyonkali qurilmalar turlariga bo'linadi.

Quyushlashtirilayotgan eritma harakteristikalari va jarayonni amalga oshirishning texnologik reglamentiga mos holda u yoki bu turdagi qurilma tanlab olinadi. Tabiiy tsirkulyatsiya bilan ishlaydigan bug'latish qurilmalari konstruktiv jixatdan nisbatan sodda bo'lib, asosan dinamik qovushqoqligi kichik, tez kristallanmaydigan eritmalarini bug'latish uchun ishlatiladi va konstruktiv jixatdan isitish kamerasi ajratilmagan yoki ajratilgan turlarga bo'linadi. Bu qurilmaning asosiy qismlari isitish kamerasi, bug' ajratgich separator va tsirkulyatsion trubadan tashkil topgan. Isitish kamerasi vertikal qobiq trubali isitgich shaklida tayyorlangan bo'lib, trubalar atrofiga isituvchi bug' beriladi, trubalar ichida esa eritma qaynaydi. Bug' ajratgich katta xajmli tsilindrsimon sig'im bo'lib, yuqorigi qismi elliptik qopqoq bilan berkitilgan va pastki qismi isitish kamerasi bolta yordamida qotiriladi. Bug' ajratgich tomchi ushlagich bilan ta'minlangan bo'lib, bu element yordamida ikkilamchi bug' bilan chiq ketayotgan eritma tomchilari ushlab kolinadi. Ikkilamchi bug' esa bug' ajratgich yuqorisidagi shtuser orqali chiqariladi. Bug' ajratgichning va isitish kamerasi pastki qismlari tsirkulyatsion truba bilan tutashtiriladi (4.19 -rasm).

Isitish trubalarida qaynab hosil bo'lgan suyuqlik-bug' aralashmasi truba orqali ko'tarilib bug' ajratgichga chiqadi. Bug' ajratgichda ushbu aralashma tarkibidan ikkilamchi bug' ajralib, tomchi ushlagich orqali qurilmadan chiqariladi, suyuqlik esa tsirkulyatsion truba orqali isitish kamerasi pastki qismiga tushiriladi va isitish trubalariga uzatiladi. Ushbu tsirkulyatsiya eritmaning talab qilingan konsentratsiyasiga erishguncha davom etadi. Isituvchi trubalar ichidagi bug'-suyuqlik aralashmasi va tsirkulyatsiya trubasidagi suyuqlik zichliklari orasidagi farq tsirkulyatsiya jarayonining harakatlantiruvchi kuchi vazifasini bajaradi. TSirkulyatsiya jarayoni qanchalik samarali bo'lsa, isitish kamerasi issiqlik almashinish shuncha tezroq boradi, ya'ni issiqlik o'tkazish koefitsientining qiymati shuncha katta bo'ladi.

Isitish kamerasi qaynagan eritmada bug'ning intensiv va to'lik ajralishini ta'minlash maksadida bug' ajratgich isitish kamerasi alohida tayyorlanib, ular bug' ajratgichga tangentsial kiritiladigan patrubka bilan tutashtiriladi.

Kimyo sanoati korxonalarida ko'p hollarda dinamik qovushqoqligi yuqori, kristallanishga va isitish sirtiga yopishib uni ifloslantirishga moyil bo'lgan eritmalar bug'latiladi. Bunday harakterga ega bo'lgan eritmalarini bug'latish uchun majburiy tsirkulyatsiya bilan ishlaydigan bug'latish qurilmalari qo'llaniladi. Majburiy tsirkulyatsiyali bug'latish qurilma sxemasi 27.3 - rasmda keltirilgan. Qurilma, isituvchi kamera 1, separator 2, tsirkulyatsiya trubasi 3 va tsirkulyatsiya nasosi 4 dan iborat.



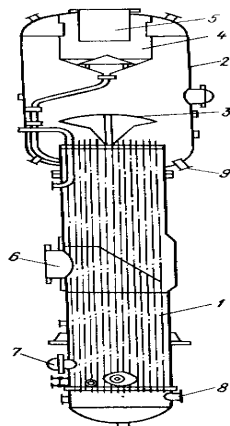
27.4-rasm. Majburiy tsirkulyatsiyali bug'latish qurilmasi. 1-isituvchi kamera; 2-separator; 3-tsirkulyatsiya trubasi; 4-tsirkulyatsiya nasosi.

Sirkulyatsiya jarayoni propellerli yoki markazdan qochma nasoslar yordamida amalga oshiriladi. Sirkulyatsiya jarayonining majburiy amalga oshirilishi eritmaning harakat tezligi katta bo'lishini, issiqlik almashinish yuzasining toza saqlanishini va natijada issiqlik o'tkazish koeffitsientining qiymati katta bo'lib, jarayonning samarali borishini ta'minlaydi. Bu usulda eritma tarkibidagi yopishqoq moddalarning issiqlik almashinish yuzasiga yopishib qolib qo'yishining oldi olinadi va natijada olinadigan tayyor mahsulot sifatining yaxshi bo'lishiga erishiladi. SHu sababli konserva va shakar ishlab chiqarish sanoati korxonalarida asosan shu turdagi bug'latish qurilmalari qo'llaniladi.

Eritma isitgich yuqorisidan kiritiladigan qurilmalarning isitish trubalarida qaynab, hosil bo'lgan suyuqlik-bug' aralashmasi tangensial patrubka orqali bug' ajratgichga uzatiladi va unda ikkilamchi bug' va quyuqlashtirilgan eritma ajratilib, aloxida patrubkalar yordamida chiqariladi.

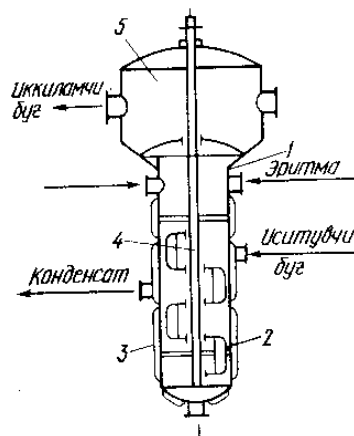
95

tasvirlangan bo`lib, ushbu qurilma, isituvchi kamera 1, separator 2, to`siqlar diski 3, tomchi ushlagich 4 va shtutserlar 5, 6, 7, 8, 9 dan iborat.



27.5 - rasm. Plenkali bug'latkichlar.

Rotor-plenkali bug'latish qurilmalari (27.6 - rasm) asosan kristallanish arafasidagi eritmalar va suspenziyalarni bug'latish uchun ishlatiladi. Ularni yopishqoq xususiyatga ega bo`lgan eritmalarni bug'latishda qo`llab bo`lmaydi.



27.6 - rasm. Rotor plenkali bug'latkich:

1 - uzatuvchi mexanizm; 2 - valning mahkamlanishi; 3 - eritma kiradigan shtutser; 4 - bug' qobig'i; 5 - kurakcha; 6 - tayanch podshipnik; 7 - eritma chiqadigan shtutser; 8 - rotor vali; 9 - eritma taqsimlagich; 10 - saqlovchi klapan shtutseri; 11-termometr quyiladigan gil'za; 12 - separator.

Bu qurilmalar silindrsimon va konus shaklidagi g'ilofli qobiqqa ega bo`lib, g'ilofga beriladigan bug' yordamida qizdiriladi. Qurilmaning markaziy o`qi bo'yicha yuqori va pastda podshipniklar yordamida qotirilgan vertikal rotor o`rnatilgan. elektrodvigatel' yordamida rotorga aylanma harakat beriladi. Rotorga bir nechta kurakchalar o`rnatilgan bo`lib, ular yordamida tangentsial patrubka orqali berilgan dastlabki eritmaning qurilma qobig'ining ichki sirtida yupqa plyonka holda oqib tushishiga erishiladi. Qurilma qobig'ining isitilganligi sababli, eritma plyonkasi yuqoridan pastga tushguncha bug'lanib, konsentratsiyasi oshib boradi. Bug'latilgan mahsulot qurilma pastki qismidan, ikkilamchi bug' esa qurilma yuqori qismidagi bug' ajratgich orqali chiqariladi. Bu qurilma asosan zanglamaydigan po'latdan tayyorlanib, qurilma balandligi 12,5 m, diametri 1 m, issiqlik almashinish yuzasi 0,8-12 m² gacha bo'lishi mumkin. Rotorning aylanish tezligi 5 ayl/min gacha bo'lib, bu qurilmalarda issiqlik o'tkazish koeffitsientining qiymati 2300-2700 Wt/m² grad. ni tashqil qiladi.

Nazorat savollari:

1. Bug'latish jarayonini amalga oshiruvchi qurilmalar to'g'risida umumiy tushuncha bering
2. Bug'latish apparatlarini konstruksiyasini optimallashtirish usullari
3. Bug'latish apparatlari turlari

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and Systems, 4th edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 2015.
2. Yusupbekov N.R., Nurmammedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar. - Darslik. T.: Sharq, 2003. - 644 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmammedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Uslubiy qo'llanma. T.: NISIM, 1999. - 351 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmammedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. - Uslubiy qo'llanma. T.: Jahon, 2000. - 231 b.
8. Z. Salimov. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. 1-tom. Toshkent, O'zbekiston, 1994. - 366 b.
9. Сокобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Протсессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. - Учебник. М.: Недра, 2000. - 677 с.
10. Геллерин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Учебник. М.: Химия, 1991. - й.1-2.- 810 с.
11. Г.Д. Кавеский, А.В. Королев. Протсессы и аппараты пищевых производств. - Учебник. Москва ВО М"Агропромиздат" 1991. - 431 с.
12. Nurmammedov X.S., Gulyamova N.U va boshqa "Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar" fanidan uslubiy qo'llanma – Uslubiy qo'llanma. Toshkent 2012 - 152 b.
13. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9 изд. – М.: Химия, 2002
14. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технолог. 11 изд. – Л.: Химия, 2004
15. Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии. Под ред. П.Г. Романкова – Л.: Химия, 2005.
16. Дитнерский Ю.И. Протсессы и аппараты химической технологии: Част II. Теоретические и тепловые процессы и аппараты: Учебник для вузов. М.: Химия, 2002
17. Lauren Sittler, Dinu Ajikutira. Jump Start: Aspen HYSYS® V8.
18. Julie Levine, Glenn Dissinger. Jump Start: Aspen HYSYS®Dynamics V8.
19. Aspen HYSYS. Getting Started in Aspen HYSYS: A Quick Tutorial.
20. http://hysys-simulation.blogspot.com/2016/05/simulation-of-heat-transfer-operations.html?google_comment_id=z12ev5dbaoe2z31fw23aih5spr5w3ajz04

**AMALIY MASHG'ULOTLARNI BAJARISH BO'YICHA USLUBIY
KO'RSATMA**

MUNDARIJA

Kirish.....	100
Kimyo sanoati jarayonlari va qurilmalarini hisoblashda ishlatiladigan umumiy ma'lumotlar.....	100
GIDRAVLIK HISOBLASHLARIGA OID MASALALAR YECHISH	
1 Quvur diametrini hisoblash.....	104
2 Quvurda gidravlik qarshiliklarni aniqlash.....	105
3 Nasos va ventilyatorlarni hisoblash.....	106
4 Nasoslarni hisoblash va nasoslarni tanlash.....	108
5 Ventilyatorlarni hisoblash.....	111
FIL'TRLASH JARAYONIGA OID MASALALAR YECHISH	
6 Fil'trlashning umumiy tenglamasi va nazariy ma'lumotlar.....	113
7 Barabanli vakuum-filtrni hisoblash.....	115
ARALASHTIRISH JARAYONLARIGA OID MASALALAR YECHISH	
8 Propellerli aralashtirish qurilmasini hisoblash.....	118
ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARIGA OID MASALALAR YECHISH	
9 Yuzali issiqlik almashgichlarni hisoblash. Issiqlik hisobi.....	119
10 Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini aniqlash.....	120
11 Isitkichlarni konstruktiv hisoblash. Uskuna quvurli qismining o'lchamlarini aniqlash.....	122
12 Isitkichlarni gidravlik hisoblash.....	124
13 Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob.....	125
14 Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini konstruktiv hisoblash.....	128
15 Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob.....	129
16 Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Konstruktiv hisob.....	131
17 Barometrik kondensatorni hisoblash.....	134
18 Barometrik kondensatorni qo'shimcha qurilmalarini hisoblash. Vakuum-nasos ish unumdorligini hisoblash.....	135
ILOVALAR	
I Xalqaro birliklar sistemasining asosiy, qo'shimcha va ba'zi muhim hosilaviy birliklari.....	136
II Old qo'shimchalar va ularning ko'paytuvchilari.....	137
III Birliklar o'rtasidagi nisbatlar.....	137
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	138

KIRISH

Zamonaviy sanoat tarmoqlarida katta ish unumdorligiga ega bo'lgan qurilmalarni qo'llagan holda yuqori samaradorlik texnologik jarayonlardan foydalanish yo'lga qo'yilgan.

Sanoat ishlab chiqarish tizimida faoliyat ko'rsatayotgan oliy ma'lumotli mutaxassis texnologik qurilma operatori, uchastka ustasi yoki boshlig'i, smena boshlig'i, texnik-konstruktor va boshqa vazifalarda ishlashi mumkin. Shunday qilib mutaxassis ishlab chiqarishni tashkil qilish va boshqarish, loyihalash va qayta tashkil qilish bo'yicha loyiha hujjatlarini ishlab chiqishda bevosita ishtirok etadi. Ushbu faoliyat turlarida faol ishtirok etish uchun mutaxassis texnologik jarayonlar va jihozlarni hisoblash usullari, zamonaviy texnika va texnologiyalar haqida chuqur bilimga ega bo'lishi talab qilinadi.

Fanning amaliy mashg'uloti fanni o'rganishning yakunlovchi qismi bo'lib hisoblanadi.

Amaliy mashg'ulotlarni bajarish jarayonida talaba kimyoviy qurilmalarni hisoblash va loyihalash bo'yicha mustaqil ko'nikmalarga ega bo'ladi.

Hozirgi kunda zamonaviy sanoatda fizik – kimyoviy xossalari tubdan farq qiladigan xom ashyolarni qayta ishlashda turli xil texnologik jarayonlardan foydalaniladi. Shuning uchun ham talabalar jarayonlarning fizik – kimyoviy asoslarini, qurilmalar tuzilishi, ishlash tamoyillarining alohida hollarini bilish bilan bir qatorda ularni hisoblash va tahlil qilish, optimal parametrlarini hamda eng samarador qurilmalarni hisoblash va loyihalashni bilishlari zarur.

KIMYO SANOATI JARAYONLARI VA QURILMALARINI HISOBLASHDA ISHLATILADIGAN UMUMIY MA'LUMOTLAR

Konstruktsion materiallar

Sanoatda qurilmalarning ishlash sharoiti temperaturaning keng intervalida (-254°S dan $+2500^{\circ}\text{S}$ gacha) bosim miqdori 0,015 Pa dan 600 MPa gacha bo'lgan hamda agressiv muhitlarda boradi. Jihozlar javob berishi kerak bo'lgan asosiy talablarga mexanik mustahkamlik, tuzilishining takomillashganligi, tayyorlashning soddaligi, tashish, o'rnatish va ishlatishning osonligi hamda ko'p muddat xizmat qilishi kiradi. Shuning uchun ham loyiha qilinayotgan jihozlarning konstruktsion materiallariga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi:

1. Jarayonning ishchi parametrlarida korroziyaga chidamliligi;
2. Qurilmani ishlatish va gidravlik sinovdan o'tkazish vaqtida paydo bo'ladigan qo'shimcha yuklamalar, yuqori bosim va temperaturalar ta'siriga mexanik mustahkamligi;
3. Payvandlanuvchi birikmalarning bir-biriga yaxshi payvandlanishi va mexanik mustahkamlik ta'minlanishi;
4. Narxining arzonligi va kamyob bo'lmasligi.

Kimyo sanoatida konstruktsion materiallar sifatida qora metallar va ularning qorishmalari (po'lat, cho'yan), rangli metallar va ularning qorishmalari, nometall materiallar (plastmassa, kauchuk asosidagi materiallar, keramika, uglegrafitlar, silikatli materiallar, shisha va yog'och) ishlatiladi.

Korroziya deganda metall yuzasining kimyoviy va elektrokimyoviy jarayonlar natijasida yemirilishi tushuniladi.

Kimyoviy korroziya bu metall va kimyoviy faol moddalarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasi bo'lib hisoblanadi. Kimyoviy korroziyaning xususiy ko'rinishi metall yuzasining vodorod, karbonil, uglevodorod va atmosfera gazlari ta'sirida zanglashidir.

Elektrokimyoviy korroziya potentsiallar farqi ta'sirida metall ionlarining elektrolitga o'tishidir.

Bir xil korroziyada vaqt birligi ichida birlik yuzadan metallning yo'qotilishi erish (korroziya) tezligi deb yuritiladi va u K bilan belgilanadi. ($K, \text{g/m}^2\text{s}$).

Sanoat qurilmalarini tayyorlashda korroziya tezligi yiliga $0,1 \div 0,5$ mm gacha bo'lgan materiallardan foydalanish tavsiya qilinadi. Ko'p hollarda korroziya tezligi yiliga $0,01 \div 0,005$ mm bo'lgan materiallar ishlatiladi.

Korroziyaga chidamlilik kimyoviy jihozning ko'p vaqt ishlashini belgilaydi.

Kimyoviy apparatlarni tayyorlash uchun qo'llaniladigan materiallarning kimyoviy ta'sirlarga chidamliligi qurilmaning uzoq ishlashini ta'minlab qolmasdan ishlash sharoiti xavfsizligini va mahsulot tozaligini ham ta'minlaydi.

Kimyo sanoati uchun qurilmalar va ularning qismlarini tayyorlash uchun ishlatiladigan ba'zi materiallarning tavsiflari bilan tanishib chiqamiz.

Uglerodli po'lat. Po'lat kam miqdordagi oltingugurt, kremniy, marganets, fosfor qo'shimchalari bo'lgan uglerod (2 % gacha) va temir qorishmasi bo'lib hisoblanadi.

Po'lat o'zining mustahkamligi, qovushqoqligi, dinamik yuklamalarga chidamliligi, yaxshi payvandlanishi, kesilishi, quyilishi, narxi pastligi va kamyob bo'lmaganligi uchun keng qo'llaniladi.

Qo'llanilish sohasi va kafolatli tavsifi bo'yicha po'latlar uch guruhga bo'linadi:

1. Mexanik xossalari bo'yicha yetkazib beriladigan;
2. Kimyoviy tarkibi bo'yicha yetkazib beriladigan;
3. Mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi bo'yicha yetkazib beriladigan.

Legirlangan po'lat. Po'latlarning fizik, mexanik, kimyoviy va texnologik xossalarini yaxshilash maqsadida ularning tarkibiga nikel, xrom, marganets, molibden, titan, mis va boshqa legirlovchi elementlar qo'shiladi.

Bunda qo'shiladigan legirlovchi elementlar quyidagi harflar bilan belgilanadi:

Kremniy – S, marganets – G, xrom – X, nikel – N, titan – T, volfram – V, molibden – M, alyuminiy – Yu, bor – R, tsirkoniy – TS, kobalt – K, mis – D, niobiy – B, vanadiy – F.

Harfli belgilashdan keyin yozilgan son legirlovchi element miqdorini (% da) ko'rsatadi. Qo'shilgan legirlovchi element miqdori 1,5 % dan kam bo'lganda son qo'yilmaydi. Yuqori sifatli oliy navli po'latlarda belgilash so'ngida A harfi qo'yiladi.

Xrom po'latning qattiqligini oshiradi, issiqlikka bardoshligini ko'paytiradi va korroziyaga chidamliligini yaxshilaydi.

Nikel qovushqoqlikni oshiradi, plastik holatini yaxshilaydi, korroziyaga chidamliligini ko'paytiradi. Nikel qimmatbaho bo'lganligi uchun ko'p hollarda xrom bilan birgalikda qo'shiladi.

Marganets po'latning qattiqlik va mustahkamligini oshiradi. Yuqori marganetsli (10 – 15 % gacha marganets qo'shilgan) po'latlar yemirilishga chidamli detallar (tegirmon sharlari, maydalash mashinalari jag'lari) tayyorlash uchun ishlatiladi.

Molibden po'latning yuqori temperaturalarga ta'sirini yaxshilaydi, ishlov berishini osonlashtiradi, korroziyaga chidamli qiladi.

Titan mustahkamlik va plastiklik xususiyatini oshiradi.

Volfram yuqori mexanik xossalarini ta'minlaydi.

Kimyoviy qurilmalarni tayyorlashda ko'p hollarda ikki qatlamli po'latlardan foydalaniladi. Ikki qatlamli po'latlar qimmatbaho hisoblangan yuqori legirlangan po'latlarni tejash imkonini beradi.

Cho'yanlar – tarkibida 2 % dan ko'p uglerod bo'lgan temir qorishmasi bo'lib, ularning quyilish xossalari yaxshi bo'lganligi uchun murakkab shaklli detallar va korpuslarni tayyorlashda foydalaniladi. Cho'yanlar temperaturasi -15 °S dan +250 °S gacha va bosimi 1 MPa gacha bo'lgan jarayonlarni amalga oshiruvchi qurilmalarni tayyorlashda qo'llaniladi. Cho'yanlarning kimyoviy chidamliligi ancha past.

Yuqori va o'rtacha agressiv muhitlarda ishlaydigan qurilmalarni tayyorlash uchun rangli metallar va ularning qorishmalaridan foydalaniladi. Rangli metallarga alyuminiy, mis, titan, nikel, tantal va boshqalar kiradi.

Nometall materiallar (plastmassa, rezina, uglegrafit materiallar, ftoroplast, viniplast, faolit, metalloplast, metallokeramika, shisha, emallar, keramika va boshqalar) kimyoviy mashinasozlikda ham konstruksion ham himoyalovchi material sifatida qo'llaniladi.

Materiallarni tanlashda ishchi bosim, qurilma devori temperaturasi, muhitning kimyoviy tarkibi va xossasi inobatga olinadi. Ko'p hollarda materialni tanlash qurilma materialining qayta ishlov berilayotgan modda va texnologik jarayonga ta'siriga qarab amalga oshiriladi.

Qurilmalarni loyihalashda tanlangan materialning iqtisodiy maqbulligiga ham e'tibor berish kerak bo'ladi.

Gaz, suyuqlik va qattiq moddalarning fizik-texnikaviy xossalari

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

Zichlik. Hajm birligidagi bitta komponentdan tashkil topgan bir jinsli moddaning massasi zichlik deb ataladi va ρ bilan belgilanadi:

$$\rho = \frac{m}{V}, kg/m^3 \quad (1)$$

Bu yerda:

m – massa, kg;

V – hajm, m^3 .

Birorta moddaning zichligini (ρ) suvning zichligiga (ρ_s) nisbati nisbiy zichlik deb ataladi:

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_s} \quad (2)$$

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

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

$$\rho = \left(\frac{m_a}{\rho_a} + \frac{m_b}{\rho_b} \right)^{-1}, kg/m^3 \quad (3)$$

Bu yerda:

m_a – a komponentning aralashmadagi massaviy ulushi, kg/kg;

$m_b = 1 - m_a$ – b komponentning aralashmadagi massaviy ulushi, kg/kg;

ρ_a va ρ_b – a va b komponentlarning zichliklari, kg/m^3 .

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

Solishtirma og'irlik. Hajm birligidagi bir jinsli moddaning og'irligi solishtirma og'irlik deb ataladi va γ bilan belgilanadi:

$$\gamma = \frac{G}{V}, N/m^3 \quad (4)$$

Bu yerda:

G – suyuqlikning og'irligi, N.

Massa bilan og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$m = \frac{G}{g} \quad (5)$$

Bu yerda:

g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

Massaning miqdorini (1.1) tenglikka qo'ysak, zichlik bilan solishtirma og'irlikning o'zaro bog'lanish nisbati kelib chiqadi:

$$\gamma = \rho g \quad (6)$$

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

$$v = \frac{1}{\rho} = \frac{V}{m}, m^3/kg \quad (7)$$

Qovushqoqlik. Haqiqiy suyuqliklar quvur bo'ylab harakatlenganda, uning ichida hosil bo'lgan ishqalanish kuchlari (T) N'yuton qonuni bilan ifodalanadi:

$$T = \mu F \frac{dw}{dn}, N \quad (8)$$

Bu yerda:

F – ishqalanish yuzasi;

$\frac{dw}{dn}$ – tezlik gradienti;

μ – dinamik qovushqoqlikning koeffitsiyenti.

Dinamik qovushqoqlikning koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\mu = \frac{T}{F\left(\frac{dw}{dn}\right)} = \frac{N}{m^2\left(\frac{m/s}{m}\right)} = \frac{N \cdot s}{m} = Pa \cdot s \quad (9)$$

Dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentining shu suyuqlik zichligiga nisbati kinematik qovushqoqlik deyiladi va ν bilan belgilanadi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad m^2/s \quad (10)$$

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

N'yutonning ichki ishqalanish qonuniga bo'ysunadigan suyuqliklar (masalan, suv, spirt, benzol) n'yuton suyuqliklari deyiladi. Neft, kolloid eritmalar, moyli bo'yoqlar, smolalar, past temperaturada ishlatiladigan surkov moylari n'yuton suyuqliklari qatoriga kirmaydi; bunday suyuqliklar non'yuton suyuqliklar deb yuritiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Temperatura gradienti ta'sirida bir - biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz harakati natijasida issiqlikning tarqalishi issiqlik o'tkazuvchanlik deb yuritiladi.

Bir jinsli tekis devor orqali o'tgan issiqlik oqimi quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} F \Delta t, \quad J/s \quad (11)$$

Bu yerda:

λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

δ – devor qalinligi;

F – issiqlik o'tayotgan yuza;

Δt – devorning ikkala tomonidagi temperaturalar farqi.

Oxirgi tenglama orqali λ ning SI dagi o'lchov birligini topamiz:

$$\lambda = \frac{Q\delta}{F\Delta t} = \frac{J/s \cdot m}{m^2 \cdot K} = \frac{W}{m \cdot K} \quad (12)$$

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

Solishtirma issiqlik sig'imi. Bu kattalik moddaning o'zida issiqlik energiyasini ushlash qobiliyatini ko'rsatadi. Solishtirma issiqlik sig'imi deganda moddaning massa birligi temperaturani bir gradusga ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori tushuniladi. Solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin:

$$c = \frac{Q}{m\Delta t}, \quad J/kg \cdot K \quad (13)$$

Bu yerda:

Q – jismni isitish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori;

m – jismning massasi;

Δt – jarayonning oxirgi va boshlang'ich temperaturalari oralig'idagi farq.

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

Temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. Agar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti jismning issiqlik energiyasini o'tkazish qobiliyatini belgilasa, temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti esa jismning issiqlik inertsiya xossalari ifoda qiladi. Bu koeffitsiyent jismning fizikaviy kattaligi hisoblanib, temperaturaning o'zgarish tezligini bildiradi.

Temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti ($a, m^2/s$) quyidagi nisbat orqali aniqlanadi:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}, \quad m^2/s \quad (14)$$

Bu yerda:

λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

c – solishtirma issiqlik sig'imi;

ρ – zichlik.

Fizik kattaliklarning o'lchov sistemalari

Har qanday jarayon va qurilmalarni hisoblashda moddalarning fizik xususiyatlarini (zichlik, solishtirma og'irlik, qovushqoqlik va boshqalar) va modda holatining harakatini xarakterlovchi kattaliklar (tezlik, bosim, temperatura va boshqalar) ni bilish kerak.

1980 – yilga qadar fizik kattaliklar miqdorini ifodalash uchun asosan SGS, MKGSS va boshqa o'lchov birliklar sistemalaridan foydalanilar edi. Texnologiya jarayonlarini o'rganishda turli o'lchov birliklaridan foydalanish hisoblash ishlarini qiyinlashtiradi va qo'pol xatoliklarga olib keladi. Chunki bunda kattaliklarni bir sistemadan boshqasiga o'tkazish ehtiyoji tug'iladi, natijada hisoblarda ham jiddiy xatolarga yo'l qo'yilishi mumkin.

Respublikamizda va bir qancha chet davlatlarda o'lchov birligining yagona sistemasi sifatida 1980 yilning yanvaridan boshlab universal Xalqaro birliklar sistemasi (SI) qabul qilindi. SI ning joriy etilishi bilan shu sistemada nazarda tutilgan va uning tarkibiga kirmaydigan birliklarning ilmiy - tadqiqotlar natijalarini hisoblashda, ishlab chiqarish qurilmalarini loyihalashda, shuningdek, o'quv-ta'lim ishida qiyinchilik tug'dirayotgan o'lchov birliklaridagi xilma-xillikka barham berildi.

SI ning avvalgi sistemalarga nisbatan muhim afzalligi shundaki, u universal, o'lchov birliklari birxillashtirilgan; asosiy, qo'shimcha va ko'pchilik hosilaviy birliklarni amaliyot uchun qulay o'lchamlarga mujassamlashtirilgan sistemadir. SI da yettita asosiy kattalik va shularga mos yettita asosiy (o'lchamlari maxsus ta'riflar bilan belgilangan) birlik, shuningdek ikkita qo'shimcha, anchagina hosilaviy kattaliklar va ularga mos qo'shimcha hamda hosilaviy birliklar bor. Xalqaro birliklar sistemasining asosiy kattalik va birliklari quyidagilar: uzunlik birligi – metr (m), massa birligi – kilogramm (kg), vaqt birligi – sekund (s), elektr toki kuchi birligi – amper (A), termodinamik temperatura birligi – kelvin (K), yorug'lik birligi – kandela (kd), modda miqdori birligi – mol (mol).

O'lchov va tarozilar XIV Bosh konferentsiyasi qarori bilan bosim va mexanik kuchlanish birligi uchun mustaqil o'lchov paskal (Pa) qabul qilingan. Paskal – kuchga perpendikulyar bo'lgan 1m^2 yuzaga tekis taqsimlangan 1 N kuchdan hosil qilingan bosimga teng.

Bulardan tashqari, xalqaro birliklar sistemasining karrali va ulushli qiymatlaridan ham keng foydalaniladi. Bunda tegishli birlikning son qiymatini 10 soniga ko'paytirib yoki bo'lib mos holda karrali yoki ulushli birlik hosil qilinadi. Karrali va ulushli birlik nomi dastlabki birliklar nomlariga old qo'shimchalar qo'shish yo'li bilan olinadi. Birliklarning dastlabki nomiga ikki va undan ortiq old qo'shimcha qo'shish mumkin emas. Masalan, mikromikrofarad, ya'ni "faradning milliondan bir ulushidan milliondan bir ulashi" iborasi o'rniga pikofarad (pF) ni ishlatish lozim. Pikofarad 10^{-12} F ga, ya'ni faradning milliondan bir ulushiga teng.

GIDRAVLİK HISOBLASHLARGA OID MASALAR YEChIsh

1-mashg'ulot. Quvvur diametrini hisoblash

Gidravlik hisoblashlarni amalga oshirishda asosiy shartli belgilashlar:

d_e - ekvivalent diametr, m;

g - erkin tushish tezlanishi, m/s^2 ;

h_n - naporning yo'qotilishi, m;

V - hajmiy sarf, m^3/s ;

G - massaviy sarf, kg/s ;

ω - tezlik, m/s ;

ρ - zichlik, kg/m^3 ;

μ - dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti, Pas;

P - bosim, Pa;

ΔP - bosimlar farqi, Pa;

S - oqimning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ;

ξ - mahalliy qarshiliklar koeffitsiyenti;
 ε - quvurning absolyut g'adir-budirligi, m;
 l - quvur uzunligi, m;
 λ - gidravlik qarshilik koeffitsiyenti (ishqalanish koeffitsiyenti);
 N - quvvat, kVt;
 H - nasos napori, m;
 n - aylanishlar chastotasi, s⁻¹ yoki ayl/min;
 $Re = \frac{\omega \cdot d_g \cdot \rho}{\mu}$ - Reynol'ds mezoni.

Quvur diametrini hisoblash

Quvurning ichki diametri quyidagi tenglama orqali aniqlanadi

$$V = \omega \cdot S = \omega \cdot \pi \cdot d^2 / 4 \quad (1.1)$$

yoki

$$G = \omega \cdot \rho \cdot S = \omega \cdot \rho \cdot \pi \cdot d^2 / 4 \quad (1.2)$$

bundan

$$d = \sqrt{4V / (\pi \cdot \omega)} \quad (1.3)$$

yoki

$$d = \sqrt{4G / (\pi \cdot \rho \cdot \omega)} \quad (1.4)$$

(1.3) va (1.4) ifodalardan ko'rinib turibdiki quvur diametrini aniqlash uchun suyuqlik sarfi va uning harakat tezligi ma'lum bo'lishi kerak.

Suyuqliklar, gazlar va bug'larning amaliy yo'l bilan aniqlangan tezliklari quvur diametrining optimal qiymatlariga mos keladi (1-jadval).

1 - jadval

T/r	Muhit	Harakat turi	Tezlik (ω , m/s)
1	Suyuqliklar	O'z oqimi bo'yicha qovushqoq kam qovushqoq nasos yordamida uzatilganda: so'rish quvurlarida haydash quvurlarida	0,1 ÷ 0,5 0,5 ÷ 1,0 0,8 ÷ 2,0 1,5 ÷ 3,0
2	Gazlar	Tabiiy so'rilganda: kamroq bosim ostida (104 MPa gacha) yuqori bosim ostida (104 MPa katta)	2,0 ÷ 4,0 4,5 ÷ 15,0 15 ÷ 25
3	Bug'lar	O'ta qizdirilgan To'yingan: absolyut bosim miqdori, Pa $R > 105$ $R = 1 \div 0,5 \cdot 105$ $R = 0,5 \div 0,2 \cdot 105$ $R = 0,2 \div 0,05 \cdot 105$	30 ÷ 50 15 ÷ 25 20 ÷ 40 40 ÷ 60 60 ÷ 75

Quvur diametrini aniqlagandan keyin tashilayotgan muhitning xossasiga asosan material tanlanadi.

2-mashg'ulot. Quvurda gidravlik qarshiliklarni aniqlash

Gidravlik qarshiliklarni aniqlash quvurda suyuqliklar va gazlarni harakatlantirish hamda nasos va kompressorlarni tanlash maqsadida amalga oshiriladi.

Oqimning quvurda harakati vaqtida hosil bo'ladigan gidravlik qarshilik devor va oqim o'rtasidagi ishqalanish qarshiligi hamda oqim yo'nalishi yoki tezligi o'zgarganda paydo bo'ladigan mahalliy qarshiliklardan iborat bo'ladi.

Gidravlik qarshiliklarni yengish uchun yo`qotiladigan umumiy bosim ΔP_y yoki napor (h_y) quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$\Delta P_y = (\lambda \frac{l}{d_e} + \sum \xi) \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.5)$$

$$h_y = (\lambda \frac{l}{d_e} + \sum \xi) \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.6)$$

Bu yerda:

$$d_e = 4S/P \quad (2.7)$$

Bu yerda:

P – ho`llangan perimetr

Reynol'ds mezoni qiymatiga bog'liq bo'lgan ishqalanish koeffitsiyenti (λ) quyidagicha aniqlanadi:

Laminar rejimda

$$\lambda = A/Re \quad (2.8)$$

Bu yerda:

A – quvur kesimining shakliga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent

Turbulent rejimda

1. Gidravlik silliq quvurlar uchun

$$\lambda = 0,3165/Re^{0,25} \quad (2.9)$$

2. Gidravlik g'adir – budir quvurlar uchun

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{\varepsilon}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0,9} \right] \quad (2.10)$$

Bu yerda:

$\varepsilon = \frac{l}{d_e}$ - quvur devorining nisbiy g'adir-budirliigi, m

l - quvur devorining absolyut g'adir – budirliigi, m.

Quvur g'adir – budirliigining taxminiy qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

1 - jadval

/r	Quvur turi	l , mm
	Yangi yaxlit po`lat quvur	$0,06 \div 0,1$
	Payvandlangan va bir oz zanglagan po`lat quvur	0,2
	Eski zanglagan po`lat quvur	$< 0,67$
	Ishlatilgan cho`yan suv quvuri	1,4
	Yangi cho`yan quvur	$0,25 \div 1,0$
	Alyumindan tayyorlangan texnik silliq quvur	$0,015 \div 0,06$
	Latun, mis, shishadan tayyorlangan toza yaxlit quvur	$0,0015 \div 0,01$
	O`rtacha ishlash sharoitidagi neft quvuri, to`yingan bug' tashuvchi quvur	0,2
	Porshenli kompressor va turbokompressorlar yordamida haydaladigan havoni tashuvchi quvur	0,8

3-mashg'ulot. Nasos va ventilyatorlarni hisoblash

Kimyoviy ishlab chiqarish texnologiyalarida ishlatiladigan nasoslarning asosiy turlari: markazdan qochma, porshenli va propellerli (o`qli) nasoslardir.

Bu rusumdagi qurilmalarni loyihalashda belgilangan sarfda suyuqlikni nasos yordamida uzatish uchun zarur napor va quvvatni aniqlash masalasini echish kerak. Napor va quvvat miqdori aniqlangandan keyin aniq bir nasos tanlanadi.

Suyuqlikni uzatish uchun sarflanayotgan foydali quvvat quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N_f = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \quad (3.11)$$

Bu yerda:

Q – suyuqlik sarfi, m³/s;

N – nasos nabori, m.

Nasosning o'qidagi quvvat quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N_e = \frac{N_f}{\eta_n} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_n} \quad (3.12)$$

Nasosning nabori esa ushbu formula yordamida hisoblanadi:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_g + h_{yo'q} \quad (3.13)$$

Bu yerda:

p_2, p_1 – suyuqlikning nasosga kirishidagi va chiqishidagi bosimi, Pa;

H_g – suyuqlikning geometrik ko'tarilish balandligi, m;

$h_{yo'q}$ – so'rish va haydash quvurlaridagi bosim yo'qotishlarning yig'indisi, m.

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat nasos o'qidagi quvvatdan ortiqroq bo'ladi, chunki quvvatning bir qismi elektr dvigatelning o'qida va elektr dvigateldan mexanik nasosga berilayotganda sarf bo'ladi, ya'ni

$$N_{dv} = \frac{N_e}{\eta_{dv}\eta_{uz}} = \frac{N_f}{\eta_n\eta_{dv}\eta_{uz}} \quad (3.14)$$

Agarda nasosning foydali ish koeffisienti (fik) noma'lum bo'lsa, unda quyidagi berilayotgan taxminiy foydali ish koeffisiyentlari son qiymatlaridan foydalansa bo'ladi:

3.1 - jadval

Nasos	Markazdan qochma	Propellerli	Porshenli
fik	0,4 – 0,7 (kichik va o'rta sarfli)	0,7 – 0,9	0,65 – 0,85
fik	0,7 – 0,9 (katta sarfli)	-	-

Agarda dvigatelning foydali ish koeffisiyenti noma'lum bo'lsa, nominal quvvatga qarab foydali ish koeffisiyentini tanlasa bo'ladi:

3.2- jadval

N_{dv} , kVt	0,4 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 10	10 ÷ 30	30 ÷ 100	100 ÷ 200
η_{dv}	0,7 ÷ 0,78	0,78 ÷ 0,83	0,83 ÷ 0,87	0,87 ÷ 0,9	0,9 ÷ 0,92	0,92 ÷ 0,94

Agarda $N_{dv} > 200$ kVt bo'lsa, dvigatel foydali ish koeffisiyenti 0,94 ga teng qabul qilinadi.

Texnologik tizimga nasosni o'rnatish paytida shuni nazarda tutish kerakki, so'rish balandligi quyidagi formuladan olingan son qiymatidan katta bo'lmasligi kerak :

$$H_s \leq \frac{p_1}{\rho g} - \left(\frac{p}{\rho g} + \frac{\omega_s^2}{2g} + h_{s,yo'q} + h_{zax} \right) \quad (3.15)$$

Bu yerda:

p_1 – ishchi temperaturada uzatilayotgan suyuqlikning to'yingan bug' bosimi, Pa;

ω_s - so'rish quvursidagi suyuqlikning tezligi, m/s;

$h_{s,yo'q}$ – so'rish quvursidagi naborning yo'qotilishi, m;

h_{zax} – kavitatsiya hodisasini bartaraf qilish uchun napor zahirasi, m.

Markazdan qochma nasoslar uchun

$$h_{zax} = 0,3 \cdot (Q \cdot n^2)^{2/3} \quad (3.16)$$

Bu yerda:

n – valning aylanishlar chastotasi, s⁻¹

Porshenli nasoslar uchun

$$h_{zax} = 1,2 \cdot \frac{l}{g} \cdot \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{u^2}{r} \quad (3.17)$$

Bu yerda:

l - so'rish quvursidagi suyuqlikning balandligi, m;

f_1 va f_2 – porshen va quvurlarning ko'ndalang kesim yuzasi, m²;

u – aylanishning doira bo'ylab tezligi, s⁻¹;

r – krivoship radiusi, m.

Ventilyatorlar. Gazlarni uzatish paytida bosimni 1,15 gacha ko'taradigan mashinalarga ventilyatorlar deyiladi. Sanoatda eng ko'p tarqalgan ventilyatorlarga markazdan qochma va propellerli (o'qli) ventilyatorlar kiradi. Hosil qilayotgan bosimiga qarab, ventilyatorlar 3 guruhga bo'linadi:

- past bosimli - 981 Pa gacha;
- o'rta bosimli - $981 \div 2943$ Pa;
- yuqori bosimli - $2943 \div 11772$ Pa.

Ventilyator iste'mol qilayotgan quvvatni aniqlash uchun (3.11), (3.12) va (3.14) formulalardan foydalanish mumkin.

Ventilyatorning napori quyidagi tenglamadan topiladi:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_{yo'q} \quad (3.18)$$

Bu yerda:

p_1 – gaz so'rib olinayotgan qurilmadagi bosim, Pa;

p_2 - gaz haydalayotgan qurilmadagi bosim, Pa;

$h_{yo'q}$ - so'rish va haydash yo'llarida yo'qotilgan naporlarning yig'indisi.

Markazdan qochma ventilyator foydali ish koeffitsienti $\eta_v = 0,6 \div 0,9$, propellerli (o'qli) ventilyatorlarniki $\eta_v = 0,7 \div 0,9$ ga teng deb olinadi. Agarda dvigatel bilan ventilyator o'qlari bevosita birlashtirilgan bo'lsa, foydali ish koeffitsient taxminan $\eta_{uz} \approx 1,0$ ga teng bo'ladi.

Ilovadagi 3 jadvalda sanoatda qo'llaniladigan nasos va ventilyatorlarning asosiy texnik xarakteristikalar berilgan.

4-mashg'ulot. Nasoslarni hisoblash va nasoslarni tanlash

Ortiqcha bosim (0,1 MPa) ostida ishlaydigan qurilmaga ochiq idishdan 20 °S li suvni uzatish uchun qanday nasos o'rnatilishi kerak. Suvning sarfi $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$. Suvni 15 m balandlikka ko'tarish zarur. So'rish quvurining uzunligi 10 m, haydash yo'liniki esa 40 m. Haydash yo'lida 2 ta 120° li burilish radiusi quvurning 6 ta diametriga teng, 10 ta 90° li tirsak va 3 ta normal ventillar mavjud. So'rish yo'lida esa 2 ta ventil va burilish radiusi quvurning 6 ta diametriga teng 4 ta 90° li tirsaklar mavjuddir.

Suv idishi sathidan 4 metr balandlikda nasosni o'rnatish mumkinligini aniqlash kerak.

Quvurini tanlash

So'rish va haydash quvurlari uchun suvning oqish tezligini bir xil, ya'ni 2 m/s deb qabul qilamiz.

Unda, quvur diametri quyidagiga teng bo'ladi.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 2}} = 0,088 \text{ m}$$

1- jadvaldan tashqi diametri 95 mm, devorining qalinligi 4 mm li po'lat quvurni tanlaymiz. Ushbu quvurning ichki diametri $d = 87$ mmga teng bo'ladi. Quvurdagi suvning haqiqiy tezligi:

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 0,087^2} = 2,02 \text{ m/s}$$

Quvur yemirilishini hisobga olmasa bo'ladigan darajada kam deb qabul qilamiz.

4.1 - jadval

Tashqi diametr va devor qalinligi, mm	Material	Tashqi diametr va devor qalinligi, mm	Material	Tashqi diametr va devor qalinligi, mm	Material
14x2	4,3	48x3	3	133x4	4
14x2,5	3	48x4	4	133x6	3
14x3	4	56x3,5	3	133x7	4
16x2	44	57x2,5	4	159x4,5	4
18x2	4,3	57x3,5	4	159x5	4
18x3	4,3	57x4	4	159x6	3
20x2	3	70x3	3	159x7	4
20x2,5	4	70x3,5	4	194x6	4
22x2	4,3	76x4	4	194x10	4
22x3	4	89x4	4,3	219x6	4
25x2	4,3	89x4,5	4,3	219x8	4
25x3	4	89x6	4	245x7	4
32x3	3	90x4	3	245x10	4
32x3,5	4	90x5	4	273x10	4
38x2	4,3	95x4	4,3	325x10	4
38x3	3	95x5	4	325x12	4
38x4	4	108x4	4	377x10	4
45x3,5	3	108x5	4	426x11	4
45x4	4	108x5	3		

Ishqalanish va mahalliy qarshiliklar tufayli naporning yo`qotilishi: Buning uchun Reynol'ds mezoni qiymatini aniqlaymiz:

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{2,02 \cdot 0,087 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 174500$$

Ya'ni, suvning oqishi turbulent rejimga to'g'ri keladi. Quvurning absolyut g'adir-budirligini $\Delta = 2 \cdot 10^{-4}$ metr deb qabul qilamiz va quyidagilarni aniqlaymiz:

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,087} = 0,0023$$

$$\frac{1}{e} = 435; \quad \frac{560}{e} = 244000; \quad \frac{10}{e} = 4350$$

$$435 < Re < 244000$$

Ko'rinib turibdiki, quvurning ichida aralash ishqalanish mavjuddir. Shuning uchun λ koefitsiyenti quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\lambda = 0,11 \left(e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left(0,0023 + \frac{68}{174500} \right)^{0,25} = 0,025$$

Mahalliy qarshilik koefitsiyentlari yig'indisini topamiz:

So'rish yo'li uchun:

- 1) quvurga kirish (o'tkir qirrali hol uchun): $\xi = 0,5$;
- 2) ventillar: $d = 0,076$ uchun $\xi = 0,6$;
- $d = 0,10$ uchun $\xi = 0,5$;

Interpolizatsiya qilish natijasida, $d = 0,087$ uchun $\xi = 0,56$; olingan natijani tuzatish koefitsiyenti $k = 0,925$ ga ko'paytirib $\xi = 0,52$ ekanligini aniqlaymiz.

- 3) tirsaklar uchun: koefitsiyent $A = 1$; koefitsiyent $B = 0,09$; $\xi = 0,09$.

So'rish yo'lidagi mahalliy qarshilik koefitsiyentlarining yig'indisini topamiz:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + 2\xi_2 + 4\xi_3 = 0,5 + 2 \cdot 0,52 + 4 \cdot 0,09 = 1,9$$

Soʻrish yoʻlida naporning yoʻqotilishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$h_{s,yoʻq} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,025 \cdot \frac{10}{0,087} + 1,9 \right) \cdot \frac{2,02^2}{2 \cdot 9,81} = 0,99$$

Haydash yoʻli uchun:

1) 120° li tirsaklar: A = 1,17; B = 0,09; $\xi_1 = 0,105$

2) 90° li tirsaklar: $\xi_2 = 0,09$

3) normal ventillar: d = 0,08 m uchun $\xi_3 = 4,0$

d = 0,1 m uchun $\xi_3 = 4,1$

d = 0,087 m uchun $\xi_3 = 4,04$

4) quvurdan chiqishda: $\xi_4 = 1$

Haydash yoʻlida mahalliy qarshilik koeffitsiyentlarining yigʻindisini topamiz:

$$\sum \xi = 2\xi_1 + 10\xi_1 + 2\xi_3 + \xi_4 = 2 \cdot 0,105 + 10 \cdot 0,09 + 2 \cdot 4,04 + 1 = 10,2$$

Haydash yoʻlida bosimning yoʻqotilishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h_{h,yoʻq} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,025 \cdot \frac{10}{0,087} + 10,2 \right) \cdot \frac{2,02^2}{2 \cdot 9,81} = 4,51 \text{ m}$$

Umumiy naporning yoʻqotilishi:

$$h_{um} = h_{s,yoʻq} + h_{h,yoʻq} = 0,99 + 4,51 = 5,5 \text{ m}$$

Nasosni tanlash.

(4.13) formula yordamida kerakli napor topiladi:

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{(998 \cdot 9,81) + 15 + 5,5} = 30,7 \text{ mm.suv.ust.}$$

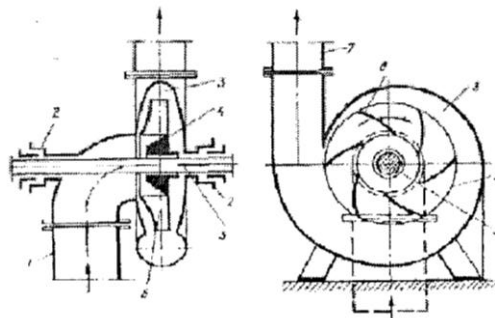
1) Berilgan ish unumdorlikda bunday naporni bir bosqichli markazdan qochma nasos hosil qiladi (ilovadagi 3 jadval).

2) Ushbu nasosning foydali quvvatini (4.11) formula orqali hisoblab topish mumkin:

$$N_f = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,012 \cdot 30,7 = 3606 \text{ vt} = 3,61 \text{ kVt}$$

Foydali ish koeffitsiyentini $\eta_{uz} = 1$ va $\eta_n = 0,6$ deb qabul qilib, (4.14) formuladan dvigatel oʻqidagi quvvatni aniqlaymiz:

$$N = \frac{3,61}{0,6 \cdot 1} = 6,02 \text{ kVt}$$



4.1 – rasm. Markazdan qochma nasos

Ilovadagi 1 – jadvaldan ushbu ish unumdorlik va naporga mos X45/31 markali markazdan qochma nasos toʻgʻri keladi. Bu nasosning optimal ish rejimida $Q = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 31 \text{ m}$, $\eta_n = 0,6$. Nasosga A02-52-2 elektr dvigateli oʻrnatilgan boʻlib, uning nominal quvvati $N=13 \text{ kVt}$, $\eta_{dv} = 0,89$. Dvigatel oʻqining aylanish chastotasi $n = 48,3 \text{ s}^{-1}$.

Kavitatsiya uchun naporning zahirasi (4.16) formuladan topiladi:

$$h_{zax} = 0,3 \cdot (0,012 \cdot 48,3^2)^{\frac{2}{3}} = 2,77 \text{ m}$$

To'yingan suv bug'ining bosimi [4] dan aniqlanadi va u 20^0S da $p_t = 2,35 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ ga tengdir. Atmosfera bosimi $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ va so'rish patrubkasining diametri quvurning diametriga teng deb qabul qilamiz.

Unda, quyidagi formula orqali

$$H_s \leq \frac{10^5}{998 \cdot 9,81} - \left(\frac{2,35 \cdot 10^3}{998 \cdot 9,81} + \frac{2,02}{2 \cdot 981} + 0,99 + 2,77 \right) = 6,0 \text{ m}$$

ekanligini aniqlaymiz. Shunday qilib, nasosni idishdagi suyuqlik sathidan 4 m balandlikda o'rnatish mumkin bo'lar ekan.

5-mashg'ulot. Ventilyatorlarni hisoblash

Havoning temperaturasi 20^0S , sarfi esa $-0,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Havo adsorberning pastki qismiga yuborilmoqda. Adsorbent qatlamining ostidagi va ustidagi havoning bosimi atmosfera bosimiga tengdir. Sorbent zarrachalarining zichligi $\rho_k = 800 \text{ kg/m}^3$, o'rtacha o'lchami $d = 0,0020 \text{ m}$ va shakl faktori $F = 0,8$. Qo'zg'almas sorbent qatlamining balandligi $H = 0,65 \text{ m}$, g'ovakligi $\varepsilon = 0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$. Adsorberning ichki diametri $D = 1,34 \text{ m}$. Havo so'rib olish joyidan adsorbergacha bo'lgan quvurning uzunligi $l = 20 \text{ m}$. Quvurda 90^0 li 4 ta tirsak va 1 ta zadviyka o'rnatilgan.

Adsorber orqali havoni uzatish uchun ventilyator tanlansin talab qilinadi.

Qatlam holatini aniqlaymiz:

Qurilmadagi havoning fiktiv tezligini topamiz:

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 1,34^2} = 0,284 \text{ m}$$

Arximed mezonini quyidagi formuladan hisoblaymiz:

$$Ar = \frac{g \cdot d^2}{\mu^2} \cdot (\rho_k - \rho) \cdot \rho = \frac{9,81 \cdot 0,00205^3}{(1,85 \cdot 10^{-5})^2} \cdot (800 - 1,206) \cdot 1,206 = 2,38 \cdot 10^5$$

Reynol'ds mezonini qiymatini ($Re_{m.k}$) Todes formulasi orqali hisoblab topish mumkin:

$$Re_{m.q} = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} = \frac{2,38 \cdot 10^5}{1400 + 5,22\sqrt{2,38 \cdot 10^5}} = 60,3$$

Mavhum qaynash tezligi esa ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\omega_{m.q} = \frac{Re_{m.q} \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{60,3 \cdot 1,85 \cdot 10^{-5}}{0,00205 \cdot 1,206} = 0,451 \text{ m/s}$$

Shunday qilib, $\omega_0 < \omega_{m.q}$ ($0,284 \text{ m/s} < 0,451 \text{ m/s}$); demak qatlam qo'zg'almas holatda.

Qatlamdagi Reynol'ds mezonining qiymati aniqlanadi:

$$Re = \frac{2}{3} \cdot \frac{f}{(1 - \varepsilon)} \cdot Re_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,8}{(1 - 0,4)} \cdot \frac{0,284 \cdot 0,00205 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 33,7$$

Qarshilik koeffitsiyenti λ ushbu formuladan topiladi:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2,34 = \frac{133}{33,7} + 2,34 = 6,29$$

Adsorbent qatlamining gidravlik qarshiligi hisoblanadi:

$$\Delta P_{qat} = \frac{3 \cdot \lambda \cdot H \cdot (1 - \varepsilon) \cdot \rho \cdot \omega_0^2}{4 \cdot \varepsilon^3 \cdot d \cdot F} = \frac{3 \cdot 6,29 \cdot 0,65 \cdot (1 - 0,4) \cdot 1,206 \cdot 0,284^2}{4 \cdot 0,4^3 \cdot 0,00205 \cdot 0,8} = 1705 \text{ Pa}$$

Adsorberdagi gaz taqsimlovchi to'r parda va boshqa yordamchi elementlarning gidravlik qarshiligi qatlam qarshiligining 10% ini tashkil etadi deb qabul qilamiz. Unda, qurilmaning gidravlik qarshiligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta P_{qur} = \Delta P_{qat} \cdot 1,1 = 1705 \cdot 1,1 = 1876 \text{ Pa}$$

Quvurdagi havoning tezligini $\omega = 10 \text{ m/s}$ deb qabul qilamiz. Unda, quvurning diametri quyidagi formuladan hisoblab topiladi:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 10}} = 0,226 \text{ m}$$

Tashqi diametri 245 mm va devorining qalinligi 7 mm bo'lgan po'lat quvur tanlanadi. Quvurning ichki diametri $d = 0,231 \text{ m}$ va undagi haqiqiy tezlik quyidagiga teng bo'ladi:

$$\omega = \frac{0,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,231^2} = 9,55 \text{ m/s}$$

Quvurdagi oqim uchun Reynol'ds mezoni:

$$Re = \frac{9,5 \cdot 0,231 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 149800$$

Quvur ishlatilgan, ozgina emirilgan deb qabul qilamiz. Unda $\Delta = 0,15 \text{ mm}$ bo'lsa, quyidagi natijalar olinadi:

$$e = \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{0,231} = 6,49 \cdot 10^{-4}; \quad \frac{1}{\varepsilon} = 1541; \quad 10 \cdot \frac{1}{\varepsilon} = 15410$$

$$560 \cdot \frac{1}{\varepsilon} = 862900; \quad 15410 < Re < 149800 < 862900$$

Shunday qilib, λ aralash ishqalanish zonasi uchun chiqarilgan quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\lambda = 0,11 \left(e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left(6,49 \cdot 10^{-4} + \frac{68}{143800} \right)^{0,25} = 0,020$$

Mahalliy qarshilik koeffitsiyentlari aniqlanadi:

- | | |
|--|----------------|
| 1) quvurga kirishda (o'tkir qirrali): | $\xi_1 = 0,5$ |
| 2) zadviyka: $d = 0,231 \text{ m}$ uchun | $\xi_1 = 0,22$ |
| 3) tirsak uchun: | $\xi_1 = 1,1$ |
| 4) quvurdan chiqishda: | $\xi_1 = 1$ |

Mahalliy qarshilik koeffitsiyentlarining yig'indisi:

$$\sum \xi = 0,5 + 0,22 + 4 \cdot 1,1 + 1 = 6,12$$

ga teng bo'ladi.

Quvurning gidravlik qarshiligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta P_{yo'q} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \left(\frac{0,02 \cdot 20}{0,231} + 6,12 \right) \cdot \frac{1,206 \cdot 9,55^2}{2} = 432 \text{ Pa}$$

Qurilma va quvurning qarshiliklarini engish uchun ventilyator quyidagi miqdorda ortiqcha bosim hosil qilishi kerak:

$$\Delta P = \Delta P_{qur} + \Delta P_{yo'q} = 1876 + 432 = 2308 \text{ Pa}$$

Shunday qilib, o'rta bosimli ventilyatorni tanlash kerak bo'ladi.

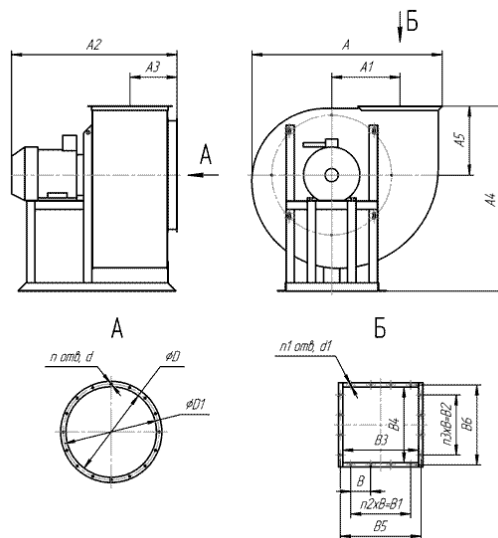
Ventilyatorning foydali quvvati (2.11) formuladan aniqlanadi:

$$N_f = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q = Q \cdot \Delta P = 0,4 \cdot 2308 = 923 \text{ Vt} = 0,923 \text{ kVt}$$

Agar $\eta_{uz} = 1$ va $\eta_h = 0,6$ deb qabul qilinsa, unda elektrodvigatel o'qidagi quvvat (2.14) formulaga binoan quyidagiga teng bo'ladi:

$$N = \frac{0,923}{0,6 \cdot 1} = 1,54 \text{ kVt}$$

Ilovadagi 2 jadvaldan ko'rinib turibdiki, loyiha shartiga TS1-1450 ventilyatori mos keladi.



1 – rasm. Markazdan qochma ventilyator

FIL'TRLASH JARAYONI VA QURILMALARIGA OID MASALALAR YECHISH

6-mashg'ulot. Fil'trlashning umumiy tenglamasi va nazariy ma'lumotlar

Suspenziya va aërozollarni g'ovaksimon filtr to'siqlar yordamida fazalarga ajratish jarayoni fil'trlash deb yuritiladi. Cho'kmadan ajralgan suyuqlik fil'trat deyiladi.

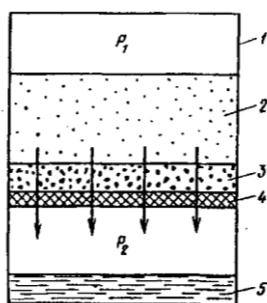
Fil'trlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi bosimlar farqi bo'lib hisoblanadi.

Bosimlar farqi quyidagi usullar yordamida hosil qilinishi mumkin:

1. Fil'tr to'siq ustida suyuqlik sathini oshirish orqali;
2. Suspenziyani nasoslar yordamida berish orqali;
3. Fil'tr to'siq ostida vakuum-nasoslar yordamida vakuum hosil qilish orqali.

Fil'tr to'siqlar sifatida sochilgan tuproq jinslari (shag'al, qum), to'qilgan tolali materiallar (paxta, jun, shisha va asbest tolalari), keramik materiallar, gazlamalar ishlatiladi. Fil'tr to'siq ustida hosil bo'ladigan cho'kmalar siqilmaydigan va siqiladigan turlarga bo'linadi.

Fil'tr to'siq g'ovaklarining diametri ushlab qolinadigan qattiq zarracha o'lchamidan kichik bo'lishi lozim.



6.1- rasm. Suspenziyani ajratishga mo'ljallangan fil'trning sxemasi:

1-qobiq; 2-suspenziya; 3-cho'kma; 4-fil'tr to'siq; 5-fil'trat.

Fil'trlashning umumiy tenglamasi. Buning uchun 3.1 - rasmda ko'rsatilgan bosimlar farqi ta'sirida boradigan fil'trlash jarayonining modelini ko'rib chiqamiz. Bu model bo'yicha fil'tr to'siq va cho'kmaning hamma kanallari (yoki g'ovaklari) teng qiymatli bo'lib, fil'trat ushbu kanallar bo'ylab laminar rejim bilan harakat qiladi. Bunday holatda fil'tratning kanallar bo'ylab o'tishiga bo'lgan gidravlik qarshilikni Gaden-Puazeyl tenglamasi yordamida aniqlash mumkin:

$$\Delta P = \frac{32L\mu\omega}{d^2} \quad (6.1)$$

Bu yerda:

ΔP – bosimlar farqi;

L - cho`kma va filtr to`siq kanallarining uzunligi;

d - ushbu kanallarning diametri;

ω – fil`tratning kanallardagi tezligi;

μ – fil`tratning qovushqoqligi.

Fil`tr to`siqning yuzasini F bilan, to`siqdagi hamma ko`ndalang kesimning umumiy yuzasini S bilan belgilasak, u holda: $S = \alpha F$ yoki $F = S/\alpha$,

Bu yerda:

$\alpha < 1$ – umumiy yuzadagi nisbiy ulushni bildiradi.

Gaden-Puayzel tenglamasining chap va o`ng tomonlarini  $G'$  va  $d\tau$  larga ko`paytirib, quyidagi ifodaga ega bo`lamiz:

$$\Delta P F d\tau = \frac{32L\mu\omega}{d^2} \cdot \frac{S}{\alpha} d\tau \quad (6.2)$$

yoki

$$\Delta P d\tau = \frac{32L\mu}{d^2 \alpha} \cdot \frac{\omega S d\tau}{F} \quad (6.3)$$

Bu yerda:

$\frac{32L\mu}{d^2 \alpha} = R$ – berilgan suspenziya uchun o`zgarmas qiymatga ega bo`lib, fil`trlash jarayonining qarshiligini belgilaydi;

$\frac{\omega S d\tau}{F} = dV_f$ – fil`tr to`siqning 1 m^2 yuzasidan qisqa vaqt $d\tau$ davomida yig`ilgan fil`tratning hajmini bildiradi

Bunday holatda fil`trlash tenglamasi quyidagi ko`rinishga ega bo`ladi:

$$\frac{dV_f}{F d\tau} = \frac{\Delta P}{R} \quad (6.4)$$

Bu yerda:

$\frac{dV_f}{F d\tau} = W$ – fil`trlash tezligi.

Tajribalardan ma`lumki, har bir vaqt momentidagi fil`trlash tezligi bosimlar farqiga to`g`ri proporsional, suyuq muhit qovushqoqligiga, cho`kma va fil`tr to`siqning umumiy gidravlik qarshiligiga teskari proporsionaldir. Shu sababli (6.4) tenglamani to`ldirib, quyidagi ko`rinishda yozamiz:

$$\frac{dV_f}{F d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{ch} + R_{f,t})} \quad (6.5)$$

Bu yerda:

ΔP – bosimlar farqi, Pa;

R_{ch} – cho`kma qatlamining qarshiligi, m^{-1} ;

$R_{f,t}$ – fil`tr to`siqning qarshiligi, m^{-1} ;

μ - qatlam suspenziyasining qovushqoqligi, Pas.

Fil`trlash tezligini aniqlash uchun (3.5) tenglikni integrallab, cho`kmaning gidravlik qarshiligi bilan olinayotgan fil`trat hajmi orasidagi bog`liqlikni bilish lozim. Tenglamani integrallashda fil`tr to`siqlarning qarshiligi o`zgarmas deb olinadi, chunki qattiq zarrachalar fil`trning teshiklarini to`ldirmaydi. Shuning uchun fil`tr to`siqlarning qarshiligi e`tiborga olinmaydi. Bunda cho`kma qatlamining balandligi ortib boradi. Cho`kma gidravlik qarshiligining qiymati esa noldan maksimumgacha o`zgaradi. Shuning uchun tezlik cho`kmaning gidravlik qarshiligi va fil`trat hajmiga bog`liq bo`ladi.

Cho`kma hajmining  $V_{ch}$  fil`trat hajmiga V_f nisbatini X_0 bilan belgilaymiz.

$$\frac{V_{ch}}{V_f} = X_0 \text{ bundan } V_{ch} = X_0 V_f$$

Choʻkmaning hajmi choʻkma qatlami balandligining (h_{ch}) filʼtrat yuzasi (F) koʻpaytmasiga teng $V_{ch} = h_{ch} \cdot F$

Natijada:

$$X_0 V_F = h_{ch} \cdot F$$

Bu tenglamadan choʻkma qatlamining balandligini topish mumkin:

$$h_{ch} = X_0 \frac{V_F}{F} \quad (6.6)$$

Choʻkma qatlamining qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{ch} = r_0 h_{ch} = r_0 x_0 \frac{V_F}{F} \quad (6.7)$$

r_0 – choʻkmaning hajm jihatdan olingan solishtirma qarshiligi (1 m qalinlikda boʻlgan choʻkma qatlamining filʼtrat oqimiga koʻrsatilgan qarshiligi), m^{-2} .

(6.7) tenglikdagi R_{ch} ning qiymatini (6.5) tenglamaga qoʻyib, quyidagi ifodaga erishamiz:

$$\frac{dV_F}{F d\tau} = W = \frac{\Delta P}{\mu \left(r_0 x_0 \frac{V_F}{F} + R_{f,t} \right)} \quad (6.8)$$

Bu tenglik filʼtrash jarayonining asosiy tenglamasi deyiladi.

Agar filʼtr toʻsiqlarning gidravlik qarshiligi hisobga olinmasa, $R_{f,t}=0$ va (6.8) tenglamaga (6.6) tenglikdagi X_0 ning qiymatini qoʻysak, u holda quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$r_0 = \frac{\Delta P}{\mu h_{ch} \omega} \quad (6.9)$$

Agar $\mu = 1 \text{ N s/m}^2$, $h_{ch} = 1 \text{ m}$, $W = 1 \text{ m/s}$ boʻlsa, qovushqoqligi 1 N s/m^2 boʻlgan suspenziya 1 m qalinlikdagi choʻkma qatlamida filʼtrlanganda choʻkmaning hajm jihatdan olingan solishtirma qarshiligining miqdori bosimlar farqiga teng boʻladi.

7-mashgʻulot. Barabanli vakuum-filtrni hisoblash

Asbestli shlam suspenziyasini filʼtrash uchun tashqi filʼtrash yuzasiga ega boʻlgan barabanli vakuum-filʼtrni quyidagi boshlangʻich shartlar asosida hisoblang va katalogdan tanlang:

1. Choʻkma boʻyicha filʼtr ish unumdorligi – $G_{ch} = 2,78 \text{ kg/s}$;
2. Choʻkma namligi – $W = 40 \%$;
3. Suspenziyada qattiq faza miqdori – $x = 20 \%$;
4. Filʼtrash va yuvish vaqtida bosimlar farqi - $\Delta P = 80 \text{ kPa}$;
5. Choʻkmaning solishtirma qarshiligi – $r = 5 \cdot 10^{10} \text{ Pa/s} \cdot m^2$;
6. Filʼtr toʻsiqning qarshiligi - $R_F = 1 \cdot 10^6 \text{ Pa/s} \cdot m^2$;
7. Filʼtratning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti - $\mu_F = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Pas}$;
8. Qattiq faza zichligi - $\rho_q = 2500 \text{ kg/m}^3$;
9. Suyuq faza zichligi – $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$;
10. Suvning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti - $\mu_s = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pas}$;
11. Yuvuvchi suyuqlikning solishtirma sarfi – $m = 3,6 \text{ kg/kg}$ choʻkma;
12. Filʼtrash zonasi burchagi - $\varphi_F = 135^\circ$;
13. Barabanning aylanishlar chastotasi – $n = 0,5 \text{ ayl/min} = 0,0083 \text{ s}^{-1}$.

Suspenziya boʻyicha filʼtrning ish unumdorligini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$G_s = \frac{G_{ch}(1-\omega)}{x} = \frac{2,78(1-0,4)}{0,2} = 8,34 \text{ kg/s}$$

Suspenziya tarkibida qattiq faza miqdori

$$G_q = G_s \cdot x = 8,34 \cdot 0,2 = 1,668 \text{ kg/s}$$

Suspenziya tarkibida suyuq faza miqdori

$$G_{suyuq} = G_s - G_q = 8,34 - 1,668 = 6,672 \text{ kg/s}$$

Filʼtrat boʻyicha filʼtr ish unumdorligi

$$G_F = G_s - G_{ch} = 8,34 - 2,78 = 5,56 \text{ kg/s}$$

Choʻkma tarkibidagi suyuq faza miqdori

$$G_{suyuq} = G_r - G_q = 2,78 - 1,668 = 1,112 \text{ kg/s}$$

Moddiy balansni quyidagicha ifodalaymiz:

T/r	Kirish, kg/s	Chiqish, kg/s
1	Suspenziya – 8,34 Jumladan Qattiq faza – 1,168 Suyuq faza – 6,672	Cho`kma bilan – 2,78 Jumladan Qattiq faza – 1,168 Suyuq faza – 1,112
2		Fil`trat bilan – 5,56
	Jami - 8,34	Jami - 8,34

Cho`kma zichligi

$$\rho_{ch} = \frac{100\rho_q \cdot \rho_F}{100\rho_F + (\rho_q - \rho_F)W} = \frac{100 \cdot 2500 \cdot 1000}{100 \cdot 1000 + (2500 - 1000) \cdot 0,4} = 1562,5 \text{ kg/m}^3$$

Suspenziya zichligi

$$\rho_s = \frac{1}{[x/\rho_q + (1-x)/\rho_F]} = \frac{1}{[\frac{0,4}{2500} + (1-0,4)/1000]} = 1136,4 \text{ kg/m}^3$$

Cho`kma hajmi

$$V_{ch} = \frac{G_{ch}}{\rho_{ch}} = \frac{2,78}{1562,5} = 0,0018 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fil`trat hajmi

$$V_F = \frac{G_F}{\rho_s} = \frac{5,56}{1136,4} = 0,0049 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cho`kma va fil`trat hajmlarining nisbati

$$U = \frac{V_{ch}}{V_F} = \frac{0,0018}{0,0049} = 0,37$$

Fil`trlash jarayonining davomiyligi

$$\tau_F = \frac{\varphi_F}{6 \cdot n} = \frac{135}{6 \cdot 0,5} = 45 \text{ c}$$

Barabanning bir marta aylanishida fil`trat bo`yicha fil`trning ish unumdorligi

$$V = \frac{V_F}{n} = \frac{0,0049}{0,0083} = 0,0098 \text{ m}^3$$

Fil`trlash yuzasi

$$F = \frac{V}{\sqrt{2 \cdot \Delta P \cdot \frac{\tau_F}{(r_{ch} \cdot U \cdot \mu_F)}}} = \frac{V}{\sqrt{2 \cdot 80 \cdot 45 / (5 \cdot 10^{10} \cdot 0,37 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3})}} = 20,4 \text{ m}^2$$

Hisoblashlar asosida katalogdan BOU 20-2,6 rusumli barabanli vakuum-fil`trni tanlaymiz.

Ushbu fil`tr quyidagi texnik xarakteristikalariga ega:

1. Fil`trlash yuzasi – 20 m²;
2. Baraban diametri – 2,6 m;
3. Baraban uzunligi – 2,7 m;
4. Barabanning suspenziyaga cho`kish burchagi – 149°;
5. Fil`trlash zonasi burchagi – 132°;
6. Cho`kmaning dastlabki quritish zonasi burchagi – 59,5°;
7. Yuqurish va oxirgi quritish zonalar burchagi - $\varphi_{yuv} + \varphi_{qur} = 103^\circ$;
8. Cho`kmani ajratib olishdan oldingi havo yordamida puflash zonasi burchagi – 20°;
9. Baraban yacheykalari soni – 24 ta.

Cho`kma qatlami qalinligi quyidagicha aniqlanadi:

ARALASHTIRISH JARAYONIGA OID MASALALAR

8-mashg'ulot. Propellerli aralashtirish qurilmasini hisoblash

Propellerli aralashtirgichning aylanshlar soni: $n = \frac{2}{D} \text{ ayl/sek}$,

Bu yerda n - aylanishlar soni, ayl/sek ; D - vint diametri, m .

$$n = \frac{2}{0,55} = 3,63 \text{ ayl/sek}.$$

Burchak tezligini aniqlash: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$,

Bu yerda n - aylanishlar soni, ayl/sek ;

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,63 = 22,7$$

Vintning qadami: $H = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \tan \beta$ m ,

Bu yerda R - vint ya'ni lopasning radiusi, m ; β - vintning kutarish burchagi, grad .

Radiusni topamiz: $R = \frac{D}{2} = \frac{0,55}{2} = 0,275m$.

Endi vintning kadami aniklaymiz: $H = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,27 \cdot 0,364 = 0,61m$.

Propellarning ish natijasida vujudga kelayotgan okimning tezligi:

$$v = H \cdot \omega \cdot \cos^2 \beta \text{ m/sek},$$

Bu yerda H - vintning kadami, m ;

β - vint zigining kutarish burchagi, grad .

$$v = 0,61 \cdot 22,7 \cdot 0,86 = 1,21 \text{ m/sek}.$$

Propellerli aralashtirgich valini aylantirish uchun kuvvatni topish formulasi:

$$N = \frac{q \cdot k \cdot \gamma \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H^3 \cdot \omega^3 \cdot \cos^4 \beta}{\eta} Vt,$$

Bu yerda q - tortishi kuchi tezlanishi, m/sek^2 ; k - suyuqlik sirpalanishini hisobga oluvchi koeffitsient; γ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; R - vint ya'ni lopasning radiusi, m ;

H - lopas yoki vintning kadami, m ; β - vint chizigining kutarish burchagi, grad ;

ω - burchak tezlik; η - f.i.k.; n - valning aylanishlar soni, ayl/sek .

$$N = \frac{9,8 \cdot 0,85 \cdot 1,4 \cdot 3,14 \cdot 0,07 \cdot 0,22 \cdot 11746 \cdot 0,63}{0,8} = 5216 Vt = 5,2 kVt.$$

Aralashtirgich ish unumdorligi: $Q = 0,4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v \cdot \gamma \text{ kg/sek}$,

Bu yerda γ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; v - vujudga keluvchi okim tezligi, m/sek .

$$Q = 0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,076 \cdot 1,21 \cdot 1,4 = 0,14 \text{ kg/sek}.$$

ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARIGA OID MASALALAR YEChISH

9-mashg'ulot. Yuzali issiqlik almashgichlarni hisoblash. Issiqlik hisobi.

Yuzali issiqlik almashgichlarni hisoblash

Yuzali issiqlik almashinish uskunalari ichida eng ko'p tarqalgan qobiq-quvvurli issiqlik almashgichlarni loyihalash uchun turli hisoblashlar bajariladi. Hisoblashlar besh qismdan iborat bo'ladi:

- 1) issiqlik hisobi;
- 2) konstruktiv hisoblash;
- 3) gidravlik hisoblash;
- 4) mexanik hisoblash;
- 5) texnikaviy-iqtisodiy hisoblash.

Odatda bunday hisoblashlar bir necha variantlarda bajariladi. Tanlangan variantni baholash quyidagi ko'rsatgichlarning birortasi bo'yicha olib boriladi: foydali ish koeffitsiyenti; 1 m^2 yuzaga sarflanadigan energiya miqdori; eng maqbullikning texnik-iqtisodiy mezoni va boshqalar.

Uzluksiz ishlaydigan, bug'-suyuqlik muhitlariga moslangan quvvurli isitgichning hisobini ko'rib chiqamiz. Uskunaning issiqlik hisobi konstruktiv va gidravlik hisoblashlar bilan uzluksiz bog'liqlikda olib boriladi.

Issiqlik hisobi

Ushbu hisoblashdan asosiy maqsad zarur bo'lgan issiqlik almashinish yuzasi (F) ni topishdir. Issiqlik almashinish yuzasini aniqlash uchun issiqlik tashuvchi agentlarning sarfi, ularning dastlabki va oxirgi temperaturalar berilgan bo'ladi.

Bunday issiqlik hisobi natijasida quyidagilar aniqlanadi:

- 1) o'rtacha temperaturalar farqi va ish muhitning o'rtacha temperaturasi;
- 2) issiqlik miqdori va ish jimsalarining sarfi;
- 3) issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti;
- 4) isitish yuzasi.

Issiqlik almashgichda ma'lum bir eritma suv bug'i yordamida isitiladi. Hisoblash uchun quyidagi boshlang'ich ma'lumotlar berilgan bo'lishi kerak:

- 1) Isitilayotgan eritmaning miqdori (G , kg/s);
- 2) Eritmaning konsentratsiyasi, (%);
- 3) Eritmaning boshlang'ich va oxirgi temperaturalar (t_b , t_{ox});
- 4) Isitkichning turi (vertikal, gorizonttal, yo'llar soni);
- 5) Isituvchi bug'ning bosimi (R , Pa) yoki temperaturasi (t , °S);
- 6) Po'lat quvurlarning ichki va tashqi diametri (d_i va d_e , mm);
- 7) Quvurlarning uzunligi (l , m);
- 8) Eritmaning harakat tezligi (ω , m/s);
- 9) Isitish yuzasidan foydalanish koeffitsiyenti, (φ).

Hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi.

Isitkichning temperatura shartlarini aniqlash. To'yingan bug' bosimi (R) ga ko'ra uning to'yinish temperaturasi (t_t) maxsus qo'llanmalardan topiladi.

Isitish boshlanishida temperaturalarining maksimal (yoki katta) farqi:

$$\Delta t_{kat} = t_t - t_b \quad (9.1)$$

Isitish oxiridagi muhit temperaturalarining minimal (yoki kichik) farqi:

$$\Delta t_{kich} = t_t - t_{ox} \quad (9.2)$$

Δt_{kat} va Δt_{kich} larning qiymatlari 9.1 - rasmdan aniqlanadi. O'rtacha temperaturalar farqi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$\Delta t_{o'r} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{kat} - \Delta t_{kich}}{2.3 \lg \frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}}} \quad (9.3)$$

$\frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}} < 2$ bo'lsa, $\Delta t_{o'r}$ ni quyidagicha aniqlash mumkin:

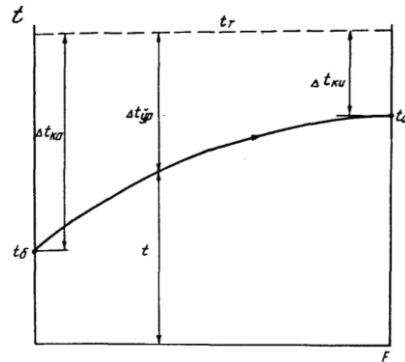
$$\Delta t_{o'r} = \frac{\Delta t_{kat} + \Delta t_{kich}}{2} \quad (9.4)$$

Isitilayotgan muhitning o'rtacha temperaturasi:

$$t = t_t - \Delta t_{o'r} \quad (9.5)$$

Isitilayotgan eritmaning fizik kattaliklarini topish. O'rtacha temperatura (va eritmaning konsentratsiyasi) bo'yicha maxsus qo'llanmalardagi jadvallardan foydalanib, berilgan issiqlik tashuvchi agentlarning fizik kattaliklari topiladi:

- 1) qovushoqlik μ , Pa·s yoki ϑ , m²/s;
- 2) zichlik ρ , kg/m³;
- 3) solishtirma issiqlik sig'imi s , J/(kg·K);
- 4) issiqlik o'tkazuvchanlik λ , W/(m·K);
- 5) temperatura o'tkazuvchanlik α , m²/s;
- 6) Prandtl soni $Pr = \frac{\vartheta}{\alpha}$.



9.1 - rasm. Yuzali issiqlik almashgichni hisoblashga doir

Issiqlik miqdori va bug' sarfini aniqlash. Suyuqlikni isitish uchun ketgan issiqlik miqdori (Vt) quyidagi tenglama yordamida topiladi:

$$Q = x \cdot G \cdot s(t_{ox} - t_b) \quad (9.6)$$

Bu yerda:

$x = 1,02 \div 1,05$ – issiqlik yo'qotilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent;

G – suyuqlik sarfi, kg/s;

s – eritmaning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K);

t_{ox} – suyuqlikning oxirgi temperaturasi, °S;

t_b – suyuqlikning boshlang'ich temperaturasi, °S.

Bug' sarfi (kg/s) quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$D = \frac{Q}{i - \theta} \quad (9.7)$$

Bu yerda:

i – isituvchi bug'ning ental'piyasi,

θ – kondensatning ental'piyasi, J/kg;

$$\theta = t_t - (2 \div 5^\circ C)$$

i – maxsus qo'llanmalardan berilgan bug' bosimi (P) bo'yicha olinadi.

10-mashg'ulot. Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini aniqlash

Bir va ko'p qavatli tekis yuzalar uchun issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K , [Vt/(m²·K)] quyidagi tenglama orqali hisoblanadi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum r_d + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (10.8)$$

Bu yerda:

α_1 va α_2 – temperaturalari yuqori va past bo'lgan issiqlik tashuvchi agentlar uchun issiqlik berish koeffitsiyentlari, Vt/(m²·K);

$\sum r_d$ – devor (devor va iflosliklar qatlamlari bilan birgalikda) termik qarshiliklarining yig'indisi, (m²·K)/Vt.

Tsilindrsimon yuzalarni hisoblashda, agar quvurning ichki diametri (d_{ich}) ni uning tashqi diametri (d_t) ga nisbati $\frac{d_{ich}}{d_t} > 0,5$ bo'lgan sharoitda, issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti (K) ni hisoblashda (4.8) tenglamadan foydalanish mumkin. Boshqa holatlarda tsilindrsimon yuzalar (quvurlar) uchun issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti (K_R) 1 m quvur uzunligiga nisbatan olinadi Vt/(m·K) va quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$K_R = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 d_{ich}} + \sum \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_t}{d_{ich}} + \frac{1}{\alpha_2 d_t} + \sum \frac{r_i}{d_i}} \quad (10.9)$$

Bu yerda:

λ – devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, Vt/(m·K);

r_i – iflosliklarning termik qarshiliklari, (m²·K)/Vt;

d_i – quvurning iflosliklar bilan qoplangan diametri, m.

Devorlardagi iflosliklarning issiqlik o'tkazuvchanligi ($1/r_i$) issiqlik tashuvchining turiga, uning temperaturasi va tezligiga hamda devor materialiga, isituvchi muhitning temperaturasi, uskunaning tozalanmasdan ishlaydigan davriga (qisqa qilib aytganda, cho'kma yoki korroziya mahsulotining turiga) bog'liq bo'ladi. r_i ning qiymatlarini faqat tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin. Iflosliklarning issiqlik o'tkazuvchanligi ($1/r_i$) to'g'risidagi taxminiy qiymatlar tegishli adabiyotlarda keltirilgan. Masalan, o'rta sifatli ifloslangan suv uchun devordagi ifloslikning issiqlik o'tkazuvchanligi $1/r_i = 1400 \div 1860 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ ga teng bo'ladi.

Issiqlik berish koeffitsiyentlari α_1 va α_2 kriterial tenglamalar yordamida topiladi. Masalan, bizning misol uchun balandligi H bo'lgan vertikal quvurlar o'rami tashqi yuzasida bug'dan devorga berilayotgan issiqlik berish koeffitsiyenti α_1 quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\alpha = 1,154 \sqrt{\frac{\lambda^3 \rho^2 r_d}{\mu \Delta t H}} \quad (10.10)$$

Kondensatning fizik-kimyoviy kattaliklari (α , μ , ρ) yupqa qatlam (plyonka) ning o'rtacha temperaturasi ($t_{pl} = \frac{t_t + t_d}{2}$) bo'yicha topiladi. Kondensatsiyalanish issiqligi (r) to'yinish temperaturasi (t_t) ga qarab aniqlanadi. Temperaturalar farqi quyidagi ayirmaga teng bo'ladi:

$$\Delta t = t_t - t_d \quad (10.11)$$

Bu yerda:

t_d – devorning temperaturasi.

Agar isitish quvurlari gorizontal bo'lsa, bunda bug'ning quvur devorlariga issiqlik berish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = 0,728 \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \rho^2 r_d}{\mu \Delta t d}} \quad (10.12)$$

Bu yerda:

d – quvurning diametri.

Devorlardan isitilayotgan muhitga issiqlik berish koeffitsiyenti harakat rejimiga ko'ra har xil kriterial tenglamalar yordamida topiladi. Hisoblash tenglamasini topish uchun avval Reynol'ds mezon (Re) aniqlanadi. So'ngra tegishli kriterial tenglama tanlanadi. Masalan, turg'un turbulent rejimda ($Re \geq 10^4$) to'g'ri quvur ichidagi majburiy harakat paytidagi issiqlik berish koeffitsiyenti (α_2) ni aniqlash uchun quyidagi kriterial tenglamadan foydalanish mumkin:

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} \quad (10.13)$$

yoki

$$\frac{\alpha \cdot d_e}{\lambda} = 0,023 \left(\frac{\omega \cdot d_e}{\vartheta} \right)^{0,8} \left(\frac{c \mu}{\lambda} \right)^{0,4} \quad (10.14)$$

Bu yerda:

$d_e = 4 S/P$ – ekvivalent diametr,

S – oqim ko'ndalang kesimining yuzasi,

P – kesimning ho'llangan perimetri (dumaloq kesimli quvurlar uchun d_e quvurning ichki diametriga teng bo'ladi);

ω – issiqlik tashuvchi muhitning o'rtacha tezligi;

$\lambda, \vartheta, c, \mu$ – issiqlik tashuvchi agentning fizik - texnikaviy kattaliklari, ularning son qiymatlari muhitning o'rtacha temperaturasi bo'yicha tegishli qo'llanmalardan aniqlanadi.

(10.12) tenglamasi to'g'ri quvur uzunligi (l) ni uning diametri (d) ga nisbati ($l/d > 50$) bo'lgan sharoit uchun natija beradi.

Oraliq rejim uchun ($2300 < Re < 10^4$) aniq tenglamalar ishlab chiqilmagan. Taxminiy hisoblashlar uchun quyidagi tenglamadan foydalansa bo'ladi:

$$Nu = 0,008 Re^{0,9} Pr^{0,43} \quad (10.15)$$

Laminar rejim uchun ($Re < 2300$) quyidagi kriterial tenglamadan foydalanish mumkin:

$$Nu = 0,7 Re^{0,33} Pr^{0,9} Gr^{0,1} \left(\frac{Pr}{Pr_d} \right)^{0,25} \quad (10.16)$$

Bu yerda:

$$Gr = \frac{g l^3 \beta \Delta t}{\nu^2} - \text{Grascgof mezoni};$$

l – aniqlovchi geometrik o'lcham (quvur uchun – uning diametri, tekis vertikal yuza uchun – uning balandligi);

β – suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsiyenti;

Δt – devor va suyuqlik (yoki teskari) temperaturalari o'rtasidagi farq;

Pr – suyuqlikning o'rtacha temperaturalari bo'yicha hisoblangan Prandtl soni;

Pr_d – suyuqlikning devor o'rtacha temperaturasi bo'yicha hisoblangan Prandtl soni.

So'ngra issiqlik berish koeffitsientining qiymati Nussel't mezonini orqali topiladi:

$$\alpha = \frac{Nu \lambda}{l} \quad (10.17)$$

Shunday qilib, α_1 ning qiymati to'g'ridan - to'g'ri (10.10) yoki (10.11) tenglamalar orqali topiladi. α_2 ning qiymatini topish uchun eng avval Nussel't mezonining son qiymati suyuqlik harakatining rejimiga ko'ra (10.12), (10.14) yoki (10.15) kriterial tenglamalar yordamida aniqlanadi. So'ngra Nu ning son qiymatiga asosan α_2 (10.16) ifoda bo'yicha hisoblab chiqiladi. Va nihoyat *issiqlik o'tkazish koeffitsiyentining* qiymati (10.8) yoki (10.9) tenglamalar yordamida aniqlanadi.

Isitish yuzasini topish. Issiqlik almashgichning isitish yuzasi (F , m^2) issiqlik o'tkazishning umumiy tenglamasidan topiladi:

$$F = \frac{Q}{K \Delta t_{o'r}} \quad (10.18)$$

Bu yuza uchun qabul qilingan isitkichning sxemasi quvurlarning diametri va uzunligiga ko'ra joylashtiriladi. Isitish yuzasini joylashtirish isitkichning konstruktiv hisobini tashkil etadi.

11-mashg'ulot. Isitkichlarni konstruktiv hisoblash. Uskuna quvurli qismining o'lchamlarini aniqlash

Konstruktiv hisoblash

Konstruktiv hisoblashning maqsadi issiqlik almashinish uskunasi asosiy o'lchamlarini topishdan iborat. Bunda quyidagilar aniqlanadi: uskuna quvurli qismining o'lchamlari, quvurlarning soni, to'rtida quvurlarning joylashuvi, uskunaning diametri, uning balandligi, patrubkalarining diametri.

Uskuna quvurli qismining o'lchamlarini aniqlash. Bitta yo'ldagi quvurlarning ko'ndalang kesimini topamiz:

$$f_t = \frac{G}{\rho \omega} \quad (11.19)$$

Bu yerda:

G – suyuqlik sarf, kg/s;

ρ – suyuqlik zichligi, kg/m³;

ω – suyuqlik tezligi, m/s.

Bitta yo'ldagi quvurlarning soni:

$$n_1 = \frac{f_T}{0,785 d_i^2} \quad (11.20)$$

Bu yerda:

d_i – quvurning ichki diametri, m.

Hamma yo'llardagi quvurlarning uzunligi:

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d_h \cdot n_1} \quad (11.21)$$

Bu yerda:

F – isitkichning isitish yuzasi, m²,

d_h – quvurlarning hisoblash uchun qabul qilingan diametri, m;

d_h – qiymati α_1 va α_2 ning nisbatlariga bog'liq. Agar $\alpha_1 \approx \alpha_2$ bo'lsa $d_h = 0,5(d_i + d_o)$, $\alpha_1 > \alpha_2$ bo'lsa, $d_h = d_i$, $\alpha_1 < \alpha_2$ bo'lsa $d_h = d_o$.

Yo'llar soni:

$$Z = \frac{L}{\ell} \quad (11.22)$$

Bu yerda:

l – quvurlarning qabul qilingan uzunligi ($l = 1 \div 3m$).

To`rda joylashgan quvurlarning umumiy soni:

$$n = zn_1 \quad (11.23)$$

**Quvurlarning to`rda joylashuvi.** Quvurlar to`rda uch hil usul bilan joylashtirilishi mumkin: to`g`ri oltiburchaklarning qirralari bo`ylab; kvadratlarning tomonlari bo`ylab; konsentrik aylanalar bo`ylab. Ko`pincha birinchi usuldan foydalaniladi. Bunda to`rdagi quvurlarning soni quyidagicha aniqlanadi:

$$n_0 = a(a-1) + 1 = \frac{3}{4}(b^2 - 1) + 1 \quad (11.24)$$

Bu yerda:

a – katta oltiburchakning bitta tomonida joylashgan quvurlar soni;

$b = 2a-1$ – katta oltiburchakning diagonal bo`ylab joylashgan quvurlar soni.

Quvurlar oltiburchaklarning qirralari bo`yicha joylashtirilganda to`rning bir qismi foydalanilmay qoladi. Shu sababli $a > 8$ bo`lganda, qo`shimcha yana m miqdordagi quvurlarni joylashtirish imkoniyati paydo bo`ladi. Bunda umumiy quvurlarning soni ko`payadi:

$$n = n_0 + m \quad (11.25)$$

Odatda $m = (0,1 \div 0,18) n$.

**Uskuna qobig`ining ichki diametrini aniqlash.** Qobiq ichiga joylashtirilgan quvurli to`rning maydoni quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$F = F_f + F_e = \frac{F_f}{\psi} \quad (11.26)$$

Bu yerda:

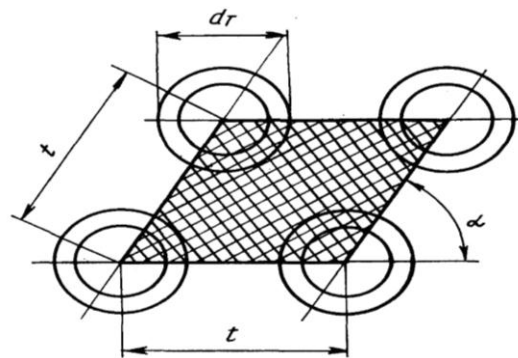
F_f – quvurlar tomonidan egallangan foydali maydon;

F_e – quvurlar joylashmagan erkin maydon;

ψ – quvur to`ridan foydalanish koeffitsiyenti; oltiburchakli qirralari buyicha joylashtirilganda  $\psi = 0,6$  – ko`p yo`lli,  $\psi = 0,9$  – bir yo`lli uskunalar uchun.

Bitta quvurning foydali maydoni (4.2 - rasm) $t^2 \sin \alpha$ ga teng (t – quvurlarning joylanish qadami, $\alpha = 60^\circ$ – quvur qatorlarining markaziy chiziqlari hosil qilgan burchak). Bunda hamma quvurlar (n) uchun quvurli to`rning maydoni:

$$F = \frac{nt^2 \sin \alpha}{\psi} \quad (11.27)$$



11.2 - rasm. Bitta quvur uchun to`rning foydali maydonini aniqlashga doir.

(4.20) tenglamaga asosan bir yo`lli quvurlarning isitish yuzasi ( $d_h = d_t$  bo`lganda):

$$F = n \cdot \pi \cdot d_t \cdot l \quad (11.28)$$

bundan

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d_t \cdot l} \quad (11.29)$$

Agar $F = \frac{\pi D_0^2}{4}$ hisobga olinganda qobiqning ichki diametri D_0 (m hisobida) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$D_0 = 0,635 \frac{t}{d_t} \sqrt{\frac{F d_t \sin \alpha}{l \psi}} \quad (11.30)$$

Uskunalarining to'la balandligini topish. Issiqlik almashinish uskunasiining balandligi (yoki uzunligi) quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N = l + 2b + 2h \quad (11.31)$$

Bu yerda:

l – quvurlarning uzunligi;

b – to'ring qalinligi, m;

h – kiruvchi va chiquvchi kameralarning baladligi, m.

Patrubkalarining diametrini aniqlash. Patrubkalarining ichki diametri berilgan muhitning sarfiga va harakat tezligiga qarab aniqlanadi:

$$D_p = \sqrt{\frac{4V}{\pi \omega}} \quad (11.32)$$

Bu yerda:

V – muhitning hajmiy sarfi, m³/s;

ω – muhitning harakat tezligi, m/s.

Hisoblash uchun quyidagi tezlik qiymatlaridan foydalanish mumkin: suyuqliklar uchun 0,1÷2,5 m/s; gazlar uchun 2÷20 m/s; suv bug'i uchun 15÷60 m/s.

12-mashg'ulot. Isitkichlarni gidravlik hisoblash

Gidravlik hisoblashdan asosiy maqsad issiqlik almashinish uskunalaridagi ishqalanish hamda mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan bosimni va ish muhitini uskunadan o'tkazish uchun kerak bo'lgan quvvatni topishdan iborat.

Qobiq - quvurli issiqlik almashgichning quvurli qismi hamda ko'ndalang to'siqlari bo'lmagan quvurlararo bo'shlig'i uchun gidravlik qarshilik (ΔP , Pa) ni quyidagi tenglama orqali aniqlash mumkin:

$$\Delta P = \Delta P_{ish} + \Delta P_{mq} = \lambda \frac{Zl}{d_e} \frac{\rho \omega^2}{2} + \sum \xi \frac{\rho \omega^2}{2}, \quad (12.33)$$

Bu yerda:

ΔP_{ish} - ishqalanish qarshiliklarini engish uchun yo'qotilgan bosim, Pa;

ΔP_{mq} - mahalliy qarshiliklarni engish uchun yo'qotilgan bosim;

λ – ishqalanish koeffitsiyenti;

l – quvurlarning bitta yo'li uzunligi, m;

Z – yo'llarning soni;

d_e – ekvivalent diametr, m;

ρ – suyuqlik yoki gazning zichligi, kg/m³;

ω – oqimning tezligi, m/s;

ξ - mahalliy qarshiliklar koeffitsiyenti.

Ishqalanish koeffitsiyenti λ muhitning harakat rejimiga va quvur devorlarining g'adir-budirlik darajasiga bog'liq. Laminar rejimda ($Re < 2300$) g'adir-budirlik ishqalanish koeffitsiyentiga amaliy jihatdan ta'sir qilmaydi va dumaloq kesimli quvurlar uchun λ ning qiymati quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (12.34)$$

Turbulent rejimda ($2300 < Re < 10^4$) gidravlik tekis quvurlar (shisha, mis, qo'rg'oshin) uchun:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (12.35)$$

Gidravlik g'adir-budir quvurlar (po'lat, cho'yan) uchun turbulent rejimda ($Re > 2300$) λ ni hisoblash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{\varepsilon}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} O^{0,9} \right) \right] \quad (12.36)$$

$Re > 10^5$ bo'lganda turbulent rejim o'ta rivojlangan bo'lib, λ ning qiymati Re ga bog'liq bo'lmay qoladi. Bunday holat avtomodel rejim deb yuritiladi. Ushbu rejimda λ ning qiymati quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{3,7}{\varepsilon} \quad (12.37)$$

Bu yerda:

$\varepsilon = R/d_e$ – quvurning nisbiy g'adir-budirligi;

d_e – quvurning ekvivalent diametri;

R – quvur g'adir-budirligining o'rtacha balandligi.

Mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentining qiymatlari tajriba yo'li bilan aniqlanadi va tegishli qo'llanmalarda berilgan bo'ladi. Qobiq-quvurli issiqlik almashinish uskunalari uchun hisoblashlar paytida mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentining qiymatlarini quyidagicha qabul qilish mumkin:

Quvurli bo'shliq	
Kiruvchi yoki chiquvchi kamera	1,5
Yo'llar yoki seksiyalar oralig'ida 180° ga burilish	2,5
Quvurlarga kirish yoki ulardan chiqish	1,0
Quvurlararo bo'shliq	
Quvurlararo bo'shliqqa kirish yoki undan chiqish	1,5
Quvurlararo bo'shliqdagi to'siq orqali 180° ga burilish	1,5
Quvurlararo bo'shliqda 90° ga burilish	1,0

Issiqlik almashgich uchun ΔP ning qiymati aniqlangandan so'ng, suyuqlikni uskuna orqali haydash uchun kerak bo'lgan nasosning iste'mol quvvati (N , kVt) topiladi:

$$N = \frac{G \Delta P}{1000 \rho \eta} \quad (12.38)$$

Bu yerda:

G – suyuqlikning sarfi, kg/s;

ρ – suyuqlikning zichligi, kg/m³;

ΔP – nasos tomonidan hosil qilinadigan bosim farqi, Pa;

η – nasosning foydali ish koeffitsiyenti.

13-mashg'ulot. Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob.

Boshlang'ich shartlar:

$G_1 = 5 \text{ kg/s}$ – miqdordagi toluolni $t_b = 105^\circ\text{C}$ dan $t_{ox} = 30^\circ\text{C}$ gacha temperaturasi $t_1 = 15^\circ\text{C}$ va $t_2 = 45^\circ\text{C}$ bo'lgan suv bilan sovitishni amalga oshiruvchi standart qobiq quvurli sovitgichni hisoblash va tanlash.

Toluol – korrozion faol organik suyuqlik. Uning o'rtacha temperaturadagi ($t_{1or} = 0,5(105 + 30) = 67,5^\circ\text{C}$) fizik-texnikaviy xossalari quyidagicha: zichligi - $\rho_1 = 820,5 \text{ kg/m}^3$; solishtirma issiqlik sig'imi - $C_1 = 1780,7 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$; qovushqoqligi - $\mu_1 = 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$; issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti - $\lambda = 0,151 \text{ Wt/m} \cdot \text{K}$.

Suvning o'rtacha temperaturadagi ($t_{2or} = 0,5(15 + 45) = 30^\circ\text{C}$) fizik -texnikaviy xossalari quyidagicha: zichligi - $\rho_2 = 985,7 \text{ kg/m}^3$; solishtirma issiqlik sig'imi - $C_2 = 4184 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$; qovushqoqligi - $\mu_2 = 0,82 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$; issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti - $\lambda_2 = 0,616 \text{ Wt/m} \cdot \text{K}$.

Texnologik hisoblash

1. Issiqlik yuklamasini aniqlaymiz:

$$Q = G_1 \cdot C_1 (t_b - t_{ox}) = 5 \cdot 1780,7 (105 - 30) = 667763 \text{ Wt}$$

2. Issiqlik balansi tenglamasidan suv sarfini aniqlaymiz:

$$G_2 = \frac{Q}{C_2(t_2 - t_1)} = \frac{667763}{4184(45 - 15)} = 5,3 \text{ kg/s}$$

3. Issiqlik tashuvchilarning qarama – qarshi harakatida oʻrtacha temperaturalar farqini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned}\Delta t_{kat} &= t_b - t_1 = 105 - 45 = 60^\circ\text{C} \\ \Delta t_{kich} &= t_{ox} - t_2 = 30 - 15 = 15^\circ\text{C} \\ \Delta t_{o'r} &= \frac{\Delta t_{kat} - \Delta t_{kich}}{2,3lg \frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}}} = \frac{60 - 15}{2,3lg \frac{60}{15}} = 32,5^\circ\text{C}\end{aligned}$$

4. Quvurlarda issiqlik tashuvchilarning harakat rejimlarini aniqlash:

Topshiriq shartiga asosan sovitilayotgan muhit (toluol) quvurlar ichida, sovituvchi agent (suv) quvurlar orasidagi boʻshliqda harakatlanishi talab qilinadi.

Harakatning turbulent rejimida diametri 25x2 mm li quvurdan bir yoʻlda quvurlar boʻshligʻiga qancha joylashtirish mumkinligini aniqlaymiz.

$Re = 15\,000$ deb qabul qilamiz:

$$n = G_1 / (0,785 \cdot \mu_1 \cdot d_1 \cdot Re) = 5 / (0,785 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,021 \cdot 15000) = 58$$

Ilovadan quvurlar soni 61 ta va qobiq diametri $D = 325$ mm li bir yoʻlli qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini tanlaymiz.

Reynolʻds mezonini aniqlaymiz:

$$Re = \frac{G_1}{0,785 \cdot \mu_1 \cdot d_1 \cdot n} = \frac{5}{0,785 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,021 \cdot 61} = 14206$$

Demak toluolning harakat rejimi turbulent ekan.

5. Toluol uchun issiqlik berish koeffitsiyentini quyidagi formula boʻyicha aniqlaymiz:

$t_{1o'r} = 67,5^\circ\text{C}$ boʻlganda toluol uchun Prandtl mezonini

$$Pr = \mu_1 \cdot C_1 / \lambda_1 = \frac{0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 1780,7}{0,151} = 4,13$$

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \frac{\lambda_1}{d_1} \cdot d \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} = \frac{0,151}{0,021} \cdot 0,021 \cdot 14206^{0,8} \cdot 4,13^{0,43} \\ &= 583,2 \text{ Wt/(m}^2 \cdot \text{K)}\end{aligned}$$

6. Devordan sovituvchi suvga issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlaymiz:

Suvning oʻrtacha temperaturasi $t_{2o'r} = 30^\circ\text{C}$ ga teng boʻlganda Prandtl mezonini

$Pr = 5,56$ [4] ga teng boʻladi.

Quvurlar orasidagi boʻshliqda suvning harakat tezligini aniqlaymiz

$$\begin{aligned}\omega_{suv} &= \frac{G_2}{\rho_2 \cdot 0,785 \cdot (D^2 - n \cdot d^2)} = \frac{5,3}{995,7 \cdot 0,785 \cdot (0,325^2 - 61 \cdot 0,025^2)} \\ &= 0,1 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Reynolʻds mezonini aniqlash uchun quvur ekvivalent diametrini topamiz:

$$d_e = \frac{D^2 - n \cdot d^2}{D + n \cdot d} = \frac{0,325^2 - 61 \cdot 0,025^2}{0,325 + 61 \cdot 0,025} = 0,0365 \text{ m}$$

Reynolʻds mezonini:

$$Re = \frac{\omega_{suv} \cdot d_e \cdot \rho_2}{\mu_2} = \frac{0,1 \cdot 0,0365 \cdot 995,7}{0,82 \cdot 10^{-3}} = 4210$$

Reynolʻds mezonini 10000 ga teng deb qabul qilamiz va Nusselʻt mezonini aniqlaymiz:

$$Nu = C(d_e \cdot Re)^{0,6} \cdot Pr^{0,33}$$

$C = 1,16$ – toʻsiq boʻlmaganda qabul qilinadigan koeffitsient;

$C = 1,72$ – toʻsiq boʻlganda qabul qilinadigan koeffitsient.

$$Nu = 1,72(0,0365 \cdot 10000)^{0,6} \cdot 5,56^{0,33} = 104,4$$

Devordan sovituvchi suvga issiqlik berish koeffitsiyenti

$$\alpha_2 = Nu \cdot \frac{\lambda_2}{d_e} = 104,4 \cdot \frac{0,616}{0,0365} = 1762 \text{ Vt/m}^2 \cdot K$$

Ifloslanishning termik qarshiligi:

toluol tomonidan $r_1 = 1/5800 \text{ m}^2 \cdot K/\text{Vt}$;

suv tomonidan $r_2 = 1/2500 \text{ m}^2 \cdot K/\text{Vt}$.

Issiqlik almashinish qurilmasi quvuri issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti

$\lambda_3 = 17,5 \text{ Vt/m} \cdot K$ ga teng bo'lgan zanglamas po'latdan tayyorlangan.

Issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + r_1 + r_2 + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{583,2} + \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{5800} + \frac{1}{2500} + \frac{1}{1762}} = 336,6 \text{ Vt/m} \cdot K$$

Quvurlar orasidagi bo'shliqda to'siqlar mavjud bo'lganda issiqlik tashuvchilarning kesishgan harakat yo'nalishi tashkil qilinadi.

O'rtacha temperaturalar farqi ($\Delta t_{o/r}$) kesishgan harakat yo'nalishi uchun

$$\Delta t_{o/r} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{kat} - \Delta t_{kich}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}}}$$

Bu yerda:

$\varepsilon_{\Delta t}$ – temperaturalar farqiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent bo'lib, uni topish uchun P va R koeffitsiyentlar qiymatini aniqlash kerak bo'ladi.

$$P = \frac{t_2 - t_1}{t_b - t_1} = \frac{45 - 15}{105 - 15} = 0,33$$

$$R = \frac{t_b - t_{ox}}{t_2 - t_1} = \frac{105 - 30}{45 - 15} = 2,5$$

P va R ning ushbu qiymatlarida $\varepsilon_{\Delta t} = 0,94$ ga teng bo'ladi.

Shunday qilib o'rtacha temperaturalar farqi

$$\Delta t_{o/r} = 0,94 \cdot 32,5 = 30,55^\circ C$$

Issiqlik o'tkazishning talab qilinadigan yuzasi maydoni

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{o/r}} = \frac{667763}{336,8 \cdot 30,55} = 64,9 \text{ m}^2$$

TN rusumli bir yo'lli 4 ta qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini qabul qilamiz. Ushbu qurilma quyidagicha tavsiflanadi:

- issiqlik almashinish yuzasi – $f = 19,5 \text{ m}^2$;
- qobiq diametri – $D = 325 \text{ mm}$;
- quvur diametri – $d = 25 \times 2 \text{ mm}$;
- quvur uzunligi – $l = 4 \text{ m}$;
- quvurlar soni – $n = 61$;
- segmentli to'siqlar soni – $n_l = 18$
- oltiburchakning diagonal bo'yicha quvurlar soni – $n_2 = 9$

Issiqlik almashinish qurilmalari ketma-ket ulangan. Issiqlik almashinish yuzasining zahira maydoni:

$$\frac{(f \cdot 4 - F)}{F} \cdot 100 = \frac{19,5 \cdot 4 - 64,9}{64,9} \cdot 100 = 23,3 \%$$

Quvurlar orasidagi bo'shliqda quvurlar soni:

$$Z = n_1 + 1 = 18 + 1 = 19$$

Bitta yo'l maydoni

$$f_1 = \frac{4 \cdot (D - 9 \cdot d)}{Z} = \frac{4(0,325 - 9 \cdot 0,025)}{19} = 0,021 \text{ m}^2$$

Quvurlar orasidagi bo'shliqda suvning harakat tezligini aniqlashtiramiz:

$$\omega_{suv} = \frac{G_2}{\rho_{suv} \cdot d_1} = \frac{5,3}{995,7 \cdot 0,021} = 0,25 \text{ m/s}$$

Reynol'ds mezoni

$$Re = \frac{\omega_{suv} \cdot d_e \cdot \rho_2}{\mu_2} = \frac{0,25 \cdot 0,0365 \cdot 995,7}{0,82 \cdot 10^{-3}} = 11080$$

Nussel't mezoni

$$Nu = C(d_e \cdot Re)^{0,6} \cdot Pr^{0,33} = 1,72(0,0365 \cdot 11080)^{0,6} \cdot 5,56^{0,33} = 111$$

Issiqlik berish koeffitsiyenti

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_2}{d_e} = \frac{111 \cdot 0,616}{0,0365} = 1873 \text{ Wt/m}^2 \cdot K$$

Issiqlik almashinish yuzasi

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{orr}} = \frac{667763}{340,7 \cdot 30,55} = 64,2 \text{ m}^2$$

Shunday qilib tekshirish uchun bajarilgan hisob oldin bajarilgan hisobga mos keladi.

Issiqlik almashinish yuzasining zahira maydoni:

$$\frac{(4f - F)}{F} \cdot 100 = \frac{19,5 \cdot 4 - 64,2}{64,2} \cdot 100 = 24,6 \%$$

14-mashg'ulot. Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini konstruktiv hisoblash

Konstruktiv hisoblash

Quvurning tashqi va ichki diametrlari orasidagi qadam nisbati

$$\beta = \frac{d_t}{d_i} = \frac{32}{25} = 1,28$$

Qobiq ichidagi bo'shliqni quvurlar bilan to'ldirish koeffitsiyenti:

$$\varphi = n \cdot d_t^2 \cdot \eta / (0,785 \cdot D^2) = 61 \cdot 0,032^2 \cdot 0,866 / (0,785 \cdot 0,325^2) = 0,65$$

Potrubkalar diametrlarini hisoblash

Issiqlik almashinish qurilmasi quvurlarida toluolning harakat tezligi:

$$\omega_q = \frac{Re \cdot \mu_1}{d \cdot \rho_1} = \frac{14206 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3}}{0,021 \cdot 820,5} = 0,284 \text{ m/s}$$

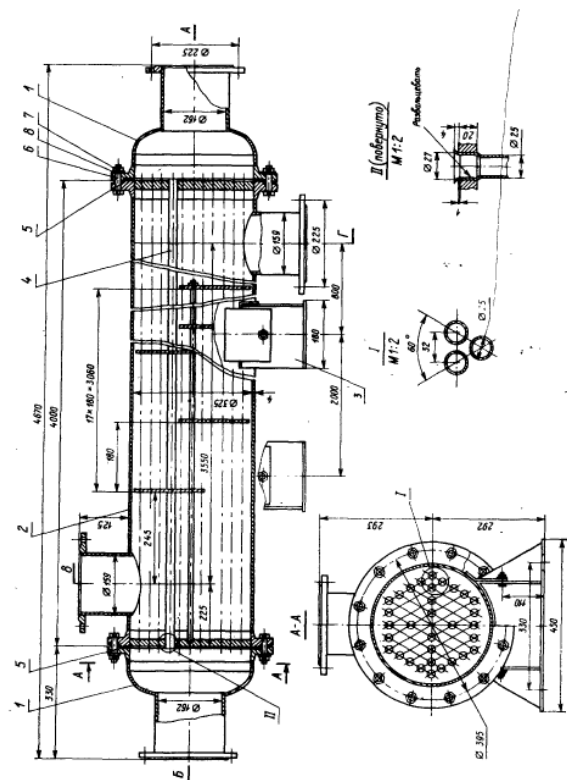
Suvning quvurlar orasidagi bo'shliqda harakat tezligi $\omega_{suv} = 0,25 \text{ m/s}$.

Suv va toluol uchun potrubkalar diametrini aniqlaymiz:

$$d_{suv} = 1,13 \sqrt{\frac{G_2}{\rho_2 \cdot \omega_{suv}}} = 1,13 \sqrt{\frac{5,3}{995,7 \cdot 0,25}} = 0,150 \text{ m}$$

$$d_{tol} = 1,13 \sqrt{\frac{G_1}{\rho_1 \cdot \omega_{tol}}} = 1,13 \sqrt{\frac{5}{820,5 \cdot 0,284}} = 0,165 \text{ m}$$

Suv uchun potrubka tayyorlashda diametri 159x4,5 mm li, toluol uchun potrubka tayyorlashda 168x3 mm li quvur tanlaymiz.



14.3 – rasm. Qobiq trubali issiqlik almashinish apparati

15-mashg'ulot. Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob.

Loyiha uchun topshiriq:

Ammoniy nitratning suvli eritmasini $x_{bosh} = 10\%$ dan $x_{ox} = 60\%$ gacha quyuqlashtirish uchun $G = 5$ kg/soat ish unumdorligiga ega bo'lgan bir korpusli bug'latish qurilmasini loyihalash.

Boshlang'ich shartlar:

1. Isitish bosimi $P_{s,b} = 0,157 \text{ MPa}$ bo'lgan to'yingan suv bug'i yordamida amalga oshiriladi;

2. Bug'latish qurilmasi bug' bo'shlig'idagi absolyut bosim $P_{b,b} = 0,0196 \text{ MPa}$;

3. Isitgichga kirayotgan eritma temperaturasi $t_0 = 20^\circ\text{C}$;

4. Bug'latish apparatiga kirayotgan eritma temperaturasi $t_1 = 60^\circ\text{C}$;

5. Sovituvchi suv boshlang'ich temperaturasi $t = 12^\circ\text{C}$;

6. Barometrik kondensatordan chiqayotgan sovituvchi suv va kondensat aralashmasi temperaturasi kondensatsiyalanish temperaturasidan $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ ga past.

Moddiy balans

Bug'latilgan suv miqdori quyidagi formula orqali topiladi:

$$W = \frac{G}{\left(1 - \frac{x_b}{x_{ox}}\right)} = \frac{5}{\left(1 - \frac{10}{60}\right)} = 4,165 \text{ kg/s}$$

Quyuqlashtirilgan eritma miqdori:

$$G_q = G - W = 5 - 4,165 = 0,835 \text{ kg/s}$$

Issiqlik hisobi

Eritmaning qaynash temperaturasi aniqlash:

Bug' bo'shlig'idagi bosimning $P_{b,b} = 0,0196 \text{ MPa}$ qiymatida bug'latish apparatidan barometrik kondensatorga kirayotgan ikkilamchi bug' temperaturasi $59,7^\circ\text{S}$ ga teng [4].

Amaliy tavsiyalar asosida gidravlik depressiyani $\Delta''' = 1^\circ\text{C}$ deb olamiz.

Bunda bug'latish apparatidan chiqayotgan ikkilamchi bug' temperaturasi

$$t'_b = 59,7 + 1 = 60,7^\circ\text{C}$$

Ushbu temperaturaga bug' hosil bo'lish issiqligining $r = 2355 \text{ kJ/kg}$ va bosimning $P'_b = 0,0207 \text{ MPa}$ qiymatlari to'g'ri keladi [4].

Gidrostatik depressiyani aniqlash uchun qaynatuvchi quvurlarda eritmaning optimal sathini aniqlash kerak bo'ladi.

Quvur balandligi qiymatini tanlash uchun bug'latish apparati issiqlik o'tkazish yuzasi maydoni taxminan aniqlanadi.

Gazlarning suvli eritmaları qaynashida tabiiy tsirkulyatsiyali apparatlar uchun solishtirma issiqlik yuklamasi $q = 20000 \div 50000 \text{ Vt/m}^2$ ni tashkil qiladi.

Biz $q = 30000 \text{ Vt/m}^2$ deb qabul qilamiz.

Bunday holda

$$F_{max} = W \cdot r / q = 4,165 \cdot 2355,54 \cdot 10^3 / 30000 = 327 \text{ m}^2$$

Standart bo'yicha quyidagi texnik tavsifli bug'latish apparatini tanlaymiz:

- issiqlik almashinish yuzasi $- F = 355 \text{ m}^2$;
- quvur uzunligi $- l = 5 \text{ m}$;
- quvur materiali – po'lat $- \text{X18H10T}$;
- quvur diametri $- d_q = 38 \times 2 \text{ mm}$;
- quvurlar oralig'idagi qadam $- t = 48 \text{ mm}$.

Eritmaning apparatda qaynash temperaturasi taxminan ikkilamchi bug' temperaturasidan 20°S yuqori deb olamiz ($t_{qayn} \approx 80^\circ\text{C}$)

$$h_{sath} = [0,26 + 0,0014(\rho_{er} - \rho_{suv})] \cdot G = [0,26 + 0,0014(1223 - 0,72)] \cdot 5 = 3,06 \text{ m}$$

Eritma qatlamida bosimning o'rtacha oshishi

$$\Delta P = \rho_{er} \cdot g \cdot h_{sath} / 2 = \frac{1223 \cdot 9,81 \cdot 3,06}{2} = 0,0183 \text{ MPa}$$

Shunday qilib qaynatuvchi quvur o'rtacha qatlamida bosim:

$$P_{o'r} = P_b + \Delta P = 0,0207 + 0,0183 = 0,039 \text{ MPa}$$

Ushbu bosimga to'g'ri keladigan suvning qaynash temperaturasi $t = 75,4^\circ\text{C}$ ni tashkil qiladi va bug' hosil bo'lish issiqligi $r = 2320 \text{ kJ/kg}$ [4] ga teng.

Shunday qilib gidrostatik depressiya:

$$\Delta'' = t - t_b = 75,4 - 60,7 = 14,7^\circ\text{C}$$

Temperatura depressiyasi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\Delta' = 16,2 \frac{T^2}{r} \Delta' t_{atm} = 16,2(273 + 75,4)^2 \cdot \frac{13,57}{(2320 \cdot 10^3)} = 11,5^\circ\text{C}$$

Bu yerda

$$\Delta' t_{atm} = 13,57^\circ\text{C} - 60\% \text{ li eritmaning atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi.}$$

Eritmaning qaynash temperaturasi

$$t_{er} = t'_b + \Delta' + \Delta'' + \Delta''' = 59,7 + 11,5 + 14,7 + 1 = 86,9^\circ\text{C}$$

Temperaturaning foydali farqi:

$$\Delta t_{foy} = t_k - t_{er} = 112,7 - 86,9 = 25,8^\circ\text{C}$$

Isituvchi bug' sarfini aniqlaymiz:

$$G_{i.b} = \frac{G_b \cdot G_q \cdot t_{qayn} + W \cdot i_{i.b} - G_{er} \cdot C_{er} \cdot t_1}{r_{i.b} \cdot Q_y} = \frac{0,835 \cdot 2618,1 \cdot 86,9 + 4,165 \cdot 2607 \cdot 10^3 - 5 \cdot 3866 \cdot 60}{0,95 \cdot 2227 \cdot 10^3} = 5,77 \text{ kg/s}$$

Bu yerda:

$i_{i.b}$ – ikkilamchi bug' ental'piyasi ($i_{i.b} = 2607 \text{ kJ/kg}$);

C_{er} – 10 % li eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi ($C_{er} = 3866 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$);

C_q – quyuglashtirilgan eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi

($C_q = 2618,1 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$);

$r_{i.b}$ – suvning solishtirma bug' hosil qilish issiqligi ($r_{i.b} = 2227 \text{ kJ/kg}$)

$Q_y = 0,95$ – issiqlikning 5 % ga yo'qotilishini inobatga oluvchi koeffitsiyent.

Isitilayotgan kameraning issiqlik yuklamasi

$$Q = G_{i.b} \cdot r_{i.b} = 5,77 \cdot 2227 \cdot 10^3 = 12849,8 \cdot 10^3 \text{ Vt}$$

Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini aniqlaymiz:

Isituvchi kameradagi quvurlar soni:

$$n = F / (\pi \cdot d_q \cdot l) = \frac{355}{(3,14 \cdot 0,038 \cdot 5)} = 595$$

Kondensatning quvur tashqi yuzasi bo'ylab oqish kuchlanishi:

$$W = G_{i.b} / (n \cdot \pi \cdot d_q) = 5,77 / (595 \cdot 3,14 \cdot 0,038) = 0,0813 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}$$

Kondensat qatlami uchun Reynol'ds mezoni

$$Re_{pl} = 4W / \mu = 4 \cdot 0,0813 / (0,251 \cdot 10^{-3}) = 1295,6$$

Bu yerda $\mu = 0,251 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ – suvning $t_k = 112,7^\circ \text{C}$ temperaturadagi dinamik qovushqoqligi.

Plyonka (qatlam) ning keltirilgan qalinligi:

$$S_{pl} = [(\mu)^2 / (\rho^2 \cdot g)]^{0,33} = [(0,251 \cdot 10^{-3})^2 / (988,5^2 \cdot 9,81)]^{0,33} = 0,215 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Bu yerda $\rho = 988,5 \text{ kg/m}^3$ – suvning kondensatsiya temperaturasi ($t = 112,7^\circ \text{C}$) dagi zichligi.

Nussel't mezoni:

$$Nu_{pl} = \frac{Re_{pl}}{\frac{6,25(Re_{pl} - 400)}{Pr^{0,33}} + C_k} = \frac{1295,6}{\frac{6,25(1295,6 - 400)}{1,56^{0,33}} + 1580} = 0,202$$

Bu yerda:

$Pr = 1,56$ – suv uchun $t_k = 112,7^\circ \text{C}$ temperaturada Prandtl mezoni;

$C = 1580 - t_k = 112,7^\circ \text{C}$ da suvning solishtirma issiqlik sig'imi.

Kondensatsiyalanayotgan suv bug'laridan quvur devoriga issiqlik berish koeffitsiyenti quyidagi formula orqali hisoblab topiladi:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_{pl} \cdot \lambda}{S_{pl}} = \frac{0,202 \cdot 0,685}{0,215 \cdot 10^{-4}} = 6435,8 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

16-mashg'ulot. Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Konstruktiv hisob. Isituvchi kameraning ichki diametri:

$$D_k = \sqrt{1,27 \sin \alpha t^2 n / \pi \cdot \psi} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,866 \cdot 595 \cdot 0,048^2}{3,14 \cdot 0,85}} = 1,676 \approx 1,8 \text{ m}$$

Sirkulyatsion quvurning ichki diametri:

$$D_i = \sqrt{(0,3 \div 0,6) d_i^2 \cdot n} = \sqrt{0,45 \cdot 0,034^2 \cdot 595} = 0,699 \text{ m} \approx 0,7 \text{ m}$$

Separator aylanmasining diametri ruxsat beriladigan kuchlanish va bug' bo'shlig'i hajmini aniqlaymiz.

Bug' bo'shlig'ining ruxsat beriladigan kuchlanishi:

$$W' = f_1 \cdot f_2 \cdot W'_{atm} = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1000 = 850 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{soat}$$

Bu yerda

$f_1 = 0,85$ – apparatdagi bosimga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent;

$f_2 = 1,0$ – eritma va bug' bo'shlig'i sathiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent;

$W'_{atm} = 1000 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{soat)}$ – tuz eritmaları uchun bosim $P = 0,1 \text{ MPa}$ bo'lganda ruxsat beriladigan bug' bo'shlig'i kuchlanishi.

Separator hajmi:

$$V_s = \frac{W}{W_1} = \frac{4,165 \cdot 3600}{850} = 17,64 \text{ m}^3$$

Separator aylanmasi diametri:

$$D_s = \sqrt{\frac{W \cdot V_b}{\omega \cdot 0,785}} = \sqrt{\frac{4,165 \cdot 7,977}{0,785 \cdot 4,4}} = 3,1 \text{ m} \approx 3,2 \text{ m}$$

Bu yerda

$\omega = 4,4 \text{ m/s}$ – bug'ning separatoridagi ruxsat beriladigan tezligi;

$V_b = 7,977 \text{ m}^3/\text{kg}$ – bosimning $P = 0,0196 \text{ MPa}$ qiymatida bug'ning solishtirma hajmi.

Separatoridagi bug'ning tezligini aniqlashtiramiz:

$$\omega_b = \sqrt{\frac{W \cdot V_b}{0,785 \cdot D_s^2}} = \sqrt{\frac{4,165 \cdot 7,977}{0,785 \cdot 3,2^2}} = 4,13 \text{ m/s}$$

Bug' bo'shlig'i balandligi:

$$H_s = \sqrt{\frac{V_s}{0,785 \cdot D_s^2}} = \sqrt{\frac{17,64}{0,785 \cdot 3,2^2}} = 2,2 \text{ m}$$

Isitish kamerasidan separatorga o'tadigan suv-bug' aralashmasining kirish quvuri diametri quyidagi nisbat orqali aniqlanadi:

$$D_k = \frac{D_s}{4} = \frac{3,2}{4} = 0,8 \text{ m}$$

Shtutser diametrini hisoblash:

Hisoblash uchun quyidagilarni qabul qilamiz:

- isituvchi bug' tezligi $\omega_{i.b} = 20 \text{ m/s}$;

- kondensat tezligi $\omega_k = 0,5 \text{ m/s}$;

- ikkilamchi bug' tezligi $\omega_{ik.b} = 50 \text{ m/s}$;

- eritma tezligi $\omega_{er} = 2 \text{ m/s}$;

- quyultirilgan eritma tezligi $\omega_{qe} = 0,5 \text{ m/s}$;

Ma'lumotnomalar to'plamidan quyidagilarni olamiz [4].

- bosim $P = 0,16 \text{ MPa}$ bo'lganda isituvchi bug' zichligi $\rho_{i.b} = 0,898 \text{ kg/m}^3$;

- bosim $P = 0,0196 \text{ MPa}$ bo'lganda ikkilamchi bug' zichligi

$\rho_{ik.b} = 0,128 \text{ kg/m}^3$;

- temperatura 60°S bo'lganda 10 % li eritma zichligi $\rho_{er} = 1022 \text{ kg/m}^3$;

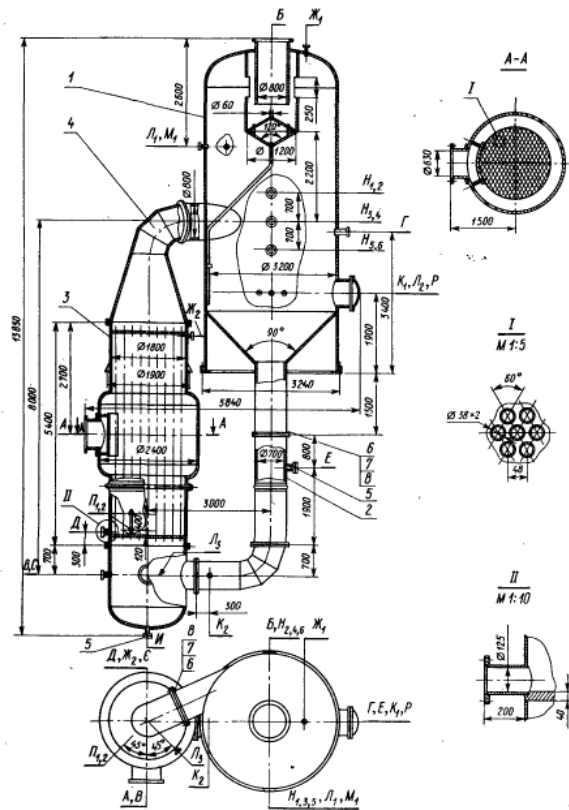
- temperatura $86,9^\circ\text{S}$ bo'lganda quyulashirilgan eritma zichligi

$\rho_{q.er} = 1215 \text{ kg/m}^3$;

- temperatura $112,7^\circ\text{S}$ bo'lganda kondensat zichligi $\rho_k = 938,5 \text{ kg/m}^3$;

Hisoblashlar bo'yicha quyidagi standart shtutserlarni tanlaymiz:

	D , mm
1. Isituvchi bug' uchun	600
2. Ikkilamchi bug' uchun	800
3. Eritma kirishi uchun	50
4. Eritma chiqishi uchun	50
5. Kondensat chiqishi uchun	125



16.4 – rasm. Bir korpusli bug'latkich

Issiqlik himoya qatlami qalinligini hisoblash

Bug'latish qurilmasi temperaturasi 20°S bo'lgan yopiq binoda joylashgan deb qabul qilamiz. Tashqi tomondan himoya qatlami temperaturasi 40°S ga teng deb qabul olamiz.

Issiqlik himoya materiali sifatida sovelitni tanlaymiz (85 % magnezin va 15 % asbestdan tashkil topgan). Sovelitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti

$$\lambda_{him} = 0,09 \text{ Vt}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

Issiqlik berish koeffitsiyenti

$$\alpha_{him} = 9,3 + 0,058 t_{tash} = 9,3 + 0,058 \cdot 40 = 11,6 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Himoya qatlami qalinligi

$$\delta_{him} = \frac{\lambda_{iz}(t_k - t_t)}{\alpha(t_t - t_h)} = \frac{0,09(112,7 - 40)}{11,6(40 - 20)} = 0,032 \text{ m}$$

17-mashg'ulot. Barometrik kondensatorni hisoblash

Sovituvchi suv sarfi

Sovituvchi suv sarfi issiqlik balansi tenglamasidan foydalanib aniqlanadi.

Bosimning qiymati $P = 0,0196 \text{ MPa}$ bo'lganda ikkilamchi bug' parametrlari:

$I_{i,b} = 2607 \text{ kJ/kg}$ – bug'ning solishtirma ental'piyasi;

$t = 59,7^\circ\text{S}$ – kondensatsiyalanish temperaturasi;

$W = 4,165 \text{ kg/s}$ – kondensat bo'yicha ish unumdorlik;

$t_{\text{suv}} = 12^\circ\text{S}$ – sovituvchi suv temperaturasi.

Sovituvchi suv va kondensat aralashmasining kondensatordan chiqishdagi temperaturasi kondensatsiyalanish temperaturasidan 5°S kam bo'lishini e'tiborga olsak

$$t_k = 59,7 - 5 = 54,7^\circ\text{S}$$

Shunday qilib sovituvchi agent sarfi

$$G_{\text{suv}} = \frac{W(I - C \cdot t_k)}{C(t_k - t_{\text{suv}})} = \frac{4,165(2607 \cdot 10^3 - 4,19 \cdot 10^3 \cdot 54,7)}{4,19 \cdot 10^3(54,7 - 12)} = 55,35 \text{ kg/s}$$

Barometrik kondensator diametri:

$$D_{b,k} = \sqrt{\frac{4 \cdot W \cdot V}{\pi \cdot \omega_b}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,165 \cdot 7,977}{3,14 \cdot 20}} = 1,440 \text{ m}$$

Bug'ning kondensatordagi tezligini $\omega_b = 15 \div 25 \text{ m/s}$ deb qabul qilamiz.

Tarmoq standartiga asosan barometrik kondensator diametri $D_{b,k} = 1600 \text{ mm}$ ga teng bo'ladi.

Barometrik quvur balandligini hisoblash

Tarmoq standarti bo'yicha barometrik quvur diametri $d_{b,t} = 300 \text{ mm}$ ga teng.

Barometrik quvurdagi suvning tezligi sarf tenglamasidan foydalanib topiladi:

$$\omega_{\text{suv}} = \frac{G_{\text{suv}} + W}{0,785 \cdot \rho_{\text{suv}} \cdot d_{b,t}} = \frac{55,35 + 4,165}{0,785 \cdot 985,4 \cdot 0,3} = 0,855 \text{ m/s}$$

Bu yerda

$\rho_{\text{suv}} = 985,4$ – suvning $54,7^\circ\text{S}$ temperaturadagi zichligi.

Barometrik kondensatorda vakuum miqdori:

$$B = P_{\text{atm}} - P_{b,t} = 1,013 \cdot 10^5 - 0,0195 \cdot 10^5 = 0,817 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlari:

- quvurga kirishda $\xi_{\text{kir}} = 0,5$;

- quvurdan chiqishda $\xi_{\text{chiq}} = 1,0$.

Ishqalanish koeffitsiyenti (λ) miqdori suyuqlikni oqish rejimiga bog'liq bo'lib, Reynol'ds mezonini orqali aniqlanadi:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_s \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,855 \cdot 0,3 \cdot 985,4}{0,509 \cdot 10^{-3}} = 496572$$

Silliqlik quvurlar uchun $Re = 496572$ ga teng bo'lsa ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,0133$ deb olinadi.

Barometrik quvur balandligi

$$\begin{aligned} H_{b,t} &= \frac{B}{\rho_s \cdot g} + \left(1 + \sum \xi + \lambda \frac{D_{b,k}}{d_{b,t}}\right) \frac{\omega^2}{2g} + 0,5 \\ &= \frac{0,817 \cdot 10^5}{985,4 \cdot 9,81} + \left(1 + 0,5 + 1,0 + 0,0133 \frac{1,6}{0,3}\right) \frac{0,855^2}{2 \cdot 9,81} + 0,5 \\ &= 10,3 \text{ m} \end{aligned}$$

18-mashg'ulot. Barometrik kondensatorni qo'shimcha qurilmalarini hisoblash.

Vakuum-nasos ish unumdorligini hisoblash

Vakuum-nasos ish unumdorligini hisoblash

Kondensatordan so'rib olinayotgan havo miqdorini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$G_h = 0,000025(W + G_s) + 0,01W$$

Bu yerda:

0,000025 – kondensat va sovituvchi suv tomonidan kondensatorga kiritilishi taxmin qilinadigan havo miqdori;

0,01 – havoni so'rish kattaligi.

$$G_h = 2,5 \cdot 10^{-4}(4,165 + 55,35) + 0,01 \cdot 4,165 = 0,043 \text{ kg/s}$$

Havo temperaturasi

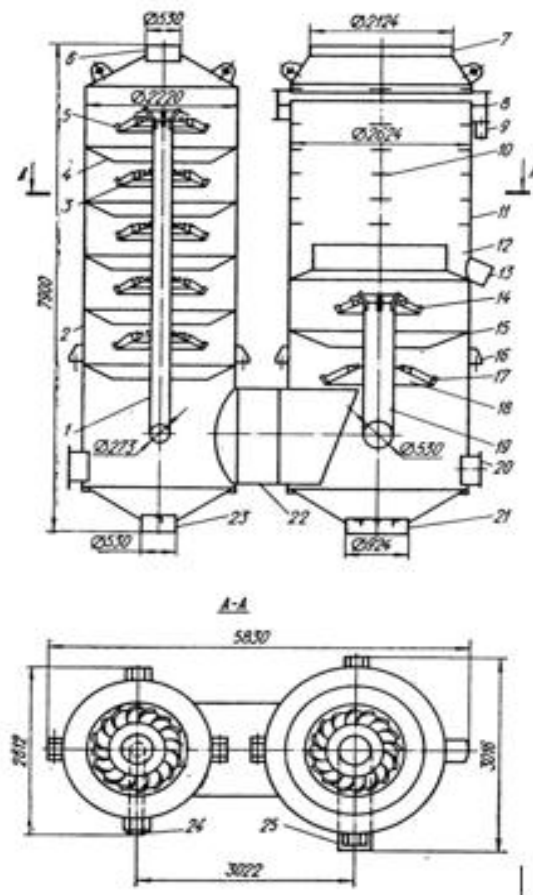
$$t_h = 12,0 + 4 + 0,1(54,7 - 12) = 20,3^\circ \text{C}$$

Barometrik kondensatordagi quruq havo partsial bosimi:

$$P_h = P_{b,k} - P_b = 0,196 \cdot 10^5 - 0,24 \cdot 10^4 = 0,172 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Bu yerda:

$P_b = 0,24 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ – havo temperaturasi $t_h = 20,3^\circ \text{C}$ bo'lganda quruq to'yingan bug' bosimi.



18.6 – rasm. Barometrik kondensator

Vakuum – nasosning hajmiy ish unumdorligi:

$$V_h = 287 \cdot t_h \cdot G_h / \rho_h = \frac{287(273 + 20,3) \cdot 0,043}{0,172 \cdot 10^5} = 0,210 \text{ m}^3/\text{s}$$

I l o v a l a r.

Xalqaro birliklar sistemasining asosiy, qo`shimcha va ba`zi muhim hosilaviy birliklari

1 - jadval

Kattalik nomi	Birliklar nomi	Birliklar belgisi (o`zbekcha)
Asosiy kattaliklar		
Uzunlik	metr	m
Massa	kilogramm	kg
Vaqt	sekund	s
Elektr toki kuchi	amper	A
Termodinamik temperatura	kelvin	K
Modda miqdori	mol	mol
Yorug`lik kuchi	kandela	kd
Qo`shimcha kattaliklar		
Yassi burchak	radian	rad
Fazoviy burchak	steradian	sr
Hosilaviy birliklar		
Yuza	metr kvadrat	m ²
Hajm, sig`im	metr kub	m ³
Tezlik	metr taqsim sekund	m/s
Tezlanish	metr taqsim sekund kvadrat	m/s ²
Burchak tezlik	radian taqsim sekund	rad/s
Burchak tezlanish	radian taqsim sekund kvadrat	rad/s ²
Zichlik	kilogramm taqsim metr kub	kg/m ³
Kuch	n`yuton	N
Bosim, mexanik kuchlanish	paskal	Pa
Kinematik qovushqoqlik	metr kvadrat taqsim sekund	m ² /s
Dinamik qovushqoqlik	paskal-sekund	Pa`s
Ish, energiya, issiqlik miqdori	joul	J
Quvvat	vatt	Vt
Entropiya	joul taqsim kelvin	J/K
Solishtirma issiqlik sig`im (issiqlik sig`im)	joul taqsim kilogramm- kelvin	J/(kg`K)
Issiqlik berish (issiqlik uzatish) koeffitsiyenti	vatt taqsim metr kvadrat-kelvin	Vt/(m ² K)
Issiqlik o`tkazuvchanlik	vatt taqsim metr-kelvin	Vt/(m`K)
Sirt taranglik	joul taqsim metr kvadrat	J/m ²
Diffuziya koeffitsiyenti	metr kvadrat taqsim sekund	m ² /s
Entalpiya	joul taqsim kilogramm	J/kg

Xalqaro birliklar sistemasida ishlatiladigan old qo`shimchalar va ularning ko`paytuvchilari 2 - jadvalda keltirilgan. 3 – jadvalda esa SI birliklari bilan ayrim eskirgan birliklar o`rtasidagi nisbatlarga misollar keltirilgan.

Old qo`shimchalar va ularning ko`paytuvchilari

2-jadval

Ko`paytuvchi	Old qo`shimcha		
	nomi	Belgisi	
		xalqaro	o`zbekcha
$1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{18}$	eksa	E	E
$1\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{15}$	peta	R	P
$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$	tera	T	T
$1\,000\,000\,000 = 10^9$	giga	G	G
$1\,000\,000 = 10^6$	mega	M	M
$1\,000 = 10^3$	kilo	K	K
$100 = 10^2$	gekto	h	g
$10 = 10^1$	deka	da	da
$0,1 = 10^{-1}$	desi	d	d
$0,01 = 10^{-2}$	santi	c	s
$0,001 = 10^{-3}$	milli	m	m
$0,000001 = 10^{-6}$	mikro	μ	mk
$0,000000001 = 10^{-9}$	nano	n	n
$0,000000000001 = 10^{-12}$	piko	p	p
$0,000000000000001 = 10^{-15}$	fermo	f	F
$0,000000000000000001 = 10^{-18}$	atto	a	a

Birliklar o`rtasidagi nisbatlar

3-jadval

Kattalik nomi	SI ga bino-an birligi	SI belgisiga o`tkazish koeffitsiyentlari
Uzunlik	m	$1\text{mkm} = 10^{-6}m$; $1A^0 = 10^{-10}m$
Og`irlik kuchi (og`irlik)	N	$1\text{kgk} = 9,8\text{ N}$; $1\text{din} = 10^{-5}\text{ N}$
Dinamik qovushqoqlik	$Pa \cdot s$	$1P (\text{puaz}) = 0,1Pa \cdot s$; $1sP = 10^{-3}Pa \cdot s$
Kinematik qovushqoqlik	m^2/s	$1\text{kgk} \cdot s/m^2 = 9,81\text{ Pa} \cdot s$ $1\text{st} (\text{stoks}) = 10^{-4}m^2/s$
Bosim	Pa	$1\text{din}/sm^2 = 0,1\text{ Pa} = 1\text{ at}$; $1\text{kgk}/m^2 = 9,81 \cdot 10^4\text{ Pa} = 735\text{ mm.sim.ust} = 10\text{ m.suv.ust}$ $1,01 \cdot 10^5\text{ Pa} = 760\text{ mm.sim.ust.} = 10,33\text{ m.suv.ust}$ $1\text{bar} = 10^5\text{ Pa}$
Quvvat	Vt	$1\text{kgk} \cdot m/s = 9,81\text{ Vt}$ $1\text{erg}/s = 10^{-7}\text{ Vt}$ $1\text{kcal}/\text{soat} = 1,163\text{ Vt}$
Zichlik	kg/m^3	$1\text{kgk} \cdot s^2/m^4 = 9,81\text{ kg}/m^3$ $1t/m^3 = 1\text{kg}/dm^3 = 1\text{gr}/sm^3 = 10^3\text{ kg}/m^3$
Solishtirma og`irlik	N/m^3	$1\text{kgk}/m^3 = 1,163\text{ N}/m^3$
Ish, energiya, issiqlik miqdori	J	$1\text{kgk} \cdot m = 9,81\text{ J}$ $1\text{erg} = 10^{-7}\text{ J}$ $1\text{kVt} \cdot s = 3,6 \cdot 10^6\text{ J}$ $1\text{kcal} = 4187\text{ J} = 4,19\text{ kJ}$
Solishtirma issiqlik sig`imi	$J/(kg \cdot K)$ $J/(kg \cdot S)$	$1\text{kcal} = 4187\text{ J} = 4,19\text{ kJ}/(kg \cdot K)$ $1\text{erg}/g \cdot K = 10^{-4}\text{ J}/(kg \cdot K)$
Issiqlik berish va o`tkazish koeffitsiyentlari	$Vt/(m^2 \cdot K)$ $Vt/(m^2 \cdot S)$	$1\text{kcal}/(m^2 \cdot \text{soat} \cdot ^\circ S) = 1,163\text{ Vt}/(m^2 \cdot K)$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti	$Vt/(m \cdot K)$ $Vt/(m \cdot S)$	$1 kkal/(m \cdot soat \cdot ^\circ S) = 1,163 Vt/(m \cdot K)$
Aylanish chastotasi	Gs	$1 s^{-1} = 1 Gs$ $1 ayl/s = 1 Gs$ $1 ayl/min = 1/60 Gs$
Solishtirma entalpiya	J/kg	$1 kkal/kg = 1 kal/g = 4,19 kJ/kg$

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and Systems, 4th edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 2015.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar. - Darslik. T.: Sharq, 2003. -644 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Uslubiy qo'llanma. T.: NISIM, 1999. - 351 b.
1. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
2. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. – М.: Химия, 1980. – 407с.
3. Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Щелкунов В.А., Круглов С.А. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки (краткий справочник). – М.: Нефть и газ, 1996. – 155 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
5. Рябов В.Д. Химия нефти и газа. – М.: Техника, 2004. – 287 с.
6. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 126 с.
7. Фукс И.Г., Холодов Б.П. Нефть, газ и продукты их переработки. – М.: Нефть и газ, 1994. – 163 с.
8. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и газа. – М.: Химия, 1999. – 568 с.
9. Николаев В.В., Бусыгина Н.В., Бусыгин И.Г. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа. – М.: Недра, 1998.–184 с.
10. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией Глаголевой О.Ф., Капустина В.М. – М.: Химия, Колосс, 2006. – 400 с.
11. Романков П.Г., Фролов В.Ф. Теплообменные процессы химической технологии. – Л.: Химия, 1982. – 288 с.
12. Salimov Z., Rahmonov T. Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunalari. I - qism. – T.: Cho'lpon, 2007. – 255 b.
13. Salimov Z. Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunalari.-T.:Aloqachi, 2010.- 508 b.
14. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq – ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash.T.:Tosh KTI, 2000.-231 b.

**TAJRIBA MASHG'ULOTLARNI BAJARISH BO'YICHA USLUBIY
KO'RSATMA.**

MUNDARIJA

Kirish	141
1 «Kimyoviy injinering jarayonlari va qurilmalari» fanidan tajriba ishlarini bajarishdagi texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganish va rasmiylashtirish.....	141
2 Suyuqliklarni oqish rejimlarini tajribada o'rganish	143
3 Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalarini o'rganish.	145
4 Cho'ktirish doimiylari va muhitning qarshilik koeffitsientini tajribada o'rganish.....	149
5 Qattiq donador maxsulot mavhum qaynash qatlamini tajribada o'rganish.....	151
6 Aralashtirish uchun sarf bo'lgan quvvatni tajribada o'rganish.....	154
7 Issiqlik almashinish jarayonini “truba ichida truba” tipidagi isitkichda o'rganish.....	156
8 Issiqlik almashinish jarayonini bir va ikki yo'lli isitgichda o'rganish.....	160
9 Bug'latish jarayonini bir korpusli vakuum bug'latuush tajriba qurilmasida o'rganish.....	163
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	167

KIRISH

Xalq xojaligining asosiy tarmoqlaridan biri bolgan kimyoviy texnologiya sanoati bugungi kunda tez rivojlanayotgan, yangi texnika va texnologiyalar joriy qilinib, mahsulot assortimenti va sifati talab va ehtiyojdan kelib chiqib yaxshilanib borayotgan soha hisoblanadi.

Kimyo sanoatini mutaxassis kadrlar bilan ta'minlashda shu yo'nalishdagi oily oquv yurtlariga katta mas'uliyat yuklangan. Chunki sanoatning intensiv rivojlanayotgan bu tarmog'ida zamonaviy texnika va texnologiyalarni boshqara oladigan kadrlarga bo'lgan ehtiyoj kun sayin oshib bormoqda. Bu yo'nalishda tahsil olayotgan talabalar uchun «Kimyoviy injinering jarayonlari va qurilmalari» fani asosiy fanlardan biri bo'lib, bu fan ularga o'z ixtisosliklarini chuqur egallashlariga, umummuhandislik fanlaridan olgan bilimlarini mustahkamlashga hamda texnologik jihozlardan unumli foydalanish usullarini o'rganishlariga ko'maklashadi.

Kimyoviy usulda maxsulot ishlab chiqarish korxonalarida turli texnologik jarayonlar amalga oshiriladi. Texnologik jarayonlar ichida gidromexanik, mexanik, issiqlik, modda almashinish va elektrofizik jarayonlar ham asosiy o'rinni egallaydi. Chunki ushbu soha korxonalarining barchasida suyuqlik gaz va qattiq moddalarni bir joydan ikkinchi joyga uzatish turli jinsli gaz va suyuqlik aralashmalarni ajratish, qattiq moddalarni maydalash, saralash jarayonlarini uchratish mumkin.

Bu kurs kimyo texnologiyasining nazariy asosi bo'lib, jarayonlarni tahlil qilish va hisoblashga, optimal parametrlarni aniqlashga, jarayonlar borishi uchun apparatlar loyihasini ishlab chiqishga imkon beradi. Bunda laboratoriya sharoitidagi jarayonlar va qurilmalardan sanoat miqyosiga masshtabli o'tishning qonuniyatlari o'rganiladi. Ushbu qonuniyatlarni bilish kimyo texnologiyasida zamonaviy, ko'p tarmoqli sanoat jarayonlarini loyihalash va yaratish uchun zarurdir.

Talaba ushbu uslubiy korsatmadan foydalanish natijasida, ma'ruza darslarida olgan bilimini amaliy jihatdan mustahkamlashga muvaffaq bo'ladi.

1-mashg'ulot. «Kimyoviy injinering jarayonlari va qurilmalari» fanidan tajriba ishlarini bajarishdagi texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganish va rasmiylashtirish

Ishning maqsadi: Talabarga «Kimyoviy injinering jarayonlari va qurilmalari» fanidan tajriba mashg'ulotlarini bajarish jarayonida texnika xavfsizlik qoidalariga rioya qilishlari to'g'risidagi ko'nikmalarni hosil qilish va ularni texnika xavfsizlik qoidalarini bilan tanishtirilganliklari to'g'risida hujjatni rasmiylashtirish.

Umumiy tushuncha:

«Kimyoviy injinering jarayonlari va qurilmalari» laboratoriyasida ishlaganda quyidagi qoidalariga rioya qilish kerak.

1. Uskunalarini ishlatishdan oldin texnika xavfsizligi qoidalarini bilan tanishish.
2. Elektr toki bilan ishlaydigan priborlarda (texnika va elektr xavfsizligi qoidalarini bilan tanishish.
3. Laboratoriyada mehnat muhofazasi va yong'in xavfsizligi bo'yicha instruktsiyalar bilan tanishish.
4. Uskunalarini ishlash vaqtida ularni harakatlantiruvchi mexanizmni to'xtatish va chiqqan qayishlarini o'rnatish uchun qo'l, tayoq va boshqa jihozlarni qo'llash ta'qiqlanadi.
5. Uskunalarining ishlash vaqtida aylanadigan mexanizmlardan himoyaqobiqlarini olish va qo'yish ta'qiqlanadi.
6. Mashina va uskunalarini ishlash vaqtida aylanadigan va harakatlanadigan qismlarini tozalash, moylash va boltlarni tortish ta'qiqlanadi.
7. Laboratoriyadagi uskuna va asboblarni belgilanmagan boshqa maqsadlarda ishlatishga ruxsat berilmaydi.
8. Kimyoviy moddalar bilan ishlaganda tozalikka rioya qilish kerak. Moddalarni qo'lga tegishidan ehtiyot bo'lish kerak. Kimyoviy moddalar bilan ishlagan vaqtda qo'lni ko'z va betga tegizish, ovqat iste'mol qilish mumkin emas. Ishni tugatgandan keyin qo'lni sovun bilan yaxshilab yuvish kerak.
9. Yonuvchi va engil alanganuvchi moddalar (etil spirti, spirt, atseton va boshqalar) bilan ishlaganda ochiq olovdan foydalanish ta'qiqlanadi. Bu kimyoviy moddalarni isitgich qurilmalari yonida saqlash ta'qiqlanadi.

10. Zaharli va ishqorli moddalar bilan bog'liq bo'lgan ishlar havo tortuvchi shkaflarda bajariladi. O'zidan issiqlik chiqaradigan moddalarni aralashtirish uchun farforli yoki issiqlikka chidamli idishlar qo'llanadi.

11. Ishlatilgan ishqorli suyuqliklarni va organik yonadigan eritmalarini havo tortuvchi shkaflarda maxsus idishlarga qo'yiladi.

12. Simobli termometrlar bilan ishlaganda juda ehtiyot bo'lish kerak. Agar tajriba ishlarini bajarishda termometr sinib ketsa, simob darhol maxsus shlyotka bilan mis idishga yiqib olinishi, simob tekkan yuzaga (pol, stol va boshqalar) 20 % li temir xlori eritmasi bilan ishlov berilishi kerak.

13. Teri engil kuyganda yuviladi, keyin glitserin yoki vazelin surtish kerak. Agar terida kuchli kuyish sodir bo'lgan bo'lsa, kuygan joyni kaliy permanganatning konsentrlangan eritmasi bilan yuvish kerak, keyin kuyishga qarshi malham surtish kerak.

14. Kislotali kuyishda kuygan joyni ko'p miqdordagi suv bilan yuvish kerak, keyin kuchsiz iste'mol sodasi eritmasi bilan yuvish kerak.

Ishqorli kuyishda kuygan joyni suv bilan, keyin suyultirilgan sirka kislotasi bilan yuviladi.

15. Ko'zga ishqor yoki kislota kirganida ularni suv bilan yaxshilab yuvish kerak. Keyin suyultirilgan borli kislotali eritma bilan (agar ko'zga ishqor kirgan bo'lsa) yoki 1 % li bikarbonat eritmasi bilan (agar ko'zga kislota kirgan bo'lsa) artib, tezda vrachga murojat qilish kerak.

16. Yonuvchi suyuqliklar alanga olgan hollarda ularni isitishi uchun ishlatiladigan qizdirgichlarni butunlay o'chirish va alangani qum bilan ko'mish kerak. Katta alanga olov o'chirgich yordamida uchiriladi.

17. Agar kiyim olov olsa, kiyimi yonayotgan odamning ustiga xalat, junli odeyal va boshqa yopib bo'ladigan buyumlarni yopish kerak.

Tajriba ishining bajarilishiga qo'yiladigan talablar

Har bir tajriba ishini bajarishdan oldin talabalar mustaqil ravishda ko'rsatmada ko'rsatilgan adabiyot va ma'ruza konspekti yordamida ishga tayyorlanishi lozim. Bu shart talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlashga imkon beradi.

Tajriba ishini bajarishni boshlashdan oldin o'qituvchi talabaning darsga tayyorligini o'tgan darsni birma-bir so'rab chiqib tekshiradi. O'tgan tajriba ishini bajargan talabalargina keyingi ishni bajarishi mumkin.

Har bir ishni bajarishda ishga tayyorlanish uchun berilgan savollarga to'liq javob tayyorlash kerak.

Tajriba ishlarini bajarishda texnika xavfsizlik qoidalari bilan tanishganliklari to'g'risidagi hujjat quyidagi 1.1-jadvalda keltirilgan.

1.1-jadval

Texnika xavfsizlik qoidalari bilan tanishdim va tajriba mashg'ulotlarini o'tkazish davrida javobgarlikni o'z zimnamga ollaman:

T/r	Yo'riqnoma bilan tanishgan shaxs F.I.Sh.	Tanishgan sanasi	Tasdiqlovchi imzo
1			
2			
3			
...			

Yo'riqnoma bilan tanishtidim:

(F.I.O., sana, imzo)

Laboratoriya mudiri:

(F.I.O., sana, imzo)

Fanga berkitilgan laborant xodim

(F.I.O., sana, imzo)

2-mashg'ulot. Suyuqliklarni oqish rejimlarini tajribada o'rganish

Ishning maqsadi: Suyuqlikning oqim holatlarni tajribada kuzatish. Suyuqlikning oqimiga ta'sir qiladigan kattaliklarni o'rganish. Reynol'ds kriteriyasining qiymatlarini tajribada aniqlash.

Umumiy tushuncha

Ko'pchilik texnologik jarayonlar suyuqlik va gazlarning xarakati bilan bog'liq bo'lib, ularni hisoblashda, suyuqliklar va gazlarning oqish rejimlarini bilish kerak bo'ladi.

Aylana va boshqa shakldagi ko'ndalang kesim yuziga ega bo'lgan kanalda suyuqlik ikki xil, ya'ni laminar yoki to'liqsimon oqim rejimida harakat qiladi.

Suyuqlikning oqim rejimlarini birinchi bo'lib 1883 yilda ingliz fizigi O.Reynolds aniqladi. U rangli suyuqlik yordamida suyuqlikning ikki xil laminar va to'liqsimon xolatda oqishini tajriba qurilmasida ko'rsatib berdi.

Reynol'ds o'z tajribalari natijasida suyuqliklarning oqish xolatlarini aniqlaydigan quyidagi o'lchamsiz kompleks formulani keltirib chiqardi:

$$Re = \frac{v_{o'r} \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (2.1)$$

bu ifodada,

$v_{o'r}$ - oqayotgan suyuqlikning o'rtacha tezligi, m/s

d - suyuqlik oqimining diametri, m

ρ - oqayotgan suyuqlikning zichligi, kg/m³

μ - oqayotgan suyuqlikning dinamik qovushqoqligi, Pa · s.

Bu formula Reynol'ds kriteriyasi deb ataladi. Bu formulaning fizik ma'nosi xarakatlanayotgan suyuqlik qovushqoqligi bilan uni xarakatga keltirayotgan inertsia kuchlarini o'zaro nisbatini ko'rsatadi.

Suyuqliklarning xarakat xolati Reynol'ds kriteriyasining kritik qiymati Re_{kp} —bilan aniqlanadi. $Re_{kp} = 2320$ ga teng. Agar $Re \leq 2320$ bo'lsa, laminar oqim agar $Re \geq 2320$ bo'lsa to'liqsimon oqim bo'ladi.

Laminar oqim - qovushqoq suyuqliklarning tartibli oqimi bo'lib, suyuqlik qo'shni qatlamlarining o'zaro aralashib, u suyuqlik qo'shni qatlamlarining o'zaro aralashib ketmasligi bilan xarakterlanadi. Laminar oqim Reynol'ds soni $Re \leq Re_{kp}$ ni qanoatlantiruvchi qiymatlarda sodir bo'ladi.

Laminar oqim suyuqliklarni xarakat tezliklari kichik bo'lganda sodir bo'ladi, bu oqim beqaror bo'lib tasodifiy ta'sirlar ostida to'liqsimon oqimga aylanadi.

To'liqsimon oqim suyuqlik zarrachalarining murakkab traektoriyalari bo'yicha, turg'unlashmagan, tartibsiz oqimdir. To'liqsimon oqimda tezlik va bosim, oqimning har bir nuqtasida tartibsiz o'zgaradi. Bu oqimda suyuqliklar intensiv aralashadi.

To'liqsimon oqim laminar oqim turg'unligi yo'qolishi natijasida vujudga keladi va bunda Reynol'ds soni kritik qiymatdan katta bo'ladi. Bu oqim soni Reynolds soni $Re > Re_{kp}$ tengsizligini qanoatlantiruvchi qiymatlarda sodir bo'ladi.

Suyuqliklar harakatini dumaloq kesim yuzali trubalardan tashqari har xil kanallarda aniqlash uchun Re kriteriyasidagi diametr o'rniga ekvivalent diametr kattaligi ishlatiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$d_e = \frac{4 \cdot S}{P} \quad (2.2)$$

bu ifodada, S - suyuqlik oqimining ko'ndalang kesim yuzasi, m²; P - ho'llangan perimetr, m.

Suyuqlikning to'liqsimon oqim rejimi o'z navbatida ikki turga, ya'ni o'tish va turg'un to'liqsimon harakat rejimlariga bo'linadi. $Re = 2300 \div 10000$ chegarada o'zgarsa o'tish sohasi bo'lib, bunda bir vaqtning o'zida trubada ikki xil harakat mavjud bo'ladi, ya'ni tuba o'rtasida suyuqlik to'liqsimon devor yaqinida laminar harakatda bo'ladi. Bunga sabab, suyuqlik oqim tezligining tuba ko'ndalang kesimi bo'yicha bir xil taqsimlanmaganligidir.

$Re > 10000$ bo'lganda oqim turg'un to'liqsimon bo'ladi.

Tajriba o'tkaziladigan qurilmaning tuzilishi

Tajriba o'tkaziladigan qurilmaning tuzilishi 1.1 - rasmda ko'rsatilgan. Qurilma suyuqlik to'ldirilgan idish 1, shisha truba 2, suyuqlik sarfini o'zgartirish uchun mo'ljallangan jo'mrak 3 dan iborat. Suyuqlik temperaturasi o'lchash uchun termometr 8 o'rnatilgan. Rangli suyuqlik 4 idishdan 5 shlang orqali shisha truba ichiga uzatiladi. Shlangning uchiga naycha o'rnatilgan. Suyuqlik sarfini o'lchash uchun o'lchov stakani 9 dan foydalaniladi. Rangli suyuqlik 7 jumrak orkali rostlanadi.

Ishni bajarish tartibi:

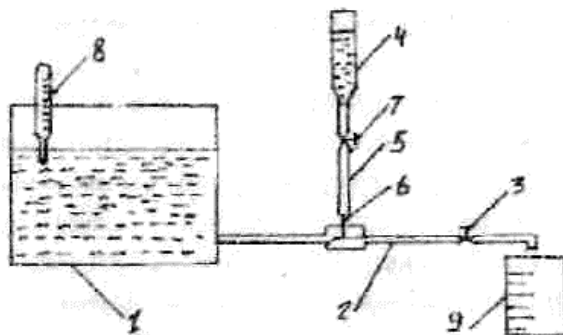
Tajribani boshlashdan oldin 1 - idishni suv bilan to'ldiriladi va imkoniyati bo'lsa tajriba davomida idishda suvning sathini bir xilda saqlab turish kerak, chunki idishdagi suv satxining o'zgarishi, suvning 2- trubadagi oqim tezligiga ta'sir qiladi. 3,7- jumraklarning holati hamda 4-idishdagi suyuqlikning holati ham tekshiriladi.

Tajriba ikki qismdan iborat. Tajribaning birinchi qismida suvning harakatini rostlab turuvchi jumrak 3, asta-sekin ochiladi. Suv oqimining tezligi kichik bo'lganda rangli suyuqlik suvga aralashmasdan to'g'ri chiziqli buylab gorizontal ip shaklida harakat qiladi. Bunda shisha truba 2 dan oqayotgan suv bilan rangli suyuqlikning tezligi bir xilda bo'ladi. Bunda laminar oqim bo'ladi.

Shundan so'ng rostlovchi, jumrak 3 ni ko'proq ochib suv oqimining tezligi kupaytiriladi, bunda rangli suyuqlik shisha truba buylab tulqinsimon harakat qilib suvning butun hajmga aralashadi. Bunda oqim tulqinsimon bo'ladi.

Tajribaning ikkinchi qismida, Reynol'ds kriterisining qiymatini aniqlash uchun, rostlovchi jumrak 3 yordamida suvning oqimi laminar holatiga keltiriladi va jumrakdan oqayotgan suvning miqdori, o'lchov kolbasi 9 yordamida o'lchanadi, kolba to'lishi uchun ketgan vaqt sekundomer bilan o'lchanadi, o'lchash 4-5 marotaba takrorlanadi. Xuddi shunday o'lchash tulqinsimon holat uchun ham takrorlanadi. Tajriba o'tkazishda suvning temperaturasi ham o'lchanadi.

O'lchov ishlari tugaganidan so'ng, rostlovchi kranlar bekitiladi va hisoblash ishlari bajariladi.



2.1- rasm. Tajriba qurilmasining sxemasi

1-idish, 2-shisha truba, 3,7-jumrak, siyox idish, 5-rezina shlang, 6-naycha, 8-termometr, 9- o'lchov idish.

Tajriba natijalarini hisoblash va hisobot tuzish.

Shisha truba 2 dan oqayotgan suvning harakat tezligi quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$v = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d} \quad \text{yoki} \quad v = \frac{V}{t \cdot S} \quad (2.3)$$

bu ifodada G - suvning massaviy sarfi, kg/s; d - shisha trubaning diametri; ρ - suvning zichligi, kg/m³; V- xajmiy sarf, m³/s; t- vaqt, s; S- ko'ndalang kesim yuza (shisha truba), m²

Suvning zichligi va qovushqoqligi ilovadagi 2.1-jadvaldan aniqlanadi. Fizik kattaliklar aniqlangandan so'ng Reynol'ds kriteriysining qiymati quyidagi ifodadan hisoblanadi.

$$Re = \frac{v_0 \cdot r \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (2.4)$$

Jadval 2.1

Kuzatish natijalari va hisoblashlar quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajriba	Suvning massaviy sarfi, G kg/s	Suvning temperaturasi, °C	Suv-ning qovushqoqligi, Pa.s	Suv-ning tezligi, m/s	Re	Oqim-ning holati

Отформатировано: Шрифт: 12 пт, английский (США)

Отформатировано: Шрифт: 12 пт, английский (США)

Отформатировано: Шрифт: 12 пт, английский (США)

Tajriba natijalari asosida Reynol'ds kriteriysi bilan suvning oqish tezligi Re - ν o'rtasidagi bog'linishi ifodalovchi grafik chizilib, bu grafikdan, suvning kritik tezligi ν aniqlanadi.

Takrorlash uchun savollar.

- 1.Qanday oqim laminar oqim deb aytiladi?
- 2.Truboprivoddan oqayotgan suyuqlik tezligi qanday topiladi?
- 3.Qanday oqim to'liqsimon oqim deb aytiladi?
- 4.Qanday kattaliklar suyuqliklarning oqim xolatlarini xarakterlaydi?
- 5.Reynol'ds kriteriysi deb nimaga aytiladi, uning o'lchov birligi?
- 6.Reynol'ds kriteriysining kritik qiymati tug'ri va dumaloq trubalarda qanday bo'ladi?
- 7.Reynol'ds kriteriysining qaysi - qiymatlarida, suyuqlik oqimi o'tish holatidan to'liqsimon holatga o'tadi?
- 8.Tajriba o'tkazish tartibini tushuntirib bering.
- 9.Suyuklikning qovushqoqligi deb nimaga aytiladi?

3-mashg'ulot. Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalarini o'rganish.

Ishning maqsadi: Markazdan qochma nasos ishlash prinsipini o'rganish. Nasosning ishchi xarakteristikalarini tajriba qurilmasida o'rganish.

Umumiy tushuncha:

Suyuqlikni uzatish. Suyuqliklarni uzatish uchun mo'jallangan mashinalar (qurilmalar) **nasoslar** deyiladi. Trubaning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi trubalarda suyuqlikning oqishi uchun harakatlanuvchi kuchni soblanadi. Suyuqlik oqimining trubalardagi harakatlantiruvchi kuchi gidravlik mashinalar yoki nasoslar orqali hosil qilinadi. Nasos elektrdvigateldan mexanik energiyaolib, unisuyuqlik xarakatining oqim energiyasiga aylantirib, bosimini oshiradi.

Nasoslar iqtisodiyotning barcha sohalarida: kimyo, mashinasozlikda, metallurgiyada, oziq - ovqat sanoatida, erishlarini gidromexanizatsiyalashtirishda va ko'pchilik boshqa tarmoqlarda kengqo'llaniladi.

Nasoslarning turlari va asosiy parametrlari. Nasoslar asosan ikkiturga: dinamik va hajmiy nasoslarga bo'linadi.

Dinamik nasoslarda suyuqlik tashqikuch ta'sirida harakatga keltiriladi. Nasos ichidagi suyuqlik nasosga kirish va undan chiqish trubalari bilan uzluksiz bog'langan bo'ladi. Suyuqlikka ta'sir qiladigan kuchning turiga ko'ra, dinamik nasoslar parrakli va ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan nasoslarga bo'linadi.

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

Ishqalanish kuchiga asoslangan nasoslar ikkixil (uyurmaviy va oqimli) bo'ladi. Uyurmaviy va oqimli nasoslarda suyuqlik asosan ishqalanish kuchi ta'sirida harakatga keladi.

Hajmiy nasoslarning ishlash printsipi suyuqlikning ma'lum bir hajmini yopiq kameradan itarib chiqarishga asoslangan. Hajmiy nasoslar jumlasiga porshenli, plunjerli, diafragmali, shesternyali, plastinali va vintsimon nasoslar kiradi.

Sanoatda suyuqliklarni siqilgan gaz (yoki havo) yordamida uzatish uchun *gazliftlar* va *montejyular* hamish latiladi.

Nasosning asosiy parametrlari. Nasoslardan foydalanishish unumdorligi, napor va quvvat kabi kattaliklar bilan belgilanadi.

Nasosning vaqt birligi ichida uzatib beradigan suyuqlik miqdori ish unumdorligi (yokisarfi) deyiladi ($Q, m^3/s$).

Nasosning massa birligiga egabo'lgan suyuqlikka bergan solishtirma energiyasi **napor** deb yuritiladi (N, m). Nasosning napori oqimning nasosga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng.

Suyuqlikka energiya berish uchun sarflangan nasosning foydali quvvati N_f suyuqlik sarfi miqdori $\gamma \cdot Q$ ning solishtirma foydali energiyaga ko'paytirilganiga teng:

$$N_f = \gamma \cdot Q \cdot H = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (3.1)$$

Nasosnin go'qidagi quvvati foydali quvvatdan kattaroq bo'ladi, chunki nasosda energiyaning bir qismi yo'qoladi. Energiyaning yo'qolishi nasosning foydali ish koeffitsienti (FIK) η_n bilan belgilanadi. Demak, nasosning o'qidagi quvvat quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N_e = \frac{N_f}{\eta_n} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_n} \quad (3.2)$$

Foydali ish koeffitsienti η_n nasosdagi quvvatning nisbiy yo'qolishini, nasosning mukammalligini va uni ishlatishning arzonligini ifodalaydi hamda quyidagi ko'paytma orqali topiladi:

$$\eta = \eta_v \cdot \eta_g \cdot \eta_m \quad (3.3)$$

Bu yerda η_v hajmiy FIK; η_g - gidravlik FIK; η_m - mexanik FIK.

Hajmiy FIK nasosning haqiqiy ish unumdorligining nazariy ishunumdorligiga nisbatiga teng bo'lib, nasos konstruksiyasining zich bo'lmagan joylaridan sizib chiqqan suyuqlikning miqdorini belgilaydi.

Gidravlik FIK suyuqlikning nasosdan o'tishida gidravlik va mahalliy qarshiliklarni engish uchun sarf bo'lgan naporning yo'qolishini ifodalaydi.

Mexanik FIK nasos mexanizmlaridagi ishqalanishni engishga sarflangan quvvatning yo'qolishini belgilaydi.

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat (yoki dvigatelning nominal quvvati) nasos o'qidagi quvvatdan ortiqroq bo'ladi, chunki quvvatning bir qismi elektrdvigatelning o'qida va elektrdvigateldan mexanik energiya nasosga berilayotganda sarf bo'ladi, ya'ni:

$$N_{gv} = \frac{N_e}{\eta_y \cdot \eta_{dv}} = \frac{N_f}{\eta_n \cdot \eta_y \cdot \eta_{dv}} \quad (3.4)$$

Ko'paytma $\eta_n \cdot \eta_y \cdot \eta_{dv}$ nasos qurilmasining to'la FIK deb yuritiladi va η bilan belgilanadi.

Nasos qurilmalarini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvat quyidagiga teng:

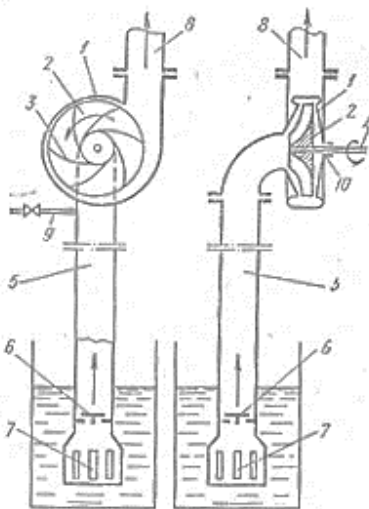
$$N_n = \beta \cdot N_{dv} \quad (3.5)$$

Bu yerda β - quvvatning ehtiyot koeffitsienti, bu koeffitsientning qiymati dvigatelning nominal quvvatiga nisbatan topiladi (8.1 - jadval)

3.1– jadval.

$N_{gdv,h} kVt$ 1 dan kam	1–5	5–50	50 dan ko'p	
β	2 – 1.5	1.5 – 1.2	1.2 – 1.15	1.1

Markazdan qochma tipdagi nasoslar. Markazdan qochma nasoslarda spiralsimon qobiq ichida parrakli ishg'ildirak joylashgan bo'ladi. Ish g'ildirakning aylanishida markazdan qochma kuch hosil bo'ladi. Bu kuch ta'sirida suyuqlikning so'rilishi va uni haydash bir me'yorda uzluksiz boradi. 3.1 – rasmda markazdan qochma nasos sxemasi ko'rsatilgan.



3.1-rasm. Markazdan qochma nasos. 1-spiralsimon qo'zg'almas kamera; 2- ish g'ildiragi; 3-parraklar; 4- bal; 5-so'ruvchi truba; 6-kirish klapani; 7-to'rtli filtr; 8- uzatuvchi truba; 9- suyuqlik quyiladigan truba; 10 – sal'nik.

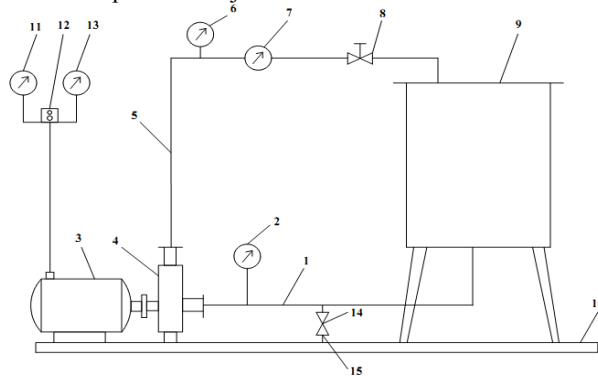
Nasos ishga tushirilishidan oldin so'rish trubasi, ish g'ildiragi va qobiq suyuqlik bilan to'ldiriladi. Shundan keyin dvigatel tok manbaiga ulanadi va ishg'ildiragi harakatga keltiriladi. Suyuqlik g'ildirak bilan birga aylanib, markazdan qochma kuch ta'sirida parraklar vositasida g'ildirakning markazidan chekkasiga o'tilib, spiralsimon qo'zg'almas kamerani to'ldiradi va haydash trubasi orqali balandlikka ko'tariladi. Bunda ish g'ildiragiga kirish oldida siyraklanish vujudga keladi. Suyuqlik atmosfera bosimi ta'sirida yig'gich rezervuardan kirish klapani orqali so'rish trubasidan nasos g'akirib, ish g'ildirakning markaziy qismini to'ldiradi hamda g'ildirakning chekkalariga chiqarib tashlanadi va hokazo. Shunday qilib, uzluksiz markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikning nasos orqali o'tadigan uzluksiz oqimi vujudga keladi.

Suyuqlikning ish g'ildiragi orqali oqib o'tishida dvigatelning mexanik energiyasi suyuqlik oqimi energiyasiga aylanadi. Bunda ishg'ildirakdan chiqish oldida suyuqlikning bosimi ortadi.

Tajriba qurilmasi bilan tanishish

Nasosning ishchi xarakteristikalarini o'rganishga mo'ljallangan tajriba qurilmasi quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan: so'rish quvuri (1), vakuummetr (2), elektrodvigatel (3), markazdan qochma nasos (4), tushurish trubkasi (5), manometr (6), sarf o'lchagich (7), ventillar (8, 14), suv uchun sig'im (9), asos (10), ampermetr (11), magnitli qo'shgich (12), voltmeter (13), sig'imdan suvni quyish uchun quvur (15) (3.2 rasm).

Tajriba qurilmasidan tashqari ishni bajarish uchun sekundomer kerak bo'ladi.



3.2. Tajriba qurilmasi sxemasi.

Tajriba o'tkazish metodikasi

Tajriba ishi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi.

1. Ishni boshlashdan avval barcha elektrik ulanmalarni to'g'ri amalga oshirilgani tekshiriladi. Agar elektrik ulanmalarda biror bir nuqson yoki xatolik kuzatilsa tajriba ishini bajarish uchun berkitilgan o'qituvchi yoki laborantga murojaat qilinib nuqson bartaraf etiladi.

2. Tajriba qurilmasining 9-sig'imi to'la nazorat qilinib, agar sig'im ichida qanaqadir detal yoki cho'kma kuzatilsa u ishni boshlashdan avval tozalanishi zarur. Bundan tashqari qurilmadagi 8-ventil to'la ochiq bo'lishi va 14-ventil esa to'la yopiq holatda bo'lishi ta'minlanishi shart.

3. 9-sig'im 0.75% ga suv bilan to'ldiriladi va sig'imdagi ulanmalar germetik maxkamlanganligi tekshiriladi. Agar tajriba qurilmasining biror nuqtasidan nuqson aniqlansa yoki suv tomchilayotgani kuzatilsa laborant yoki o'qituvchiga darhol xabar berilib bartaraf qilinadi.

4. 12-magnitli qo'shigich orqali nasos ishga tushiriladi.

5. Ventil 8 ning ochiq holatida vakuummetr 2 va manometr 6 ko'rsatkich qiymatlari yozib boriladi.

6. Sekundomer va 7-sarf o'lchagich orqali bir minutda o'rnatilgan diametrdagi quvur orqali oqib o'tgan suvning miqdori yozib boriladi, (m^3) o'lchov birligida.

7. Quyidagi tenglama orqali nasosning ish unumdorligi topiladi:

$$Q = V/60$$

8. Quyidagi tenglama orqali nasosning napori aniqlanadi:

$$H = \frac{P_m + P_v}{\rho \cdot g} + h$$

Bu yerda: P_m, P_v, ρ, g, h – mos holda manometr va vakuummetr ko'rsatkich qiymatlari (Pa), suvning zichligi (kg/m^3), erkin tushish tezlanishi (m/s^2), manometr va vakuummetrlarning vertikal oraliqdagi masofasi (m).

9. Nasosning talab qiladigan quvvati quyidagicha topiladi (kVt):

$$N_n = \frac{V' \cdot I}{1000}$$

Bu yerda V', I – voltmeter 13 va ampermetr 11 ko'rsatkichlari orqali aniqlanadigan tokning kuchlanishi va oqimi aniqlanadi.

10. Nasosning foydali ish koeffisienti quyidagicha tenglama orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot N_n}$$

11. 8 ventil orqali nasosning ish unumdorligi kamaytirilib 5-10 bo'limlarda keltirilgan ish bajarish ketma-ketligi orqali sinov o'tkaziladi. Bu bilan birga nasosning ish unumdorligi texnik jixatdan 0 ga teng bo'lgunga qadar qayta sinov o'tkaziladi va bu jarayon 10 martadan kam bo'lmagan miqdorda amalga oshiriladi.

12. O'lchangan va hisoblangan tajriba natijalari qiymatlari 3.2.jadvalda yozib boriladi:

jadval 3.2.

N_2	$K, m^3/s$	P_m, Pa	P_v, Pa	H, m	N, A	V', V	N_n, kVt	η

13. Jadval 3.2. orqali keltirilgan qiymatlardan nasosning ishchi xarakteristikasini tasvirolovchi egri chizig'i chiziladi – $\eta = f(Q), H = f(Q), N_n = f(Q)$ va ushbu grafiklar asosida nasosga ulangan quvurlar o'lchamlariga mos rasional ish unumdorligi hamda napori aniqlanadi.

Nazorat savollari:

1. Nasosning asosiy parametrlarini sanab o'ting.
2. Nasosning ish unumdorligini aniqlash qanday amalga oshiriladi?
3. Nasosning naporini aniqlash qanday amalga oshiriladi?
4. Nasosning foydali ish koeffisientini aniqlash qanday amalga oshiriladi?

4-mashg'ulot. Cho'ktirish doimiylari va muhitning qarshilik koeffitsientini tajribada o'rganish

Ishning maqsadi: Shar shaklidagi zarraning suyuq muhitda cho'kish nazariyasini o'rganish. Zarraning cho'kish tezligini tajribada aniqlash. Cho'ktirish asosiy tenglamasi doimiylari; shuningdek muhitning qarshilik koeffitsientini tajribada aniqlash.

Umumiy tushuncha

Cho'ktirish usuli suspenziya, emul'siya va changli gazlarni ajratish uchun ishlatiladi. Cho'ktirish jarayoni turli jinsli sistema tarkibidagi qattiq jism mayda zarrachalarining og'irlik kuchi ta'sirida apparat tubiga cho'kishiga asoslangan.

Cho'ktirish tezligini aniqlash uchun alohida olingan sharsimon zarrachaning suyuqlik muhitidagi muvozanat shartidan foydalanamiz. Muhitdagi zarrachaga og'irlik kuchi G , ko'tarish kuchi A , muhitning qarshilik kuchi R ta'sir qiladi. Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi og'irlik va ko'tarish kuchlari orasidagi farq, ya'ni zarraning suyuqlikdagi og'irligidir.

$$P = G - A = \frac{\pi \cdot d^3}{6} q(\rho_{k.z} - \rho_s) \quad (4.1)$$

bu erdagi d -zarra diametri, m; $(\rho_{k.z} - \rho_s)$ - mos ravishda qattiq jism zarrasi va suyuqlik zichliklari, kg/m³

Muhitning qarshiligi R - zarra harakat yunalishiga qarama-qarshi bo'lib, ishqalanish va inertsia kuchlaridan tashkil topgan.

Laminar oqimda ishqalanish kuchlari inertsia kuchlaridan katta bo'ladi. Stoks konuniga ko'ra, laminar rejim uchun:

$$R = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \mu \cdot \omega_r \quad (4.2)$$

Zarra dastlab tezroq cho'kadi, bir oz vaqtdan keyin harakatlantiruvchi kuch qarshilik kuchi bilan tenglashganda o'zgarmas tezlik bilan cho'ka boshlaydi. Shu o'zgarmas tezlik cho'kish tezligi deyiladi.

$P=R$ shartidan foydalanib cho'kish tezligini aniqlaymiz.

$$\frac{\pi \cdot d^3}{6} q(\rho_{k.z} - \rho_s) = 3\pi \cdot d \cdot \mu \cdot \omega_r \quad (4.3)$$

$$\omega_r = d^2 \cdot q(\rho_{k.z} - \rho_s) / (18 \cdot \mu) \quad (4.4)$$

Bu tenglama Stoks tenglamasi deyiladi va $Re < 2$ bo'lganda ishlatiladi.

Turbulent rejimda ($Re > 500$) inertsia kuchlari ishqalanish kuchlaridan ustun bo'ladi. Bu holda qarshilik kuchi N'yuton qonunidan topiladi.

$$R = \xi \cdot F \frac{\rho_s \cdot \omega_r^2}{2} \quad (4.5)$$

ξ - qarshilik koeffitsienti;

F - zarraning harakat yunalishiga perpendikulyar bo'lgan tekislikdagi proektsiya yuzasi.

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

$\xi = 18,5 / (Re)^{0,6}$ agar $2 < Re < 500$ bo'lsa.

Turbulent rejim uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$\frac{\pi d^3}{6} \cdot g(\rho_{k.z} - \rho_s) = \xi \cdot F \frac{\rho_{k.s} \cdot \omega_r^2}{2} \quad (4.6)$$

Bu erdan

$$\omega_r = 5,45 \sqrt{\frac{d \cdot (\rho_{k.z} - \rho_s)}{\rho_s}}$$

Sharsimon bo'lmagan zarralarning cho'kish tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega = \omega_r \cdot \phi \quad (4.7)$$

bu erda

ϕ - shakl koeffitsienti

$\phi = 0,77$ - dumaloq zarralar uchun:

$\phi = 0,43$ - Yapaloq zarralar uchun:

$\phi = 0,66$ - uchburchak shaklidagi zarralar uchun:

Ishlab chiqarishda cho'ktirish jarayoni ma'lum hajmda, qattiq zarralarning konsentratsiyasi katta bo'lganda olib boriladi. Bunda siqilgan holatdagi cho'kish yuz beradi. Siqilgan holatdagi cho'kish tezligi erkin cho'kish tezligidan kichik bo'ladi.

Cho'ktirish jarayoni cho'ktiruvchi va quyultiruvchi apparatlarda olib boriladi. Cho'ktiruvchi apparatlar davriy, uzluksiz va yarim uzluksiz rejimda ishlatiladigan apparatlarga bo'linadi. Uzluksiz ishlaydigan apparatlar bir yarusli, ikki yarusli va ko'p yarusli bo'ladi.

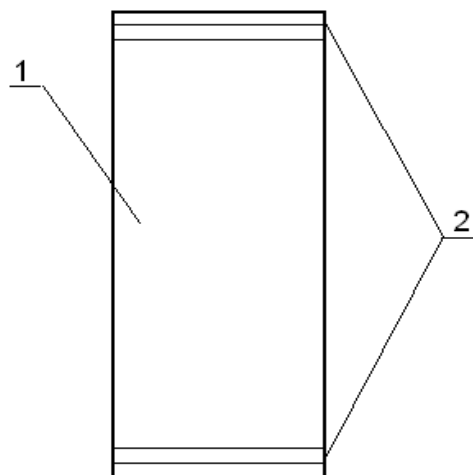
Tajriba qurilmasining tuzilishi.

Qurilmaning tuzilishi 4.1- rasmda ko'rsatilgan. U suyuqlik bilan to'ldirilgan shaffof tsilindr (1) dan iborat. TSilindrda cho'ktirishning boshlanishi va tugashini qayd qilish uchun belgilar (2) mavjud.

Sharining diametrini aniqlash uchun shtagentserkuldan foydalaniladi. Sharining massasi analitik tarozida aniqlanadi. Sharlar tsilindrning yuqori qismidan tushiriladi va tsilindrning pastki qismida yig'iladi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Tsilindrda uning yuqori belgisidan balandroq qilib suyuqlik qo'yiladi.
2. Suyuqlikning temperaturasi o'lchanadi. Agar suyuqlik uzoq vaqt davomida tsilindrda turgan bo'lsa, uning temperaturacini xona temperaturasiga teng deb olsa ham bo'ladi.
3. Har xil diametrli va turli materiallardan yasalgan sharlar tanlanadi. Ularning diametri mikrometr yoki shtagentsirkul bilan aniqlanadi, massasi analitik tarozida o'lchanadi.
4. Shar materiallarning zichligi hisoblanadi.
5. Shar tsilindrda tushiriladi va cho'kish davomiyligi ya'ni sharning yukori belgidan pastki belgigacha bo'lgan masofani o'tish vaqti aniqlanadi.
6. Har qaysi suyuqlik va shar uchun tajriba 5-6 marta takrorlanadi. O'lchash va hisoblash natijalari sinov jadvaliga kiritiladi.



4.1 – rasm. Tajriba qurilmasi. 1 – tsilindr, 2 – belgilar.

Tajriba natijalarinitahlil qilish.

1. Suyuqlikning o'lchangan temperaturadagi zichligi va dinamik qovushqoqlik koeffitsienti ilovadagi jadvaldan topiladi.
2. Shar materialining zichligi ilovadagijadvaldan topiladi.
3. Cho'kish tezligi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$v = \frac{H}{\tau} \quad (4.8)$$

N - belgilar orasidagi masofa, m;

τ - cho'kish vaqti, s;

4. Reynol'dc kriteriysi hisoblanadi; $Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho_s}{\mu}$ (4.9)

Jadval 4.1

Tajriba, №	Suyuqlik				Shar			N, m	t, s	V, m/s
	nomi	temperaturasi t, S	zichligi $\rho, \frac{kg}{m^3}$	Qovushqoqlik koefr, Pa.S	Materiali	zichligirk, $\frac{kg}{m^3}$	diametri d, mm			

-5. Cho'ktirishning kriterial tenglamasi logarifmlanadi:

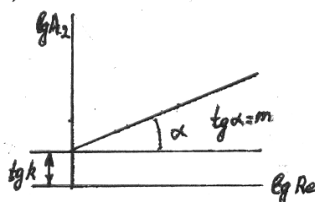
$$Re = KA_r^m$$

$$A_r = \frac{(\rho_{kz} - \rho_s) \cdot d^3 \cdot g \cdot \rho_s}{\mu^2}$$

(6.4.10)

$$\lg Re = \lg K + m \lg A_r$$

6. Hisob natijalari asosida $\lg A_r = f(\lg Re)$ grafigi ko'riladi. (6.4.2 rasm)



(6.4.2 rasm)

7. Grafikdan $\lg K$ va $m = tg \alpha$ ning qiymatlari topiladi. Keyin K hisoblanadi.

8. Suyuqlikning qarshilik koeffitsenti ξ aniqlanadi.

$$R_e^2 = \frac{3}{4} \xi A_r \quad (6.4.11)$$

Takrorlash uchun savollar

1. Cho'ktirgichlarda qanday kuchlar hisobiga cho'ktirish boradi.
2. Qanday holda zarra yuqoriga ko'tariladi?
3. Turli jinsli sistemalar nima va ular qanday sinflarga bo'linadi?
4. Qaysi holda turli jinsli sistemalarni cho'ktirish usuli bilan ajratib bo'lmaydi?
5. Nimaga zarra asosan- doimiy tezlik bilan cho'kadi?
6. Zarraning cho'kish tezligini aniqlashda nimaga asoslanib kuchlar muvozanati tenglamasidan foydalaniladi?
7. Nimaga qarshilik koeffitsientini oldindan hisoblay olmaymiz?

5-mashg'ulot. Qattiq donador maxsulot mavhum qaynash qatlamini tajribada o'rganish

Ishning maqsadi: Mavhum qaynash qatlamining holatlari va turlarini o'rganish. Mavhum qaynash qatlamining asosiy gidromexanik xarakteristikalarini (kritik tezlik, gidrodinamik qarshilik, bo'sh hajm)ni aniqlash.

Umumiy tushuncha

Hozirgi vaqtda kimyo sanoati turli sohalarida mavhum qaynash usuli keng qo'llanilmoqda. Issiqlik almashinish, quritish, adsorbtsiyalash kabi jarayonlarda. Bu usulning qo'llanilishi katta natijalar bermokda. Mavhum qaynash jarayonida fazalarning kontakt yuzasi katta bo'lishi tufayli jarayon bir necha marta tezlashadi. Natijada apparatning ish unumdorligi oshadi. Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi nisbatan kichik.

Mavhum qaynash ikki xil (bir jinsli va turli jinslar) ko'rinishda yuz beradi. Sanoatda asosan qattiq modda - gaz sistemasidagi turli jinsli ko'rinishdagi mavhum qaynash qatlami ko'proq ishlatiladi.

Donador zarrachalar mavhum qaynash qatlamini hosil qilish uchun sim - to'r bilan ikkiga ajratilgan ixtiyoriy shakldagi idishga to'r ustiga donador mahsulot solinadi va to'r orqali pastdan yuqoriga kichik tezlikda gaz yoki suyuqlik oqimi yuboriladi. Dastlab qatlam o'zgarmay qoladi. Oqim tezligi asta - sekin oshirib borilsa, tezlikning ma'lum qiymatida qatlamdagi mahsulot og'irligi oqimning gidrodinamik bosim kuchiga teng bo'lib qoladi, bu holda qattiq zarrachalar gidrodinamik muvozanat bo'lmaydi, qatlam mavhum qaynash holatini egallaydi, ya'ni qatlam xuddi qaynayotgandek ko'rinadi.

Qatlamning o'zgarmas holatidan mavhum qaynash holatiga o'tishiga to'g'ri keladigan muhitning oqim tezligi mavhum qaynashning boshlanish tezligi yoki birinchi kritik tezlik deyiladi. Agar oqim tezligini oshiraversak, tezlik mavhum qiymatga etgach gidrodinamik bosim kuchlari mahsulotning og'irlilik kuchidan oshib ketadi, natijada mahsulot zarralari oqim bilan birga chiqib keta boshlaydi. Shu holatga to'g'ri keluvchi tezlik chiqib ketish tezligi yoki ikkinchi kritik tezlik deyiladi. Shunday qilib, mavhum qaynash birinchi va ikkinchi kritik tezliklar o'rtasida yuz beradi.

Agar zarralar o'lchami kattalashib, apparatning diametri kichiklashsa va gazning tezligi oshsa o'zaro porshenli qatlam paydo bo'ladi.

Namligi yuqori bo'lgan qattiq mahsulot yoki o'lchami juda kichik mahsulot mavhum qaynash holatiga keltirilsa kanal hosil qiluvchi qatlam paydo bo'ladi.

Konussimon yoki konus - tsilindrsimon apparatlarda kanal hosil qiluvchi qatlam fontanli qatlamga aylanadi.

Tajriba qurilmasining tuzilishi.

Tajriba qurilmasining tuzilishi 5.1 - rasmda tasvirlangan. Qurilma ventilyator 1, vertikal holda joylashgan prizmasimon shisha idish 2 dan iborat. Havo sarfini o'zgartirish uchun ventillyatorning so'rish trubasiga erkin siljitish imkoni bo'lgan to'siq 3 o'rnatilgan. Material 4 ni ushlab turish uchun idishning ichiga sim to'r 5 o'rnatilgan.

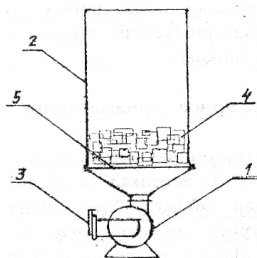
Ishni bajarish tartibi:

Sinovni boshlashdan oldin donador qatlamni tavsiflovchi kattaliklar 5.1. jadvalda qayd qilinadi: materialning massasi m (kg); uning zichligi ρ (kg/m³); zarraning o'rtacha o'lchami a (m); uskunaning ichki yuzasi S (m²).

So'ngra qurilmani ishga tayyorlashga kirishiladi. Birinchi navbatda ventillyator ishga tushiriladi. Havoning mavhum qaynash rejimiga mos keluvchi tezligi o'rnatiladi. Buning uchun anemometrda foydalaniladi. Mahsulot qatlamining balandligi o'lchanadi.

Havo tezligini anemometr yordamida o'lchash quyidagicha amalga oshiriladi: anemometr ko'rsatkichi (n) o'nlik, yuzlik va mingliklarda yozib olinadi. So'ngra sekundomerni ishga tushirish anemometrni gorizontol holatda havo oqimi yo'lida joylashtiriladi. Anemometrni havo oqimida 100 sekund ushlab turgach uchta tsiferblat bo'yicha uning ko'rsatkichi (n_2) yozib olinadi. Yilchash boshidagi va oxiridagi anemometr ko'rsatkichlari orasidagi farq aniqlanadi. Olingan farqni 100 sekunda bo'lib havo oqimining tezligi aniqlanadi, (m/s).

$$V_x = \frac{n_2 - n_1}{100} \quad (5.1)$$



5.1 - rasm. Tajriba qurilmasining tuzilishi.

1 - ventilyator, 2 - prizmasimon shisha idish, 3 - to'siq, 4 - donasimon material qatlami, 5 - sim to'r.

Ventilyator so'rish trubasidagi to'siqni ko'tarib havo sarfi, mos ravishda uning tezligi o'zgartiriladi. Shunday qilib havo sarfi va tezligining uch xil qiymatida sinov o'tkaziladi. O'lchash natijalari 5.1. jadvalga kiritiladi.

Mahsulot massasi - $m = 80$ gr
 zarraning o'rtacha o'lchami - $a = 2,5$ sm
 uskunaning ichki yuzasi - $S_{ap} = 0,06$ m
 zarraning zichligi - $\rho = 20 - 30$ kg/m³

Jadval 5.1

№	Havo oqimining tezligi v , m/s	Qatlam zichligi ρ kg/m ³	Material qatlami balandligi H , m

Tajriba natijalarini hisoblash.

1. Mavhum qaynash boshlanishiga mos keluvchi havo oqimi tezligi Lev formulasi bo'yicha aniqlanadi.

$$V = 9,35 \cdot 10^{-3} (a^{1,82} / \gamma^{0,88}) \left(\frac{\rho_z - \rho_x}{\rho_x} \right) \quad (5.2)$$

bu erda: a – zarraning o'rtacha o'lchami, m;

γ - havoning kinematik qovushqoqlik koeffitsienti, havo temperaturasiga bog'liq holda ma'lumotlar to'plamidan aniqlanadi, m²/s.

ρ_z - zarraning zichligi, kg/m³.

ρ_x - havoning zichligi, kg/m³.

2. Havoning sarfi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$G_x = V_x \cdot S_T \quad (5.3)$$

bu erda S_T - havo kirayotgan trubkaning ko'ndalang kesim yuzasi, m²;

3. Mavhum qaynash qatlamidagi bosimlar farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P_k = (\rho_3 - \rho_x) \cdot g(1 - \varepsilon) \cdot h \quad (5.4)$$

bu erda ε - qo'zg'almas qatlam bo'sh hajmi;

g - erkin tushish tezlanishi, m/s²;

h - mavhum qaynash qatlamining balandligi, m.

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_k}{\rho_z} \quad (5.5)$$

4. Havo oqimining ichidagi soxta tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_o = G_x / S_{an} \quad (5.6)$$

bu erda S_{an} - apparatning ko'ndalang kesim yuzasi, m².

5. Havo oqimining apparat ichidagi haqiqiy tezligi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\omega = \frac{\omega_o}{\varepsilon} \quad (5.7)$$

6. Qaynayotgan qatlamdagi zarralarning aralashish tezligini xarakterlovchimavhum qaynash soni quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{\omega}{v_{kp}} \quad (5.8)$$

Hisoblash natijalari 3.2 – jadvalga yoziladi.

Jadval 5.2.

№	Havoning sarfi G_x m ³ /s	Bo'sh hajm, ε	Bosimlar farqi ΔR_k Pa	Mavhum qaynash soni, N

Olingan natijalar bo'yicha $\Delta P_k = f(\omega)$ grafigi quriladi.

Takrorlash uchun savollar.

1. Mavhum qaynash qatlamining qanaqa holatlari mavjud?
2. Mavhum qaynash qatlami nima maqsadlarda foydalaniladi?

3. Mavhum qaynash tezligi tajribada qanday aniqlanadi?
4. Mavhum qaynash sonining fizik ma'nosi nima va u son qanday aniqlanadi?
5. Bo'sh hajm deb nimaga aytiladi va u qanday aniqlanadi?
6. Solishtirma yuza nima?

6-mashg'ulot. Aralashtirish uchun sarf bo'lgan quvvatni tajribada o'rganish

Ishning maqsadi: Aralashtirgichning ishlash printsipli va konstruktiv qismlari bilan tanishish. Aralashtirish organining aylanishlar soni turlicha bo'lganda, energiya sarfini aniqlash. Tajriba natijalarini umumlashtirish va hisoblash.

Umumiy tushuncha

Texnologik jaryonlarni amalga oshirish, gomogen sistemalar hosil qilish issiqlik va modda almashinish jarayonlarini tezlatish uchun suyuqlik muhitlarini aralashtirish keng qo'llaniladi. Suyuq fazalarni aralashtirish uch xil usulda amalga oshiriladi:

1. Mexanik usul – bu usulda aralashtirish mexanik kuch yordamida yakorli, parrakli, propellerli va turbinali aralashtirgichlarda amalga oshiriladi.

2. Pnevmatik usul – bu usulda aralashtirish siqilgan havo va inert gazni aralashtiriladigan suyuqlik katlamidan purkash yordamida amalga oshiriladi.

3. Nasos yordamida – bu usulda aralashtiriladigan suyuqlik, idishning ostki qismidan nasos yordamida olinib, ustki qismiga quyiladi.

Har qanday aralashtirgich qurilmasining ishi ikki xil kattalik bilan xarakterlanadi:

1. Aralashtirish samaradorligi.
2. Aralashtirish uchun sarf bulgan energiya miqdori.

Sanoatdagi turli jarayonlar uchun aralashtirish samaradorligi turlicha bo'ladi. Masalan, agar suspenziya tekshirilayotgan bo'lsa, aralashtirish samaradorligi qattiq modda zarrachalarining suyuqlikda bir xil tarqalish vaqti bilan belgilanadi.

Aralashtirish samaradorligi, aralashtirgich ishchi organining ma'lum bir vaqt ichidagi aylanishlari soni bilan ifodalanishi mumkin.

Ikkinchi muhim kattalik, bu aralashtirishda, aralashtirgichni aylantirish uchun sarf bulgan energiya miqdori yoki quvvatidir. Bu energiya aralashtiriladigan suyuqliklarning aralashtirgichning ishchi organiga ta'sir qilayotgan qarshiligini engishga sarf bo'ladi.

Gidrodinamika nuqtai nazaridan aralashtirishni xuddi suyuqlik oqimining xarakatidek qarash va shunga asoslanib uni quyidagi umumiy kriteriy orqali ifodalash mumkin:

$$E_u = f(Re, F_r, F_D, G_u, G_r) \quad (6.1)$$

bu erda

$E_r = \Delta R / (\rho \cdot \omega^2)$	- Eyler kriteriysi;
$Re = \omega \cdot d \cdot \rho / \mu$	- Reynol'ds kriteriysi;
$F_r = \omega^2 / (g \cdot d)$	- Frud kriteriysi;
$F_D = \frac{v}{d};$ $G_u = \frac{v}{d}; G_r = \frac{v}{d}$	-Geometrik o'xshashlik, bu o'xshashliklar aralash-tirish organining o'lchamlarini xarakterlaydi;

D – idishning diametri, m;

d – aralashtirish organining diametri, m;

v – aralashtirish organing qalinligi, m.

N – suyuqlik sathining balandligi, m

R – bosimning yuqolishi, Pa;

W – oqim harakatining o'rtacha tezligi, m/s;

μ - dinamik quvushqoqlik koeffitsienti, N.s/m;

g – erkin tushish tezlanishi; m/s²

Aralashtirgich uchun, geometrik o'lchamni xarakterlaydigan kattalik qilib aralashtirish organining diametri qabul qilingan. Aralashtirilayotgan suyuqlikning tezligini aniqlash juda ham murakkab, shuning uchun unga proporsional bo'lgan kattalik, aralashtirgichning ishchi organning aylanishlar soni qabul qilingan, bulardan tashqari bosimning yo'qolishi o'rniga sarf bo'lgan quvvat qabul qilingan. Bunda (6.1) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\frac{N}{\rho \cdot \pi \cdot d^2} = C \left(\frac{\rho \cdot \pi \cdot d^2}{\mu} \right)^m \cdot \left(\frac{v^2 \cdot d}{g} \right)^n \quad (6.2)$$

bu erda:

n – aylantirish organining aylanishlar soni, ayl/min;

N – aylantirish organi valining kuvvati, Vt.

Agar aralashtirilayotgan suyuqlik sathida voronka hosil bo'lmasa, aralashtirish organi suyuqlikka to'liqligicha cho'kkan bo'lsa, bunda og'irlik kuchining ta'siri kamayadi va uni hisobga olmasa bo'ladi. Unda (5.2) ifoda quyidagicha ko'rinishni oladi:

$$\frac{N}{\sigma \pi^2 d^2} = C \left(\frac{\sigma \pi d^2}{\mu} \right)^m \quad (6.3)$$

bu erda:

(C) va (m) – lar o'zgarmas sonlar bulib, tajribadan topiladi.

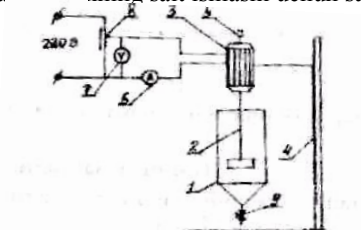
Tajriba o'tkaziladigan qurilmaning tuzilishi.

Tajriba o'tkazish qurilmasining tuzilishi, 8.1 – rasmda ko'rsatilgan. U aralashtirish kerak bo'lgan suyuqliklar solinadigan idish 1, parrakli aralashtirish organi 2, elektrodvigatel 3, tutkich 4, aylanishlar sonini o'lchaydigan taxometr 5, tok kuchini o'lchaydigan ampermetr 6, kuchlanishni o'lchaydigan vol'tmetr 7, elektrodvigatelga kelayotgan kuchlanishni o'zgartiradigan latr 8 va namuna olish uchun o'rnatilgan jumrak 9 dan tashkil topgan.

Ishni bajarish tartibi:

Sinovni boshlashdan oldin sinov qurilmasi va suyuqlikning asosiy parametrlari: idishning diametri D , suyuqlik qatlamining balandligi N , suyuqlikning zichligi ρ ; temperaturasi t ; dinamik qovushqoqlik ko'effitsienti μ ; aralashtirish organining aylanish diametri d , parrak kengligi b , parraklar soni aniqlanadi.

Parrakli aralashtirgich sinovi nazorat o'lchirv asboblari (vol'tmetr, ampermetr, taxometr)ni tekshirishdan boshlanadi. So'ngra ishchi organing berilgan aylanishlar sonida, idishda suyuqlik bo'lmaganda aralashtirgichning salt ishlashi uchun sarflanadigan energiya miqdori aniqlanadi.



6.1 – rasm. Tajriba qurilmasining sxemasi.

1 – idish, 2 – aralashtirgich, 3 – elektrodvigatel', 4 – shtativ, 5 – taxometr, 6 – ampermetr, 7 – vol'tmetr, 8 – latr, 9 – jo'mrak.

Buning uchun vol'tmetr va ampermetr yordamida kuchlanish va tok kuchining qiymati o'lchanadi. So'ngra quyidagi formula yordamida sarflanadigan quvvat hisoblanadi:

$$N = I \cdot U \quad (6.4)$$

Idish suv bilan to'ldirilib, uning temperaturasi o'lchanadi. Shu temperaturada ilovadagi jadvaldan suvning kerakli fizik kattaliklarning qiymatlari aniqlanadi.

Aralashtirgich ishga tushirilib, aralashtirish uchun sarf bo'ladigan quvvat miqdori aniqlanadi.

Aralashtirgichning turli aylanishlar sonida tajriba 5 marta takrorlanadi. Olingan natijalar 6.1 – jadvalda qayd qilib boriladi.

Jadval 6.1

Quvvat	Aylanishlar soni, min ⁻¹				
	1	2	3	4	5
Salt aylanishda Nc					
Suyuqlikni aralashtirishda, Nu					

Tajriba natijalarini hisoblash

Aralashtirish jarayoni uchun hisoblashning kriterial qonuniyati quyida formula bilan ifodalanadi.

$$E_v = C \cdot R \varepsilon^m \quad (6.5)$$

E_u va $R \varepsilon$ ning qiymati quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi.

$$E_u = \frac{N}{\sigma \cdot \pi \cdot d^2}; R \varepsilon = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \sigma}{\mu} \quad (6.6)$$

E_v va $R \varepsilon$ ning hisoblangan qiymatlari bo'yicha $\lg R \varepsilon$ ning $\lg E_u$ ga bog'liklik grafigi ko'riladi:

Ushbu grafik bo'yicha s va m larning kiymatlari aniqlanadi. (6.5) formulani logarifmlash to'g'ri chiziq tenglamasini beradi.

$$\lg E_u = \lg C + m \lg R \varepsilon \quad (6.7)$$

Daraja ko'rsatkich m qurilgan to'g'ri chiziqning gorizontal o'kga og'ish burchagining tangensiga teng.

Doimiy son s qurilgan to'g'ri chiziqning ordinata o'qi bilan kesishish nuqtasi koordinatasi bilan aniqlanadi.

Aralashtirgich validagi quvvat, quyidagicha topiladi.

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{dv} \cdot \eta_{uzat} \quad (6.8)$$

N_1 - vol'tmetr va ampermetrning ko'rsatkichlari bo'yicha hisoblangan quvvat, Vt ;

η_{dv} - elektrodvigatelning foydali ish koeffitsienti;

η_{uzat} - uzatmaning foydali ish koeffitsienti.

Tajriba va hisoblash natijalari 8.2 jadvalga yoziladi, so'ngra quvvatning ishchi organ aylanishlar soniga bog'liqligi haqida xulosa qilinadi.

Jadval 6.2.

N	n	η_{uz}	η_{dv}	I	V	N	E_i	$\lg E_i$	$R \varepsilon$	$\lg R \varepsilon$	$\lg C$	C	m

Takrorlash uchun savollar.

1. Aralashtirgichlar nima uchun qo'llaniladi?
2. Suyuqlikning qovushqoqligi aralashtirish uchun sarf bo'layotgan energiya miqdoriga qanday ta'sir qiladi?
3. Aralashtirish usullari.
4. Mexanik aralashtirgichlarning konstruktiv tuzilishi?
5. Aralashtirgichlarning ishini xarakterlaydigan kattaliklar?
6. Quvvat va Reynol'ds kriteriyalarini yozing.
7. Qaysi hollarda pnevmatik aralashtirish usuli qo'llaniladi?
8. Ishni bajarish tartibini tushuntirib bering.
9. Qaysi hollarda parrakli, yakorli va turbinali aralashtirgichlar qo'llaniladi?
10. Aralashtirish uchun sarflanadigan quvvatga qanday faktorlar ta'sir kursatadi.

7-mashg'ulot. Issiqlik almashinish jarayonini "truba ichida truba" tipidagi isitkichda o'rganish

Tajriba ishining maqsadi: Issiqlik almashinish qurilmasida issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlash. Issiqlik o'tkazish koeffitsientiga oqim rejimi ta'sirini aniqlash. Issiqlik almashinish qurilmasining uzunligi bo'yicha temperatura taqsimoti qonuniyatini tajriba yo'li bilan aniqlash.

Umumiy tushuncha

Issiqlik almashinish jarayonlari kimyo sanoati sanoatida asosiy jarayonlardan biri hisoblanadi. Chunki ushbu tarmoqlarning asosan hamma korxonalarida issiqlik almashinish apparatlari qo'llaniladi. Bu qurilmalar tuzilishi, ishlash printsipi va ularda jarayonning tashkil qilinishiga qarab bir nechta sinflarga bo'linadi. Ulardan biri "truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasidir.

Bu qurilma katta diametrli tashqi truba va konsentrik holda joylashgan ichki trubadan iborat. Bir-biri bilan issiqlik almashinayotgan muhitlarning birtasi ichki trubadan harakat qilsa, trubalararo bo'shliqdan esa ikkinchi muhit harakat qiladi. Issiqlik ichki trubaning devori orqali bir muhitdan ikkinchisiga o'tkaziladi. Ichki trubaning va trubalararo bo'shliqning ko'ndalang kesimlari kichik bo'lganligi sababli kichik sarflarda ham issiqlik tashuvchi agentlardan katta tezliklar bilan o'tkazish

mumkin. Shuning uchun bunday isitkichlarda yuqori ko'rsatkichli issiqlik o'tkazish koeffitsientiga erishish imkoniyati bo'ladi.

Qurilmaning massa birligiga to'g'ri keladigan issiqlik miqdori qobiq trubali, zmeyevikli va g'ilofli isitkichlarga nisbatan yuqori bo'ladi. Bundan tashqari issiqlik tashuvchi agentlarning tezligi katta bo'lgani uchun trubalarning yuzasida har xil iflosliklar hosil bo'lmaydi.

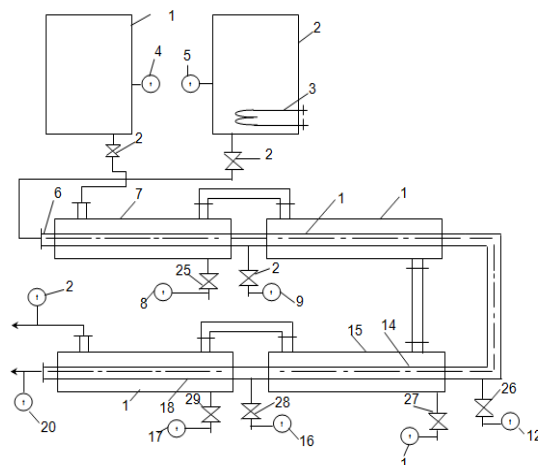
Bu qurilmaning konstruktiv tuzilishining soddaligi va tayyorlashning osonligi, sababli ishlab chiqarish hajmi kichik bo'lgan korxonalar uchun juda qulay hisoblanadi.

Tajriba qurilmasining tuzilishi

Issiqlik almashinishi jarayonini tadqiq qilish uchun tayyorlangan tajriba qurilmasi quyidagi qismlardan tuzilgan. (7.1 - rasm):

Tajriba qurilmasi ketma-ket ulangan to'rtta bir xil o'lchamdagi "truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish elementlaridan hamda issiq va sovuq sig'imlaridan iborat bo'lib, quyidagi qismlardan tashkil topgan:

1,2-mos holda sovuq va issiq suv sig'imlari; 3-elektrik isitgich; 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 20, 21 - suv temperaturasini o'lchash uchun termometrlar; 6, 10, 14, 18 - issiqlik almashinish elementlarining tashqi trubalari; 22, 23 - elementlarga issiq va sovuq suv uzatiladigan 24, 25, 26, 27, 28, 29 - issiqlik tashuvchilardan proba olish uchun ventillar.



7.1-rasm. Tajriba qurilmasining sxemasi

1,2-mos holda sovuq va issiq suv sig'imlari; 3-elektr isitgich; 4,5,8,9,12,13,16,17,20,21-suv temperaturasini o'lchash uchun termometrlar; 6,10, 14,18-issiqlik almashinish elementlarining ichki trubalari; 7, 11, 15, 19-issiqlik almashinish elementlarining tashqi trubalari; 22,23-elementlarga issiq va sovuq suv uzatiladigan ventillar; 24, 25, 26, 27,28,29-issiqlik tashuvchilardan proba olish uchun ventillar.

Ishni bajarish tartibi: "Truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasida jarayonni tadqiq qilish quyidagi tartibda olib boriladi:

1. Sovuq va issiq suv sig'imlari suv bilan to'ldiriladi.

2. Elektrik isitgich tok manbaiga ulanib, sig'imdagi suv 100° gacha isitiladi.

3. 22 va 23 ventillar ma'lum miqdorda ochilib oqimning laminar rejimini ($Re < 2320$) ta'minlaydigan suv sarfi o'rnatiladi. Bunda suv sarfi quyidagicha teng bo'lishi shart:

$$G_2 = \vartheta_2 \cdot S_2 \cdot \rho_2 \quad (7.1)$$

$$\vartheta_2 \leq (2320 \cdot \mu_2) / d_{2e} \cdot \rho_2 \quad (7.2)$$

$$d_e = D_{ich} - d_t \quad (7.3)$$

bu yerda: ϑ_2 - sovuq suvning trubalar orasidagi halqasimon bo'shliqdagi oqim tezligi, m/s;

$S_2 = \frac{\pi}{4} (D_{ich}^2 - d_t^2)$ - sovuq suvning halqasimon bo'shliqdagi oqimining ko'ndalang kesim yuzasi, m²;

ρ_2, μ_2 - sovuq suvning o'rtacha temperaturasi gacha mos keluvchi zichligi va dinamik qovushqoqlik koeffitsienti

Sovuq suv sarfi sekundomer va menzurka yordamida aniqlanadi:

$$G_2 = V_2 \cdot \rho_2 \quad (7.4)$$

$$V_2 = V' / \tau \quad (7.5)$$

bu yerda: V_2 - sovuq suvning hajmiy sarfi; m^3/s ;

$V' - \tau$ vaqt davomida menzurkaga yig'ilgan suv hajmi, m^3 .

Yuqoridagi tartibda issiq suvning ham sarfi o'rnatiladi.

4. Ma'lum vaqt oraliqlarida sovuq va issiq suv temperaturalarini o'lchab boriladi. Tajriba sovuq va issiq suvning isitkichdan chiqishidagi temperatura turlari o'zgarishsiz qolgungacha davom ettiriladi. O'lchash natijalari 7.1-jadvalga yozib boriladi.

7.1.-jadval.

№	G2 kg/ s	V2 m3/ s	Re	τ_{ts}	Termometrlar ko'rsatkichi 0S										G1 kg /s	K, $\frac{VT}{m^2 \cdot K}$	Kkr, $\frac{VT}{m^2 \cdot K}$
					4	5	8	9	12	13	16	17	20	21			

Tajriba natijalari asosida quyidagi hisob - kitoblar bajariladi:

A) Issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan issiqlik o'tkazish koeffitsienti aniqlanadi:

$$K = Q_1 / (F \cdot \Delta t_{or}), \text{ Vt/(m}^2 \text{ K)} \quad (7.6)$$

bu yerda: F - issiqlik almashinish yuzasi, m^2

$$F = \pi \cdot d_{or} \cdot l \quad (7.7)$$

d_{or} - ichki trubaning o'rtacha diametri, m ;

$$d_{or} = (d_i + d_t / 2)$$

d_i, d_t - ichki trubaning ichki va tashqi diametrlari, m ;

l - ichki trubaning issiqlik almashinish jarayonida qatnashayotgan uzunligi, m .

Δt_{or} - issiqlik almashinish jarayonining harakatlantiruvchi kuchi, $^{\circ}S$.

$$\Delta t_{or} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,31 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \quad (7.8)$$

Agar issiq va sovuq suv bir tomonga harakatlansa:

$$\Delta t_{1b_{2b_{\max}}} \Delta t_{1o_{2o_{\min}}}$$

Agar issiq va sovuq suv bir - biriga qarama - qarshi harakatlansa:

$$\Delta t_{1o_{2b}} \Delta t_{1b_{2o_{\min_{\max}}}}$$

Agar:

$$\Delta t_{\max} / \Delta t_{\min} < 2 \text{ bo'lsa, } \Delta t_{or} = \frac{\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min}}{2} \quad (7.9)$$

Q_1 - jarayonda issiq suvdan berilgan issiqlik miqdori, Vt :

$$Q_1 = 1,05 \cdot Q_2 = 1,05 \cdot G_2 \cdot s_2 (t_{2o} - t_{2b}) \quad (9.10)$$

s_2 - sovuq suvning o'rtacha temperaturasi gacha mos keluvchi solishtirma issiqlik sig'imi,

$J/(kg \cdot K)$.

B) Issiqlik o'tkazish koeffitsientining kriterial qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$K_{kr} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (7.11)$$

bu yerda α_1, α_2 - mos holda, issiq suvdan ichki trubaning ichki sirtiga va tashqi sirtidan sovuq suvga issiqlik berish koeffitsientlari, $Vt/(m^2 \cdot K)$

δ, λ - ichki tuba devori qalinligi (m) va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $Vt/(m \cdot K)$

Issiqlik berish koeffitsienti quyidagi kriterial tenglamadan hisoblanadi:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_1}{d_{1e}} \quad (7.12)$$

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_{2e}} \quad (7.13)$$

bu yerda: Nu_1, Nu_2 - issiq va sovuq suv oqimlari uchun Nuselt kriteriyasi bo'lib, uni hisoblash tenglamasining shakli Reynolds kriteriyasining qiymatidan bog'liq bo'ladi. Reynolds kriteriyasi quyidagi tenglamadan hisoblanadi:

$$Re_1 = \frac{\rho_1 \cdot \vartheta_1 \cdot d_{1e}}{\mu_1} \quad (7.14)$$

$$Re_2 = \frac{\rho_2 \cdot \vartheta_2 \cdot d_{2e}}{\mu_2} \quad (7.15)$$

bu yerda: $\rho_1, \mu_1, \lambda_1, \rho_2, \mu_2, \lambda_2$ - mos holda, issiq va sovuq suvning o'rtacha temperaturasiga mos keluvchi zichligi, dinamik qovushqoqlik va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

$d_{1e} = d_i$ - issiq suv oqimining ekvivalent diametri, m.

$\vartheta_1 = G_1 / (\rho_1 \cdot S_1)$ - issiq suvning ichki trubdagi oqim tezligi, m/s.

$S_1 = \pi \cdot d_i^2 / 4$ - issiq suv oqimining ko'ndalang kesimi yuzasi, m²

Sovuq va issiq suvning oqim rejimiga mos holda Nuselt kriteriyasi quyidagi tenglamalardan biri bilan hisoblanadi:

Agar $Re < 2320$ bo'lsa;

$$Nu = 0,74 \cdot (Re \cdot P_{ch})^{0,2} \cdot (Gr \cdot P_{ch})^{0,1}$$

Agar $2320 \leq Re < 10000$ bo'lsa $Nu = 0,08 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43}$

Agar $Re \geq 10000$ bo'lsa:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43}$$

bu yerda: Pr - Prandtl kriteriyasi

$$Pr = c \cdot \mu / \lambda \quad (7.16)$$

c, μ, λ - issiqlik berayotgan va qabul qilayotgan muhitlarning issiqlik sig'imi, dinamik qovushqoqlik va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Gr - Grasgof kriteriyasi

$$Gr = (g \cdot d_{ek}^3 / \nu^2) \beta \cdot \Delta t \quad (7.17)$$

bu yerda: g - erkin tushish tezlanishi, m/s²;

ν - muhitning kinematik qovushqoqligi,

$$\nu = \mu / \rho \quad (7.18)$$

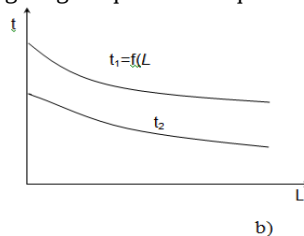
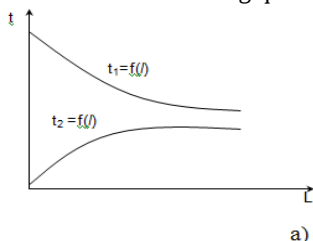
β - muhitning issiqlikdan kengayish koeffitsienti, K⁻¹

Δt - muhitning o'rtacha temperaturasi va devor temperaturasi orasidagi farq, °S

$$\Delta t = 2 \div 5^\circ C$$

Hisoblash natijalari 5.1 - jadvalga yoziladi.

V) Ikki uslub bilan hisoblab topilgan issiqlik o'tkazish koeffitsientining qiymatlari solishtirilib, o'lchash va hisob - kitoblarning qanday aniqlikda bajarilganligi haqida xulosa qilinadi.



7.2. – rasm. Issiqlik tashuvchilar temperaturasining qurilma uzunligi bo'yicha o'zgarishi.

a) issiqlik tashuvchilarning bir tomonlama harakatida; b) issiqlik tashuvchilarning qarama-qarshi yo'nalishdagi harakatida.

VI. Tajriba natijalari asosida issiq va sovuq suv temperaturasi qurilma uzunligi bo'yicha o'zgarish grafigi quriladi.

VII. Sovuq suv sarfi dastlab o'tish va so'ngra turbulent rejimni ta'minlaydigan darajada oshirilib tajriba takrorlanadi.

VIII. Sovuq suvning harakat yo'nalishi o'zgartirilib tajriba qayta bajariladi. Bu 9, 11 ventillarni yopish va 10, 12 kranlarni ochish bilan amalga oshiriladi.

Takrorlash uchun savollar.

1. "Truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining boshqa isitgichlarga nisbatan afzallik va kamchiliklarini ayting.

2. Issiqlik tashuvchining oqim rejimi issiqlik o'tkazish koeffitsientining qiymatiga qanday ta'sir qiladi?

3. Isitkich uzunligi bo'yicha temperatura tarqalishini aniqlashdan maqsad nima?

4. Issiqlik o'tkazish koeffitsientini hisoblashda qanday o'xshashlik kriteriyalaridan foydalaniladi?

5. Issiqlik almashinish jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi nima va u qanday topiladi?

6. Issiqlik uzatishning asosiy tenglamasini tushuntirib bering.

8-mashg'ulot. Issiqlik almashinish jarayonini bir va ikki yo'lli isitgichda o'rganish

Nazariy qism. Kimyo maxsulotlari qayta ishlash sanoati korxonalarida issiqlik almashinish jarayonlari juda keng tarqalgan jarayonlardan hisoblanadi. Moddalararo issiqlik almashinish ro'y beradigan agregatlar issiqlik almashinish qurilmalari deyiladi.

Issiqlik almashinish qurilmalari ishlash printsipiga ko'ra rekuperativ, regenerativ va aralashtiruvchi turlarga bo'linadi.

Rekuperativ (yoki sirtiy) issiqlik almashinish qurilmalarida issiqlik tashuvchilar devor bilan ajratilgan bo'lib, issiqlik shu devor orqali o'tkaziladi.

Regenerativ issiqlik almashinish qurilmalarida qattiq jismdan tashkil topgan birta yuza navbat bilan turli issiqlik tashuvchi agentlar bilan kontaktda bo'ladi, natijada bu jism bir issiqlik tashuvchidan olgan issiqligini ikkinchisiga beradi.

Aralashtiruvchi issiqlik almashinish qurilmalarida ikki issiqlik tashuvchi agent bir-biri bilan o'zaro kontaktda bo'ladi.

Sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari o'z navbatida qobiq - trubali, "truba ichida truba" tipidagi, zmeevikli, plastinali, g'ilofli, spiralsimon, qirrali va boshqa turlarga bo'linadi.

Qobiq-trubali qurilmalar eng keng tarqalgan issiqlik almashinish qurilmalari jumlasiga kiradi. Ushbu qurilmalarda issiqlik trubalar ichidagi oqimdan trubalararo bo'shliqdagi oqimga uzatiladi yoki aksincha.

Ushbu ishda yo'llar soni turli xil bo'lgan qobiq trubali qurilmalarda sovuq suvni qizdirilgan issiqlik tashuvchi yordamida isitish jarayoni o'rganiladi.

Issiqlik balansi va issiqlik uzatish tenglamalari asosiy hisoblash formulalari bo'lib hisoblanadi.

Suyuqlikni isitish yoki sovitishda issiqlik tashuvchining agregat holati o'zgarmasa, ya'ni gaz yoki suyuqlik issiqlik tashuvchi bo'lganda, issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$Q = G_1 \cdot s_1 (t_1^I - t_1^{II}) = G_2 \cdot s_2 (t_2^{II} - t_2^I) + Q_{sarf} \quad (8.1)$$

bu yerda G_1 va G_2 - mos holda «issiqlik» va «sovuq» issiqlik tashuvchilarning sarfi, kg/c;

s_1 .. s_2 - mos holda «issiqlik» va «sovuq» issiqlik tashuvchilarning solishtirma issiqlik sig'imi, ularning qiymati issiqlik tashuvchilarning o'rtacha temperaturasiga mos holda jadvaldan olinadi.

t_1^I, t_1^{II} - mos holda, «issiqlik» issiqlik tashuvchining boshlang'ich va oxirgi temperaturasi, °S;

t_2^I, t_2^{II} - mos holda, «sovuq» issiqlik tashuvchining boshlang'ich va oxirgi temperaturasi, °S;

Q_{sarf} - atrof muhitga sarf bo'lgan issiqlik miqdori.

Uzlaksiz jarayonlar uchun issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{o-r} \quad (8.2)$$

bu yerda: K - issiqlik o'tkazish koeffitsienti, Vt/(m² K);

F - qurilmaning issiqlik almashinish yuzasi, m²;

Δt_{o-r} - issiq va sovuq muhit temperaturalarining o'rtacha farqi, °S.

Issqlik o'tkazish ko'effitsienti issqlikning bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tish tezligini belgilovchi ko'effitsient bo'lib, vaqt birligi ichida ajratuvchi devorning 1 m² yuzasidan, muhitlar temperaturasi farqi 1 °S bo'lganda o'tkazilgan issqlik miqdorini bildiradi.

(8.2) formuladan ko'rinib turibdiki Q va Δt_{ur} ning bir xil qiymatlarida K ning qiymati oshishi bilan qurilmaning o'lchamlari, massasi, binobarin narxi kamayadi.

Dumaloq shaklga ega bo'lgan trubalar uchun issqlik o'tkazish ko'effitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{\lambda} \cdot 2,3 \lg \frac{d_1}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} \quad (8.3)$$

bu yerda: α_1 - issiq muhitdan isitish devoriga issqlik berish ko'effitsienti, Vt/(m².K);

α_2 - isitish devoridan sovuq muhitga issqlik berish ko'effitsienti, Vt/(m².K); λ - devor materialining issqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti Vt/(m.K);

d₁, d₂ - issiq va sovuq muhitlar tomonidan trubaning diametri, m.

Issqlik berish ko'effitsienti quyidagi ko'rinishidagi kriterial tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr) \quad (8.4)$$

bu yerda: Nu - Nusel't kriteriyasi $Nu = \alpha l / \lambda_m$

l - issqlik berayotgan yoki issqlikni qabul qilayotgan sirt uchun aniqlovchi geometrik o'lcham, m;

λ_m - issqlik berayotgan yoki qabul qilayotgan muhitning issqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti, Vt/(m.K);

Hisoblash formulasi issiq va sovuq muhitlarning oqish rejimlariga asoslanib tanlanadi:

- laminar rejimda ($Re < 2320$)

$$Nu = 0,7 (Re \cdot Pr)^{0,2} (Gr \cdot Pr)^{0,1} \quad (8.5)$$

- o'tish rejimida $2320 \leq Re \leq 10000$

$$Nu = 0,009 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43} \quad (8.6)$$

- turbulent rejimida $Re > 10000$

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad (1.7)$$

Prandtl kriteriyasi Pr suyuqliklarning fizik xossalarini xarakterlaydi:

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} = \frac{c \cdot \nu \cdot \rho}{\lambda} \quad (8.8)$$

bu yerda: β - suyuqlikning hajmiy kengayish ko'effitsienti, 1/K, $\beta = 1,82 \cdot 10^{-4} 1/K$; Δt - devor va suyuqlik temperaturasi farqi, °C, $\Delta t = 3 \div 5^\circ C$

Ishning maqsadi

1. Bir va ko'p yo'lli issqlik almashinish qurilmalarida issqlik almashinish jarayonini o'rganish.

2. Sinov natijalari bo'yicha issqlik o'tkazish ko'effitsientini aniqlash.

3. Bir va ko'p yo'lli issqlik almashinish qurilmalari ishining effektivligini solishtirish.

Tajriba qurilmasining tuzilishi

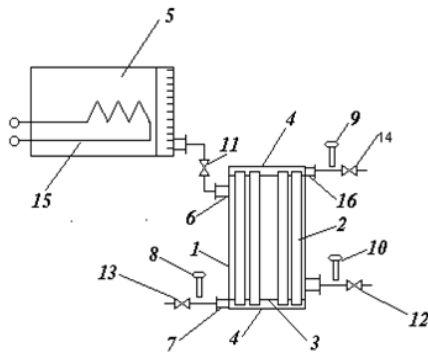
Bir yo'lli issqlik almashinish qurilmasi (8.1- rasm) silindrsimon qobiq (1) ichiga joylashgan trubalardan (2) iborat. Trubalarning uchi truba to'riga (3) mahkamlangan. Qurilma yuqorisi va pastidan qopqoqlar (4) bilan yopilgan. Trubalar ichidan oqayotgan sovuq suv bak (5)da qaynash temperaturasigacha qizdirilgan va shtuser (6) orqali qurilma trubalari orasidagi bo'shliqqa beriladigan issiq suv bilan qizdiriladi.

Vodoprovoddan kelayotgan sovuq suv qurilmaning pastki qismida shtuser (7) bilan berilib trubalar orqali yuqoriga harakatlanadi. Sovuq suvning temperaturasi termometr (8) yordamida o'lchanadi. Qurilmadan jo'mrak (12) orqali chiqarilayotgan issiq suvning temperaturasi termometr (10) yordamida o'lchanadi. Qurilmadan o'tayotgan sovuq va issiq suv sarfi (5) va (18) baklardagi o'lchov shkalalari yordamida aniqlanadi. Bu isitkichlarda suyuqlikning sarfi kam bo'lganda ularning trubalardagi tezligi kichik bo'lib, issqlik o'tkazish ko'effitsienti ham kichik qiymatga ega bo'ladi. Issqlik tashuvchilarning tezligini oshirish uchun ko'p yo'lli isitkichlar ishlatiladi.

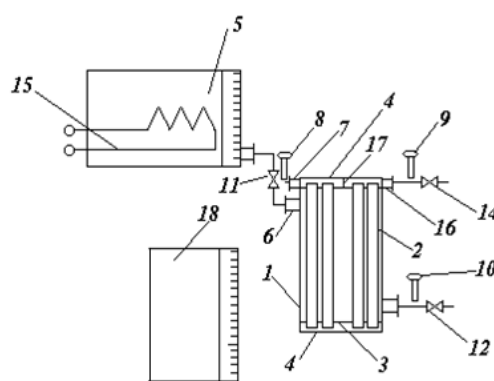
Ko'p yo'lli isitkichlarda trubalarni seksiyalarga bo'lish uchun isitkichning qopqog'i bilan truba to'rining orasiga ko'ndalang to'siqlar o'rnatiladi. Natijada yo'llar soniga proporsional ravishda oqim tezligi oshadi. Bu esa issiqlik berish va issiqlik o'tkazish koefitsientlarining oshishiga olib keladi.

Ikki yo'lli isitkichda (1,2-rasm) silindrsimon qobiq (1) ning truba to'rlari (3) orasiga to'rt dona truba (2) joylashtirilgan. Qobiq bilan truba to'ri orasiga to'siq (17) o'rnatish natijasida qurilma ikkita seksiyaga bo'lingan.

Vodoprovoddan kelayotgan sovuq suv qurilmaning birinchi seksiyasiga shtuser orqali kirib birinchi yo'lning trubalari orqali pastga tushib, ikkinchi seksiyaning trubalari orqali yana yuqoriga ko'tariladi va shtuser (16) orqali o'lchash idishi (18) ga tushadi.



8.1 - rasm. Bir yo'lli issiqlik almashinish qurilmasi.



8.2 - rasm. Ikki yo'lli issiqlik almashinish qurilmasi.

1 - isitgich qobig'i; 2 - ichki trubalar; 3 - truba to'ri; 4 - qopqog'; 5, 18- o'lchov shkalali baklar; 6, 7, 16 - shtuserlar; 8, 9, 10 - termometrlar; 11, 12, 13, 14 - jo'mraklar; 16 - elektr isitgich, 17 - to'siq.

Qaynagan suv bakdan trubalar orasidagi bo'shliqqa shtuser (6) orqali berilib jo'mrak (12) orqali qurilmadan chiqariladi.

Issiq va sovuq suvning temperaturalarini termometrlar (8,9 va 10) yordamida o'lchanadi.

Sinov o'tkazish uslubi.

Bir yo'lli va ikki yo'lli isitkichlarda suvning turli sarflarida uchtdan sinov o'tkaziladi.

Sinovni boshlashdan oldin qurilma ishga tayyorlanadi: Bakdagi suv isitkich yordamida qaynash temperaturasigacha qizdiriladi. Jo'mraklar (13 va 14) ochilib sovuq suvning sarfi o'rnatiladi.

So'ngra (11) jo'mrak ochilib qaynagan suv qurilmaga beriladi. Sovigan suv qurilmadan oqib chiqishi uchun jo'mrak (12) ochiladi. Sovuq suvning temperaturasi asta-sekin ko'tarila boshlaydi. Ma'lum vaqt o'tgach uning temperaturasi o'zgarmay qoladi. Bu holat isitkichda turg'un rejim boshlanishini tavsiflaydi.

So'ngra suv sarfi o'zgartirilib yana yuqoridagi tartibda ikkita sinov o'tkaziladi.

Shu tartibdagi sinov ikki yo'lli isitkichda ham o'tkaziladi.

Sinov natijalari 8.1 - jadvalda qayd qilinadi.

8.1.-jadval

Sinov t/r	Sinov boshlanganda n keyingi vaqt τ , c.	Sovuq suv			Issiq suv		
		Suvning sarfi	Boshlang'ich temperaturasi	Oxirgi temperatura	Suvning sarfi	Boshlang'ich temperatura	Oxirgi temperatura
Bir yo'lli isitgich							
1							

2							
3							
Ikki yo'lli isitgich							
1							
2							
3							

Sinov natijalarini hisoblash

1. Issiqlik almashinish qurilmasidagi suvning oqimi uchun Reynolds kriteriyasi aniqlandi:

$$Re = \frac{\vartheta \cdot d_{ekv}}{\nu} = \frac{\vartheta \cdot d_{ekv} \cdot \rho}{\mu} \quad (8.10)$$

ϑ - suvning isitkichdagi harakatlanish tezligi, m/s;

d_{ekv} - suv oqayotgan trubaning ekvivalent diametri, m;

μ - suvning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, Pa s;

ρ - suvning zichligi kg/m³

Suvning tezligi sarf tenglamasidan aniqlanadi

$$\vartheta = V/S \quad (8.11)$$

V - suvning hajmiy sarfi, m³/s;

$$V = V_{um}/\tau \quad (8.12)$$

V_{um} - τ vaqt davomida qurilmadan oqib o'tgan suv hajmi, m³.

Suv oqimining ko'ndalang kesim yuzasi;

issiqlik muhit uchun

$$S = \pi D^2/4 - (\pi d^2/4) \cdot n' \quad (8.13)$$

sovuq muhit uchun

$$S = (\pi \cdot d_u^2/4) \cdot n' \quad (8.14)$$

D - qurilmaning diametri, m;

dt - trubaning tashqi diametri, m;

d_i - trubaning ichki diametri, m;

n' - bir yo'ldagi trubalar soni

2. Reynolds kriteriyasining qiymatiga mos holda suvning qurilmadagi oqim rejimi aniqlanadi.

3. Oqim rejimiga mos holda Nuselt kriteriyasini hisoblash uchun (8.5), (8.6) yoki (8.7) formulalardan biri tanlanadi va u hisoblanadi.

4. Issiqlik berish koeffitsientlari aniqlanadi:

$$Nu = \alpha \cdot d_{ekv}/\lambda \quad (8.15)$$

5. (1.3) formula bo'yicha issiqlik o'tkazish koeffitsienti aniqlanadi.

6. Issiqlik o'tkazish koeffitsientining hisoblab topilgan qiymatlari bir-biri bilan solishtirilib, tegishli xulosa qilinadi.

O'z-o'zini tekshirish savollari:

Issiqlik almashinish qurilmalarining klassifikatsiyasini tushuntirib bering.

Issiqlik berish koeffitsientining fizik ma'nosi nima va uning qiymati nimalarga bog'liq?

Issiqlik o'tkazish koeffitsientining fizik ma'nosi nima?

Isitkichni ko'p yo'lli qilib yasashdan maqsad nima?

Issiqlik o'tkazish koeffitsientini hisoblashda qanday o'xshashlik kriteriyalaridan foydalaniladi?

Issiqlik almashinish jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi nima va u qanday topiladi?

Issiqlik uzatishning asosiy tenglamasini tushuntirib bering.

9-mashg'ulot. Bug'latish jarayonini bir korpusli vakuum bug'latuush tajriba qurilmasida o'rganish

Ishning maqsadi

1. Bir korpusli bug'latgichning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.

2. Vakuum bug'latgichning ish unumdorligini aniqlash.

3. Vakuum bug'latgichning issiqlik uzatish koeffitsientini aniqlash

Umumiy tushunchalar. Uchuvchan bo'lmagan moddalar eritmalarini, uning tarkibidagi erituvchini qaynatish paytida chiqarib yuborish yo'li bilan quyuqlashtirish jarayoni bug'latish deb yuritiladi. Agar bug'lanish jarayoni qaynash temperaturasidan past temperaturada suyuqlikning yuzasida ro'y bersa, bug'latish jarayonida bug' eritmaning butun hajmidan ajralib chiqadi.

Quyuqlashtirilgan eritmalar va bug'latish natijasida hosil bo'lgan qattiq moddalarni oson hamda arzon qayta ishlash, saqlash va boshqa joylarga jo'natish mumkin.

Bug'latish jarayonida isituvchi agent sifatida asosan suv bug'i ishlatiladi, bunday bug' birlamchi bug' deb yuritiladi. Qaynayotgan eritmadan ajralib chiqayotgan bug' ikkilamchi bug' deb ataladi. eritmani bug'latish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori devor orqali beriladi. Faqat ayrim hollarda eritmani quyuqlashtirish uchun kerak bo'lgan issiqlik tutun gazlari yoki boshqa gazsimon issiqlik tashuvchi agentlarning suyuqlik bilan o'zaro kontakti orqali beriladi.

Bug'latish jarayoni vakuum sharoitida, atmosfera va yuqori bosimda olib borilishi mumkin. Eritmalarning xossalari va ikkilamchi bug'ning issiqligidan foydalanish zaruratiga ko'ra yuqoridagi usullardan biri qo'llaniladi.

Vakuum sharoitida bug'latish bir qator afzalliklarga ega: jarayonni ancha past temperaturada olib borish mumkin, bu hol ayniqsa yuqori temperaturada parchalanib ketishi mumkin bo'lgan moddalar eritmalarini quyuqlashtirishda juda qo'l keladi. Bundan tashqari, bu usulda isituvchi agent va eritma temperaturasi o'rtasidagi foydali farq ko'payadi, bu esa qurilmaning isitish yuzasini kamaytirish imkoniyatini yaratadi; vakuum sharoitida bug'latish uchun nisbatan past parametrli (temperatura va bosim) isituvchi agentdan foydalanish mumkin. Bu usulda ikkilamchi bug'dan isituvchi agent sifatida foydalanish imkoni tug'iladi. Vakuum sharoitida bug'latish kamchiliklardan ham xoli emas: bu usulda bug'latish qurilmasining narxi oshadi; vakuum hosil qilish uchun kondensator, tomchi ushlagich va vakuum-nasoslar kerak bo'ladi, bundan tashqari, qurilmani ishlatish uchun zarur bo'lgan sarf ham ko'payadi.

Atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan bosimda bug'latishda hosil bo'lgan ikkilamchi bug'dan qaytadan bug'latish jarayonida hamda bug'latish bilan bog'liq bo'lmagan boshqa maqsadlarda foydalanish mumkin. Boshqa maqsadlar uchun foydalanilayotgan ikkilamchi bug' ekstra-bug' deb ataladi. Yuqori bosim bilan bug'latish jarayonida ekstra-bug'ni ajratib olib ishlatish vakuum sharoitida bug'latishga nisbatan issiqlikdan to'laroq foydalanish imkonini beradi. Yuqori bosim bilan bug'latish eritmaning qaynash temperaturasining ortishiga olib keladi. Bundan tashqari, yuqori bosim bilan bug'latishni amalga oshirish uchun yuqori temperaturali isituvchi agent kerak bo'ladi. Shu sababli bu usul yuqori temperaturaga chidamli moddalarning eritmalarini quyultirishda ishlatiladi.

Atmosfera bosimi sharoitida bug'latishda ikkilamchi bug' ishlatilmaydi, u atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bunday usul eng oddiy, ammo iqtisodiy jihatdan eng tejamisiz hisoblanadi.

Sanoatda bug'latish jarayoni bir va ko'p korpusli qurilmalarda amalga oshiriladi. Asosan ko'p korpusli, ya'ni bir necha korpusdan tashkil topgan bug'latish qurilmalari ishlatiladi. Ko'p korpusli qurilmalarning faqat birinchi korpusiga isituvchi (birlamchi) bug' beriladi, keyingi korpuslarini isitish uchun esa oldingi korpuslardan chiqqan ikkilamchi bug' ishlatiladi. Natijada isituvchi bug'ning umumiy sarfi kamayadi.

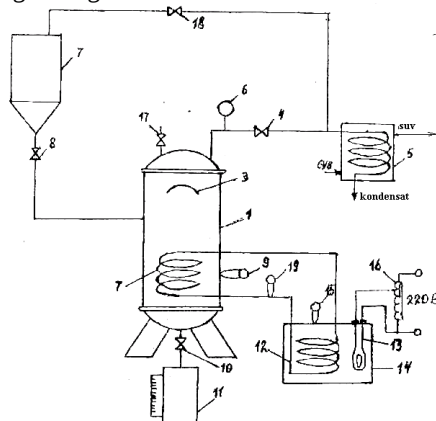
Ishlash rejimiga ko'ra bug'latish qurilmalari davriy va uzluksiz bo'ladi. Kichik masshtabdagi ishlab chiqarishlarda va ayrim vaqtda, eritmalarini yuqori konsentratsiyalargacha bug'latishda davriy ishlaydigan bug'latish qurilmalari qo'llaniladi. Sanoatda asosan uzluksiz ishlaydigan bug'latish qurilmalaridan foydalaniladi. Zamonaviy bug'latish qurilmalari ancha katta isitish yuzasiga ega, ba'zan bitta qurilmaning isitish yuzasi 2000 m² dan ortib ketadi.

Qurilmaning tuzilishi

Tadqiqotlar 9.1.-rasmda tasvirlangan qurilmada olib boriladi. Qurilma vakuum-bug'latgich (1) dan iborat bo'lib, uning ichida zmeevik shaklida tayyorlangan isitgich (2) joylashtirilgan. eritmadan ajralib chiqayotgan ikkilamchi bug'dan suyuqlik tomchilarini saqlab qolish uchun qurilmaning bug' separatori qismida tomchi ushlagich (3) joylashtirilgan. Bug'latgich ventil (4) yordamida zeevikli kondensator (5) bilan tutashtirilgan. Qurilmadagi ikkilamchi bug' bosimi vakuumometr (6) bilan o'lchanadi.

Bug'latiladigan eritma o'lchov idishi (7) va ventil (8) orqali bug'latgichga beriladi. eritmaning qurilmadagi temperaturasi termometr (9) yordamida nazorat qilib turiladi. Quyuqlashgan eritma ventil (10) orqali vakuum qurilmaga tutashgan o'lchov idishi (11) da to'planadi.

Issiqlik tashuvchi - kompressor moyi ichida zmeevik (12) va elektr issitgichi (13) boʻlgan idish (14) da 120-150 °S gacha isitiladi. Isituvchining temperaturasi rostdab turish uchun elektr isitgich latr (16) orqali tok manbaiga ulangan.



9.1-rasm. Tajriba qurilmasining sxemasi

Sinov oʻtkazish tartibi

Sinovni boshlashdan oldin isitkich (13) tok manbaiga ulanib, sistemadagi moy 120 - 150 °S gacha isitiladi. Moy temperaturasi termometr (15) va latr (16) yordamida rostdab turiladi. Soʻngra bugʻlatkichga eritma quyiladi. Buning uchun havo ventili (17) va (18) ochilib, ventili (10) yopiladi. Ventil (8) ochilib sekundomer ishga tushiriladi. Oʻlchov idishi (7) dan 10 l miqdordagi eritma oqib tushgach, sekundomer toʻxtatilib, ventel (8) yopiladi. Sinov bayoniga qurilmani toʻldirish vaqti yozib qoʻyiladi. Havo ventili (17) yopilib, ventili (4) ochiladi va sekundometr ishga tushiriladi. Vakuummetr koʻrsatkichi oʻzgarmay qolgach, sekundomer toʻxtatilib, sinov bayoniga siyraklanish qiymati yozib qoʻyiladi.

Eritmaning boshlangʻich temperaturasi, konsentratsiyasi, isitishni boshlash vaqti bayonda qayd qilib qoʻyiladi. Konsentratsiya areometr yordamida oʻlchanadi.

Eritma qaynash vaqtida quyidagilar bajariladi. Ikkinchi sekundomer yordamida isitish davomiyligi aniqlanadi. (eritmaning qaynash temperaturasi termometr 9 ning koʻrsatkichi oʻzgarmay qolganiga qarab aniqlanadi). Eritma qaynay boshlagach ikkilamchi bugʻning bosimi va moyning qurilmadan chiqishdagi temperaturasi qayd qilib boriladi (oʻlchashlar 1,5 soat davomida har 15 minutda oʻtkaziladi). Berilgan vaqt tugashi bilan ventili (4) yopilib, havo ventili (13) ochiladi.

Eritmani qurilmadan chiqarish uchun ventili (10) ochilib sekundomer ishga tushiriladi. Sinov bayonida qurilmani boʻshatish vaqti va oʻlchov idishi (11) dagi quyuqlashgan eritma miqdori yozib qoʻyiladi. Quyuqlashgan mahsulot konsentratsiyasini ariometr yordamida oʻlchab bayonda qayd qilib qoʻyiladi.

Sinov oʻtkazish bayoni

Dastlabki suyuq eritma miqdori, G_b kg

Eritmaning boshlangʻich temperaturasi, t_1 °C

Isitishni boshlanish vaqti

Quyuqlashgan eritma miqdori, G_o kg

Eritmaning boshlangʻich konsentratsiyasi, v_b

Eritmaning oxirgi konsentratsiyasi, v_o

Eritmaning qaynash temperaturasi, t_2 °C

ugʻlat tuldiril vaqti $\tau_{to'l}$	Isitish vaqti τ_{is}	Vakuum xosil qilish vaqti τ_{vaq}	Bugʻlati sh vaqti $\tau_{bug'l}$	Qurilmani boʻshatish vaqti $\tau_{bo'sh}$	Moyning qurilmadan chiqishdagi temper. t_{moy}^0 S	Moyning boshl. Temperaturasi t_{moy}^b °S
s	s	s	s	S	°S	°S

Sinov natijalarini hisoblash

Sinov natijalarini hisoblash bayonda qayd qilingan kattaliklar bo'yicha amalga oshiriladi.

Bug'latkichning ish unumdorligini aniqlash.

Ish siklining davomiyligi (soat) aniqlanadi.

$$\tau_s = \tau_{is} + \tau_{bug'l} + \tau_{vaq} + \tau_{to'l} + \tau_{bo'sh} \quad (9.1)$$

bu yerda τ_{is} , $\tau_{bug'l}$, τ_{vaq} , $\tau_{to'l}$, $\tau_{bo'sh}$ - mos ravishda qaynash temperaturasi-gacha isitish, bug'latish, siyraklanish hosil qilish, to'ldirish va bo'shatish vaqtlari.

Qurilma ish unumdorligi (dastlabki eritma bo'yicha kg/soatlarda)

$$G = \frac{V \cdot \rho}{\tau_s} \quad (9.2)$$

bu yerda: V - dastlabki eritma hajmi, m³

ρ - eritma zichligi (eritma temperaturasi va konsentratsiyasi bo'yicha ilovadan aniqlanadi), kg/m³.

Issiqlik o'tkazish koeffitsienti issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi:

$$K = \frac{Q_{um}}{F \cdot \Delta t_f} \quad (9.3)$$

bu yerda Q_{um} - issiqlik sarfi, Vt

F - issiqlik uzatish yuzasi, m²

Δt_f - foydali temperaturalar farqi, °C

Issiqlik sarfi eritmani qaynash temperaturasi-gacha isitish, bug'latish va atrof muhitga sarflanadigan issiqlik miqdorlarining yigindisidan iborat.

Eritmani qaynash temperaturasi-gacha isitish uchun issiqlik miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q_1 = G_b \cdot s \cdot (t_2 - t_1) \quad (9.4)$$

bu yerda G_b - dastlabki eritma miqdori

s - eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi, $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$

t_1 - eritmaning boshlang'ich temperaturasi, °C

t_2 - eritmaning qaynash temperaturasi, °C

Bug'latish uchun sarflangan issiqlik miqdori

$$Q_2 = W \cdot r \quad (9.5)$$

bu yerda W - bug'latishda ajralgan ikkilamchi bug'ning miqdori, kg

r - solishtirma bug' hosil bo'lish issiqligi, qurilmadagi bosimga ko'ra jadvaldan olinadi.

Qurilmadagi bosim vakuumetr ko'rsatkichiga ko'ra quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \frac{P_{bar} - V}{98071,7} = \frac{99991,5 - V}{98071,7} \quad (9.6)$$

Bug'latishda ajralgan ikkilamchi bug' miqdori moddiy balans tenglamasidan aniqlanadi:

$$W = G_b - G_0 \quad (9.7)$$

Atrof muhitga sarflangan issiqlik miqdori 2% ga teng. U holda umumiy issiqlik sarfi:

$$Q_{um} = 1,02(Q_1 + Q_2) \quad (9.8)$$

Temperaturalar farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta t_{ur} = t_{moy}^{ur} - t_2 \quad (9.9)$$

bu yerda t_{moy}^{ur} - moyning o'rtacha temperaturasi, °S, 15, 16 - termometrlar ko'rsatkichiga ko'ra aniqlanadi.

Issiqlik almashinish yuzasini aniqlash quyidagicha amalga oshiriladi:

$$F = \pi \cdot D_{ur} \cdot l \quad (9.10)$$

bu yerda D_{ur} - isituvchi moy harakatlanayotgan zmeyevikning o'rtacha diametri, m.

l - zmeyevik uzunligi, m.

Zmeyevikning o'rtacha diametri uning ichki va tashki diametrlarini shtangensirkul bilan o'lchab aniqlanadi.

Zmeyevik uzunligi quyidagicha aniqlanadi:

$$l = n \cdot l_{o'ram} \quad (9.11)$$

bu yerda: n - zmeyevik o`ramlarining soni;

$l_{o'ram}$ - bitta o`ram uzunligi, m.

$$l_{o'ram} = \pi \cdot D_{zm} \quad (9.12)$$

bu yerda D_{zm} - zmeyevik o`ramining diametri, m, (o`lchab olinadi).

O`z-o`zini tekshirish savollari:

1. Bug`latish jarayonining fizik mazmunini tushuntirib bering.
2. Bug`latish jarayoni nima maqsadda foydalaniladi?
3. Bug`latish jarayonida temperaturaning yo`qolishiga sabab nima?
4. Bug`latish jarayoni qanday sharoitlarda amalga oshiriladi?
5. Bug`latish qurilmalarida nima maqsadda korpuslar soni oshiriladi?
6. Birlamchi, ikkilamchi va ekstra bug`ning bir biridan farqi nimada?

Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati

1. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and Systems, 4th edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 2015.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar. - Darslik. T.: Sharq, 2003. -644 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Uslubiy qo`llanma. T.: NISIM, 1999. - 351 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov.U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. - Uslubiy qo`llanma. T.: Jahon, 200. - 231 b.
8. Z. Salimov. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. 1-tom. Toshkent, O`zbekistan, 1994. - 366 b.
9. Сокобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. - Учебник. М.: Недра, 2000.- 677 с.
10. Гелперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Учебник. М.: Химия, 1991. - й.1-2.- 810 с.
11. Г.Д Кавеский, А.В.Королев. Процессы и аппараты пищевых производств. - Учебник. Москва ВО М"Агропромиздат" 1991. -431 с.
12. Nurmuhamedov X.S., Gulyamova N.U va boshqa "Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar" fanidan uslubiy qo`llanma – Uslubiy qo`llanma. Toshkent 2012 - 152 b.
13. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9 изд. – М.: Химия, 2002
14. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технолог. 11 изд. – Л.: Химия, 2004
15. Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии. Под ред. П.Г.Романкова – Л.: Химия, 2005.
16. Дитнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Част II. Теоретические и тепловые процессы и аппараты: Учебник для вузов. М.: Химия,2002
17. Lauren Sittler, Dinu Ajikutira. Jump Start: Aspen HYSYS® V8.
18. Julie Levine, Glenn Dissinger. Jump Start: Aspen HYSYS®Dynamics V8.
19. Aspen HYSYS. Getting Started in Aspen HYSYS: A Quick Tutorial.

MUSTAQIL TA'LIMNI TASHKIL ETISHNING SHAKLI VA MAZMUNI.

Mustaqil ta'lim tashkil etishning shakli va mazmuni.

“Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari” fani bo'yicha talabani mustaqil ta'limi ushbu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, misol va masalalar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan misol va masalalarni yechadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni o'qib referatlar tayyorlaydi, hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mustaqil ta'lim natijalari baholanadi.

“Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari” fanidan mustaqil ish majmuasi fanning barcha mavzularini qamrab olgan va quyidagi 20 ta katta mavzu ko'rinishida shakllantirilgan.

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlanadi va uni taqdimoti tashkil qilinadi.

Talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Dars soatlari hajmi
1	Trubalardagi gidravlik qarshiliklar	5
2	Maxsulotni uzatish uchun mo'ljallangan zamonaviy maxsus nasoslar turlari	6
3	Suspenziya konsentratsiya si va zarrachalar shaklining cho'kish tezligiga ta'siri.	5
4	Ultrafiltratsiya jarayoni.	6
5	Filtrlash jarayonini intensivlash usullari.	6
6	Gazsimon TJS larni ajratish zamonaviy qurilmalari.	6
7	Gazsimon turli jinsli sistemalarni ajratish jarayonini intensivlash usullari.	6
8	Pastasimon maxsulotlarni aralashtirish jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari.	6
9	Konvektiv issiqlik almashinishda tajri-ba natijalariga asoslanib issiqlik berish koeffisientini aniqlash.	5
10	Erkin va majburiy konveksiya davrida issiqlik berish.	5
11	Zamonaviy kombinatsiya langan issiqlik almashinish qurilmari.	5
12	Atrof muhit temperaturasi dan past temperatura gacha sovutish jarayoni qurilmalari.	5
13	Zamonaviy bug'latish qurilmalari ning ishlash prinsiplari	5
14	Bug'latish jarayonlarining moddiy balansi	5
15	Bug'latish jarayonlariga ta'sir etuvchi omillar	5
16	Kimyo sanoatida ishlatiladigan zamonaviy bug'latish qurilmalari	5
17	Zamonaviy bug'latish apparatlarining afzalliklari	5
18	Zamonaviy sovitish apparatlarining effektivligi	5
19	Zamonaviy qurilalarga qo'yiladigan talablar	5
20	Qurilmalardagi gidrodinamik oqimlar strukturasi	4

Dasturning informasion uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo'llash nazarda tutilgan:

Ma'ruzalarga bajarishga bag'ishlangan mavzular zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsiya va elektron-didaktik texnologiyalaridan foydalanilgan holda o'tkaziladi.

**“KIMYOVIY INJINIRING JARAYONLARI VA QURILMALARI” FANIDAN
GLOSSARY**

GLOSSARY:

AGREGAT (lat. *aggrego* – ulayman) – 1) mashinaning to'la o'zaro almashinadigan va texnologik jarayonda ma'lum vazifani bajaradigan yiriklashgan (unifikatsiyalangan) elementi (masalan, elektrdvigatel, nasos). 2) birgalikda ishlaydigan bir qancha mashinalarning mexanik birikmasi.

AJRATGICH (s'yomnik) – mashina va agregatlarni qismlariga ajratish va yig'ish, ayrim detallarni ajratish va o'rnatishni tezlashtiradigan hamda osonlashtiradigan moslama.

ANKER BOLTI – poydevorga jihozni anker plitasi yordamida mahkamlaydigan bolt.

ARMATURA (lat. *armatura* – qurollanish, jihozlash) – asosiy jihozlarga kirmaydigan, lekin ularning normal ishlashi uchun zarur bo'lgan yordamchi, odatda, standart qurilma va detallar. Armaturaning quvurlarda ishlatiladigan (ventillar, zulfinlar va b.), elektrotexnik (shchitlar, patronlar, elektr mashinalarning ba'zi detallari, izolyatorlar mahkamlanadigan moslamalar va b.), temir-beton konstruksiyalar armaturasi va b. xillari bor.

ASBEST (yunon. *asbestos* – o'chmaydigan, susaymaydigan) – egiluvchi va yupqa (qalinligi 0,5 mkm gacha) tolalarga ajralish xususiyatiga ega bo'lgan tolasimon minerallar nomi. Asbestning issiqlik o'tkazuvchanligi juda past – 0,25 – 0,4 Wt/(m² K); t_e = 1550 °C rizotli asbest, asosan, asbest kartoni, fil'trlar, issiqlik izolyatsiya materiallari (to'qima, tormoz lentasi, tiqma, qistirma va b.) ishlab chiqarish uchun xizmat qiladi

BARABAN - mashina, mexanizm va apparatlarning silindr (ba'zan, konus) simon detali.

BLOK (ingl. *block*) - yuk ko'tarish mashinalarining gardishida zanjir, arqon tross yoki arqonlar uchun novi bo'lgan g'ildirak shaklidagi oddiy mexanizm. Mashina va mexanizmlarda kuch ta'siri yo'nalishini o'zgartirish qo'zg'almas blok, kuchdan yoki yo'ldan yuritish uchun qo'zg'aluvchan blok qo'llaniladi.

BOLT (nem. *bolt*) – mahkamlash detali. Odatda, olti qirrali yoki kvadrat kallakli tsilindrik sterjendan iborat bo'ladi; tanasining rez'bali qismiga gayka buraladi. Maxsus poydevor uchun mo'ljallangan ankerli boltlar ham ishlatiladi.

BOLTLI BIRIKMA – mashina detallarining bir yoki bir necha bolt va gaykali birikmasi.

VAL - bo'ylama o'qi bo'yicha burovchi moment uzatuvchi mashina detali; o'zi bg'n birga aylanayotgan boshqa detallarni tutib turadi, ular vositasida burovchi momentni qabul qiladi va uzatadi. Vazifasiga qarab, tishli g'ildirak, shkv yulduzchalar o'rnatilgan uzatish vallariga; uzatish detallaridan tashqari mashinaning ish organali (turbina g'ildiragi, krivoship) o'rnatilgan o'zak vallarga bo'linadi.

VENTIL (nem. *ventil* – *klapan*), trubalarda – trubalarning ma'lum qismlarini qo'shibg'ajratib turadigan, shuningdek trubada harakatlanuvchi suyuqlik, gaz yoki bug' berish miqdorini rostlaydigan berkitishg'ochish moslamasi.

VENTILYATOR (*Ventilo* – elpiyman) – xonalarni shamollatish, aeroaralashmalarni trubalardan uzatishda havo yoki boshqa gazlarni haydash uchun ortiqcha bosim hosil qiladigan qurilma.

VKLADISH - sirpanma podshipnikning almashinuvchi detali; unga aylanuvchi valning tsapfasi tiraladi. Odatda, vkladish bimetalldan yasaladi: yupqa anifriktsion qatlam po'lat yoki cho'yanga, muhim hollarda bronza asosiga eritib yopishtiriladi. Vkladish yaxlit yoki vtulkali (mas., shatuning porshen' kallagida), ikki va undan ortiq qismga qirqilgan bo'lishi mumkin.

VTULKA - mashinalarning o'q yo'nalishidagi (bo'ylama) teshikli tsilindrik yoki konus shaklli detali; unga tutashadigan detal' kiradi. Sirpanish podshipniklarida ishlatiladigan, mahkamlash (terbanish podshipniklari halqlari, val, o'qlarining tsilindrik qismlarida) va boshqa xillari bor.

GABARIT (fran. *gabarit*) – predmet, inshoot va qurilmalarning tashqi chegaraviy qiyofasi. Binolar inshootlar, qurilmalar va jihozlarning gabarit o'lchamlari bo'ladi.

GAYKA - rezbali birikma yoki vintil uzatmaning rez'bali teshigi bo'lgan detali. Bolt yoki shpil'kaga buralgan mahkamlash gaykasi boltli birikmani tashkil etadi, shakliga qarab gaykalar olti qirrali, dumaloq, tojli, quloqli (barashkali) va b.bo'ladi. Kuch vinti yoki yurish vinti bg'n juft hosil qiladigan gayka uzal konstruksiyasiga mos shakli va o'lchamlarda yasaladi. Ba'zi hollarda ikki qismdan iborat ajralma gaykalar ishlatiladi.

GAYKA KALITI – gayka va vintlarni burab kirgizish yoki chiqarish uchun ishlatiladigan dastaki asbob. Oddiy bir va ikki tomonli, yumaloq gaykalar uchun mo'ljallangan, jag'i

keriladigan, torets, parasimon, chegaraviy (taranglash kuchini cheklaydigan shaqildoq), dinamometrik va b.xillari bor. Ko'plab ishlab chiqarish sharoitida gayka buragich qo'llaniladi.

GIL'ZA (nem. *hulse*) – porshenli dvigatellarda blokkarterida, kompressorlarda o'rnatilib, almashtiriladigan tsilindrik quyilma; gil'za ichida porshen' harakatlanadi.

DVIGATEL – biror turdagi energiyani mexanik ishga aylantiruvchi mashina.

DEVOR – bino devori – asosiy to'suvchi konstruksiya; ko'taruvchi (nagruzka qabul qilish) vazifasini ham bajaradi. Ichki va tashqi: ko'taruvchi va ko'tarmaydigan (nagruzka tushmaydigan) xillarga bo'linadi. Ko'taruvchi va o'z og'irligini ko'taruvchi D.nagruzkani bevosita poydevoriga uzatadi; ko'tarmaydigan D.binoning boshqa konstruksiyalariga ko'ra d. yig'ma (yirik panelli yoki yirik blokli), yaxlit (ko'pincha, beton D.) va qo'lda terilgan xillarga bo'linadi.

DETAL - (fran. *detail*, aynan, *mufassallik*) – yig'ish operatsiyalarisiz bir jinsli materialdan tayyorlangan buyum. SHuningdek, himoya yoki bezak qoplamali yoxud bir bo'lak materialdan kavsharlab, elimlab, payvandlab tayyorlangan va boshqa buyumlar ham detal' deyiladi.

DETALLARNI BIRIKTIRISH – detallardan mexanizmlar, agregatlar, asboblari va b.yasash uchun ularni birg'biriga mahkamlash. Detallarning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas birikmalar bo'ladi. Qo'g'aluvchan birikmalar kinematik juftlarni hosil qiladi (mas., podshipnikdagi val, gaykadagi vant va ., b)Qo'zg'almas birikmalar ajraladigan (vintli, boltli birikmalar va b) va ajralmaydigan (presslab, payvandlab, parchinlab hosil qilingan birikmalar) xillarga bo'linadi.

DEFORMATSIYA (lat. *deformation* – o'zgarish) jism zarralarining nisbiy holati o'zgarishiga olib keluvchi tashqi kuchlar – isitish, sovutish., namlik va boshqa omillar ta'sirida jism (yoki jism qismlari)ning shakli yoki o'lchamlari o'zgarishi. Qattiq jismlar elastik deformatsiya (deformatsiyani vujudga keltirgan ta'sir bartaraf qilingandan keyin yo'qoladigan), plastik deformatsiya (yuklama olingandan keyin ham qoladigan) xillar bor. CHo'zilish, siqilish, siljish, buralish, egilish – deformatsiyaning eng oddiy turlari.

DISBALANS (fran. *disbalance*, lat dis buzish ma'nosini anglatuvchi old qo'shimcha va fran. aynan – tarozi), debalans mashinalarning aylanuvchi detallari o'qiga nisbatan muvozanatda bo'lmasligi. D.balasirlashda aniqlanadi va yo'qotiladi.

DREL (nem. *drillbohrer*) – metallar, yog'och va b.materiallarda teshik ochish uchun foydalaniladigan dastaki mashina.

DOMKRAT (goll. *dommekracht*) – yuklarni bir oz balandga (odatda, 2 m gacha) ko'taradigan statsionar, olib yuriladigan yoki ko'chma mexanizm. Reykali, vintli, pnevmatik, gidravlik xillari bor.

JILVIR QOG'OZ - donador abraziv materialli elastik qog'oz yoki mato polotno; metall detallarni tozalash; silqalash, yaltiratish, yog'och va b.sirtlarga jilo berish uchun ishlatiladi.

JILOLASH (nem. *polieren*, lat. *polio* – silliqalayman) – materiallar sirtiga oynaday silliq qilib ishlov berish (pardozlash).Metallar fetra yoki movutdan yasalgan, tez aylanuvchi yumshoq charxlar yoki sirtiga sayqallovchi pasta surkalgan, tez harakatlanuvchi lentalar b-n J.stanoklarida, shunindek abraziv suyuqlik bg'n ishlanadigan ustanovkalarda jilolanadi. Ba'zi hollarda elektroliz yordamida elektrolitik J.usuli qo'llaniladi. Yog'och materiallarning silliqlangan sirti rangsiz smola (politura) va yaltiratuvchi kg'ta yoki spirtida suyultirilgan vena ohangini surkab jilolanadi. Tosh (silliqlangandan keyin) sirtiga mayin kukun (mas.,qalay oksidi) sepib, namlangan charx bg'n ishqalab jilolanadi.

ZENKER (nem. *senker*) – metall, plastmassa va b.detallarda tsilindrik teshiklar zenkerlaydigan ko'p tig'li kesish asbobi. Tekis ochiq teshiklarga ishlov beradigan yassi zenker, pog'onali teshikiga ishlov beradigan zenker., yaxlit (monolit) va yig'ma (almashtiriladigan kesuvchi qismlar va korpusdan iborat), quyruqli va quyma zenkerlar bor.

ZICHLAGICH – suyuqlik bug' yoki gazniq detallar orasidagi tirqishdan sizib chiqishining oldini oluvchi yoki kamaytiruvchi, shuningdek detallar ichiga ifloslik, nam, chang va loy kirishidan saqlovchi rezinag'metall moslama. Qo'zg'aluvchi va qo'zg'amas detallar orasidagi germetiklikni ta'minlaydi. Qo'zg'aluvchan kontaktli (sal'nik, manjet va boshqa), qo'zg'almas kontaktli (turli qistirmalar, shnur, plastina va boshqa), kontaktsiz (masalan, labirintli – bir necha detal' orasiga qo'yiladigan) zichlagichlar bor.

ZOLOTNIK - Bug' mashinalari va turbinalari, pnevmatik mexanizmlari, pnevmatik mexanizmlar, gidroavtomatik sistemalari va boshqada issiqlik yoki mexanik protsesslarni boshqarish

sistemasining qo'zg'aluvchan elementi; 3.sirpanadigan sirtidagi teshiklarga nisbatan siljib, ish suyuqligi yoki gazi oqimini kerakli kanalga yo'naltiradi.

ZULFIN (zadvijka) – bug', suv magistrallari va boshqalarni berkitadigan qurilma.

IZOLYATSIYA (frants. *isolation* – ajralish, uzulish), elektrotexnikada – elektrotexnika qurilmalari qismlari orasida zarali elektr kontakt hosil bo'lishining oldini olish yoki truba va boshqa issiqlik yoki sovuqlik tashuvchi moslamalarni himoyalash usuli.

KLAPAN (nem. *Klappe* – qopqon, to'siq) – mashinalar va truboprovodlarda gaz, bug' yoki suyuqlik sarfini boshqaradigan detal' yoxud qurilma. Klapan truborovodlar, texnologik apparatlar, issiqlik energetikasi ustanovkalari va boshqalarni germetik berkitish armaturasi sifatida ham qo'llaniladi.

KORPUS (lat. *corpus* – tana, yaxlit narsa) – mashina detali; odatda, mashinaning barcha asosiy mexanizmlarini ko'taradigan asosi, negizi hisoblanadi.

KRONSHTEYN (nem. *Kragstein*) mashina yoki inshoot qimlari (trasmissiya podshipniklari, elektr dvigatellari va boshqalar) ni vertikal devor yoki kolonnaga mahkamlash uchun xizmat qiladigan konsolli tayanch detal' yoki konstruktsiya.

MEXANIZM – bir yoki bir necha qattiq jism (zveno) harakatini boshqa qattiq jismlarning talab etiladigan harakatiga aylantirib beruvchi sistemasi.

MONTAJ (fran. *montage* – ko'tarish, o'rnatish, yig'ish) – inshootlar, konstruktsiyalar, texnologik jihozlar, agregatlar, mashinalar, asboblardan va ularning uzellarini tayyor detallardan yig'ish va o'rnatish.

1) Qurilish konstruktsiyalari montaji – bino va inshootlarni zavodlarda tayyorlangan yoig'ma konstruktiv element va detallardan tiklashdagi asosiy protsess; qurilishg'montaj kranlari va montaj moslamalari vositasida bajariladi. Montaj quyidagi ketmag'ketlikda bajariladi: Montaj qilinayotgan elementlarni Montaj vositalarining ish organlari bg'n biriktirish, o'rnatish joyiga ko'tarish va siljitish moslash, orientirlash va siljitish, moslash, orientirlash va elementlarni loyihadagi vaziyatga keltirib qo'yish. YAxlitlab yig'ishlar (blokli montaj) qo'llanilganda montaj samaradorligi ancha oshadi. Turarjoy binolarini hajmiy bloklardan yig'ish istiqbolidir.

2) Texnologik jihozlar montaji – yangi sanoat korxonalarini qurish va ishlab turganlarini rekonstruktsiya qilishda bajariladigan montaj ishlarida texnologik jihoz loyihada ko'rsatilgandek vaziyatda o'rnatiladi, u nazorat, avtomatika vositalari, shuningdek xom ashyo, suv, bug', siqilgan havo, elektr energiya va boshqa bilan ta'minlanadi. Kommunikatsiya ulanadi va i.ch chiqindilarini chiqarib tashlash ishlari bajariladi; texnologik jihozlar ishlatsa bo'ladigan darajaga keltiriladi

MUFTA (nem. *Muffe*) – val, tortqi, truba, kanat, kabel' va boshqa biriktiriladigan qurilma. Biriktirish muftasi vazifasiga ko'ra birikma mustahkamligi, germetiklikni ta'minlaydi, zanglash va boshqalardan saqlaydi (masalan, kabel' muftasi ba'zi fittinglar); mashina va mexanizmlar yuritmalari muftasi bir valdan ikkinchisiga yoki valdan unda erkin o'tirgan detalga (masalan, shkv, tishli g'ildiraklarga) aylanma harakat yoki aylanish momentini uzatadigan xillari bor.

PODSHIPNIK - val yoki aylanuvchi o'q tayanchining bir qismi; valdan radial, o'q va radialg'o'q yo'nalishida tushadigan nagruzkalarni qabul qilib, uning erkin aylanishida tushadigan nagruzkalarni qabul qilib, uning erkin aylanishi ta'minlaydi. Podshipnik g'mashina, mexanizi, pribor va b.qurilmalarning eng ko'p ishlatiladigan detali. Ishlash printsipiga ko'ra sirpanish va dumalash podshipniklar bo'ladi. Sirpanish podshipnikida esa aylanuvchi detalning sirti bilan tayanch sirti orasida sharlar yoki roliklar joylashadi. Sirpanish podshipnikining tayanch sirti tsilindr, konus, sharsimon bo'lib, quruq, suyuq yoki aralash ishqalanish sharoitida ishlashi mumkin. eng oddiy sirpanadigan podshipniki mashina korpusida ochilgan teshikdan iborat. Bu teshikka boshqa (antifriksion) materialdan tayyorlangan vkladishlar o'rnatiladi. Dumalash podshipniklari, odatda, tashqi va ichki xalqalar, dumalanuvchi jismlar (shar yoki roliklar) va separator jismlarni turuvchi detal' dan iborat.

ROTOR (lat. *rotor* – aylanma) – 1) ish mashinalarning, odatda, stator ichiga joylashgan aylanuvchi qismi. Barcha rotorli mashinalarda, jumladan elektr dvigatellari, trubinalar, ventilyatorlar, ba'zi nasoslar, ichki yonuv dvigatellari, trubinalar, ventilyatorlar, ba'zi nasoslar, ichki yonuv dvigatellari, kompressorlar va boshqa mashinalarda rotor ish organi hisoblanadi.

SALNIK - Mashinalarning qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas detallari (mas., shtok va tsilindr) orasidagi tirqishni germetik berkitib turadigan mashina detali. YUmshoq tiqinli (asbest, kigiz, rezina

va boshqadan tayyorlangan) va metall tiqinli, shuningdek asbest tolasi va grafitdan qilingan qayishoq ham ishlatiladi.

STANINA – mashina asosiy korpus qismi; mexanizmlar va mashina qismlarining oʻzaro joylashishini va kinematik bogʻlanishini taʼminlaydi. Mashina ishlaganda bu mexanizmlar va qimlar orasidagi taʼsir etuvchi zoʻriqlashlarni qabul qiladi.

TIRQISH (zazor) – mashinasozlikda mashina b.konstruktsiyalar tutash detallarining sirtlari orasidagi masofa, tirqish; qamrovchi detalning ichki oʻlchami bgʻn qamraluvchi detalning tashqi oʻlcham orasidagi farq sifatida aniqlanadi.

TRUBALAR – ichi kavak, asosan halqasimon kesimli va nisbatan ancha uzun mahsulotlar. Asosan, quvurlar va qurilish inshootlari tayyorlashda foydalaniladi.

SHABER (nem. *Schaber* – qirmoq) – 1) bir tomoni oʻtkirlangan toʻgʻri burchak yoki uchyoqli poʻlat brusok koʻrinishidagi dastaki slesarlik asbobi. Mashinalarni sozlash, yigʻish va remont qilishda bir-biriga toʻgʻri keladi.

SHAYBA (nem. *Schebe*) – gayka yoki bolt kallagi ostiga qoʻyiladigan tekis halqasimon detalʼ . SHayba burab mahkamlashda detalʼ sirtini kirilishdan saqlaydi va tayanch sirtini kengaytiradi. Gaykalar oʻzgʻoʻzidan buralmasligi uchun qirqma prunjinasimon (avvalgi Grover shaybasi), kretikli, uchlari bukilgan yulduzchasimon va boshqa shaybalar ishlatiladi.

SHPONKA (polyakcha *szponka*, nem. *spun* – pona) - 1) shponkali birikma detali; shkiv tishli gʻildirak va boshqalarning gupchagidagi pazlarga va val tanasiga qoʻyiladi. Shponkaning prizmatik, ponasimon, segment xillari bor.

QISTIRMA (prokladka) – dvigatel, apparat, asboblarning, bosim ostida ishlovchi ajraladigan qismlarini jisplash, berkitish uchun ishlatiladigan detalʼ . Qistirma, odatda, zichlanadigan detallar materialiga nisbatan ancha yumshoq boʻladi. YUqori bosim va xarorat sharoitlarida mis, alyuminiy yoki yumshoq poʻlatdan, past haroratlarda esa karton, rezina, asbest va boshqadan tayorlangan qistirma ishlatiladi.

SAPFA (nem. *Zapfen*) – oʻq yoki valning podshipnikka tiralib turadigan qismi. Valning uchidagi tsapfani ship, oʻrta qismidagisi boʻyin deyiladi.

AGREGAT (lat. *aggrego*– ulayman) – 1) mashinaning toʻla oʻzaro almashinadigan va texnologik jarayonda maʼlum vazifani bajaradigan yiriklashgan (unifikatsiyalangan) elementi (masalan, elektrdvigatel, nasos). 2) birgalikda ishlaydigan bir qancha mashinalarning mexanik birikmasi.

AJRATGICH (sʼyomnik) – mashina va agregatlarni qismlariga ajratish va yigʻish, ayrim detallarni ajratish va oʻrnatishni tezlashtiradigan hamda osonlashtiradigan moslama.

ANKER BOLTI – poydevorga jihozni anker plitasi yordamida mahkamlaydigan bolt.

ARMATURA (lat. *armatura* – qurollanish, jihozlash) – asosiy jihozlarga kirmaydigan, lekin ularning normal ishlashi uchun zarur boʻlgan yordamchi, odatda, standart qurilma va detallar. Armaturaning quvurlarda ishlatiladigan (ventillar, zulfinlar va b.), elektrotexnik (shchitlar, patronlar, elektr mashinalarning baʼzi detallari, izolyatorlar mahkamlanadigan moslamalar va b.), temir-beton konstruktsiyalar armaturasi va b. xillari bor.

ASBEST (yunon. *asbestos* – oʻchmaydigan, susaymaydigan) – egiluvchi va yupqa (qalinligi 0,5 mkm gacha) tolalarga ajralish xususiyatiga ega boʻlgan tolasimon minerallar nomi. Asbestning issiqlik oʻtkazuvchanligi juda past – 0,25 – 0,4 Vt/(m² K); t_e = 1550 °C rizotli asbest, asosan, asbest kartoni, filʼrlar, issiqlik izolyatsiya materiallari (toʻqima, tormoz lentasi, tiqma, qistirma va b.) ishlab chiqarish uchun xizmat qiladi

BARABAN - mashina, mexanizm va apparatlarning silindr (baʼzan, konus) simon detali.

BLOK (ingl. *block*) - yuk koʻtarish mashinalarining gardishida zanjir, arqon tross yoki arqonlar uchun novi boʻlgan gʻildirak shaklidagi oddiy mexanizm. Mashina va mexanizmlarda kuch taʼsiri yoʻnalishini oʻzgartirish qoʻzgʻalmas blok, kuchdan yoki yoʻldan yuritish uchun qoʻzgʻaluvchan blok qoʻllaniladi.

BOLT (nem. *bolt*) – mahkamlash detali. Odatda, olti qirrali yoki kvadrat kallakli tsilindrik sterjendan iborat boʻladi; tanasining rezʼbali qismiga gayka buraladi. Maxsus poydevor uchun moʻljallangan ankerli boltlar ham ishlatiladi.

BOLTLI BIRIKMA – mashina detallariningn bir yoki bir necha bolt va gaykali birikmasi.

VAL - boʻylama oʻqi boʻyicha burovchi moment uzatuvchi mashina detali; oʻzi bgʻn birga aylanayotgan boshqa detallarni tutib turadi, ular vositasida burovchi momentni qabul qiladi va

uzatadi. Vazifasiga qarab, tishli g'ildirik, shkiv yulduzchalar o'rnatilgan uzatish vallariga; uzatish detallaridan tashqari mashinaning ish organali (turbina g'ildiragi, krivoship) o'rnatilgan o'zak vallarga bo'linadi.

VENTIL (nem. *ventil* – *klapan*), trubalarda – trubalarning ma'lum qismlarini qo'shibg'ajratib turadigan, shuningdek trubada harakatlanuvchi suyuqlik, gaz yoki bug' berish miqdorini rostlaydigan berkitishg'ochish moslamasi.

VENTILYATOR (*Ventilo* – elpiyman) – xonalarni shamollatish, aeroaralashmalarni trubalardan uzatishda havo yoki boshqa gazlarni haydash uchun ortiqcha bosim hosil qiladigan qurilma.

VKLADISH - sirpanma podshipnikning almashinuvchi detali; unga aylanuvchi valning tsapfasi tiraladi. Odatda, vkladish bimetalldan yasaladi: yupqa anifriktsion qatlam po'lat yoki cho'yanga, muhim hollarda bronza asosiga eritib yopishtiriladi. Vkladish yaxlit yoki vtulkali (mas., shatuning porshen' kallagida), ikki va undan ortiq qismga qirqilgan bo'lishi mumkin.

VTULKA - mashinalarning o'q yo'nalishidagi (bo'ylama) teshikli tsilindrik yoki konus shakli detali; unga tutashadigan detal' kiradi. Sirpanish podshipniklarida ishlatiladigan, mahkamlash (terbanish podshipniklari halqlari, val, o'qlarining tsilindrik qismlarida) va boshqa xillari bor.

GABARIT (fran. *gabarit*) – predmet, inshoot, inshoot va qurilmalarning tashqi chegaraviy qiyofasi. Binolar inshootlar, qurilmalar va jihozlarning gabarit o'lchamlari bo'ladi.

GAYKA - rezbali birikma yoki vintil uzatmaning rez'kali teshigi bo'lgan detali. Bolt yoki shpil'kaga buralgan mahkamlash gaykasi boltli birikmani tashkil etadi, shakliga qarab gaykalar olti qirrali, dumaloq, tojli, quloqli (barashkali) va b.bo'ladi. Kuch vinti yoki yurish vinti bg'n juft hosil qiladigan gayka uzal konstruksiyasiga mos shakli va o'lchamlarda yasaladi. Ba'zi hollarda ikki qismdan iborat ajralma gaykalar ishlatiladi.

GAYKA KALITI – gayka va vintlarni burab kirgizish yoki chiqarish uchun ishlatiladigan dastaki asbob. Oddiy bir va ikki tomonli, yumaloq gaykalar uchun mo'ljallangan, jag'i keriladigan, torets, parasimon, chegaraviy (taranglash kuchini cheklaydigan shaqildoq), dinamometrik va b.xillari bor. Ko'plab ishlab chiqarish sharoitida gayka buragich qo'llaniladi.

GIL'ZA (nem. *hulse*) – porshenli dvigatellarda blokkarterida, kompressorlarda o'rnatilib, almashtiriladigan tsilindrik quyilma; gil'za ichida porshen' harakatlanadi.

DVIGATEL – biror turdagi energiyani mexanik ishga aylantiruvchi mashina.

DEVOR – bino devori – asosiy to'suvchi konstruksiya; ko'taruvchi (nagruzka qabul qilish) vazifasini ham bajaradi. Ichki va tashqi: ko'taruvchi va ko'tarmaydigan (nagruzka tushmaydigan) xillarga bo'linadi. Ko'taruvchi va o'z og'irligini ko'taruvchi D.nagruzkani bevosita poydevoriga uzatadi; ko'tarmaydigan D.binoning boshqa konstruksiyalariga ko'ra d. yig'ma (yirik panelli yoki yirik blokli), yaxlit (ko'pincha, beton D.) va qo'lda terilgan xillarga bo'linadi.

DETAL - (fran. *detail*, aynan, *mufassallik*) – yig'ish operatsiyalarisiz bir jinsli materialdan tayyorlangan buyum. SHuningdek, himoya yoki bezak qoplamali yoxud bir bo'lak materialdan kavsharlab, elimlab, payvandlab tayyorlangan va boshqa buyumlar ham detal' deyiladi.

DETALLARNI BIRIKTIRISH – detallardan mexanizmlar, agregatlar, asboblari va b.yasash uchun ularni birg'biriga mahkamlash. Detailarning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas birikmalar bo'ladi. Qo'g'aluvchan birikmalar kinematik juftlarni hosil qiladi (mas., podshipnikdagi val, gaykadagi vant va ., b)Qo'zg'almas birikmalar ajraladigan (vintli, boltli birikmalar va b) va ajralmaydigan (presslab, payvandlab, parchinlab hosil qilingan birikmalar) xillarga bo'linadi.

DEFORMATSIYA (lat. *deformation* – o'zgarish) jism zarralarining nisbiy holati o'zgarishiga olib keluvchi tashqi kuchlar – isitish, sovutish., namlik va boshqa omillar ta'sirida jism (yoki jism qismlari)ning shakli yoki o'lchamlari o'zgarishi. Qattiq jismlar elastik deformatsiya (deformatsiyani vujudga keltirgan ta'sir bartaraf qilingandan keyin yo'qoladigan), plastik deformatsiya (yuklama olingandan keyin ham qoladigan) xillari bor. CHo'zilish, siqilish, siljish, buralish, egilish – deformatsiyaning eng oddiy turlari.

DISBALANS (fran. *disbalance*, lat *dis* buzish ma'nosini anglatuvchi old qo'shimcha va fran. aynan – tarozi), debalans mashinalarning aylanuvchi detallari o'qiga nisbatan muvozanatda bo'lmasligi. D.balasirlashda aniqlanadi va yo'qotiladi.

DREL (nem. *drillbohrer*) – metallar, yog'och va b.materiallarda teshik ochish uchun foydalaniladigan dastaki mashina.

DOMKRAT (goll. *dommekracht*) – yuklarni bir oz balandga (odatda, 2 m gacha) ko'taradigan statsionar, olib yuriladigan yoki ko'chma mexanizm. Reykali, vintli, pnevmatik, gidravlik xillari bor.

JILVIR QOG'OZ - donador abraziv materialli elastik qog'oz yoki mato polotno; metall detallarni tozalash; silqalash, yaltiratish, yog'och va b.sirtlarga jilo berish uchun ishlatiladi.

JILOLASH (nem. *polieren*, lat. *polio* – silliqalayman) – materiallar sirtiga oynaday silliq qilib ishlov berish (pardozlash).Metallar fetra yoki movutdan yasalgan, tez aylanuvchi yumshoq charxlar yoki sirtiga sayqallovchi pasta surkalgan, tez harakatlanuvchi lentalar b-n J.stanoklarida, shunindek abraziv suyuqlik bg'n ishlanadigan ustanovkalarda jilolanadi. Ba'zi hollarda elektroliz yordamida elektrolitik J.usuli qo'llaniladi. Yog'och materiallarning silliqlangan sirti rangsiz smola (politura) va yaltiratuvchi kg'ta yoki spirtida suyultirilgan vena ohangini surkab jilolanadi. Tosh (silliqlangandan keyin) sirtiga mayin kukun (mas.,qalay oksidi) sepib, namlangan charx bg'n ishqlab jilolanadi.

ZENKER (nem. *senker*) – metall, plastmassa va b.detallarda tsilindrik teshiklar zenkerlaydigan ko'p tig'li kesish asbobi. Tekis ochiq teshiklarga ishlov beradigan yassi zenker, pog'onali teshikiga ishlov beradigan zenker., yaxlit (monolit) va yig'ma (almashtirilgandigan kesuvchi qismlar va korpusdan iborat), quyruqli va quyma zenkerlar bor.

ZICHLAGICH – suyuqlik bug' yoki gaznig detallar orasidagi tirqishdan sizib chiqishining oldini oluvchi yoki kamaytiruvchi, shuningdek detallar ichiga ifloslik, nam, chang va loy kirishidan saqlovchi rezinag'metall moslama. Qo'zg'aluvchi va qo'zg'amas detallar orasidagi germetiklikni ta'minlaydi. Qo'zg'aluvchan kontaktli (sal'nik, manjet va boshqa), qo'zg'almas kontaktli (turli qistirmalar, shnur, plastina va boshqa), kontaktsiz (masalan, labirintli – bir necha detal' orasiga qo'yiladigan) zichlagichlar bor.

ZOLOTNIK - Bug' mashinalari va turbinalari, pnevmatik mexanizmlari, pnevmatik mexanizmlar, gidroavtomatik sistemalari va boshqada issiqlik yoki mexanik protsesslarni boshqarish sistemasining qo'zg'aluvchan elementi; 3.sirpanadigan sirtidagi teshiklarga nisbatan siljib, ish suyuqlikigi yoki gazi oqimini kerakli kanalgga yo'naltiradi.

ZULFIN (zadvijka) – bug', suv magistrallari va boshqalarni berkitadigan qurilma.

IZOLYATSIIYA (frants. *isolation* – ajralish, uzulish), elektrotexnikada – elektrotexnika qurilmalari qismlari orasida zarali elektr kontakt hosil bo'lishining oldini olish yoki truba va boshqa issiqlik yoki sovuqlik tashuvchi moslamalarni himoyalash usuli.

KLAPAN (nem. *Klappe* – qopqon, to'siq) – mashinalar va truboprovodlarda gaz, bug' yoki suyuqlik sarfini boshqaradigan detal' yoxud qurilma. Klapan truborovodlar, texnologik apparatlar, issiqlik energetikasi ustanovkalari va boshqalarni germetik berkitish armaturasi sifatida ham qo'llaniladi.

KORPUS (lat. *corpus* – tana, yaxlit narsa) – mashina detali; odatda, mashinaning barcha asosiy mexanizmlarini ko'taradigan asosi, negizi hisoblanadi.

KRONSHTEYN (nem. *Kragstein*) mashina yoki inshoot qimlari (trasnmissiya podshipniklari, elektr dvigatellari va boshqalar) ni vertikal devor yoki kolonnaga mahkamlash uchun xizmat qiladigan konsolli tayanch detal' yoki konstruksiya.

MEXANIZM – bir yoki bir necha qattiq jism (zveno) harakatini boshqa qattiq jismlarning talab etiladigan harakatiga aylantirib beruvchi jismlar sistemasi.

MONTAJ (fran. *montage* – ko'tarish, o'rnatish,yig'ish) – inshootlar, konstruksiyalar, texnologik jihozlar, agregatlar, mashinalar, asboblari va ularning uzellarini tayyor detallardan yig'ish va o'rnatish.

1) Qurilish konstruksiyalari montaji – bino va inshootlarni zavodlarda tayyorlangan yoig'ma konstruktiv element va detallardan tiklashdagi asosiy protsess; qurilishg'montaj kranlari va montaj moslamalari vositasida bajariladi. Montaj quyidagi ketmag'ketlikda bajariladi: Montaj qilinayotgan elementlarni Montaj vositalarining ish organlari bg'n biriktirish, o'rnatish joyiga ko'tarish va siljitish moslash, orientirlash va siljitish, moslash, orientirlash va elementlarni loyihadagi vaziyatga keltirib qo'yish. YAxlitlab yig'ishlar (blokli montaj) qo'llanilganda montaj samaradorligi ancha oshadi. Turarjoy binolarini hajmiy bloklardan yig'ish istiqbolidir.

2) Texnologik jihozlar montaji – yangi sanoat korxonalarini qurish va ishlab turganlarini rekonstruksiya qilishda bajariladigan montaj ishlarida texnologik jihoz loyihada ko'rsatilgandek vaziyatda o'rnatiladi, u nazorat, avtomatika vositalari, shuningdek xom ashyo, suv, bug', siqilgan

havo, elektr energiya va boshqa bilan ta'minlanadi. Kommunikatsiya ulanadi va i.ch chiqindilarini chiqarib tashlash ishlari bajariladi; texnologik jihozlar ishlatilsa bo'ladigan darajaga keltiriladi

MUFTA (nem. *Muffe*) – val, tortqi, truba, kanat, kabel' va boshqa biriktiriladigan qurilma. Biriktirish muftasi vazifasiga ko'ra birikma mustahkamligi, germetiklikni ta'minlaydi, zanglash va boshqalardan saqlaydi (masalan, kabel' muftasi ba'zi fittinglar); mashina va mexanizmlar yuritmalari muftasi bir valdan ikkinchisiga yoki valdan unda erkin o'tirgan detalga (masalan, shkiv, tishli g'ildiraklarga) aylanma harakat yoki aylanish momentini uzatadigan xillari bor.

PODSHIPNIK - val yoki aylanuvchi o'q tayanchining bir qismi; valdan radial, o'q va radialg'o'q yo'nalishida tushadigan nagruzkalarni qabul qilib, uning erkin aylanishida tushadigan nagruzkalarni qabul qilib, uning erkin aylanishi ta'minlaydi. Podshipnik g'mashina, mexanizi, pribor va b.qurilmalarning eng ko'p ishlatiladigan detali. Ishlash printsipiga ko'ra sirpanish va dumalash podshipniklar bo'ladi. Sirpanish podshipnikida esa aylanuvchi detalning sirti bilan tayanch sirti orasida sharlar yoki roliklar joylashadi. Sirpanish podshipnikining tayanch sirti tsilindr, konus, sharsimon bo'lib, quruq, suyuq yoki aralash ishqalanish sharoitda ishlashi mumkin. eng oddiy sirpanadigan podshipniki mashina korpusida ochilgan teshikdan iborat. Bu teshikka boshqa (antifriktsion) materialdan tayyorlangan vkladishlar o'rnatiladi. Dumalash podshipniklari, odatda, tashqi va ichki xalqalar, dumalanuvchi jismlar (shar yoki roliklar) va separator jismlarni turuvchi detal') dan iborat.

ROTOR (lat. *rotor* – aylanma) – 1) ish mashinalarning, odatda, stator ichiga joylashgan aylanuvchi qismi. Barcha rotorli mashinalarda, jumladan elektr dvigatellari, trubinalar, ventilyatorlar, ba'zi nasoslar, ichki yonuv dvigatellari, trubinalar, ventilyatorlar, ba'zi nasoslar, ichki yonuv dvigatellari, kompressorlar va boshqa mashinalarda rotor ish organi hisoblanadi.

SALNIK - Mashinalarning qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas detallari (mas., shtok va tsilindr) orasidagi tirqishni germetik berkitib turadigan mashina detali. YUmshoq tiqinli (asbest, kigiz, rezina va boshqadan tayyorlangan) va metall tiqinli, shuningdek asbest tolasi va grafitdan qilingan qayishoq ham ishlatiladi.

STANINA – mashina asosiy korpus qismi; mexanizmlar va mashina qismlarining o'zaro joylashishini va kinematik bog'lanishini ta'minlaydi. Mashina ishlaganda bu mexanizmlar va qimlar orasidagi ta'sir etuvchi zo'riqlarni qabul qiladi.

TIRQISH (zazor) – mashinasozlikda mashina b.konstruktsiyalar tutash detallarining sirtlari orasidagi masofa, tirqish; qamrovchi detalning ichki o'lchami bg'n qamraluvchi detalning tashqi o'lcham orasidagi farq sifatida aniqlanadi.

TRUBALAR – ichi kavak, asosan halqasimon kesimli va nisbatan ancha uzun mahsulotlar. Asosan, quvurlar va qurilish inshootlari tayyorlashda foydalaniladi.

SHABER (nem. *Schaber* – qirmoq) – 1) bir tomoni o'tkirlangan to'g'ri burchak yoki uchyoqli po'lat brusok ko'rinishidagi dastaki slesarlik asbobi. Mashinalarni sozlash, yig'ish va remont qilishda bir-biriga to'g'ri keladi.

SHAYBA (nem. *Schebe*) – gayka yoki bolt kallagi ostiga qo'yiladigan tekis halqasimon detal'. SHayba burab mahkamlashda detal' sirtini kirilishdan saqlaydi va tayanch sirtini kengaytiradi. Gaykalar o'zg'o'zidan buralmasligi uchun qirqma prunjinasimon (avvalgi Grover shaybasi), kretikli, uchlari bukilgan yulduzchasimon va boshqa shaybalar ishlatiladi.

SHPONKA (polyakcha *szponka*, nem. *spoon* – pona) - 1) shponkali birikma detali; shkiv tishli g'ildirak va boshqalarning gupchagidagi pazlarga va val tanasiga qo'yiladi. Shponkaning prizmatik, ponasimon, segment xillari bor.

QISTIRMA (prokladka) – dvigatel, apparat, asboblarning, bosim ostida ishlovchi ajraladigan qismlarini jisplash, berkitish uchun ishlatiladigan detal'. Qistirma, odatda, zichlanadigan detallar materialiga nisbatan ancha yumshoq bo'ladi. YUqori bosim va xarorat sharoitlarida mis, alyuminiy yoki yumshoq po'latdan, past haroratlarda esa karton, rezina, asbest va boshqadan tayyorlangan qistirma ishlatiladi.

SAPFA (nem. *Zapfen*) – o'q yoki valning podshipnikka tirilib turadigan qismi. Valning uchidagi tsapfani ship, o'rta qismidagisi bo'yin deyiladi.

ILOVALAR

**“KIMYOVIY INJINIRING JARAYONLARI VA QURILMALARI” FANIDAN
NAMUNAVIY DASTUR**

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

“ТАСДИҚЛАДМАН”

201 8 йил “25” 08

“КЕЛИШИЛДИ”

Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

201 8 йил “25” 08

Рубҳатга олинди: № БД-5320300-2.09

201 8 йил “18” 08

КИМЁВИЙ ИНЖИНИРИНГ ЖАРАЁНЛАРИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИ

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	300000	– Ишлаб чиқариш техник соҳа
Таълим соҳаси:	320000	– Ишлаб чиқариш технологиялари
Таълим йўналишлари:	5310100	– Энергетика (биоэнергетика)
	5311000	– Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва бошқарув (тармоқлар бўйича)
	5320300	– Технологик машиналар ва жихозлар (кимё саноати)
	5320300	– Технологик машиналар ва жихозлар (озик-овқат технологияси)
	5320400	– Кимёвий технология (камёб, таркок ва нодир металллар)
	5320400	– Кимёвий технология (пластмассаларни қайта ишлаш)
	5320400	– Кимёвий технология (ноорганик моддалар)
	5320400	– Кимёвий технология (органик моддалар)
	5320400	– Кимёвий технология (юқори молекулали бирикмалар)
	5320400	– Кимёвий технология (эластомерлар)
	5320400	– Кимёвий технология (қурилиш материаллари)
	5320400	– Кимёвий технология (электрокимё)
	5320400	– Кимёвий технология (силикат материаллари)
	5321300	– Нефть ва нефть-газни қайта ишлаш технологияси
	5321800	– Резинотехника буюмлари ишлаб чиқариш технологияси
	5610100	– Хизматлар соҳаси (умумий овқатланишни ташкил этиш)
	5630100	– Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси (кимёвий ва озиқ-овқат саноати)
	5111000	– Касб таълими (озик-овқат технологияси)
	5111000	– Касб таълими (кимёвий технология)
	5310900	– Метрология, стандартлаштириш ва маҳсулот сифати менежменти (кимё ва озиқ-овқат)

Тошкент – 201 8

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 2018 йил "18" 08 даги 4 -сонли баённомаси билан маъқулланган.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2018 йил "25" 08 даги 744 -сонли буйруғи билан маъқулланган фан дастурларини таянч олий таълим муассасаси томонидан тасдиқлашга розилик берилган.

Фан дастури Тошкент кимё-технология институтида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

- Нурмухамедов Х.С. – ТКТИ, “Кимёвий технология жараён ва қурилмалари” кафедраси профессори, т.ф.д.;
Нигмаджонов С.К. – ТКТИ, “Кимёвий технология жараён ва қурилмалари” кафедраси доценти, т.ф.н.;
Адинаев Х.А. – ТКТИ, “Кимёвий технология жараён ва қурилмалари” кафедраси мудири, доцент, т.ф.н.

Такризчилар:

- Каримов Қ.Ф. – ТДТУ, “Совутиш ва криоген техникаси” кафедраси мудири, доцент, техника фанлари доктори.
Хурмаматов А.М. – ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, “Кимёвий технология жараён ва қурилмалар” лаборатория мудири, к.и.х., т.ф.н.

Фан дастури Тошкент кимё-технология институти Кенгашида кўриб чиқилган ва тавсия қилинган (2018 йил "25" 06 даги "3" -сонли баённома).

I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

“Кимёвий инжиниринг жараёнлари ва қурилмалари” фани ихтисослик фанларини чуқур ўзлаштиришга, қай йўл билан ишлаб чиқариш интенсивлигини ошириш ва технологик қурилмалардан унумли фойдаланиш мумкинлигини ўргатади.

Асосий жараёнларни назарий асослари, уларни ҳисоблаш усуллари ва самарадор қурилмалар билан жиҳозлаш принциплари ушбу фан дастурини асосини ташкил этади.

“Кимёвий инжиниринг жараёнлари ва қурилмалари” фани умумкасбий фан ҳисобланиб, 2-курс IV – семестр ва 3 курс V – семестрда ўқитилади. “Кимёвий инжиниринг жараёнлари ва қурилмалари” фани барча бакалаврият таълим йўналишларида ихтисослик фанларини ўрганишда асос бўлиб хизмат қилади.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифаси

“Кимёвий инжиниринг жараёнлари ва қурилмалари” фанини ўқитишдан мақсад талабаларга кимё ва бошқа барча турдош саноатлардаги барча технологик жараён ва қурилмаларни турларини ва асосларини ўргатишдир. “Кимёвий инжиниринг жараёнлари ва қурилмалари” фанини ўрганишнинг назарий асосларини чуқурлаштириб, жараён ва қурилмаларни ўрганишга ижодий ёндошиш имкониятини беради.

Ушбу мақсадга эришиш учун - асосий жараён ва қурилмаларнинг назарияси, ушбу жараёнларни амалга оширувчи машина ва қурилмаларнинг тузилиш принциплари ва уларни ҳисоблаш услубларини ўргатишдан иборатдир.

Фан бўйича талабаларнинг билим, кўникма ва малакаларига қўйидаги талаблар қўйилади. **Талаба:**

- суюқликларнинг асосий хоссалари;
- оқимнинг узлуксизлик тенгламаси;
- ишқаланиш ва маҳаллий қаршилик турлари;
- ўхшашлик назариясининг асослари;
- турли жинсли системалар;
- иссиқликни тарқалиш турлари;
- масса алмашилиш жараёнлари;
- механик жараёнлар ҳақида *тасаввурга эга бўлиши*;
- ҳаракат режимларини;

- насослар ва уларнинг турларини;
- филтрлаш жараёнини ва қурилмаларини;
- саноат газларини тозалаш усуллари ва қурилмаларини;
- иссиқлик алмашиниш жараёнлари ва қонунларини;
- масса алмашиниш жараёнлари ва қонунларини билиши ва *улардан*

фойдалана олиши;

- технологик жараёнларини аниқ изоҳлаш;
- жараёнларга мос қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳасини тузиш;
- аппаратларни афзаллик ва камчиликларини таҳлил қилиш

қўникмаларига эга бўлиши керак.

III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулоти)

1-МОДУЛ. ФАНИНГ КЕЛИБ ЧИҚИШИ ВА ГИДРОМЕХАНИК ЖАРАЁНЛАР

1. Кимёвий инженеринг жараёнлари ва қурилмалари фанининг умумий асослари асосий жараёнлар ва классификацияси

2. Кимёвий корхоналарда ишлатиладиган қурилмалар турлари. Технологик жараён ва қурилмаларнинг вазифалари. Физик катталикларнинг ўлчов системалари

3. Гидравлик қаршиликлар. Эйлер дифференциал тенгламаси. Ҳаракатнинг Навье-Стокс дифференциал тенгламаси

4. Насосларнинг турлари ва асосий параметрлари. Насосларнинг умумий напори ва сўриш баландлиги

5. Марказдан қочма типдаги насослар

6. Компрессорлар. Вакуум насослар. Насос ва компрессорларни танлаш

7. Ўхшашлик назариясининг асослари. Ўхшашлик шартлари, турлари. Қўзғалмас ва мавҳум қайнаш қатлам гидродинамикаси

8. Турли жинсли системаларнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг классификацияси

9. Турли жинсли системаларни ажратиш

10. Филтрлаш. филтрлаш жараёни ва тўсиқлари. Филтрлаш тезлиги ва тенгламаси. ҳаракатлантирувчи кучи

11. Филтрлаш жараёнини амалга ошириш қурилмалари

12. Сентрифугалаш жараёни ва уни амалга ошириш қурилмалари.

13. Чўктириш жараёни ва уни амалга ошириш қурилмалари. Инертсион ажраткичлар.

14. Электростатик майдони таъсирида тозалаш. Электростатик кучлари таъсирида чўктириш

15. Аралаштириш жараёни. қувват сарфи, қувват критерийси. Умумий критериял тенглама

16. Аралаштиргичлар ва уларнинг конструциялари

2-МОДУЛ. ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИ ВА УЛАРНИ АМАЛГА ОШИРУВЧИ ҚУРИЛМАЛАР

17. Иссиқлик алмашиниш жараёнлари
18. Иссиқликнинг тарқалиш турлари. Иссиқлик ўтказувчанлик. Фурье қонуни
19. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффитсенти. Иссиқликнинг нурланиши. Стефан-Больтсман қонуни
20. Конвексия асослари. Иссиқлик жараёнлари ўхшашлик критерийлари. Агрегат ҳолатининг ўзгаришида иссиқлик бериш. Иссиқликнинг ўтиши
21. Иссиқлик жараёнларининг ҳаракатлантирувчи кучи. Иссиқлик ўтказиш жараёнларини интенсивлаш
22. Иситувчи ва совитувчи агентлар ва уларнинг турлари
23. Юқори температурали моддалар билан иситиш. Электр токи билан иситиш
24. Трубади иссиқлик алмашиниш қурилмалари
25. Иссиқлик алмашиниш қурилмалари ва конденсаторларини танлаш
26. Буғлатиш жараёни иссиқлик ва моддий баланси тенгламаси
27. Бир корпусли буғлатиш аппаратлари
28. Кўп корпусли буғлатиш жараёни. Кўп корпусли буғлатиш қурилмаси. Умумий температуралар фарқи ва унинг тақсимланиши
- 3-МОДУЛ. МОДДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИ**
29. Модда алмашиниш жараёнлари. Модда алмашиниш жараёнлари классификацияси. Фазалар қондаси. Раул қонуни. Генри қонуни. Далтон қонуни
30. Мувозанат чизиги. моддий баланси ва иш чизиги. Жараённинг йўналиши. Модда ўтиш усуллари. Молекуляр диффузия
31. Нам ҳавонинг асосий параметрлари. Рамзин диаграммаси. Нам ҳаво диаграммасини тасвирлаш
32. Абсорбсия жараёнининг мувозанати. Жараённинг моддий баланси. Абсорбсиянинг асосий тенгламаси
33. Абсорберларнинг тузилиши. Абсорберларни ҳисоблаш асослари
34. Ҳайдаш жараёни. Суюқлик-буғ системасининг хоссалари
35. Оддий Ҳайдаш жараёни. Бинар аралашмани ректификация қилиш
36. Бинар аралашмаларни узлуксиз ректификация қилишнинг моддий ва иссиқлик баланслари
37. Кўп компонентли аралашмаларни ректификациялаш
38. Дистиллатсия қурилмаларнинг тузилиши ва ишлаш принципи
39. Ректификациялаш қурилмаларнинг тузилиши ва ишлаш принципи
40. Қурутиш жараёни ва қурутиш усуллари
41. Қурутиш жараёнини амалга оширувчи қурилмалар
42. Суюқлик-суюқлик системасида экстракциялаш жараёни
43. Суюқлик-суюқлик системасида экстракциялаш жараёнини амалга ошириш қурилмалари
44. Қаттиқ жисмларни экстракциялаш жараёнини амалга ошириш қурилмалари
45. Адсорбентларнинг турлари ва уларнинг хусусиятлари. Адсорбсия жараёнининг мувозанати

46. Адсорберларнинг тузилиши ва ишлаш принципи
47. Кристалланиш жараёнининг мувозанати кристалларни ҳосил қилиш усуллари ва кристаллизаторлар.
48. Модда алмашилиш жараёнида фазалар оқимлари гидродинамикасини ўрганиш

4-МОДУЛ. МЕХАНИК ЖАРАЁНЛАР

49. Механик жараёнлар. Майдалаш, фраксияларга ажратиш жараёнлари
50. Майдалаш жараёнларини амалга ошириш қурилмалари.
51. Пресслаш жараёнлари, пресслаш жараёнларини амалга ошириш қурилмалари

5-МОДУЛ. КИМЁВИЙ ЖАРАЁНЛАР

52. Кимёвий жараёнлар
53. Кимёвий жараёнларни амалга оширувчи қурилмалар (Реакторлар).
54. Реакторларнинг аралаштириш ва иссиқлик алмашилиш мосламалари

IV. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотлар учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

ГИДРАВЛИК ҲИСОБЛАШЛАРГА ОИД МАСАЛАР ЕЧИШ

1. Қувур диаметрини ҳисоблаш
2. Қувурда гидравлик қаршиликларни аниқлаш
3. Насос ва вентиляторларни ҳисоблаш
4. Насосларни ҳисоблаш ва насосларни танлаш
5. Вентиляторларни ҳисоблаш

ФИЛЬТРАШ ЖАРАЁНИГА ОИД МАСАЛАЛАР ЕЧИШ

6. Фильтрашнинг умумий тенгламаси ва назарий маълумотлар
7. Барабанли вакуум-филтрни ҳисоблаш

АРАЛАШТИРИШ ЖАРАЁНЛАРИГА ОИД МАСАЛАЛАР ЕЧИШ

8. Пропеллерли аралаштириш қурилмасини ҳисоблаш.

ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИГА ОИД МАСАЛАЛАР ЕЧИШ

9. Юзали иссиқлик алмашигичларни ҳисоблаш. Иссиқлик ҳисоби
10. Иссиқлик ўтказиш коэффициентини аниқлаш
11. Иситкичларни конструктив ҳисоблаш. Ускуна қувурли қисмининг ўлчамларини аниқлаш
12. Иситкичларни гидравлик ҳисоблаш
13. Қобик қувурли иссиқлик алмашилиш қурилмасини ҳисоблаш. Технологик ҳисоб
14. Қобик қувурли иссиқлик алмашилиш қурилмасини конструктив ҳисоблаш
15. Бир корпусли буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш. Технологик ҳисоб
16. Бир корпусли буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш. Конструктив ҳисоб
17. Барометрик конденсаторни ҳисоблаш

18. Барометрик конденсаторни қўшимча қурилмаларини ҳисоблаш.
Вакуум-насос иш унумдорлигини ҳисоблаш

6 -Мавсум

МОДДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

1. Модда алмашиниш ускуналарининг асосий ўлчамларини аниқлаш
Метил спирти ва сув аралашмасини ажратиш учун
2. ректификатсион колоннани ҳисоблаш тартиби. Моддий баланси
ва ишчи флегма сонини аниқлаш
3. Колоннада борадиган жараённинг иссиқлик балансини аниқлаш
4. Колоннада борадиган жараённинг технологик ҳисоб
5. Бўғнинг тезлиги ва колонна диаметрини ҳисоблаш

АБСОРБЕРНИ ҲИСОБЛАШ

6. Ютилувчи модда массаси ва ютувчи абсорбент сарфи ва
абсорбция жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучи
7. Абсорбция жараёнида модда ўтказиш коэффитсенти ва Газнинг
тезлиги ва абсорбер диаметрини аниқлаш
8. Абсорбция жараёнининг модда бериш коэффитсенти аниқлаш
9. Модда ўтказиш юзаси ҳамда абсорбер баландлигини аниқлаш.
Абсорберларнинг гидравлик қаршилиги

АДСОРБЕРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

10. Даврий ишлайдиган адсорберларни ҳисоблаш асослари
11. Суюқ - нефт газ (СНГ) (пропан- бутанли аралашма) аралашмаси
учун адсорбция жараёнини ҳисоблаш
12. Адсорберни мустаҳкамликка ҳисоблаш
13. Адсорбсион колоннанинг фланетсли бирикмалари ҳисоби

ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИНИ ҲИСОБЛАШ

14. Барабанли қуриткични ҳисоблаш. Жараённинг моддий баланси
15. Ҳавонинг параметрлари ва қуритиш учун сарф бўладиган
иссиқлик миқдорини аниқлаш
16. Қуритувчи барабан ўлчамларини аниқлаш

КИМӨВИЙ ЖАРАЁНЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

17. Реакторларни ҳисоблаш. Технологик ҳисоб
18. Реакторларнинг иссиқлик алмашиниш юзаси майдони ва
аралаштириш мосламасини ҳисоблаш

Амалий машғулотлар мультимедиа қурилмалари билан жиҳозланган аудиторияда бир академ. гуруҳга бир ўқитувчи томонидан ўтказилиши лозим. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар ёрдамида ўтилиши, мос равишда муносиб педагогик ва ахборот технологиялар қўлланилиши мақсадга мувофиқ.

V. Лаборатория машғулотлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория машғулотлар учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

1. «Кимёвий инжинеринг жараёнлари ва қурилмалари» фанидан тажриба ишларини бажаришдаги техника хавфсизлиги қоидаларини

ўрганиш ва расмийлаштириш

2. Суюқликларни оқиш режимларини тажрибада ўрганиш
3. Марказдан қочма насослар характеристикаларини ўрганиш
4. Чўктириш доимийлари ва муҳитнинг қаршилик коеффитсентини тажрибада ўрганиш
5. Қаттиқ донатор махсулот мавҳум қайнаш қатламини тажрибада ўрганиш
6. Аралаштириш учун сарф бўлган қувватни тажрибада ўрганиш
7. Иссиқлик алмашиниш жараёнини “труба ичида труба” типдаги иситкичда ўрганиш
8. Иссиқлик алмашиниш жараёнини бир ва икки ёълли иситкичда ўрганиш
9. Буглатиш жараёнини бир корпусли вакуум бугълатуиш тажриба қурилмасида ўрганиш

6 -Мавсум

1. Дистиллятсия жараёнини тажриба қурилмасида ўрганиш
2. Нам ҳавонинг асосий параметрларини ўлчаш ва ҳисоблашни тажриба жараёнида ўрганиш
3. Махсулотларни конвектив қуришти жараёнини тажриба қурилмасида ўрганиш
4. Модда алмашиниш жараёнларида фазалар оқимлари гидродинамикасини ўрганиш
5. Модда алмашиниш жараёнларини ўрганишда АСПЕН ҲЙСЙС дастурини ўрганиш
6. АСПЕН ҲЙСЙС дастури орқали оддий дистиллятсиялаш жараёнини ўрганиш
7. АСПЕН ҲЙСЙС дастури орқали суюқликларни экстракциялаш жараёнини ўрганиш
8. Сочилувчан материалларни дисперслигини аниқлашни тажриба қурилмасида ўрганиш
9. Махсулотларни майдалаш жараёнини асосий характеристикаларини аниқлашни тажриба қурилмасида ўрганиш

VI. Мустақил таълим ва мустақил ишлар

Мустақил таълим учун тавсия этиладиган мавзулар:

1. Фан бўйича интернет маълумотлари билан танишиш. Гидростатиканинг асосий тенгламасини амалиётда қўлланилиши.
2. Трубалардаги гидравлик қаршиликлар
Суюқлик системасини аралаштириш қурилмалари.
Газсимон турли жинсли системаларни оғирлик кучи ва марказдан қочма куч таъсирида чўктириш усулида фазаларга ажратиш қурилмалари
3. Кимёвий жараёнларни амалга ошириш қурилмалари
Адсорбентлар. Адсорбция жараёнини амалга ошириш қурилмалари.

- 4 Газларни сиқиш жараёнининг термодинамик асослари
- 5 Ўқли ва винтли компрессорлар. Вакуумнасослар. Насос ва компрессорларни таққослаш ва танлаш. Суюқлик системасида чўктириш қурилмалари
- 6 Аралаштирувчи иссиқлик алмашилиш қурилмалари. Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини танлаш Қаттиқ жисм – суюқлик” ситемасида экстракциялаш жараёнини амалга ошириш қурилмалари.
- 7 Кимёвий жараёнлар кинетикаси.
- 8 Даврий ва узлуксиз реакторлар конструктсияси.
- 9 Реакторларни ҳисоблаш. Оралиқ гидродинамик режимли реакторлар.
- 10 Сиқиб чиқариш реакторидаги иссиқлик алмашилиш мосламалари.
- 11 Идеал аралаштириш реакторлар каскади.
- 12 Энергиякимё-технологик системаларини термодинамик таҳлил қилиш усуллари.
- 13 Энергиякимё-технологик системалари ва элементларнинг эксергетик баланси.
- 14 Кимётехнология жараёнларнинг эксергетик таҳлили.
- 15 Энергиякимё-технологик системалар таҳлили ва термодинамик оптималлаш.

Курс лойиҳа ишини ташкил этиш бўйича услубий кўрсатмалар

Фан бўйича курс лойиҳаси: Курс лойиҳаси фан мавзуларига таълуқли масалалар юзасидан талабаларга яқка тартибда тегишли топшириқ шаклида берилади. Курс лойиҳа мақсади; машина ва қурилма тавсифи; жараёнининг моддий ва иссиқлик баланси; қурилма ва боғловчи труба қувурлари ва машиналарнинг гидравлик ҳисоби. Курс лойиҳа тушунтириш хати, моддий ва иссиқлик баланси, гидравлик, конструктив ҳисоблашларни ўз ичига олади. Лойиҳанинг график қисми қурилманинг умумий кўриниши, асосий бўлақлар 2-3 проекцияда қирқилган ҳолатларда чизилади.

Курс лойиҳаси учун тахминий мавзулар:

1. Суюқлик ва газларни иситиш, совитиш ва конденсациялаш учун иссиқлик алмашилиш қурилма (қобиқ труба, линза компенсаторли, труба ичида труба, змеевикли, пластинали, спиралсимон, ҳаракатчан қалпоқчали, U-симон труба, блок-графитли ва хоказо) қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш;
2. Турли аралашмаларни қуюклаштириш, буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш ва лойиҳалаш;
3. Нам материалларни қуритиш учун қуриткич (барабанли, мавҳум қайнаш қатламли, пневматик, лентали, шахтали, пурковчи ва хоказо) қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш;
4. Суюқлик ва газ аралашмаларини тозалаш учун адсорбер ва

абсорберларни қурилмаси ҳисоблаш ва лойиҳалаш;

5. Суяқ аралашмаларни ажратиш учун ректификацион колонналарни қурилмасини ҳисоблаш ва лойиҳалаш;

6. «Суяқлик-суяқлик» ва «суяқлик-қаттиқ жисм» системасида экстракциялаш жараёнини қурилмасини ҳисоблаш ва лойиҳалаш.

7. Қобиқ-трубали, спиралсимон, змеевикли ва пластинали иситкичларни, ҳамда уларнинг ҳамма элементларини қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш;

8. Масса алмашиниш қурилмалари - абсорбер, адсорбер, колоннали қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш;

9. Барабанли, пневматик, мавҳум қайнаш қатламли қуриткич қурилмасини ҳисоблаш ва лойиҳалаш;

10. Реакторларнинг аралаштирувчи элементи, узатмасини қурилмасини ҳисоблаш ва лойиҳалаш.

VII. Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлар ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and Systems, 4th edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 2015.

2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухаммедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалар. - Дарслик. Т.: Шарк, 2003. -644 б.

3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухаммедов Х.С., Исмаилов П.Р. Кимё ва озик-овқат саноатларининг жараён ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва мисоллар. - Услубий қўлланма. Т.: НИСИМ, 1999. - 351 б.

4. Юсупбеков Н.Р., Нурмухаммедов Х.С., Исмаилов П.Р., Зокиров С.Г., Маннонов У.В. Кимё ва озик-овқат саноатларининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. - Услубий қўлланма. Т.: Жаҳон, 200. - 231 б.

5. Dalgarno, B., Bishop A., Bishop B. The potential of virtual laboratories for distance science education teaching: reflections from the initial development and evaluation of a virtual chemistry laboratory //Materials of Symposium

6. "Proceedings of the Improving Learning Outcomes through Flexible Science Teaching". - Sydney, Australia, 2003. -P. 90-95.

Қўшимча адабиётлар

7. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олийжаноб халқимиз билан бирга қураимиз. - Т. "Ўзбекистон", 2017. -488 б.

8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. -Т. "Ўзбекистон", 2017. -48 б.

9. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. - Т. "Ўзбекистон", 2016. -56 б.

10. Сокобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Протсессии и аппарати нефтегазопереработки и нефтехимии. -Учебник. М.: Недра, 2000.- 677 с.

11. Гелперин Н.И. Основные протсессии и аппарати химический технологии. - Учебник. М.: Химия, 1991. - й.1-2.-810 с.

Интернет сайтлари

12. www.gov.uz - O'zbekiston Respublikasi hukumat portali.

13. www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.

14. <http://www.Ziyo-Net.uz>

15. <http://www.vikipediya.ru>

**“KIMYOVIIY INJINIRING JARAYONLARI VA QURILMALARI” FANIDAN
ISHCHI DASTUR**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

Ro'yxatga olindi:
№ БД-5320300-2.09
2019 y. «__» ____

“TASDIQLAYMAN”
Bux MTI o`quv ishlari bo'yicha
prorektori dots. Sh. M. Xodjiyev

«__» ____ **2019 y.**

«KIMYOVIY INJINIRING JARAYONLARI VA QURILMALARI» FANINING

IShChI O`QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300 000 – Ishlab chiqarish va texnik soha
Ta'lim sohasi: 320 000 – Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta'lim yo`nalishi: 5320400 – Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha)

Ta'lim yo`nalishi (mutaxassislik) kodi va nomi	Talabaning o`quv yuklamasi, soat							Semestrlar, soat	
	Umumiy yuklama hajmi	Auditoriya mashg'ulotlari						V	VI
		Jami	Ma`ruza	Amaliy mashg'ulot	Labor.ishi	Seminar	Kurs ishi(loyihasi)		
5320400-Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha)	225	126	54	36	36	V		99	7
5320400 Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha)	225	126	54	36	36	VI	KL	99	7
Jami:	450	252	108	72	72		KL	198	

Buxoro - 2019

Ishchi o'quv dastur O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligida № БД-5320300-2.09 raqami bilan ro'yxatga olingan va 2018 yil 25 avgustda 744 sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchilar:

Xabibov F.Yu.

BuxMTI, "Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari" kafedrası katta o'qituvchisi

Muslimov B.B.

BuxMTI, "Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari" kafedrası katta o'qituvchisi

Taqrizchilar:

G'afurov K.H.

BuxMTI, "Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari" kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi.

Olimov O.S.

"Yevrosnar" MChJ ishlab chiqarish direktori.

"Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari" kafedrası mudiri:
2019 yil "____" _____

G'afurov K.H.

BuxMTI, "_____"
fakulteti dekani:
2019 yil "____" _____

Adizov R.T.

1. O'quv fani o'qitilishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar.

“Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari” fani o'qitilishidan maqsad – sanoat korxonalarida qo'llaniladigan turli texnologik mashinalar va jihozlarni turlari, tuzilishi, ishlatilish prinsipi, hisoblash asoslari va ularni muayyan sharoitlarga mos holda tanlash usullari bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilimlar darajasi bilan ta'minlashdir.

Fanning vazifasi-talabani ushbu fan bo'yicha olgan nazariy va amaliy bilimlarini kurs loyihasi va bitiruv ishlarini bajarish bilan real sharoitga qo'llash bo'yicha bilim berish hamda ularga tegishli amaliy mashg'ulotlar va ko'nikmalar hosil qilishdir.

Fan bo'yicha talabalarning bilim, ko'nikma va malakalariga qo'yidagi talablar qo'yiladi.

Talaba:

“Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari” fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bajarish uchun talaba sanoat korxonalarida ishlatiladigan texnologik mashina va jihozlarning tasnifi, ularning tuzilishi haqida **tasavvurga ega bilishi;**

- mashinalarni va apparatlarni mexanik va kinematik ko'rsatgichlarini hisoblarini bajarish, EXMda konstruktsiyalarni informatsion texnologiyalarni qo'llash to'g'risidagi **malakalarga ega bo'lishi;**

- texnologik mashinalar va apparatlarni, ularning ayrim qismlari va detallarini loyihalashda qo'yilgan talablardan kelib chiqqan holda tegishli materiallar; kimyoviy-texnik ishlov berish, ratsional konstruktsiyalarni tanlash **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.**

2. Ma'ruza mashg'ulotlari

Fandan o'tiladigan mavzular va ular bo'yicha mashg'ulot turlariga ajratilgan soatlarning taqsimoti.

1-jadval

№ t/r	Mavzular nomi	Ma'ruza
	V-mavsum	
29.	Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari faninig umumiy asoslari asosiy jarayonlar va klassifikatsiyasi	2
30.	Kimyoviy korxonalarda ishlatiladigan qurilmalar turlari. Texnologik jarayon va qurilmalarning vazifalari. Fizik kattaliklarning o'lchov sistemalari	2
31.	Gidravlik qarshiliklar. Eyler differencial tenglamasi. harakatning nav'e-stoks differencial tenglamasi	2
32.	O'xshashlik nazariyasining asoslari. O'xshashlik shartlari, turlari. Qo'zg'almas va mavhum qaynash qatlam gidrodinamikasi	2
33.	Nasoslarning turlari va asosiy parametrlari. nasoslarning umumiy napori va so'rish balandligi	2
34.	Markazdan qochma tirdagi nasoslar	2
35.	Kompressorlar. Vakuu nasoslar. Nasos va kompressorlarni tanlash	2
36.	Turli jinsli sistemalarning hosil bo'lishi va ularning klassifikatsiyasi	2
37.	Turli jinsli sistemalarni ajratish	2
38.	Fil'trlash. Fil'trlash jarayoni va to'siqlari. Filtrlash tezligi va tenglamasi. Harakatlantiruvchi kuchi	2
39.	Fil'trlash jarayonini amalga oshirish qurilmalari	2
40.	Sentrifugalash jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari	2

41.	Cho'ktirish jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari. Inertsion ajratkichlar.	2
42.	Elektrostatik maydoni ta'sirida tozalash. elektrostatik kuchlari ta'sirida cho'ktirish	2
43.	Aralashtirish jarayoni. Quvvat sarfi, quvvat kriteriysi. Umumiy kriterial tenglama	2
44.	Aralashtirgichlar va ularning konstrusiyalari.	2
45.	Issiqlik almashinish jarayonlari	2
46.	Issiqlikning tarqalish turlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Fur'e qonuni.	2
47.	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti. Issiqlikning nurlanishi. Stefan-Bol'tsman qonuni	2
48.	Konveksiya asoslari. Issiqlik jarayonlari o'xshashlik kriteriylari. Agregat holatining o'zgarishida issiqlik berish. Issiqlikning o'tishi	2
49.	Agregat holatining o'zgarishida issiqlik berish	2
50.	Issiqlik o'tkazish jarayonlarini intensivlash	2
51.	Yuqori temperaturali moddalar bilan isitish. Elektr toki bilan isitish	2
52.	Trubali issiqlik almashinish qurilmalari	2
53.	Issiqlik almashinish qurilmalari va kondensatorlarini tanlash	2
54.	Bug'latish jarayoni issiqlik va moddiy balansi tenglamasi	2
55.	Bir korpusli bug'latish apparatlari	2
Jami		54
VI-mavsum		
1.	Ko'p korpusli bug'latish jarayoni. ko'p korpusli bug'latish qurilmasi. Umumiy temperaturalar farqi va uning taqsimlanishi	2
2.	Modda almashinish jarayonlari. Modda almashinish jarayonlari klassifikatsiyasi. Fazalar qoidasi. Raul qonuni. Genri vonuni. Dalton qonuni.	2
3.	Muvozanat chizig'i. moddiy balansi va ish chizig'i. jarayonning yo'nalishi. Modda o'tish usullari. Molekulyar diffuziya	2
4.	Nam havoning asosiy parametrlari. Ramzin diagrammasi. Nam havo diagrammasini tasvirlash	2
5.	Absorbsiya jarayonining muvozanati. jarayonning moddiy balansi. Absorbsiyaning asosiy tenglamasi	2
6.	Absorberlarning tuzilishi. Absorberlarni hisoblash asoslari.	2
7.	Haydash jarayoni. Suyuqlik-bug' sistemasining xossalari.	2
8.	Oddiy haydash jarayoni.	2
9.	Binar aralashmalarni uzluksiz rektifikatsiya qilishning moddiy va issiqlik balanslari	2
10.	Ko'p komponentli aralashmalarni rektifikatsiyalash	2
11.	Distillatsiya qurilmalarning tuzilishi va ishlash prinsipi	2
12.	Rektifikatsiyalash qurilmalarning tuzilishi va ishlash prinsipi	2
13.	Qurutish jarayoni va quritish usullari	2
14.	Quritish jarayonini amalga oshiruvchi qurilmalar	2
15.	Suyuqlik-suyuqlik sistemasida ekstraksiyalash jarayoni	2
16.	Suyuqlik-suyuqlik sistemasida ekstraksiyalash jarayonini amalga oshirish qurilmalari	2
17.	Qattiq jismlarni ekstraksiyalash jarayonini amalga oshirish qurilmalari	2
18.	Adsorbentlarning turlari va ularning xususiyatlari. Adsorbsiya jarayoning muvozanati	2
19.	Adsorberlarning tuzilishi va ishlash prinsipi	2
20.	Kristallanish jarayonining muvozanati kristallarni hosil qilish usullari va kristalizatorlar	2
21.	Modda almashinish jarayonlarida fazalar oqimlari gidrodinamikasini o'rganish	2
22.	Mexanik jarayonlar. Maydalash, fraksiyalarga ajratish jarayonlari, sochiluvchan materiallar klassifikatsiyasi.	2
23.	Maydalash jarayonlarini amalga oshirish qurilmalari.	2
24.	Presslash jarayonlari, presslash jarayonlarini amalga oshirish qurilmalari	2
25.	Kimyoviy jarayonlar	2

26.	Kimyoviy jarayonlarni amalga oshiruvchi qurilmalar (Reaktorlar).	2
27.	Reaktorlarning aralashtirish va issiqlik almashinish moslamalari	2
	Jami	54

Ma'ruza mashg'ulotlarida fanni mavzulari mantiqiy ketma-ketlikda keltiriladi. Har bir mavzuning mohiyati asosiy tushunchalar va tezislar orqali ochib beriladi. Ma'ruza mashg'ulotlari multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada akademik guruhlar oqimi uchun o'tiladi.

3. Tajriba mashg'ulotlari

2-jadval

T.r.	Tajriba mashg'uloti muvzusi	Soat
V- mavsum uchun		
1	«Kimyoviy injineriing jarayonlari va qurilmalari» fanidan tajriba ishlarini bajarishdagi texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganish va rasmiylashtirish	4
2	Suyuqliklarni oqish rejimlarini tajribada o'rganish	4
3	Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalarini o'rganish	4
4	Cho'ktirish doimiylari va muhitning qarshilik koeffitsientini tajribada o'rganish	4
5	Qattiq donador maxsulot mavhum qaynash qatlamini tajribada o'rganish	4
6	Aralashtirish uchun sarf bo'lgan quvvatni tajribada o'rganish	4
7	Issiqlik almashinish jarayonini "truba ichida truba" tipidagi isitkichda o'rganish	4
8	Issiqlik almashinish jarayonini bir va ikki yo'lli isitgichda o'rganish	4
9	Bug'latish jarayonini bir korpusli vakuum bug'latuish tajriba qurilmasida o'rganish	4
VI- mavsum uchun		
10	Distillyatsiya jarayonini tajriba qurilmasida o'rganish	4
11	Nam havoning asosiy parametrlarini o'lchash va hisoblashni tajriba jarayonida o'rganish	4
12	Mahsulotlarni konvektiv quritish jarayonini tajriba qurilmasida o'rganish	4
13	Modda almashinish jarayonlarida fazalar oqimlari gidrodinamikasini o'rganish	4
14	Modda almashinish jarayonlarini o'rganishda ASPEN HYSYS dasturini o'rganish	4
15	ASPEN HYSYS dasturi orqali oddiy distillatsiyalash jarayonini o'rganish	4
16	ASPEN HYSYS dasturi orqali suyuqliklarni ekstraksiyalash jarayonini o'rganish	4
17	Sochiluvchan materiallarni dispersligini aniqlashni tajriba qurilmasida o'rganish	4
18	Maxsulotlarni maydalash jarayonini asosiy xarakteristikalarini aniqlashni tajriba qurilmasida o'rganish	4
Jami:		72

Laboratoriya ishlarini bajarish davomida talabalar jarayon kechadigan mashina va jixozlarning unumdorligini hisoblash, jarayon borishi davomida yuzaga keladigan o'zgarishlarni o'rganish, nazariy tadqiq qilish va hisoblash, jarayonni amalga oshiruvchi qurilmalardagi oqim strukturalarini o'rganish, oqim rejimlarini aniqlash kabi amaliy ko'nikmalar hosil qiladilar va kasb mahoratlarini oshiradilar.

4. Amaliy mashg'ulotlar

3-jadval

№	Amaliy mashg'ulotlari mavzusi	Soat
V- mavsum uchun		
GIDRAVLİK HISOBLASHLARGA OİD MASALAR YEChİSh		

1.	Quvur diametrini hisoblash	2
2.	Quvurda gidravlik qarshiliklarni aniqlash	2
3.	Nasos va ventilyatorlarni hisoblash	2
4.	Nasoslarni hisoblash va nasoslarni tanlash	2
5.	Ventilyatorlarni hisoblash	
FIL'TRLASH JARAYONIGA OID MASALALAR YEChISH		
6.	Fil'trlashning umumiy tenglamasi va nazariy ma'lumotlar	2
7.	Barabanli vakuum-filtrni hisoblash	2
ARALASH TIRISH JARAYONLARIGA OID MASALALAR YEChISH		
8.	Propellerli aralash tirish qurilmasini hisoblash.	2
ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARIGA OID MASALALAR YEChISH		
9.	Yuzali issiqlik almashgichlarni hisoblash. Issiqlik hisobi.	2
10.	Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini aniqlash.	2
11.	Isitkichlarni konstruktiv hisoblash. Uskuna quvurli qismining o'lchamlarini aniqlash.	2
12.	Isitkichlarni gidravlik hisoblash.	2
13.	Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob.	2
14.	Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini konstruktiv hisoblash.	2
15.	Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob.	2
16.	Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Konstruktiv hisob.	2
17.	Barometrik kondensatorni hisoblash.	2
18.	Barometrik kondensatorni qo'shimcha qurilmalarini hisoblash. Vakuum-nasos ish unumdorligini hisoblash.	2
VI- mavsum uchun		
MODDA ALMASHINISH JARAYONLARINI HISOBLASH		
1.	Modda almashinish uskunalarning asosiy o'lchamlarini aniqlash.	2
2.	Metil spirti va suv aralashmasini ajratish uchun rektifikatsion kolonnani hisoblash tartibi. Moddiy balansi va ishchi flegma sonini aniqlash.	2
3.	Kolonnada boradigan jarayonning issiqlik balansini aniqlash.	2
4.	Kolonnada boradigan jarayonning texnologik hisob.	2
5.	Bug'ning tezligi va kolonna diametrini hisoblash.	2
ABSORBERNI HISOBLASH		
6.	Yutuluvchi modda massasi va yutuvchi absorbent sarfi va absorptsiya jarayonining harakatlantiruvchi kuchi.	2
7.	Absorbsiya jarayonida modda o'tkazish koeffitsiyenti va Gazning tezligi va absorber diametrini aniqlash.	2
8.	Absorbsiya jarayonining modda berish koeffitsiyenti aniqlash.	2
9.	Modda o'tkazish yuzasi hamda absorber balandligini aniqlash. Absorberlarning gidravlik qarshiligi.	2
ADSORBERLARNI HISOBLASH		
10.	Davriy ishlaydigan adsorberlarni hisoblash asoslari.	2
11.	Adsorbsiya jarayonini hisoblash.	2
12.	Adsorberni mustahkamlikka hisoblash.	2
13.	Adsorbsion kolonnaning flanetsli birikmalari hisobi.	2
QURITISH JARAYONINI HISOBLASH		
14.	Barabanli quritkichni hisoblash. Jarayonning moddiy balansi.	2
15.	Havoning parametrlari va quritish uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdorini aniqlash.	2
16.	Qurituvchi baraban o'lchamlarini aniqlash.	2

KIMYOVIY JARAYONLARNI HISOBLASH		
17.	Reaktorlarni hisoblash. Texnologik hisob.	2
18.	Reaktorlarning issiqlik almashinish yuzasi maydoni va aralashtirish moslamasini hisoblash.	2
	Jami:	72

Amaliy mashg'ulotlarni bajarish davomida talabalar jarayonlar va qurilmalarning unumdorligini, jarayonni moddiy, issiqlik balanslarini hasoblash, jarayon boradigan qurilma konstruktiv o'lehamlarini aniqlash, aniqlanayotgan jarayon uchun qurilmalarni tanlash kabi amaliy ko'nikmalar hosil qiladilar va kasb mahoratlarini oshiradilar

5. Mustaqil ta'lim

4-jadval

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Dars soatlari hajmi
V – mavsum		
1	Trubalardagi gidravlik qarshiliklar	5
2	Maxsulotni uzatish uchun mo'ljallangan zamonaviy maxsus nasoslar turlari	6
3	Suspenziya koncentraciya si va zarrachalar shaklining cho'kish tezligiga ta'siri.	5
4	Ultrafiltratsiya jarayoni.	6
5	Filtrlash jarayonini intensivlash usullari.	6
6	Gazsimon TJS larni ajratish zamonaviy qurilmalari.	6
7	Gazsimon turli jinsli sistemalarni ajratish jarayonini intensivlash usullari.	6
8	Pastasimon maxsulotlarni aralashtirish jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari.	6
9	Konvektiv issiqlik almashinishda tajri-ba natijalariga asoslanib issiqlik berish koeffitsientini aniqlash.	5
10	Erkin va majburiy konvektsiya davrida issiqlik berish.	5
11	Zamonaviy kombinatsiya langan issiqlik almashinish qurilmari.	5
12	Atrof muhit temperaturasi dan past temperatura gacha sovutish jarayoni qurilmalari.	5
13	Zamonaviy bug'latish qurilmalari ning ishlash prinsiplari	5
14	Bug'latish jarayonlarining moddiy balansi	5
15	Bug'latish jarayonlariga ta'sir etuvchi omillar	5
16	Kimyo sanoatida ishlatiladigan zamonaviy bug'latish qurilmalari	5
17	Zamonaviy bug'latish apparatlarining afzalliklari	5
18	Zamonaviy sovitish apparatlarining effektivligi	5
19	Zamonaviy qurilalarga qo'yiladigan talablar	5
20	Qurilmalardagi gidrodinamik oqimlar strukturasi	4
	Jami:	99
VI - mavsum		
1	Moda almashinish jarayonlarining modellari.	5
2	Quritish jarayonini tashkil qilish usullari.	5
3	Zamonaviy quritish usullari va qurilmalari	5
4	Gazlarni absorbsiyalash uchun absorbentlarni tanlash	5
5	Adsorbsiya jarayonining kinetikasi.	5
6	Rektifikatsion qurilmalarda haqiqiy flegma soni.	5

7	Aralashmalarni rektifikatsiyalash da ta'sir etuvchi omillar	5
8	Ekstraksiyalash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi	5
9	Granullash jarayoni va uni amalga oshirish qurilmasi.	5
10	Maydalashjarayoniga ta'sir etuvchi omillar.	5
11	Kimyoviy jarayonlarning zamonaviy holati	5
12	Kimyo sanoati korxonalarida qo'llaniladigan zamonaviy tipdagi nasoslar	5
13	Kimyo sanoati korxonalarida qo'llaniladigan isitish qurilmalarining zamonaviy holati	5
14	Kimyo sanoati korxonalarining sovitish texnikasi	5
15	Kimyo sanoati korxonalari tizimlari bilan ishlaydigan chet el kompaniyalari va ularning vazifalari	5
16	Kimyo sanoatida ishlatiladigan jixozlarni tayyolash uchun qo'llaniladigan materiallar va ularga qo'yiladigan talablar	5
17	Zamonaviy kimyoviy reaktorlar	5
18	Kimyoviy reaktorlar ishlab chiqarish korxonalari	5
19	Kimyoviy reaktorlarga qo'yiladigan talablar va ularning effektivligini oshirish	5
20	Kimyoviy injineriing jarayonlari va qurilmalari fanining rivojlantirishga beriladigan takliflar va ko'rsatmalar	4
Jami:		99
Hammasi:		198

Talabalar mustaqil mavzularga materiallar tayyorlashda tezish yoki ma'ruza shaklida amalga oshiradilar. Bunda talabalar mustaqil mavzu tezislari yoki ma'ruzalarini yoritishda kursdoshlari bilan birgalikda hammualliflikda amalga oshirishlari mumkin. Tezis yoki ma'ruzalarni yoritishda yangi adabiyotlar, internet tarmoqlaridagi sohaga oid saytlar, ishlab chiqaruvchi korxonalar saytlari va h.k.lardan foydalanishlari tavsiya etiladi.

6. Kurs loyihalari uchun tavsiya etiladigan mavzular

5-jadval

1	NaOH aralashmasini isitishda qo'llaniladigan plastinali issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash va loyihalash.
2	Ikki suvli organik eritma orasida issiqlik almashinish uchun kobik trubali issiklik almashinish qurilmasini xisoblash va loyixalash.
3	Gaz aralashmasidan suv bilan ammiakni ajratib olish uchun nasadkali absorberni hisoblash va loyihalash.
4	Emulsion polimerizatsiyalash jarayoni uchun mexanik aralashtirgichli polimerizator qurilmasini hisoblash va loyihalash.
5	Uzluksiz ishlaydigan binar aralashma metil spirtini haydash uchun rektifikasion kolonnani hisoblash va loyihalash.
6	Plastinali issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash va loyihalash.
7	Sirtiy kondensatorni hisoblash va loyihalash.
8	Plastinali issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash va loyihalash.
9	Rektifikasion kolonnani hisoblash va loyihalash.
10	Tarelkali rektifikasion kolonnani hisoblash va loyihalash.
11	G'ilofli issiklik almashinish qurilmasini xisoblash va loyixalash.
12	Rektifikasion kolonna uchun sirtiy kondensatorni hisoblash va loyihalash.
13	Toluolni sovutish jarayoni uchun qobiq trubali sovutish qurilmasini hisoblash va loyihalash.

14	Gaz aralashmasini tozalashda siklon qurilmasini hisoblash va loyihalash.
15	Texnologik tizimlarda qo'llaniladigan g'iloqli issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash va loyihalash.
16	Qobiq trubali issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash va loyihalash.
17	Barabanli vakuum filtrni hisoblash va loyihalash.
18	Absorber qurilmasini hisoblash va loyihalash.
19	Gaz aralashmasidan suv yordamida ammiakni ajratib olish uchun nasadkali absorberni hisoblash va loyihalash.

Fan bo'yicha kurs loyihasi: Kurs loyihasi fan mavzulariga ta'luqli masalalar yuzasidan talabalarga yakka tartibda tegishli topshiriq shaklida beriladi. Kurs loyiha maqsadi; mashina va qurilma tavsifi; jarayonning moddiy va issiqlik balansi; qurilma va bog'lovchi truba quvurlari va mashinalarning gidravlik hisobi. Kurs loyiha tushuntirish xati, moddiy va issiqlik balansi, gidravlik. Konstruktiv hisoblashlarni o'z ichiga oladi. Loyihaning grafik qismi qurilmaning umumiy ko'rinishi, asosiy bo'laklar 2-3 proektsiyada qirqimda chiziladi. Loyihani grafik qismini bajarishda talabalar zamonaviy loyihalash jarayonlarini avtomatlashitirish kompyuter dasturlari Kompas, SolidWorks, AvtoKad tizimiy dasturlaridan foydalanishlari va kurs loyihasini hisoblash qismlarini amalga oshirishda MatLab, MatCad, Maple tizimiy dasturidan foydalanishlari mumkin.

7. Fan bo'yicha talabalar bilimni baholash va nazorat qilish me'zonlari

6-jadval

Baholash usullari	Ekspress testlar, yozma ishlar, og'zaki so'rov, taqdimotlar.
Baholash mezonlari	86-100 ball - fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtira olish; - fanga oid ko'rsatkichlarni iqtisodiy tahlil qilishda ijodiy fikrlay olish; - o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish; mehnat munosabatlariga oid tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish; - o'rganilayotgan jarayonga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularga to'la baho berish; - tahlil natijalari asosida vaziyatga to'g'ri va xolisona baho berish; - o'rganilayotgan iqtisodiy hodisa va jarayon to'g'risida tasavvurga ega bo'lish; - o'rganilayotgan jarayonlarni analitik jadvallar orqali tahlil etish va tegishli qarorlar qabul qilish. 71-85 ball - o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish; - o'rganilayotgan iqtisodiy hodisa va jarayon to'g'risida tasavvurga ega bo'lish; - o'rganilayotgan jarayonga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularga to'la baho berish; - o'rganilayotgan jarayonlarni jadvallar orqali tahlil etish va tegishli qarorlar qabul qilish. 55-70 ball - o'rganilayotgan jarayonga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va

	ularga to'la baho berish; - o'rganilayotgan iqtisodiy hodisa va jarayon to'g'risida tasavvurga ega bo'lish; - o'rganilayotgan jarayonlarni analitik jadvallar orqali tahlil etish. 0-54 ball - o'tilgan fanning nazariy va uslubiy asoslarini bilmaslik; iqtisodiy hodisa va jarayonlarni tahlil etish bo'yicha tasavvurga ega emaslik; - o'rganilayotgan jarayonlarga iqtisodiy usullarni qo'llay olmaslik.		
	Reyting baholash turlari	Maks.ball	O'tkazish vaqti
	Joriy nazorat:	40	
	Laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarda faolligi, savollarga to'g'ri javob berganligi, laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar topshiriqlarini bajarganligi va mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi uchun	20	Semestr davomida
	Laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarda faolligi, savollarga to'g'ri javob berganligi, laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar topshiriqlarini bajarganligi va mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi uchun	20	
	Oraliq nazorat:	30	
	Birinchi oraliq nazorat yozma ish (ma'ruza o'qituvchisi tomonidan qabul qilinadi).	15	Semestr davomida
	Ikkinchi oraliq nazorat yozma ish (ma'ruza o'qituvchisi tomonidan qabul qilinadi).	15	
	Yakuniy nazorat	30	
	Jami	100	

8. Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and Systems, 4th edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 2015.
2. N.R. Yusufbekov, H.S. Nurmuhamedov, S.G. Zokirov Kimyo texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshket. Fan va texnologiyalar, 2015-847 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Uslubiy qo'llanma. T.: NISIM, 1999. - 351 b.

4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov.U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. - Uslubiy qo'llanma. T.: Jahon, 2000. - 231 b.

5. Dalgarno, B., Bishop A., Bishop B. The potential of virtual laboratories for distance science education teaching: reflections from the initial development and evaluation of a virtual chemistry laboratory //Materials of Symposium

6. "Proceedings of the Improving Learning Outcomes through Flexible Science Teaching". - Sydney, Australia, 2003. -P. 90-95.

Qo'shimcha adabiyotlar

7. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T. "O'zbekiston", 2017. -488 b.

8. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash-yurt taraqqiyoti va xalq farovonliging garovi. -T. "O'zbekiston", 2017. -48 b.

9. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. - T. "O'zbekiston", 2016. -56 b.

10. Сокобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. -Учебник. М.: Недра, 2000.- 677 с.

11. Гелперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Учебник. М.: Химия, 1991. - й.1-2.-810 с.

Internet saytlari

12. www.gov.uz - O'zbekiston Respublikasi hukumat portali.

13. www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.

14. <http://www.Ziyo-Net.uz>

15. <http://www.vikipediya.ru>

**“KIMYOVIY INJINIRING JARAYONLARI VA QURILMALARI”
FANIDAN TEST SAVOLLARI**

«Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari» fanidan test savollari

O‘xshashlik nazariyasi nima?

- + tajriba natijalarini ilmiy umumlashtirish usullari haqida ma’lumot
- suyakliklarni oqish rejimlari
- tajribalar o‘tkazishni rejalashtirish
- tajriba grafiklarini o‘rganish

Geometrik o‘xshashlik nima?

- fazoda joylashgan ikki sistemani fizik xossalarini nisbati vaqt birligida o‘zgarmasdir
- vaqt davomida maxsulotlar rejimini o‘zgarmasligi bilan xarakterlanadi
- vaqt davomida maxsulotlar miqdorlari o‘zgarmasligi bilan xarakterlanadi
- + natura va modelning mos tushadigan o‘lchamlari paralel va ularning nisbati o‘zgarmas kattaliklar bilan xarakterlanadi

Fizik o‘xshashlik nima?

- + fazoda joylashgan ikki sistemani fizik xossalarini nisbati vaqt birligida o‘zgarmasdir
- natura va modelning mos tushadigan o‘lchamlari
- vaqt davomida maxsulotlar rejimini o‘zgarmasligi bilan xarakterlanadi
- vaqt davomida maxsulotlar miqdorlari o‘zgarmasligi bilan xarakterlanadi

“Jarayon sikli” atamasining mohiyatini nima?

- + xom-ashyo yoki materialni qayta ishlash operatsiyalari uchun zarur va yetarli bo‘lgan vaqt
- xom-ashyo yoki materialni qayta ishlashga tayyorlash operatsiyasi
- xom-ashyo yoki materialni yetkazib berish operatsiyalari
- xom-ashyo yoki materialni saqlash operatsiyalari

“Texnologik apparat” atamasi nima?

- + texnologik jarayonni amalga oshirish uchun qo‘llaniladigan jihoz, qurilma yoki moslama
- texnologik o‘lchash amalga oshirish uchun qo‘llaniladigan jihoz
- texnologik jarayonni rostlashni amalga oshirish uchun qo‘llaniladigan jihoz
- texnologik jarayonni nazoratni amalga oshirish uchun qo‘llaniladigan jihoz

Moddiy balans qaysi qonunga tayanib tuziladi?

- energiya saqlanishi
- nyutonning 4-qonuniga
- + massaning saqlanish qonuniga asosan
- nyutonning 2-qonuniga

Qurilmani mexanik ishonchligi nima?

- + mustahkamlik, qattiqlik, turg‘unlik, germetiklik
- kam material sarflanishi
- soddaligi, eksplutatsiya vaqti
- narxi arzonligi

Qurilmaning eksplutasion afzalligi nima?

- kam material sarflanishi, texnologik moyilligi
- + soddaligi, eksplutatsiya vaqtida kam xarajatligi, xizmat ko‘rsatish qulayligi
- kam material sarflanishi, texnologik moyilligi
- mustahkamlik, turg‘unlik, germetiklik

Mashina konstruksiyasining mukammalligi nima?

- soddaligi, eksplutatsiya vaqtida kam xarajatligi
- mustahkamlik, qattqlik, turg'unlik, germetiklik
- + kam material sarflanishi, texnologik moyilligi, yuqori foydali ish koeffisienti
- narxi arzonligi, uzoq muddat ishlashi, servis xizmat mavjudligi

“Gidrostatika” nimani o‘rganadi?

- Nyuton kriteriyalar
- diferensial tenglamalar
- + suyuqliklarning muvozanatini o‘rganadi
- suyuqlik harakati

Bosim ta’sirida absolyut siqilmaydigan, temperatura ortishi bilan zichligi o‘zgarmaydigan va qovushqoqlikka ega bo‘lmagan suyuqlik qanday suyuqlik deyiladi?

- real
- + ideal suyuqlik
- aralashmali
- emulsiya

Birinchi o‘xshashlik teoremasini kim kashf etgan.

- + Issak Nyuton
- Reynolds
- Prantdel
- Frud

Qurilmaning matematik modeli nima?

- + qurilmani ifodalovchi matematik ifodalar to‘plami
- qurilmani ifodalovchi geometrik ifodalar to‘plami
- qurilmani ifodalovchi mexanik chizmalar to‘plami
- qurilmani ifodalovchi fizik jismlar to‘plami

Gidravlik mashinani belgilang?

- Desorber
- Absorber
- Ekstraktor
- + Hidravlik press

Suyuqliklar harakatini tasniflovchi asosiy kattaliklar qaysilar?

- qovushqoqlik, zichlik
- + tezlik, sarf, miqdor
- konsentratsiya, zichlik
- zichlik, tezlik

Vaqt birligi ichida ko‘ndalang kesim orqali oqib o‘tayotgan suyuqlik miqdoriga nima?

- gaz miqdori
- gaz zichligi
- gaz konsentratsiyasi
- + suyuqlik sarfi

Vaqt birligi ichida ko'ndalang kesim yuzadan oqib o'tuvchi suyuqlik massalari yig'indisi nima?

- + massaviy miqdor
- suyuqlik sarfi
- suyuqlik zichligi
- suyuqlik konsentratsiyasi

Suyuqlik va gazlarning muvozanat va harakat qonunlariga asoslangan jarayonlar?

- + gidrostatik va gidrodinamik jarayonlar
- modda almashinuv jarayonlari
- mexanik jarayonlar
- issiqlik almashinish jarayonlari

Cho'ktirish jarayonining xarakatlantiruvchi kuchi?

- suyuqlik va qattiq zarracha temperaturallari orasidagi farq
- + Arximed va og'irlik kuchlari orasidagi farq
- bosim
- qovushqoklik

Haydash jarayonining erkinlik darajasi?

- 3
- +2
- 4
- 5

Ekstraksiya jarayonining erkinlik darajasi?

- 4
- 5
- +3
- 6

Siklonlar nima maqsadda ishlatiladi?

- suyuqliklar aralashmasi xosil qilish uchun
- gazsimon aralashmalar xosil qilish uchun
- + siklonlar, gazsimon turli jinsli sistemalarni ajratish uchun
- moddalarni bir biriga eritish uchun

Siklonda markazdan kochma kuch qanday hosil qilinadi?

- gazlar aralashmasini katta tezlikda berilishi natijasida;
- aralashtirgichning aylanishi natijasida;
- kirish teshigi radial holatda bo'lganda
- + siklonga kirish kanalini tangensial joylashishi natijasida;

Filtrlash jarayonining tezligi -

- bosimlar farqiga teskari, filtrning umumiy qarshiligiga to'g'ri proporsional
- qovushqoklikka to'g'ri, bosimlar farqiga teskari proporsional
- bosimlar farqiga va to'g'ri, filtrning umumiy qarshiligiga va muxit temperaturasiga teskari proporsional
- + filtrlash bosimlar farqiga to'g'ri, muhit qovushqoqligi va filtrning umumiy qarshiligiga teskari proporsional

Nasosning soʻrsh balandligini oshirish uchun nima qilish kerak?

- suyuqlikning tezligini oshirish kerak
- + suyuqlikni tezligini kamaytirish va uzatish idishidagi bosimini oshirish kerak
- soʻrsh trubasidagi gidravlik qarshiliklarni oshirish kerak
- suyuqlik temperaturasini oshirish kerak

Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari qaysilar?

- sentrafugalash, suyuqlik yordamida ajratish, qizdirish
- + filtrlash, choʻktirish, sentrafugalash, suyuqlik yordamida ajratish
- filtrlash, choʻktirish, ekstraksiyalash
- suyuqlik yordamida ajratish va ekstraksiyalash

Quyidagilardan qaysi biri gidromexanik jarayondir?

- + suyuqlik muhitlarda aralashtirish va ajratish usullari
- gazlarni suyuqlik tomonidan yutilishi
- suyuq aralashmani bugʻlatish
- suyuqliklarning isishi

Dinamik kompressorlarga qanday turdagi kompressorlar misol boʻla oladi?

- plunjerli, oʻqli, shesternali
- oʻqli, porshenli
- + marqazdan qochma, oʻqli va oqimli
- diafragmali, plunjerli

Suyuqlik yoki gazlar qatlamlari oʻzaro harakatlanganda bir biriga qarshilik koʻrsatish xususiyati?

- + qovushqoklik
- bosim
- zichlik
- ogʻirlik

Erkin choʻkayotgan zarrachaga qanday kuchlar taʼsir qiladi?

- + muhitning qarshilik kuchi, ogʻirlik kuchi, Arximed kuchi
- muhitning qarshilik kuchi
- ogʻirlik kuchi, markazdan kochma kuch
- markazdan kochma kuch, Arximed kuchi

Skrubberlar nima maqsadda ishlatiladi?

- havoni qizdirish uchun
- suspenziyalarni fazalarga ajratish uchun
- + gazlarni suyuqlik yordamida tozalash uchun
- emulsiyalarni

Quyidagi mulohazalardan qaysi biri toʻgʻri.

- trubada oqadigan suyuqlik tezligini oshirsak, suyuqlikni uzatishda sarflanadigan energiya sarfi kamayadi;
- suyuqlik tezligini oshirsak, uni uzatish uchun zarur boʻlgan trubani tayerlash xarajatlari ortadi
- gidravlik qarshiliklarni kamaytirish uchun rostlovchi organlarni kuprok urnatish kerak
- + suyuqlikni tezligini oshirsak, gidravlik qarshilik ham ortadi

Mavhum qaynash holati nima?

- gidravlik qarshilik ortadi
- fazalarning kontakt yuzasi kamayadi
- + qatlamning gidravlik qarshiligi kamayib fazalarning kontakt yuzasi ortadi
- jarayonning tezligi kamayadi

Kavitatsiya hodisasi qachon sodir bo'ladi?

- qovushqoqligi katta bulsa
- idishda bosim katta bulsa
- uzoq masofaga uzatilayotgan bulsa
- + uzatilayotgan suyuqlik temperaturasi katta bo'lsa

Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari qaysilari?

- + filtrlash, cho'ktirish, sentrafugalash, suyuqlik yordamida ajratish
- filtrlash, cho'ktirish, ekstraksiyalash
- sentrafugalash, suyuqlik yordamida ajratish, qizdirish
- suyuqlik yordamida ajratish va ekstraksiyalash

Donasimon zarrachalar qatlamining mavhum qaynash holatida bo'lishi uchun qanday shart bajarilishi zarur?

- + donasimon zarrachalar orasidan o'tayotgan gaaz yoki suyuqlik tezligi birinchi va ikkinchi kritik tezliklar orasida bo'lishi shart
- donasimon zarrachalar o'lchami 1-2 mkm bo'lishi shart
- donasimon zarrachalar quruq bo'lishi kerak
- qatlamdan o'tayotgan gaz quruq havo bo'lishi shart

Nasosning asosiy parametrlari qaysilari?

- + ish unumdorlik,, napor va nasos quvvati
- napor, ish unumdorlik, temperatura
- napor, suyuqlik miqdori va temperaturasi
- napor, nasos hajmi, bosim

Modda zichligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi?

- $\rho = v/m$
- $\rho = P/S$
- + $\rho = m/v$
- $\rho = G/m$

Quyidagilardan qaysi biri turli jinsli sistemalarga misol bo'ladi.

- + yog' bilan suv aralashmasi
- kislotaning suvdagi eritmasi yoki ishqor eritmasi
- ishqorning suvdagi eritmasi, tuzning suvdagi eritmasi
- turli xil gazlar aralashmasi, qattiq moddalar aralashmasi

Markazdan qochma kuch tezlanishini og'irlik kuchi tezlanishiga nisbati bilan aniqlanadigan kattalikka qanday koeffisient deyiladi?

- kritik tezlik
- +ajratish koeffisienti
- oqim zichligi
- oqimning tezlanishi

Porshenli kompressorlarda zararli bo'shliq deganda nimani tushinasiz?

- porshenning bir tomonlama harakat yo'li
- silindrning uzunligi
- porshenning harakat masofasi
- +silindr qopqog'i va porshen orasida hosil bo'lgan bo'sh hajm

Reynolds kriteriyasi qanday aniqlanadi.

$$+ Re = v \cdot d \cdot \rho / \mu$$
$$Re = v \cdot d \cdot \mu \cdot \rho / \nu$$
$$Re = v \cdot d \cdot \rho / \mu \cdot \lambda$$
$$Re =$$
$$v \cdot \alpha \cdot d \cdot \rho / \nu$$

Suyuqlikning to'liqsimon, tartibsiz harakati qanday rejim hisoblanadi.

- o'tish holati
- tekis holat
- + turbulent
- laminar holat

Ikki xil o'zaro aralashtirilgan suyuq sistema

- changlar, ko'pik
- +emulsiya
- tutun, ko'pik
- suspensiya, ko'pik

Ikki xil o'zaro aralashtirilgan suyuq va kattik jism zaralaridan iborat sistema...

- emulsiya, ko'pik
- tutun, ko'pik
- chang, ko'pik
- +suspensiya

Jarayonni tashkil, etish usuliga ko'ra reaktorlarning qanday turlari bor?

- davriy, uzluksiz
- uzluksiz
- davriy
- +davriy, uzluksiz, yarim uzluksiz

Gidravlika necha bo'limga bo'linadi?

- +gidrostatika va gidrodinamika
- statika va dinamika
- gidrodinamika
- gidromexanika

Suyuqlik uchun gidrostatikaning asosiy tenglamasini aniqlang.

$$Z + \frac{p}{\rho g} = \text{const} (+)$$

$$K + Z + \frac{\rho}{\rho g} = \text{const}$$

$$Q + Z - \frac{Pg}{\rho} = const$$

$$Z + Q + \frac{g}{P\rho} = const$$

“Gidrodinamika” nimani o‘rgatadi?

- suyuqliklarning muvozanatini
- moddalarning harakatini
- +suyuqlik va gazlarning harakatini
- suyuqliklarni

Suyuqlikning idishdan to‘la oqib chiqish vaqtini tenglamasini toping.

$$\tau = \frac{2S\sqrt{H_0}}{\alpha S_0\sqrt{2g}} \quad (+)$$

$$\tau = Q + \frac{\alpha S\sqrt{H}}{2S_0\sqrt{2g}}$$

$$\tau = A + \frac{2S\sqrt{H}}{\alpha S_0\sqrt{2g\rho}}$$

$$\tau = G - \frac{2S\sqrt{H}}{\alpha S_0\sqrt{2gH}}$$

Texnologik jarayonlar necha turda o‘tkaziladi?

- +kombinatsiyalashgan, davriy va uzluksiz
- o‘zgarmas
- uzluksiz va o‘zgarmas
- davriy

Suyuqliklarni asosiy fizik xossalarini aniqlang.

- +zichlik, qovushqoqlik
- zichlik, tarkibi va massasi
- zichlik va bosim, temperatura
- zichlik, bosim va hajm

Qovushqoqlik deb nimaga aytiladi?

- suyuqlikni harakati, qattiq moddalarni maydalash
- massani zichlikka nisbati
- +suyuqlik bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o‘tishi uchun sarf bo‘lgan kuch
- qatlamni yuzaga nisbati

Qovushqoqlik necha xil bo‘ladi?

- +dinamik va kinematik
- dinamik
- kinematik
- hajmiy

Bosim qanday asboblarda o'rganiladi?

- ariometr
- tarozi
- +barometr, manometr, vakuummetr
- termometr, manometr

Suyuqlikni harakati qanday kattaliklar bilan xarakterlanadi?

- sarf va bosim
- +tezlik, sarf va bosim
- tezlik va sarf
- tezlik va bosim

Suyuqlik sarfini qanday turlari mavjud?

- Laminar
- +massaviy va hajmiy
- hajmiy
- massaviy

Massaviy sarf tenglamasini aniqlang.

$$M = \rho S + A - Q$$

$$M = Q + E - 0,785S$$

$$M = W \cdot V \cdot 0,785d^2$$

$$(+)\ M = \rho wS$$

Suyuqliklarni harakat me'yori necha turli bo'ladi?

- laminar, oraliq
- laminar, o'rta
- +laminar o'tish, turbulent
- turbulent, oraliq

Truboprovodning diametrini toping.

$$(+)\ d = \sqrt{\frac{V}{0.785 * W}}$$

$$d = A + \sqrt{\frac{P}{0.785 * H}}$$

$$d = W + \sqrt{\frac{W}{0.785 * 3}}$$

$$d = G + \sqrt{\frac{0,785}{V * F}}$$

Hajmiy sarf tenglamasini aniqlang.

$$V = \pi S w$$

$$V = wS \quad (+)$$

$$V = 0,785SPG$$

$$V = A + B + cd$$

Oqimning harakat rejimini kim aniqlagan?

- + I. Reynolds
- Arximed
- Nusselt
- Rekle

Kompressorlarning ishlash printsipiga ko`ra qanday turlarga bo`linadi?

- parrakli va oqimli
- oqimli va hajmiy
- oqimli, parrakli
- +hajmiy, parrakli, oqimli, Parrakli

Reynolds kriteriysi qiymati nechagacha bo`lsa rejim laminar hisoblanadi.

(+) $Re \leq 2320$

$Re \leq 352050$

$Re \leq 271220$

$Re \leq 10000$

Markazdan qochma kuch tezlanishini og`irlik kuchi tezlanishiga nisbati bilan aniqlanadigan kattalikka nima deyiladi?

- Zichlik
- +ajratish koefitsienti
- tezlanishi
- tezlik

Markazdan qochma kompressorlarda gaz nima yordamida siqiladi?

- +ishchi g`ildirakning aylanishida xosil buladigan inertciya kuchlari yordamida gaz siqiladi
- potential energiya natijasid
- ishchi g`ildirakning aylanishi natijasida
- atmosfera bosimi natijasida

Mavhum qatlam hosil qilishda birinchi kiritik tezlik deb nimaga aytiladi?

- qatlamning qo`zg`almas tezligi
- qatlam qo`zg`almasligi buzish paytidagi tezlik
- mavhum qaynash holatiga o`tish paytidagi tezlik
- +qatlam qo`zg`almasligi buzilib, mavhum qaynash holatiga o`tish paytidagi tezlik

Mavxum qaynash holati nima?

- jarayonning tezligi kamayadi
- fazalarning kontakt yuzasi kamayadi
- gidravlik qarshilik ortadi
- +qatlamning gidravlik qarshiligi kamayib fazalarning kontakt yuzasi ortadi

Porshenli nasoslarning urtacha nazariy ish unumdorligi formulasi qaysi qatorda keltirilgan

(+) $V_H = 60 \cdot f_0 \cdot S \cdot n$

$$V_H = 2f \cdot S \cdot n \cdot 60 + A$$

$$V_H = 2i \cdot f \cdot S \cdot n + Q$$

$$V_H = i \cdot 60 \cdot n \cdot f + W$$

Choʻkish tezligi deb nimaga aytiladi?

- +muhitning qarshilik kuchi harakatlantiruvchi kuchga tenglashgandagi oʻzgarmas tezlikka
- sarfni vaqtga nisbatiga
- xajmiy sarfni zichlikka nisbatiga
- diametrni yuzaga nisbatiga

Choʻktirish qurilmalari qanday rejimda ishlaydi?

- uzluksiz
- yarim uzluksiz
- +davriy, uzluksiz va yarim uzluksiz
- davriy

Choʻktirishdagi tozalangan mahsulot nima deb ataladi?

- +dekantat deyiladi
- frikat
- choʻkma
- rafinat

Filtrlash deb nimaga aytiladi?

- muhitning qarshilik kuchi harakatlantiruvchi kuchga
- suspeziya ajratib olishga
- +suspensiya va changli gazlarni filtr toʻsiqlar orqali tozalashga
- gazlarni tozalashga

Sentrifugalash jarayoni nima?

- suspensiyalarni ajratish, ezish
- +markazdan qochma kuchlar maydonida ajratish
- emulsiyalarni saralash
- suspeziya va emulsiyalarni tindirish

Fugat nima?

- +suspensiyani ajratgandagi suyuq modda
- suspensiyani ajratgandagi qattiq
- emulsiyadagi zarracha
- qoldiq choʻkma

Sentrifugalarning ish unumdorligi qanday kattalikka bogʻliq?

- +ajratish koeffitsientiga
- harorat
- hajmga
- filtratga

Gazlar qanday maqsadlarda tozalanadi?

- jarayonga salbiy taʼsir qiluvchi moddalarni ajratish uchun, temperaturasini pasaytirish uchun
- gazlarni tozalash kerak boʻladi
- atrof-muhitni ifloslanishini kamaytirish uchun
- gazlar aralashmadan qimmatbaho mahsulotlarni ajratish uchun
- +gazlar aralashmadan qimmatbaho mahsulotlarni ajratish uchun, jarayonga salbiy taʼsir qiluvchi moddalarni ajratish uchun, atrof-muhitni ifloslanishini kamaytirish uchun

Gazlarni tozalash uchun qanday qurilmalar ishlatiladi?

- rekтификасион kalonnalar
- +cho'ktirish, siklonlar va filtrlash qurilmalari
- cho'ktirish qurilmalari
- siklonlar, filtrlar

Suyuq sistemalarni qaysi qurilmalarda ajratiladi?

- +gidrotsiklon qurilmalarda
- siklon
- filtr
- nasos

Sentrifugal necha turga bo'linadi?

- normal
- past
- +o'rta va normal
- o'rta

Yengli filtrlarning asosiy kamchiligini aniqlang?

- +yuqori haroratli va nam gazlarni tozalash mumkin emas
- nam gazlarni tozalash mumkin emas
- yuqori haroratli
- kamchiligi yo'q

Dinamik nasoslar qanday nasoslarga bo'linadi?

- ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan
- +parrakli va ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan
- porshenli
- parrakli, gazlarni siqish darajasiga

Kompressor mashinalar nima uchun ishlatiladi?

- gazlarni uzatish
- gazlarni siqish
- suyuqliklarni uzatish
- +gazlarni siqish va uzatish

Mavhum qaynashda Ikkinchi kriterik tezlik deb nimaga aytiladi?

- +donalarni gaz oqimi bilan qurilmadan oqib chiqib ketishiga aytiladi
- donalarning o'zgarmay qolishiga
- donalarning muvozanatini buzilishiga, donalarning harakatiga
- donalarning harakatiga

Aralashtirgichlar necha turli bo'ladi?

- +parrakli, propellerli va turbinali
- turbinali, valli, sharli
- parrakli, turbinali
- turbinali va gildirakli

Aralashtirish jarayoni qanday kattaliklar bilan xarakterlanadi?

- g'ildiraklar soni
- aralashtirish samaradorligi

- +energiya sarfi va aralashtirish samaradorligi
- energiya sarfi, nabori

Suspenziya deb nimaga aytiladi?

- + suyuqlik va qattiq zarrachalar aralashmasiga
- suyuqliklar to'plamiga
- suyuqlik va gaz zarrachalarga
- ko'piklarga

Chang deb ...

- mayda zarrachalarga, suyuqlik va qattiq zarrachalar aralashmasiga
- +mayda zarrachalarni tutgan gazlar sistemasiga
- qattiq zarrachalarga, suyuqlik va qattiq zarrachalar aralashmasiga
- suyuq va qattiq zarrachalarga, suyuqlik va qattiq zarrachalar aralashmasiga

Tindirish deb nimaga aytiladi?

- og'irlik kuchi ta'sirida zarrachaning idish tubiga cho'ktirishga aytiladi
- inersiya kuch ta'sirida cho'ktirishga aytiladi
- qattiq zarrachalarni ajratishga aytiladi
- +elastik kuch ta'sirida cho'ktirishga aytiladi

Sanoatda filtrlanishdan so'ng qanday qo'shimcha jarayonlar bajariladi?

- +cho'kmani yuvish, havoda dudlash va quritish
- havoda quritiladi
- cho'kma yuviladi
- qayta ishlanadi

Issiqlik almashinish jarayonining tezligi nima?

- ma'lum bir miqdordagi modda olish uchun
- +vaqt birligida bir jismdan ikkinchisiga o'tkazilgan issiqlik miqdori
- jarayon natijasida, vaqt birligida
- ma'lum bir vaqt davomida

Nurlanish yo'li bilan tarqaladigan issiqlik miqdorini oshirish uchun nima ish qilish kerak?

- oqim tezligini oshirish kerak
- +jismlarning temperaturasini va qoralik darajasini oshirish kerak
- jism sirtini silliklash kerak
- devor qalinligini kamaytirish

Qobiq trubali issiqlik almashinish apparatida yo'llar soni oshirilsa....

- issiqlik uzatish koeffisienti oshadi va gidravlik qarshilik kamayadi
- issiqlik uzatish koeffisienti kamayib, gidravlik qarshilik ortadi
- issiqlik uzatish koeffisienti va gidravlik qarshilik kamayadi
- +issiqlik uzatish koeffisienti, gidravlik qarshilik ortadi

Issiqlik almashinish apparatlari samaradorligini qanday oshirish mumkin.

- + yo'nalishlar sonini oshirish;
- mahsulotni qizdirish vaktini uzaytirish;
- yo'nalishlar sonini va yuzasini kamaytirish;
- apparatning geometrik ulchamlarini kattalashtirish ;

Quyidagi javoblarning qaysi birida jismlari issiqlik o'tkazuvchanligi kamayib borish tartibida joylashtirilgan

- gaz, suyuqlik, metal va suvlarda ;
- gaz, metall, suyuqlikda va po'latda;
- +po'lat, suyuqlik, gazlarda;
- metall, gaz, suyuqlikda va polimerlarda;

Issiqlik o'tkazish koeffisientiga teskari bo'lgan kattalik.....

- +termik qarshilik deyiladi
- +solishtirma issiqlik sigimi deyiladi
- +Temperatura o'tkazuvchanlik koeffisienti deyiladi
- +hajmiy kengayish koeffisienti deyiladi

Devor va suyuqlik temperaturalari orasidagi farq 1 gradus bo'lganda birlik yuzadan vaqt birligi ichida kattik jism sirtidan suyuqlikka (yoki teskari yo'nalishda) beriladigan issiqlik mikdoriga.....

- + issiqlik berish koeffisienti deyiladi
- +issiqlik va sovuqlik o'tkazish koeffisienti deyiladi
- +Issiqlik va temperatura o'tkazuvchanlik koeffisienti deyiladi
- +sovuqlik va temperatura o'tkazuvchanlik koeffisienti deyiladi

Issiqlik balans qaysi qonunga tayanib tuziladi?

- massaning saqlanish
- Avagadro doimiysi
- Nyutonning qonunlariga
- +energiya saqlanish qonuniga

Issiqlik almashinuv jarayonining borishi uchun zaruriy shart.

- suyuqlik va gaz sistemalarining idish devori bilan ajratilgan bo'lishi;
- +ikki jism orasida temperaturaturalar farqi bo'lishi;
- ikki jismning bir biri bilan tegib turishi, sistemalarining idish devori bilan ajratilgan bo'lishi;
- ikki jismning turli fazalarda bo'lishi, sistemalarining idish devori bilan ajratilgan bo'lishi;

Muhit tezligini oshirganda qaysi usul bilan issiqlik tarqalishi jadallashadi.

- + konvektiv
- nurlanish jadallashadi
- issiqlik o'tkazuvchanlik
- issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya

Ko'p apparatli bug'latish qurilmasining bir apparatli bug'latish qurilmasidan afzalligi.

- isituvchi bug' sarfining ko'p miqdorda sarflanishi
- jarayon borishining qisqarishi jadallashadi
- +isituvchi bug' sarfining kamayishi
- bug'lanuvchi aralashma konsentratsiyasini oshishi

Issiqlik qaysi muhitda faqat issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan tarqaladi.

- +qattiq jismlarda
- gaz va suyuqliklarda
- qattiq va suyuqliklarda
- gazlarda va bug'larda

Quyidagi jismlarning kaysi biri nurni yutish, qaytarish va o'tkazib yuborish xususiyatiga ega.

- absolyut qora jismlar
- absolyut shaffof jismlar
- +kulrang jismlar
- absolyut oq jismlar

Issiqlik energiyasining elektromagnit to'liklar yordamida tarqalishiga.....

- issiqlik berish deyiladi
- issiqlik o'tkazuvchanlik deyiladi
- issiqlikning o'tishi deyiladi
- +issiqlikning nurlanishi

Bir biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz xarakati natijasida yuz beradigan issiqlikning o'tish jarayoni "_____".

- + issiqlik utkazuvchanlik ko'effisienti
- termik qarshilik ko'effisienti deyiladi
- isitish tezligi deb ataladi
- isitilganlik darajasi deb ataladi

Issiqlik utkazish jarayonining xarakatlantiruvchi kuchi quyidagiga teng.

- issiq va sovuq jismlar temperaturalar farqiga deb aytiladi
- +issiq va sovuq jismlar temperaturalarining o'rtacha farqiga

- isituvchi birlamchi bug'ning temperaturasi va ikkilamchi bug'ning boshlangich temperaturasi o'rtasidagi farqqa
- mahsulot, bug' temperaturalarining farqiga va hosil bo'lishiga aytiladi

Qobiq trubali isitgichlarda truba va qobiq temperaturalari orasidagi farq 50 gradusdan oshganda, ularning har xil uzayishidan hosil bo'ladigan deformatsiyani yo'qotish uchun nima qilish kerak?

- apparatni gorizonttal urnatish kerak
- apparatni vertikal urnatish kerak
- +qurilmaning truba to'ri qo'zgaluvchan bo'lishi kerak
- apparatni kup yulli kilish kerak

Asosiy jarayonlar qaysi qatorda to'liq keltirilgan?

- +gidromexanik, issiqlik almashinish, modda almashinish, kimyoviy, mexanik
- gidromexanik va kimyoviy, mexanik
- gidromexanik, kimyoviy, issiqlik almashinish
- kimyoviy, modda almashinish, issiqlik almashinishi

Bir texnik atmosfera necha mm simob ustuniga teng?

- 780
- 778
- +760
- 790

Qanday jarayon turg'un jarayon deyiladi?

- temperatura o'zgarib, qolgan parametrlar o'zgarmasa
- + jarayon kechishi vaqti davomida parametrlarning o'zgarishi
- vaqt davomida parametrlarning o'zgarmasligi
- tezlik o'zgarib, qolgan parametrlar o'zgarmasa

Qanday jarayon turg'unmas jarayon deyiladi?

- vaqt davomida parametrlarning o'zgarishi
- temperatura o'zgarib, qolgan parametrlar o'zgarmasa
- tezlik o'zgarib, qolgan parametrlar o'zgarmasa
- + jarayon kechishi vaqti davomida parametrlarning o'zgarmasligi

Birlik hajmdagi suyuqlik massasiga nima deyiladi?

- +solishtirma og'irlik;
- zichlik
- hajm
- qovushqoqlik;

Suyuqlik hajmiy sarfining ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatiga nima deyiladi?

- +suyuqlik tezligi
- qovushqoqlik
- vaqt
- sarf

Vaqt birligi ichida, ko'ndalang kesim orqali oqib o'tadigan suyuqlik miqdoriga

.....deyiladi.

- suyuqlik tezligi
- qovushqoqlik, sirt taranglik
- +sarf
- vaqt, qovushqoqlik

Ushbu formula: $F_1\omega_1 = F_2\omega_2$ nimani bildiradi?

- statik kuchlanish
- +uzluksizlik tenglamasi formulasi
- moddiy balans
- issiqlik balansi

Modda zichligining suv zichligiga nisbati nima deyiladi?

- hajm
- og'irlik
- miqdor
- +nisbiy zichlik

Nuqtalar o'rniga mos jumlaning qo'ying: ... - temperaturasi yuqori bo'lgan muhitdan temperaturasi past bo'lgan muhitga issiqlikning o'tishi.

- kimyoviy jarayon, biokimyoviy jarayonlar
- mexanik jarayon, biokimyoviy jarayonlar
- +issiqlik almashinish jarayoni
- gidromexanik jarayon, modda almashinish jarayonlar

Issiqlik almashinish apparatlari ishlatilishiga va issilik almashinishning turiga ko'ra tugri klassifikაციyalangan javobni toping?

- +isitgichlar, sovutgichlar, bug'latgichlar, kondensatorlar
- sirtiy issiqlik almashinish apparatlari
- kondensator, sovutgichlar
- isitgichlar, buglatgichlar

Qobiq–trubkali issiqlik almashinish apparatlarini ko'p yo'lli qilishdan maqsad nima?

- suyuqlik tezligini kamaytirish
- gidravlik qarshiligini engish
- +issiqlik almashinishni yaxshilash uchun
- trubalar yuzasi kamayishi

Qo'zg'almas to'rli isitgichlar trubalar va qobiq o'rtasidagi temperatura farqi qanday bo'lganda ishlatiladi.

- 50 – 100 °C
- 100 – 150 °C
- 150 – 200 °C
- +50 °C gacha

Qobiq trubkali isitkichlarning qobig'idagi kompensator qurilmasi nima maqsadda quyiladi?

- +temperatura ta'sirida qobiq va trubalarning har hil uzayishini oldini olish
- issiqlik yo'qotilishini oldini olish
- tayanch vazifasini o'tashi uchun
- konstruktiv mustahkam bo'lishi uchun

Trubalarni mustahkam ushlab turadigan moslama qanday nomlanadi?

- Qopqoq
- Flanec
- +truba to'ri
- Shtucer

Issiqlik almashinish yuzasi aniqlanadigan tenglamani ko'rsating?

- + $F = \frac{Q}{K\Delta t_{yp}}$
- $F = \frac{m}{a} + \frac{mv}{b}$
- $F = \frac{q_x}{q_n} + \frac{gm}{qm}$
- $F = P \cdot S + FS$

Plastinkali issiqlik almashinish apparatining muhim kamchiligi nima?

- plastinalardan sovituvchi agentning harakati sekin
- ish unumdorligi past
- tamirlash kiyin
- +konstruktiv murakkab va 0,6 MPa bosimdan yuqori bosimda ishlatib bo'lmaydi

Kondensasiya jarayonini amalga oshiruvchi qurilma..... deyiladi.

- bug'latkich, isitkich
- sovutkich, isitkich
- +kondensator
- isitkich, nasos

Issiqlik uzatish koeffisienti qanday belgilanadi va birligi nimadan iborat?

- + $K; B_T/(m^2 \cdot K)$
- $d : B_T/(m^2 \cdot ^\circ C), Pa$
- $\lambda B_T/(m \cdot K), Pa$
- $\mu ; H \cdot c/m^2, Pa$

Pechlar forsunkasiga beriladigan havo temperaturasi oshsa nima bo'ladi?

- +alanga temperaturasi ortadi, yonish tezlashadi, alanga kichrayadi, jarayon samaradorligi ortadi.
- alanga temperaturasi kamayadi
- yonish sekinlashadi, alanga kichrayadi.
- jarayon samaradorligi kamayadi

Pech konveksion kamerasida issiqlik almashinishni yaxshilash uchun?

- bir qatordagi trubalar sonini kamaytirish kerak.
- +bir qatordagi trubalar sonini ortirish kerak, trubalarni shahmat tartibda joylashtirish kerak.
- ularning o'qlari orasidagi masofani oshirish kerak.
- trubalarni koridor tartibda joylashtirish kerak.

Konveksiya necha turli bo'ladi?

- +tabiiy va majburiy konveksiya
- davriy va uzluksiz,
- bir va ko'p bosqichli
- laminar va turbulent

Sanoatda isituvchi agent sifatida keng miqyosda ishlatiladigan isituvchi agent qaysi javobda ko'rsatilgan?

- paraffin
- tutun
- +suv bo'g'i
- neft

Issiqlik o'tkazuvchanlik orqali o'tgan issiqlik miqdori qaysi formula orqali aniqlanadi?

- $q = (-\frac{\partial t}{\partial n}) + dF + dS$
- $\mathfrak{S} = ct + H + DS$
- $F = m \cdot a + DH + dS$
- + $dQ = \lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau$

Issiqlik almashinish qurilmalarining issiqlik balansi qanday aniqlanadi?

$$+Q = Q_1 + Q_2$$

$$-q = \left(-\frac{\partial t}{\partial n}\right) + \sum DM$$

$$-q = \lambda \frac{\partial t}{\partial n} + DA$$

$$-\mathfrak{S} = ct + DS$$

Berilgan tenglamalarning qaysi biri issiqlik o'tish tenglamasi deyiladi?.

$$-k = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot (t_{o1} - t_{o2})$$

$$+Q = K \cdot F \cdot \tau \cdot \Delta t_{yp}$$

$$-M = a \cdot F \cdot \tau \cdot \Delta t$$

$$-J = G \cdot c \cdot \Delta t$$

Issiqlik tashuvchi agentlarning temperaturalar farqi katta bo'lganda, qaysi qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasi qo'llaniladi?

+linza kompensatorli

-gorizontal

-bir yo'lli

-ko'p yo'lli

Issiqlik almashinish qurilmalarida muhitlarni qaysi yo'nalishda harakatlanish samaradorligi yuqori bo'lib hisoblanadi?

-o'zaro kesishgan yo'nalish

-bir tomonlama yo'nalish

+parallel, qarama-qarshi yo'nalishda

-stoks tenglamasi

Issiqlik energiyasining elektromagnit to'lqin yordamida tarqalishi nima deb ataladi?

+issiqlikning nurlanishi

-konveksiya

-harorat tarqalishi

-issiqlik pasayishi

Ishlash prinsipiga ko'ra issiqlik almashinish qurilmalari necha turga bo'linadi?

-ko'p pog'onali

-turli bosqichli

-ko'p bosqichli

+rekuperativ, regenerativ, aralashtiruvchi

Qaysi usul trubalarni tuba to'rlarida joylashtirish uchun eng qulay deb hisoblanadi?

-kvadrat tomonlari bo'ylab

-sakkiz burchak qirralari bo'ylab

-konsentrik aylanalar bo'ylab

+to'g'ri oltiburchak qirralari bo'ylab

SI sistemasida issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti birligi?

$$(+)\frac{Bm}{m \cdot K}$$

$$-\frac{A}{\tau \cdot K}$$

$$-\frac{kкал}{m^2 \cdot coam \cdot cpaд}$$

$$-\frac{kкал}{m^2 \cdot K^4}$$

Issiqlik tarqalishining necha xil usuli mavjud?

- +issiqlik o'tkazuvchanlik, issiqlikning nurlanishi, konveksiya
- izotermik yuza
- temperatura gradienti
- temperatura maydoni

Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmalaridagi spiralsimon trubkalar o'lchami qanday bo'ladi?

- 120 – 250 mm
- 100 – 200 mm
- +25 – 75 mm
- 80 – 100 mm

Ximiya sanoatida mahsulotlarni issiqlik ta'sirida qayta ishlash qanday maqsadlarda olib boriladi?

- +jarayon temperaturasini berilgan darjada ushlab turish, sovuq mahsulotni isitish yoki issiq mahsulotni sovutish,
- bug'larni kondensiyalash
- eritmalarini quyiltirish
- Eritmalarni bug'latish

«Truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining konstruktiv jihozlari to'g'ri ko'rsatilgan qatorni toping.

- truba, kalach, birlashtiruvchi patrubka, qopqoq
- +ichki truba, tashqi truba, kalach, birlashtiruvchi patrubka
- qopqoq, ichki truba kalach, truba turi
- kalach, tashqi truba, isituvchi qopqoq

... - bir yoki bir nechta komponentlarning bir fazadan fazalarni ajratuvchi yuza orqali ikkinchi fazaga o'tishidir. Nuqtalar o'niga mos jumlaning qo'ying?

- +modda almashinish jarayoni
- mexanik jarayon
- gidromexanik jarayon
- fizik jarayon

Absorbentlar bu –

- suyuq aralashmalarni yutuvchi g'ovaksimon qattiq jismlar
- gazli aralashmalarni tozalovchi gazlar
- qattiq moddalarni erituvchilar
- +aralashma va qattiq jismlar tarkibidan moddlarni ajratib oluvchi suyuqliklar

Gazsimon aralashmalaridan suyuqlik yordamida bir yoki bir necha komponentlarni ajratib olish deyiladi.

- +absorbsiyalash
- sovutish, isitish
- kondensasiyalash, ekstraktsiya
- haydash, sovutish

Gazlarni tozalash tizimida separatoridan foydalanishdan maqsad

- gaz kondensati va absorbentni ajratish
- absorbentni va suvni ajratish
- +uglevodorod gazlari va gaz kondensatini ajratish
- gaz tarkibidagi SO₂ ni ajratish

Gazlarni tozalash tizimida desorber vazifasi nimadani iborat?

- +absorbent tarkibidan N₂S va SO₂ ni ajratish
- tarkibidan suvni ajratish
- absorbent tarkibidan suvni ajratish
- kondensat tarkibidan absorbentni ajratish

Modda almashinish jarayoni nima hisobiga amalga oshadi?

- +konsentrasiyalalar farqi
- temperaturalar farqi
- bosimlar farqi
- himiyaviy reaksiya

Adsorbsiya jarayonining moddiy balansi qaysi formula orqali aniqlanadi?

$$\begin{aligned} - \varphi &= \frac{G(y_b - y_o)}{Gy_b} = \frac{y_b - y_o}{y_b}, \quad G_K = \frac{b_1}{b_2} \\ - G_K &= \frac{b_1}{b_2}, \quad L = G \frac{y_b - y_o}{x_o - x_b} \\ + L(a_o - a_b) &= G(c_b - c_o) \\ - L &= G \frac{y_b - y_o}{x_o - x_b}, \quad \varphi = \frac{G(y_b - y_o)}{Gy_b} = \frac{y_b - y_o}{y_b} \end{aligned}$$

Adsorbsiya jarayonida yutuvchi modda qanday nomlanadi?

- rektifikat
- +adsorbent
- filtrat
- distillyat

Adsorbentlar qanday aktivlik bilan xarakterlanadi?

- +statik va dinamik
- azeotrop
- nostatik
- ekstraktiv

Maksimal miqdorda erigan moddaga ega eritma nima deb nomlanadi?

- azeotrop
- to'yinmagan
- +to'yingan
- normal

Sanoatda adsorbentlar sifatida qanday moddalar keng ishlatiladi?

- etilenglikol
- +seolitlar, faollar ko'mirlar
- ammiak
- xlorid kislota

Gaz va suyuqlik o'rtasidagi to'qnashuv yuzasini hosil qilish usuliga ko'ra absorberlar qanday turlarga bo'linadi?

- aralashma negizidan qattiq fazani ajratib oluvchi
- suyuqlik aralashmasini yuqori haroratda parchalovchi
- aralashma tarkibidagi namlikni siqib chiqaruvchi
- +yuzali va yupqa qatlamli, barbotajli, suyuqlikni sohib beruvchi

Rektifikatsiyalash kolonnalari ishlash prinsipiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi.

- +davriy va uzluksiz
- vertical va gorizontal, kombinatsiyalashgan
- qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan, kombinatsiyalashgan
- silindrik va sferi, kombinatsiyalashgan

Desorbsiya deganda qanday jarayon tushuniladi?

- gazni qattiq jism sirtida yutilish jarayoni
- suyuqlikni suyuqlikda yutilish jarayoni
- +yutilgan komponentni qayta ajratish jarayoni
- gaz suyuqlikda yutilish jarayoni

Absorbent sifatida qanday moddalar ishlatiladi?

- ko'mir
- +aminlar, monoetalemin
- ionitlar
- azot

Ekstraktorlarning asosiy o'lchamlari?

- +qobiq diametri va balandligi
- yuzasi
- sirti
- devor qalinligi

Moddaning bir fazadan ajratuvchi yuza orqali ikkinchi fazaga o'tishi ... jarayoni deyiladi.

- +modda o'tkazish
- izobarik
- rektifikatsiyalash
- turg'un

Ekstraksiyalash qaysi asosiy jarayonlar turiga kiradi?

- kimyoviy
- mexanik
- +modda almashinish
- gidromexanik

Siklonga changli gaz qanday tezlikda beriladi?

- 45 – 200 m/c
- +15 – 20 m/c
- 30 – 60 m/c
- 30 – 80 m/c

Changli gaz aralashmasidan qattiq zarralar diametri kattalashgan sari gazlarning tozalanish darajasi qanday o'zgaradi?

- tozalanish darajasi 40 % kamayadi
- tozalanish darajasi 85 % ortadi
- tozalanish darajasi 65 % ortadi
- +tozalanish darajasi 90 – 95 % gacha ortadi

Siklon apparatlar qanday afzalliklarga ega?

- +tuzilish sodda, harakatlanuvchi qismlari yo'q, foydalanish oson, ixcham va arzon
- avtomatlashtirish oson
- gabarit o'lchamlari katta
- katta maydonni egallaydi

Nasadkali skrubberlarda nasadkaning vazifasi nimadan iborat?

- +suyuq faza bilan gaz fazaning kontakt yuzasini oshirish
- suyuqlikni taqsimlab berish
- kolonnadan bo'sh hajmni to'ldirish
- chang zarralarini o'zida saqlab qolish

Changli gazlarni suv yoki boshqa suyuqlik bilan yuvib tozalash uchun ishlatiladigan apparatning nomini ko'rsating.

- gidrosiklon, ekstraktor
- +skrubber
- siklon, ekstraktor
- sentrefuga, nasos

Filtrlash jarayonida filtrlovchi material sifatida nimalar ishlatiladi?

- plastina
- rezina
- +turli gazlamalar, sochiluvchan materiallar
- plyonka

Quyidagi $\omega_q = \frac{d^2 g(p_q - p_m)}{18\mu \cdot r}$ tenglama nimani ifodalaydi?

- Joul qonuni
- Kulon qonuni
- Raul qonuni
- +Stoks tenglamasi ifodalaydi

Cho'ktirish jarayonining harakatlantiruvchi kuchi nima?

- +og'irlik va ko'tarish kuchlari o'rtasidagi farq
- bosimlar farqi
- konsentrasiyalar farqi
- muhitning harorati

Uzluksiz ishlaydigan cho'ktirgichdagi val yordamida aylanib turadigan taroqlarning vazifasi nimadan iborat?

- suyuqlikni aylantirish
- suyuqlikning harorati bir hil bo'lishi
- apparatning sirtini tozalash
- +cho'kayotgan zarralarni tushish teshigiga siljitib turish

Gidrosiklonda suyuqliklarni tozalash nimaga asoslangan?

- elastiklik hisobiga
- Arximed kuchiga hisobiga
- +markazdan qochma kuch ta'siriga
- zarralarning o'zaro tortushuviga

Filtrlash jarayonining qanday usullari mavjud.

- bug'latib filtrlash
- adsorbsiya
- +cho'kma hosil qilish yo'li bilan va filtrlovchi
- cho'kma hosil qilish yo'li bilan

Filtrlash tezligi nimalarga bog'liq?

- +filtrlash rejimiga, filtrning hossasiga; ajratilayotgan suspenziyaning, fizik- kimyoviy xossalriga
- filtr o'lchamlariga
- filtr ish unumdorligiga
- filtr quvvatiga

Barabanli vakuum – filtrlarning qanday kamchiligi bor?

- filtrlash yuzasi katta bo'lgani uchun katta joyni egallaydi
- ish unumdorligi past
- gabarit o'lchamlari katta
- +ish yuzasi tez ifloslanadi, barabanni aylantirish katta energiya talab qiladi

Sentrifugalarning asosiy qismi nimadan iborat?

- aralashtirgichlardan
- aylanuvchi parraklardan
- +katta tezlikda aylanuvchi barabandan
- porshendan

Sentrifugal qanday turli jinsli sistemalarni ajratish uchun ishlatiladi?

- +emulsiya va suspenziya
- chang
- tutun
- ko'pik

Filtrlovchi sentrifugalarning tuzilish qanday?

- +yuzasi filtr – mato bilan qoplangan, g'ovaksimon metaldan tayyorlangan baraban
- yaxlit metal plastikadan tayyorlangan baraban
- konussimon aylanuvchi baraban
- aralastirgichli baraban

Filtrlovchi sentrifugadagi filtr matoning asosiy vazifasi nimadan iborat?

- hosil bo'lgan cho'kmani o'zida surib olish
- metall barabanni korroziyadan saqlash
- +qattiq zarralarni o'tkazmay, suyuq fazani filtrlash
- muhit haroratini saqlash

Qattiq zarralardan tozalangan suyuq faza nima deb nomlanadi?

- ekstrakt
- +fugat
- cho'kma
- reformat

Qattiq moddalarning ezish, yanchish maydalanish, elash bilan amalga oshiriladigan jarayon.... deyiladi.

- +mexanik jarayoni
- gidromexanik jarayoni, modda almashinish jarayoni
- issiqlik almashinish jarayoni, modda almashinish jarayoni
- modda almashinish jarayoni, mexanik jarayoni

Materiallarni maydalash nima uchun kerak?

- +kontakt yuzasining katta bo'lishi, fazalarning ichidagi modda tarkalishini va bir fazadan ikkinchi fazaga modda utishini tezlatish uchun
- issiqlik almashinish yuzasini kengaytirish uchun
- quvurlarni korroziyadan saklash uchun
- idishlarda saklashda kichik hajmini egallash uchun

Qattiq, sochiluvchan materiallarni g'alvirda elab, kattaligiga qarab sinflarga ajratish jarayoni nima deb ataladi.

- yanchish, uzatish
- maydalash, uzatish
- +saralash
- ulushlash, ekstraktor

Qattiq fazani yuzasi qanday usul bilan ko'paytiriladi?

- qoplama qilish
- +yanchish, maydalash
- granullash
- fraksiyalash

Qattiq, sochiluvchan material bo'lakcha va donalar kattaligiga qarab sinflarga ajratish jarayoni nima deb ataladi.

- maydalash, isitish
- qoplama qilish
- granullash, bug'latish
- +klassifikatsiyalash

Qayta ishlanayotgan qattiq material yuzasini qaysi usulda oshirish mumkin?

- qoplama qilish
- +maydalash, bo'laklarga bo'lish
- granullash
- fraksiyalash

Cho'ktirgichlar qaysi qatorda ko'rsatilagan?

- +cho'ktirgichlar, cho'ktiruvchi sentrafugalar, gidrosiklonlar va separatorlar
- gidrosiklon, separator, reboylar, skrubber
- skrubber, separator, gidrosiklon cho'ktiruvchi sentrafuga
- reboylar, skrubber, separator, sentrafugalar

Filtr – pressning asosiy kamchiliklari nimadan iborat?

- +og'ir jismoniy qo'l mehnatini talab qiladi, boshqa jarayonlarni bajarishda ish ciklining 30 % ga yaqin vaqti ketadi, ko'p miqdorda gazlamalar sarf bo'ladi.
- avtomatlashtirish qiyin
- ish unumdorligi past
- gabarit o'lchamlari katta

Nima uchun centrifugalash jarayoni cho'ktirish filtrlashga nisbatan samarali hisoblanadi?

- sentrifugalash konstruktiv jihatdan oddiy tuzilgan
- apparat gabarit o'lchamlari katta
- apparat tannarxi arzon
- + sentrifugalash apparatlari kam joyni egallaydi, centrifugalash paytida hosil bo'lgan markazdan qochma kuchlar cho'ktirishdagi ogirlik kuchi va filtrlashdagi gidrostatin kuchlarga nisbatan ko'proq ta'sir qiladi

Markazdan qochma kuch turli jinsli aralashmaga qanday ta'sir qiladi?

- +zichligi kattaroq komponent barabanning ish yuzasiga yig'iladi, zichligi kamroq bo'lgan komponent aylanish o'qiga yaqin joyda yig'iladi.
- aylanish o'qida suyuq faza, barabanning ish yuzasida qattiq faza yig'iladi
- hosil bo'lgan cho'kmani apparatdagi chiqishiga yordam beradi
- cho'kmani suyuq faza bilan aralashishga yordam beradi

Siklonlar ishlash prinsipi nimaga asoslangan?

- og'irlik kuchi
- bosimlar farqi
- +markazdan qochma kuch
- temperatura

Turbinali aralashtirgichning asosiy ishchi organi nima bo'lib hisoblanadi?

- propeller
- parrak
- Yakor
- +turbina g'ildiragi

... - suspenziya va emulsiyalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratishdan iborat. nuqtalar o'rniga mos jumlani qo'ying.

- +sentrifugalash
- aralashtirish, ekstraktor
- haydash, ekstraktor
- sintez, haydash

Qanday harakatlantiruvchi kuch hisobiga sentrifugalash jarayoni amalga oshadi?

- bosimlar farqi
- ishqalanish kuchi
- og'irlik kuchi
- + markazdan qochma kuch

Qanday harakatlantiruvchi kuch hisobiga filtrlash jarayoni amalga oshadi?

- +fitr to'siq ustidagi va ostidagi bosimlar farqi
- markazdan qochma kuch
- ishqalanish kuchi
- og'irlik kuchi

Cho'ktirish jarayoni qanday kuch yordamida amalga oshiriladi?

- bosimlar farqi
- markazdan qochma kuch
- +og'irlik kuchi,
- ishqalanish kuchi

... - suyuq va gazsimon aralash-malarni g'ovaksimon to'siq yordamida ajratishdan iborat. nuqtalar o'rniga mos jumlani qo'ying.

- +filtrlash usuli
- Sentrifugalash
- aralashtirish
- haydash

O'z tarkibiga gaz pufakchalarini tutgan suyuq sistema nima deb ataladi?

- tuman
- chang
- +ko'pik
- tutun

O'z tarkibiga qattiq moddaning mayda zarrachalarini tutgan gaz sistemalari nima deb ataladi?

- +chang
- ko'pik
- tuman
- emulsiya

Turlicha fazalardan tarkib topgan aralashmalarga qanday sistema deb nomlanadi?

- gaz
- chang
- +turli jinsli sistemasi
- ko'pik

Quyidagi mulohazalardan qaysi biri to'g'ri?

- +trubadan oqadigan suyuqlik tezligini oshirsak, uni uzatish uchun sarflanadigan energiya sarfi ortadi;
- neft tezligini oshirsak, gidravlik qarshilik ham ortadi;
- suyuqlik tezligini oshirsak, uni uzatish uchun zarur bo'lgan trubani tayyorlash xarajatlari ortadi;
- gidravlik qarshiliklarni kamaytirish uchun rostlovchi organlarni ko'proq o'rnatish kerak.

Katalizatorning mavhum qaynash holatida –

- +qatlamning gidravlik qarshiligi kamayib fazalarning kontakt yuzasi ortadi
- gidravlik qarshilik ortadi
- fazalarning kontakt yuzasi kamayadi
- jarayonning tezligi kamayadi

Suyuqlikka ta'sir qiladigan kuchning turiga ko'ra dinamik nasoslar qanday turlarga bo'linadi?

- porshenli va plunjerli nasoslar
- parrakli va porshenli nasoslar
- plastinkali, parrakli va porshenli nasoslar
- +parrakli va ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan nasoslar

Markazdan qochma kuch ta'sirida ishlovchi nasosning asosiy ish bajaruvchi jihozini qaysi?

- tarelka
- truboporvod
- gorelka
- +parrakli ishchi g'ildirak

Gaz bosimi 1 ÷ 1,2 MPa va unumdorlik 3000 ÷ 6000 m³/soat bo'lgan sharoitda qanday kompressorlar ishlatiladi?

- trubokompressorlar
- kompressorlar
- +turbogazoduvkalar va turbokompressorlar.
- rotorli kompressorlar

Porshenli kompressorlarning ish unumdorligini qaysi tenglama bilan aniqlanadi?

- $N = \frac{Q\Delta P}{10^3 \eta} + \sum W_{LK}$
- $Q = 2 \cdot l \cdot e \cdot n \cdot \lambda \cdot (\pi D - \delta \cdot Z)$
- + $Q = \lambda \frac{F \cdot S \cdot n}{60}$
- $Q = F \cdot S \cdot n + fHL$

Vakuumsoslar nima uchun ishlatiladi?

- +bosimi atmosfera bosimidan past bo'lgan gazlarni so'rish uchun
- ko'p miqdordagi gazlarni uzatish uchun
- gazlarni quvurlarida uzatish uchun.
- suyuqliklarni uzatish uchun

Nasoslarning asosiy parametrlariga nimalar kiradi.

- +ish unumdorlik, napor va nasos quvvati
- napor, suyuqlik miqdori va temperaturasi, nasos hajmi va bosim
- napor, ish unumdorlik, temperatura, nasos hajmi va bosim
- napor, nasos hajmi va bosim, nasos quvvati, temperaturasi

Nasosning umumiy napori nimalarga sarflanadi?

- faqat gidravlik qarshilikni engish uchun
- +suyuqlik geometrik balandlikka ko'tarish, bosimlar farqini engish, gidravlik qarshiliklarni engish uchun.
- faqat suyuqlikni geometrik balandlikka ko'tarish uchun
- faqat bosimlar farqini engish uchun

Nasosning so'rish balandligini oshirish uchun nima qilish kerak?

- +tezligini kamaytirish va suyuqlik so'riladigan idishidagi bosimni oshirish kerak
- suyuqlikning tezligini oshirish kerak
- so'rish trubasidagi gidravlik qarshiliklarni oshirish kerak
- markazdan qochma nasoslardan foydalanish lozim

Dinamik kompressorlarga nimalar kiradi?

- o'qli va porshenli
- porshenli va plunjerli
- +markazdan qochma, o'qli va oqimli
- plunjerli va shesternyali

Mexanik ishni oqimning energiyasini aylantiruvchi qurilma.....deb yuritiladi.

- aralastirgichlar
- reaktorlar
- +gidravlik mashinalar
- kolonnalar

Siqilgan gaz bosim P_2 ning siqilmagan gaz bosimi P_1 ga nisbati nima deb ataladi.

- hajmiy kengayish koeffitsiyenti
- +siqish darajasi
- gazlarni so'rish balandligi
- foydali ish koeffitsiyenti

 $P_2/P_1 > 3$ bo'lganda, gazlarda yuqori bosim hosil qilish uchun qanday mashinalar ishlatiladi.

- +kompressor
- vintli nasos
- gazoduvka, nasos
- ventilyator, nasos

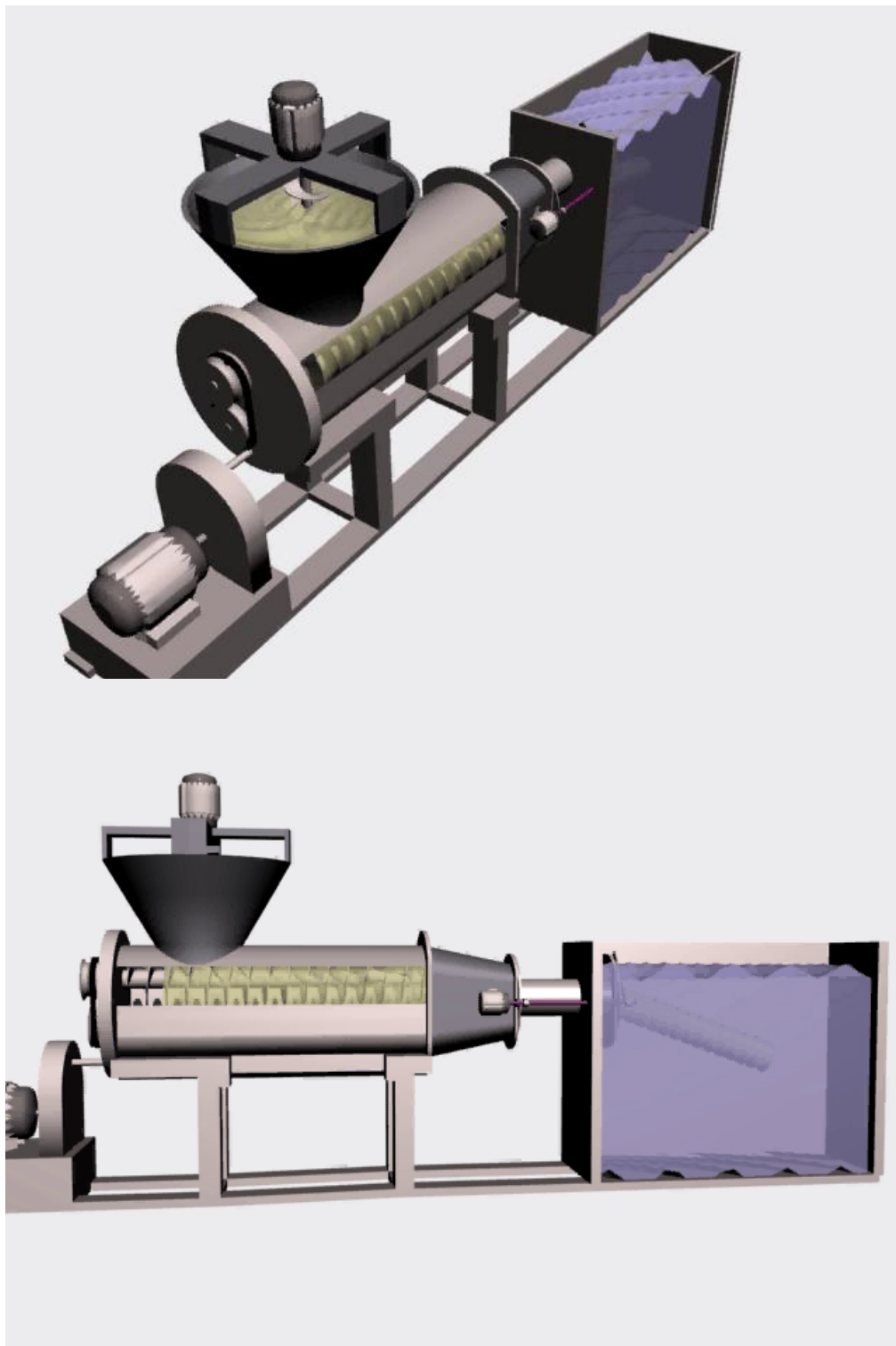
 $P_2/P_1 < 3$ nisbatan yuqori bosimda gazlarni uzatish uchun qanday mashinalar ishlatiladi?

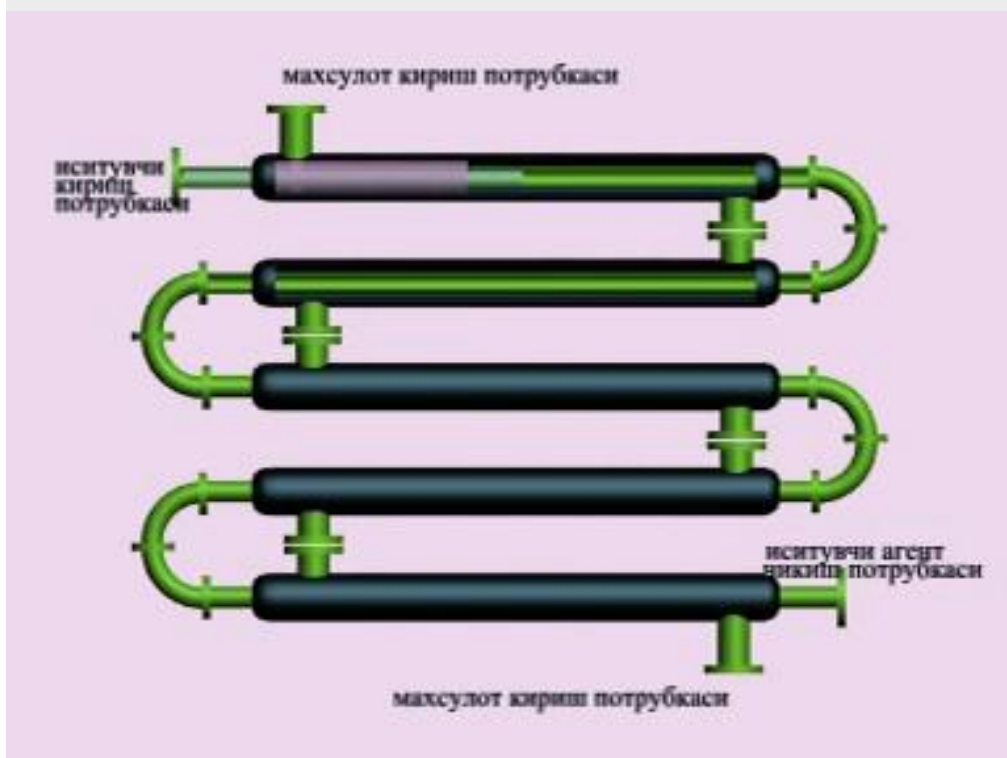
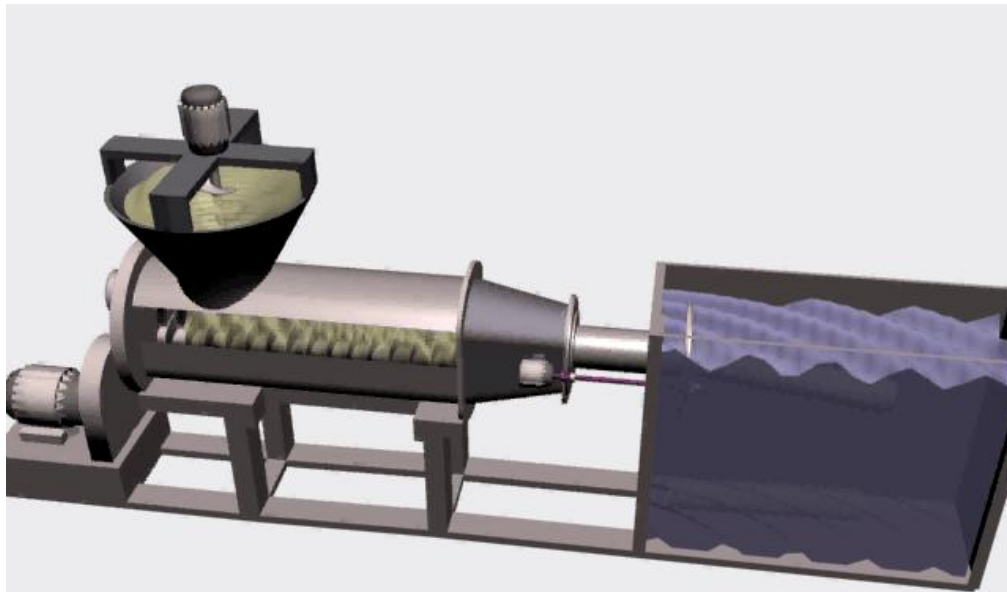
- kompressor, ventilyator
- vintli nasos
- +gazoduvka
- ventilyator, vintli nasos

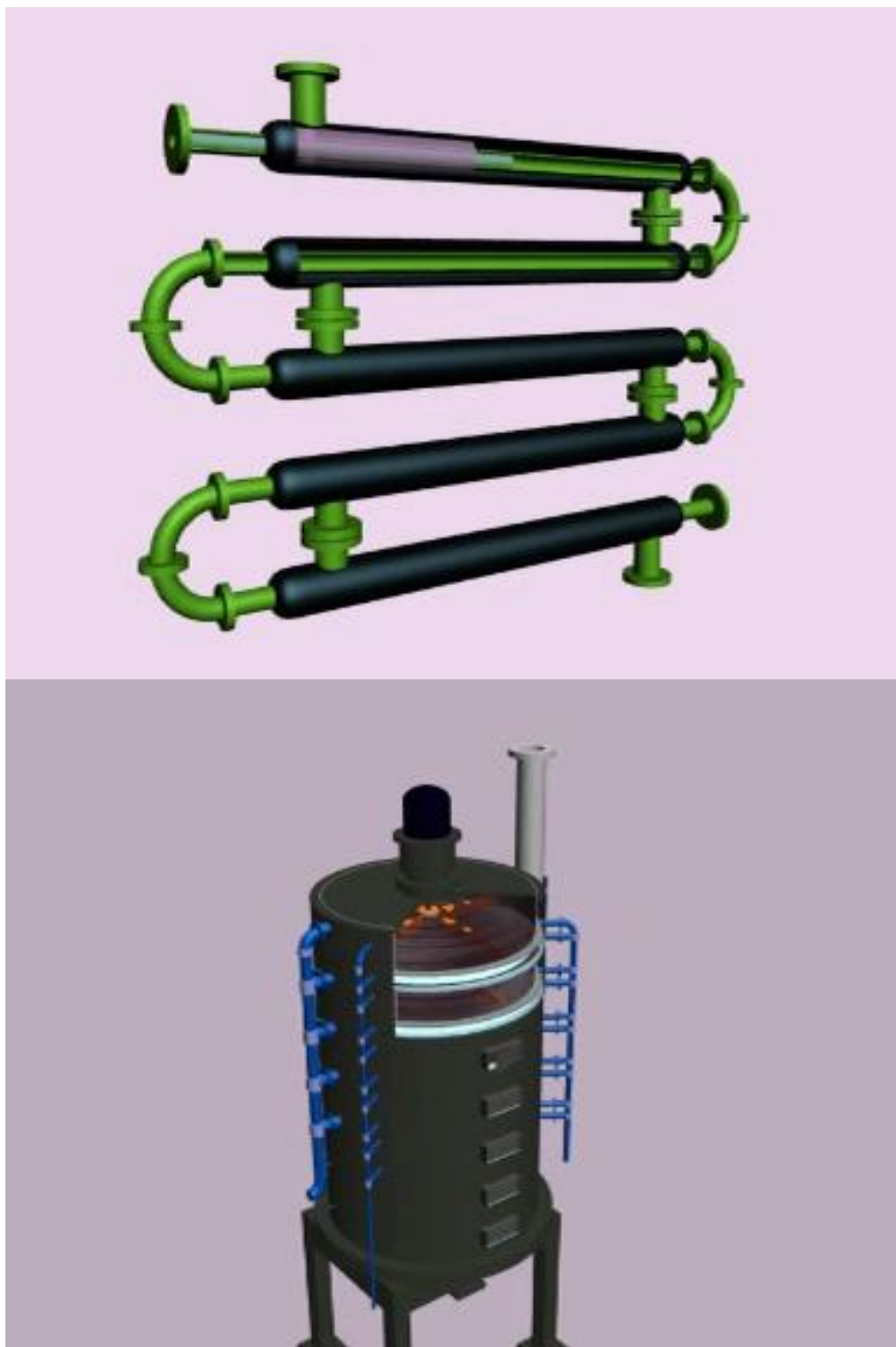
Nasosning ichki g'ildiragi aylanishi natijasida, markazdan qochma kuch yordamida suyuqlikning bosimini oshiradigan nasoslar qanday nomlanadi?

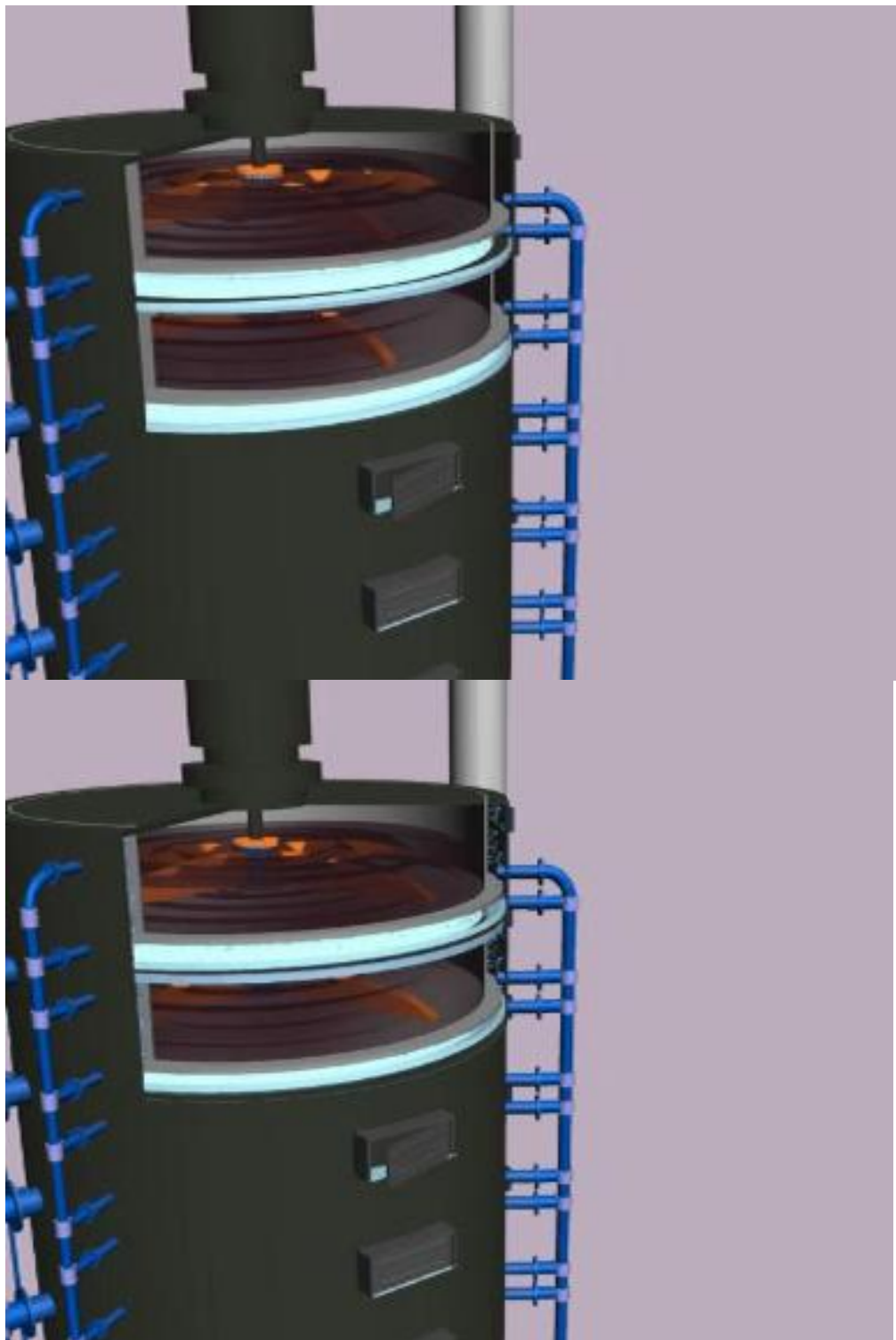
- porshenli
- +parrakli
- plastinali
- shesternyali

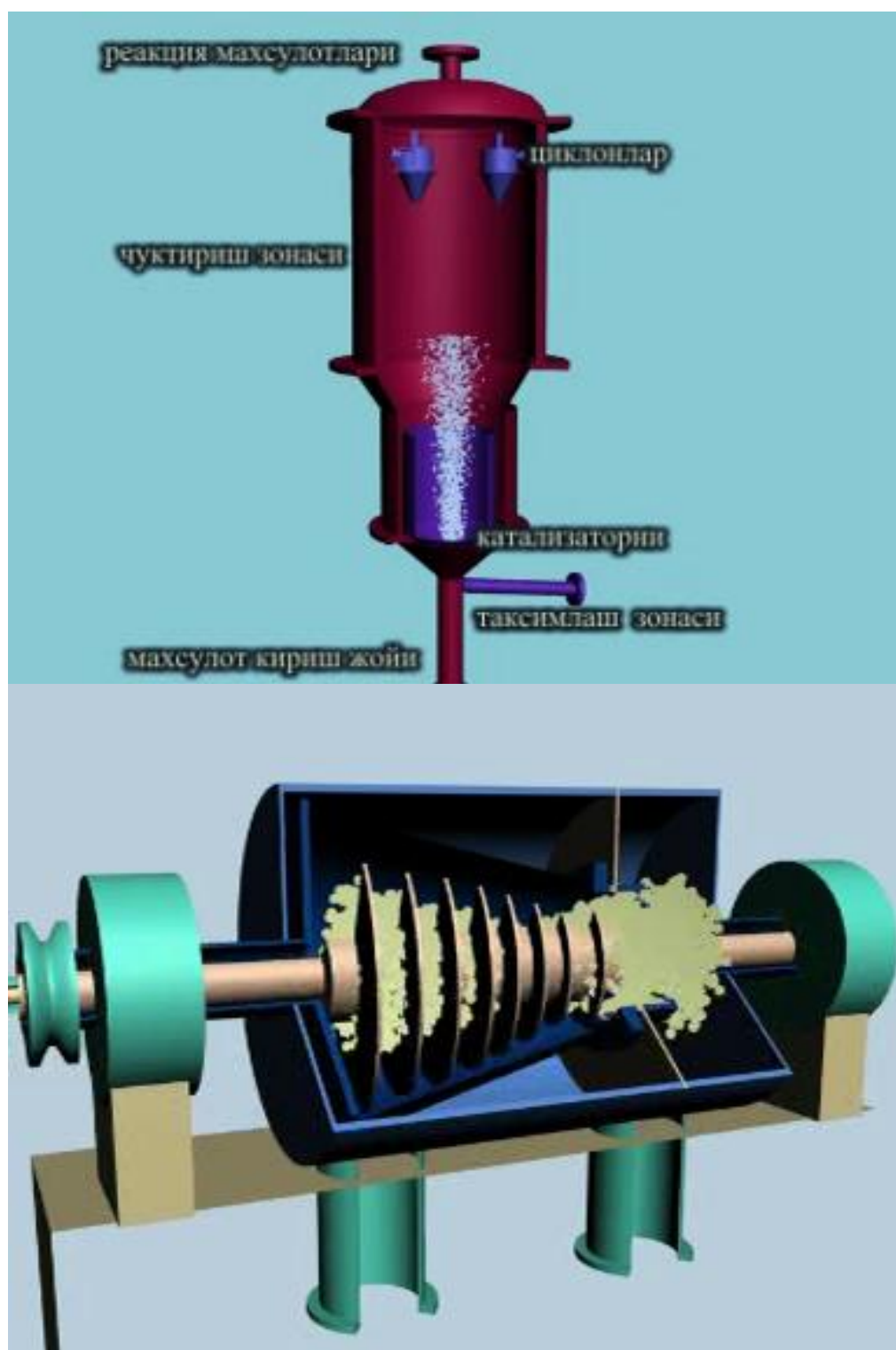
TARQATMA MATERIALLAR

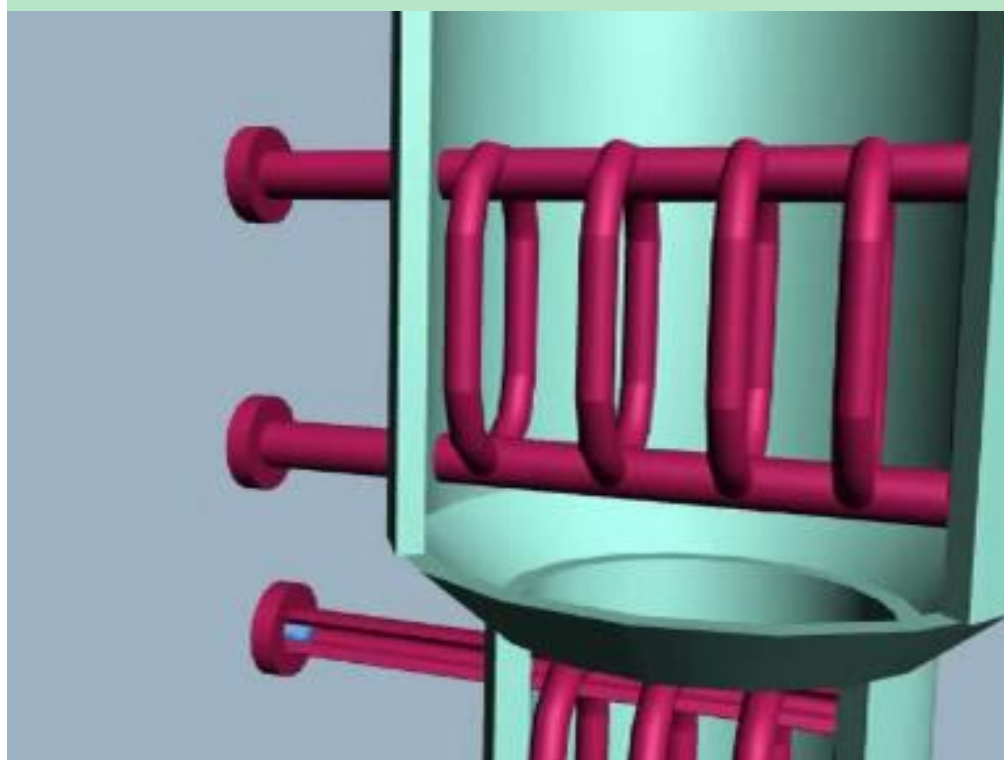
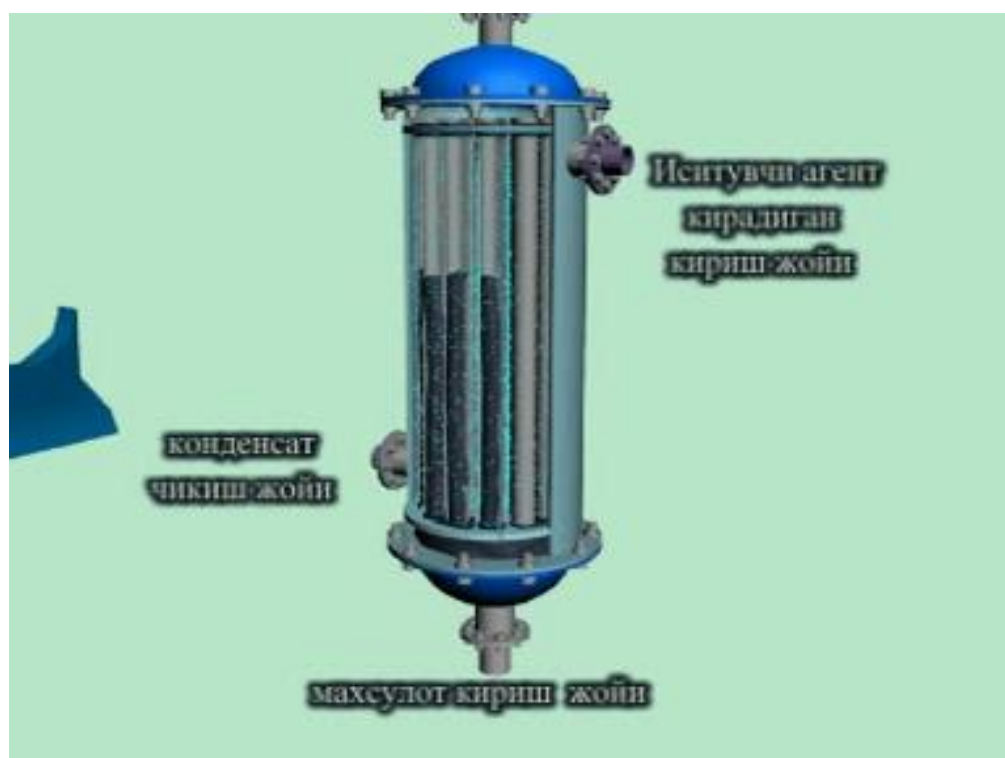


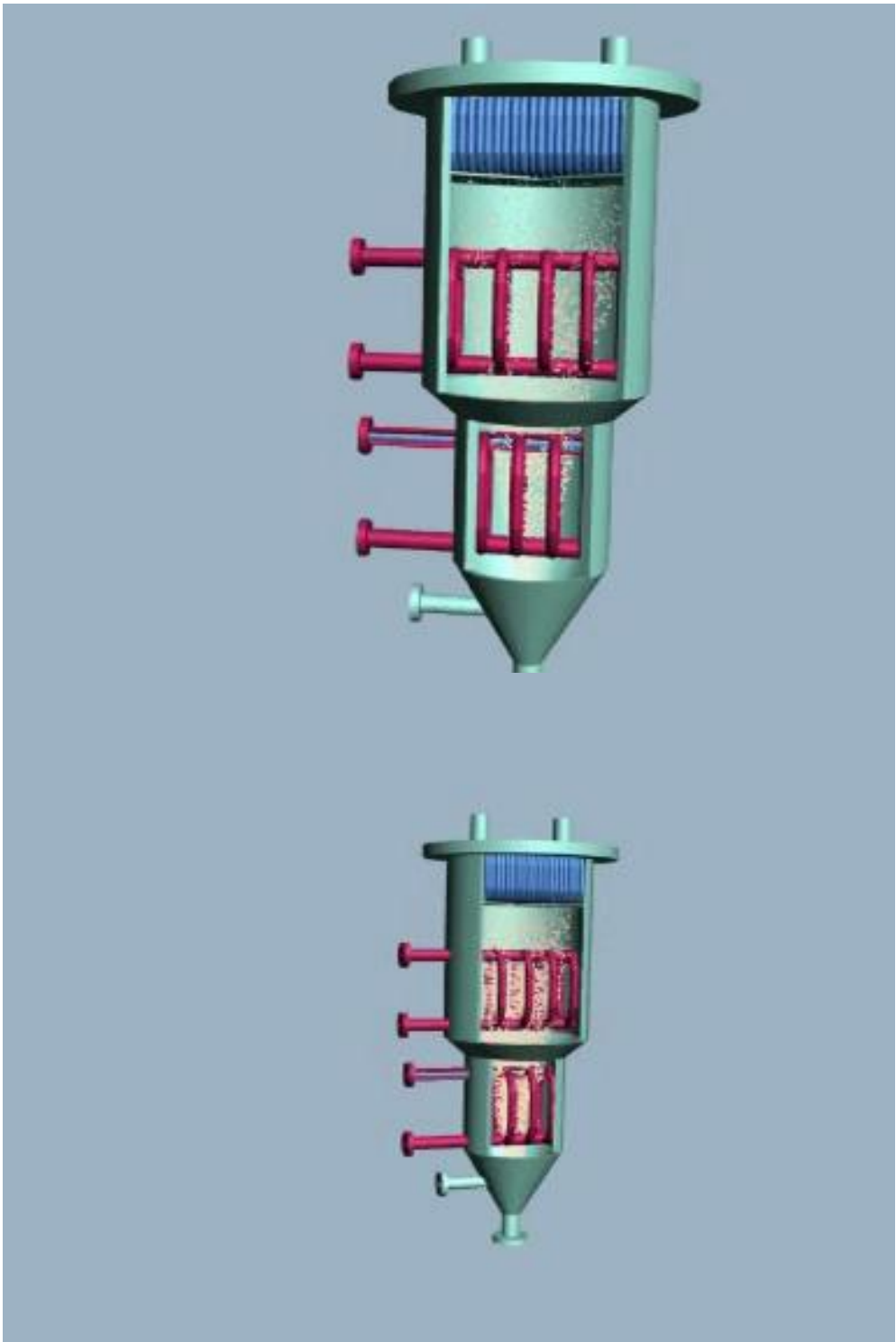


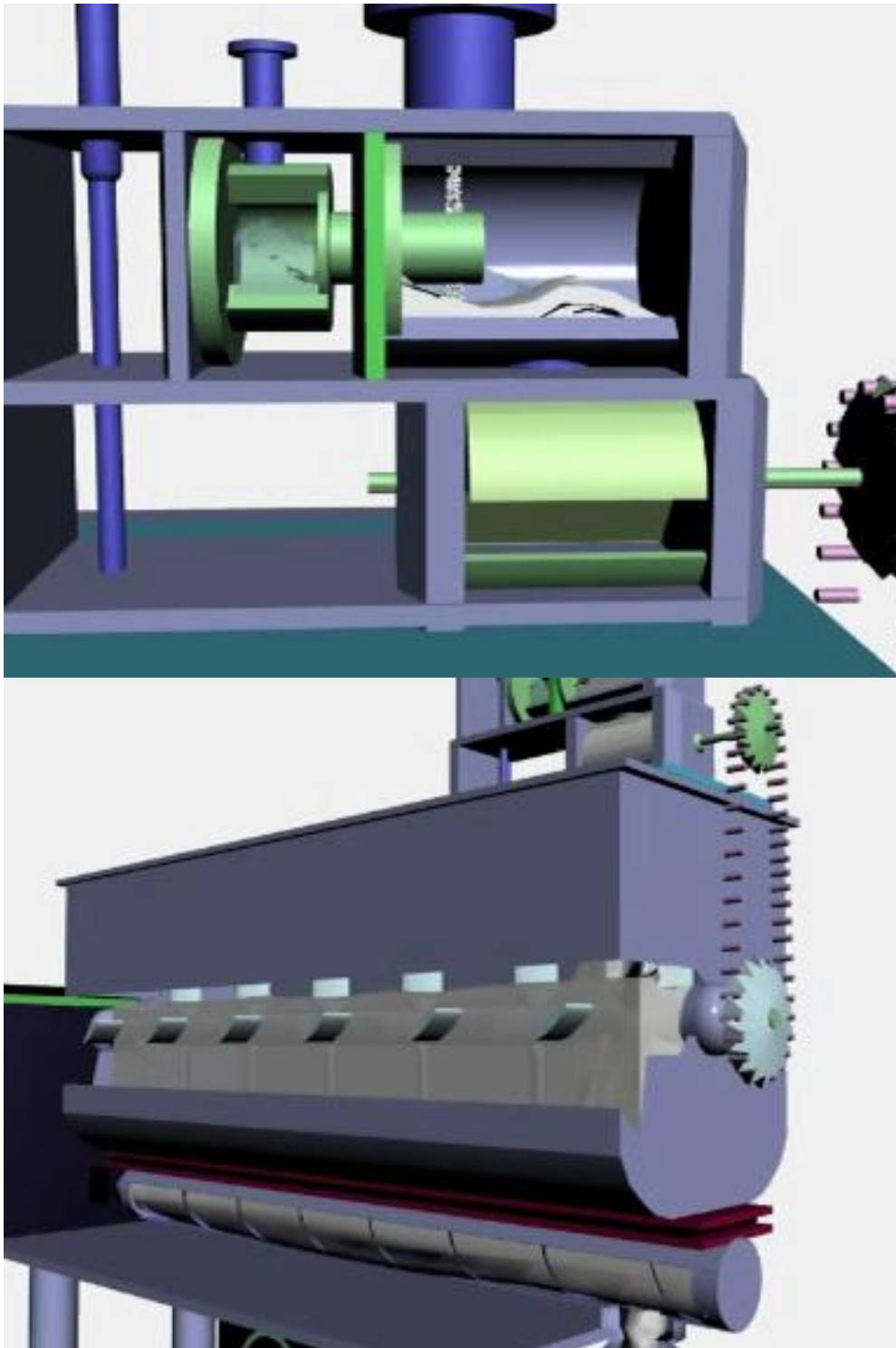


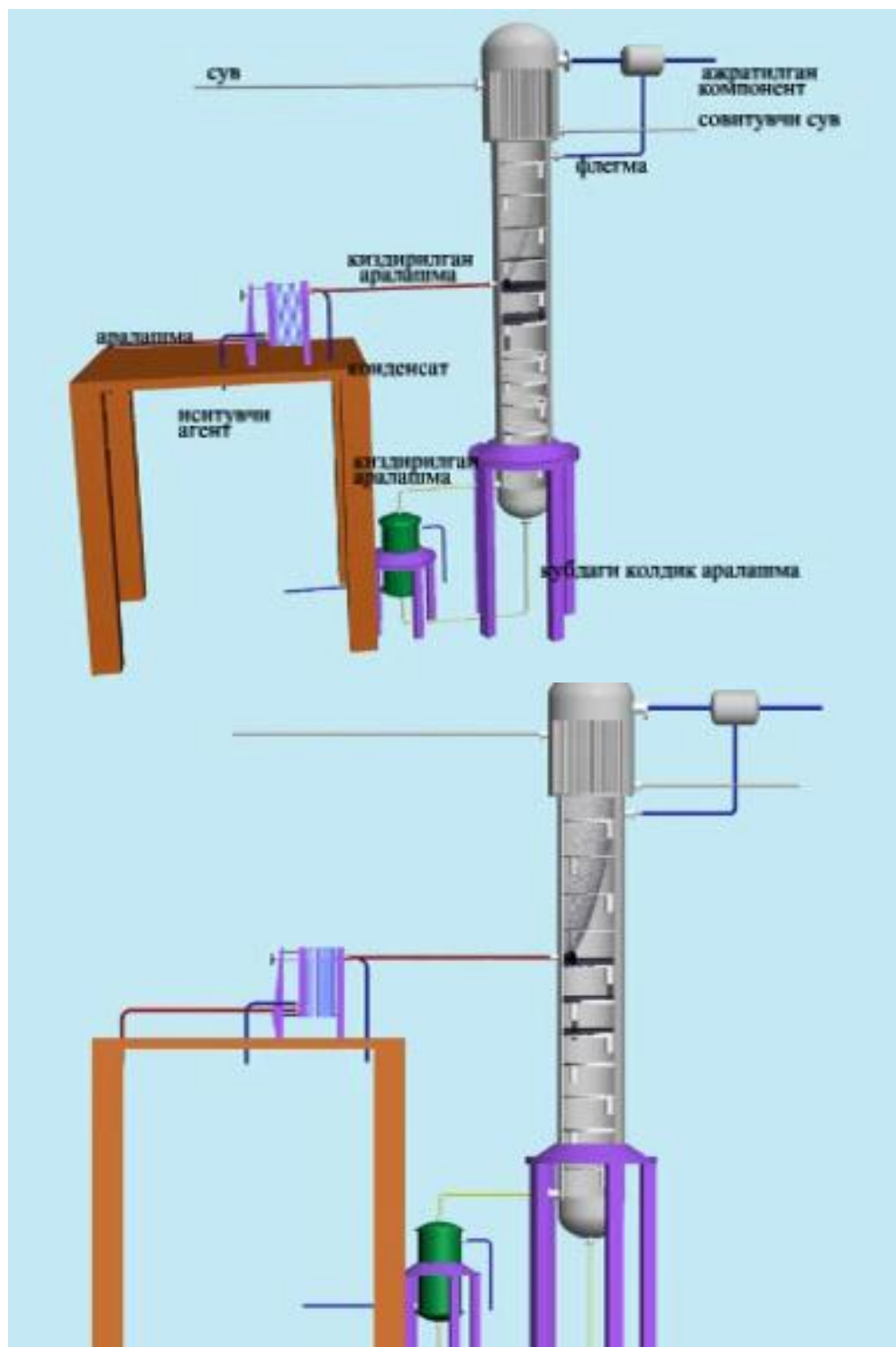


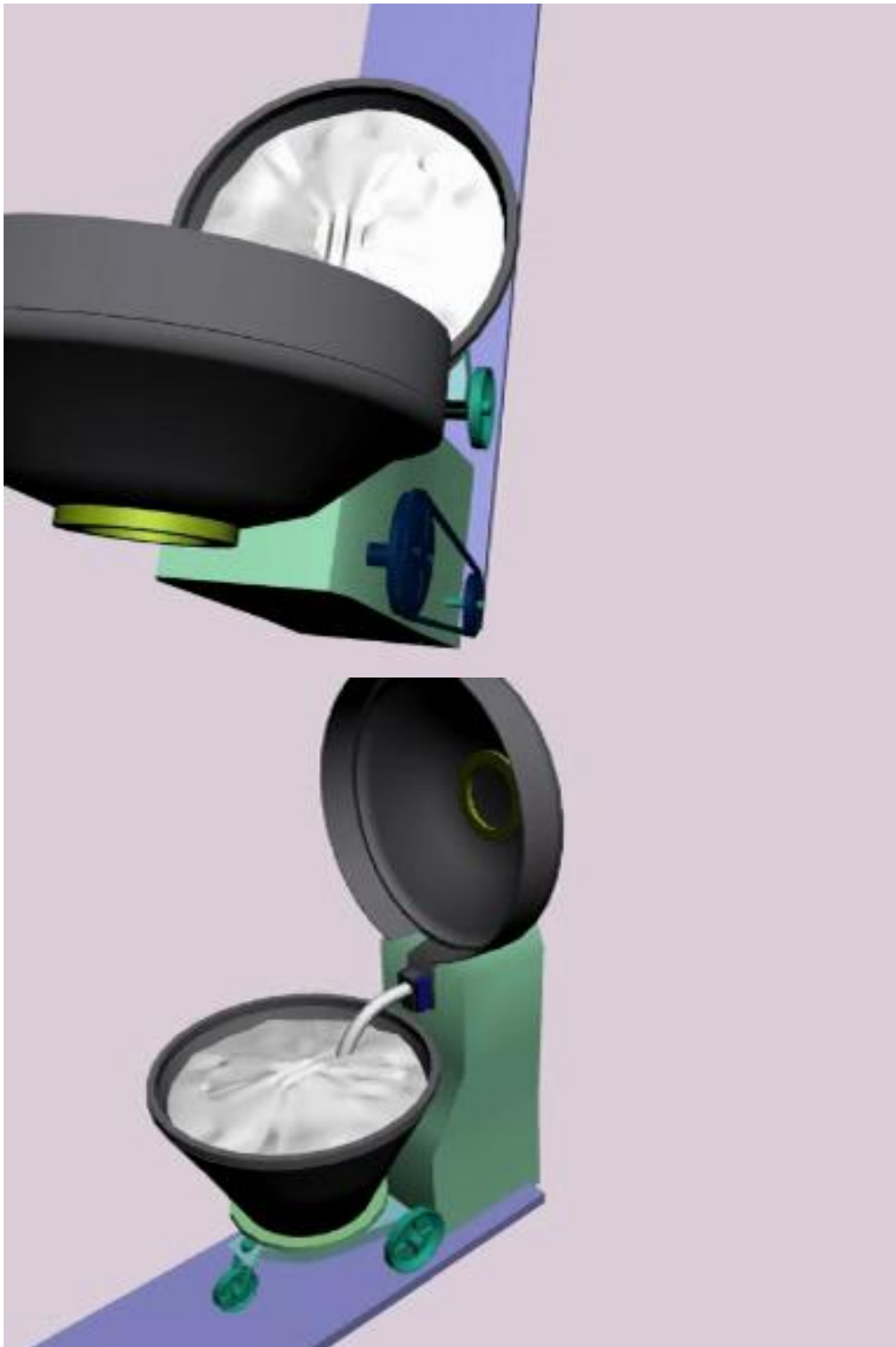


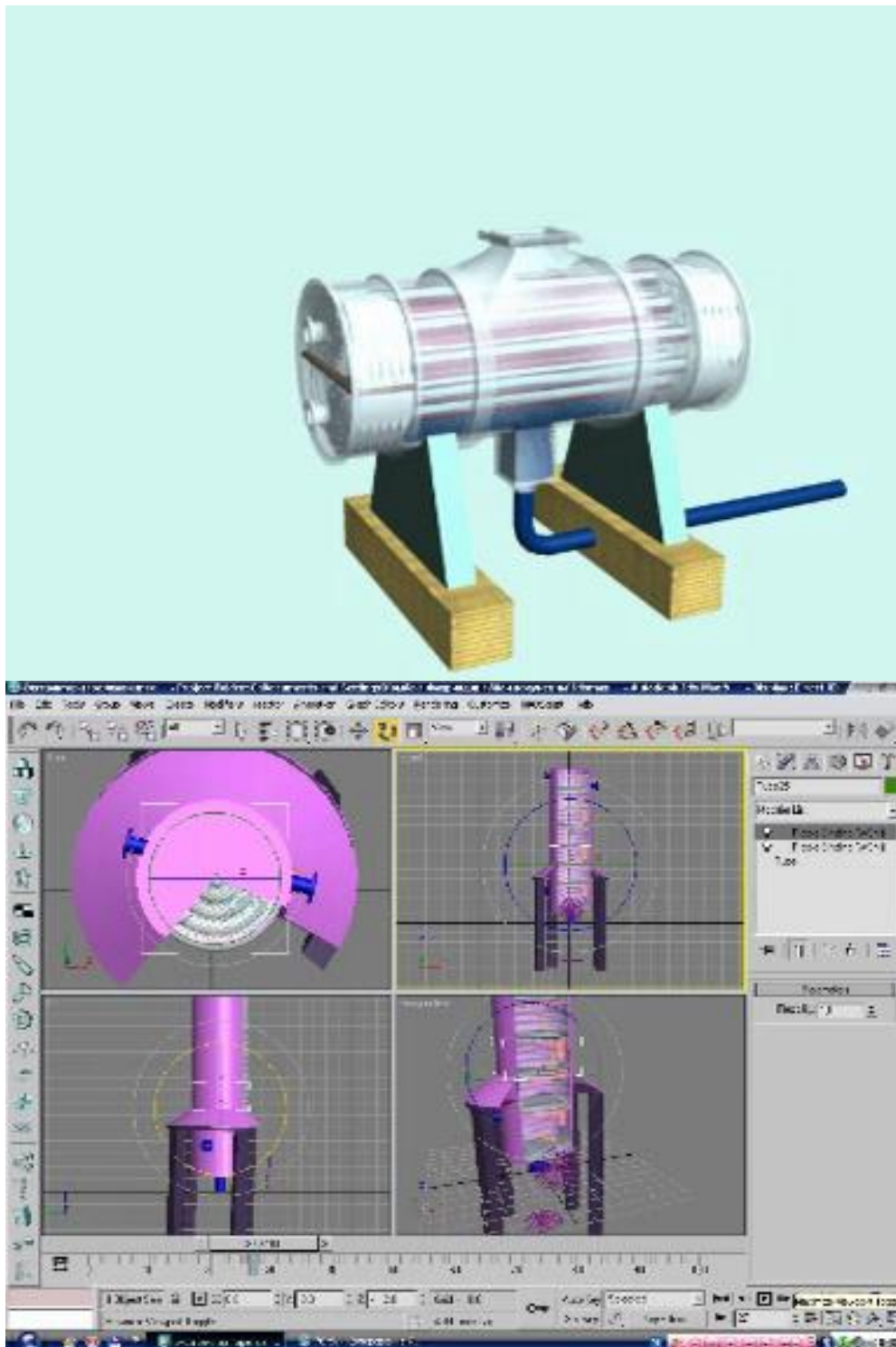


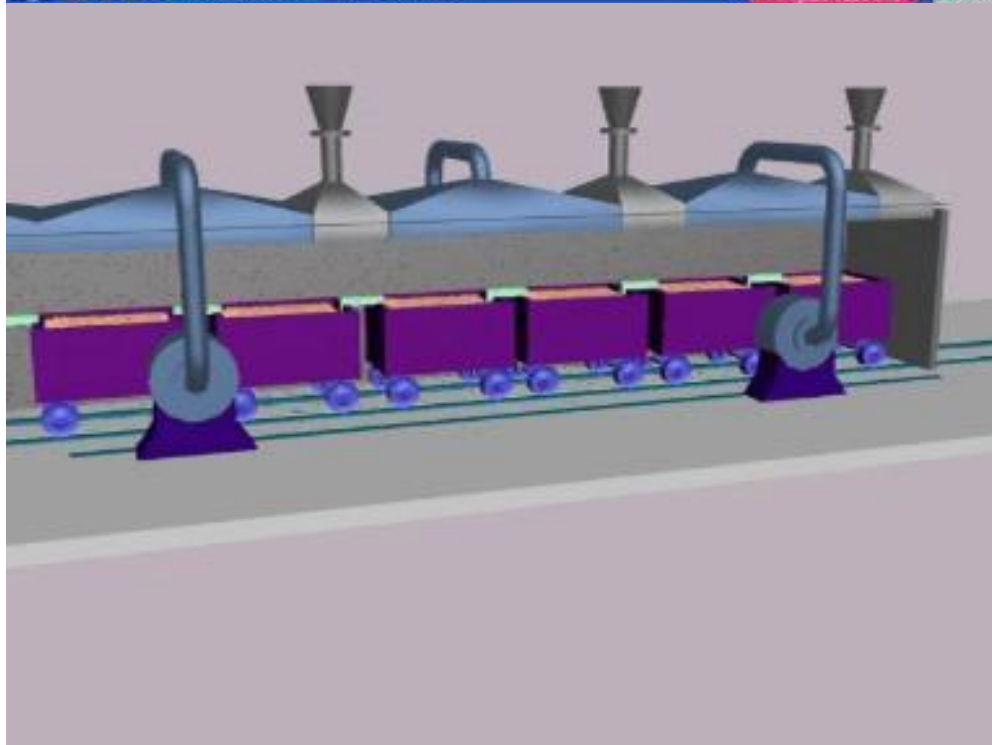
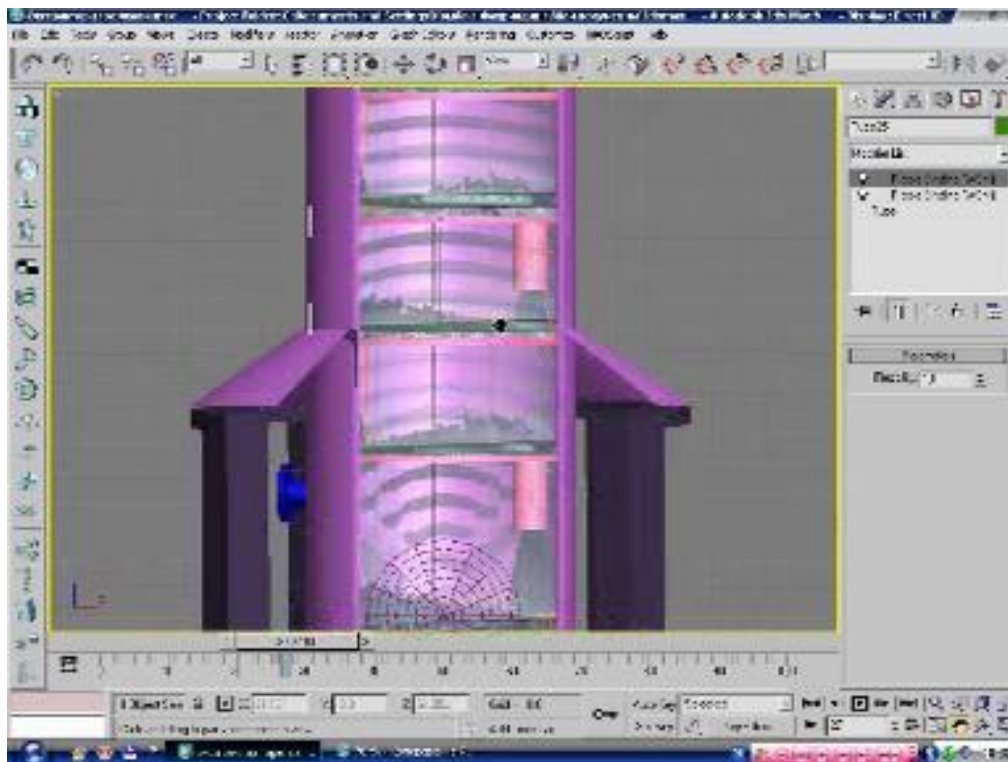


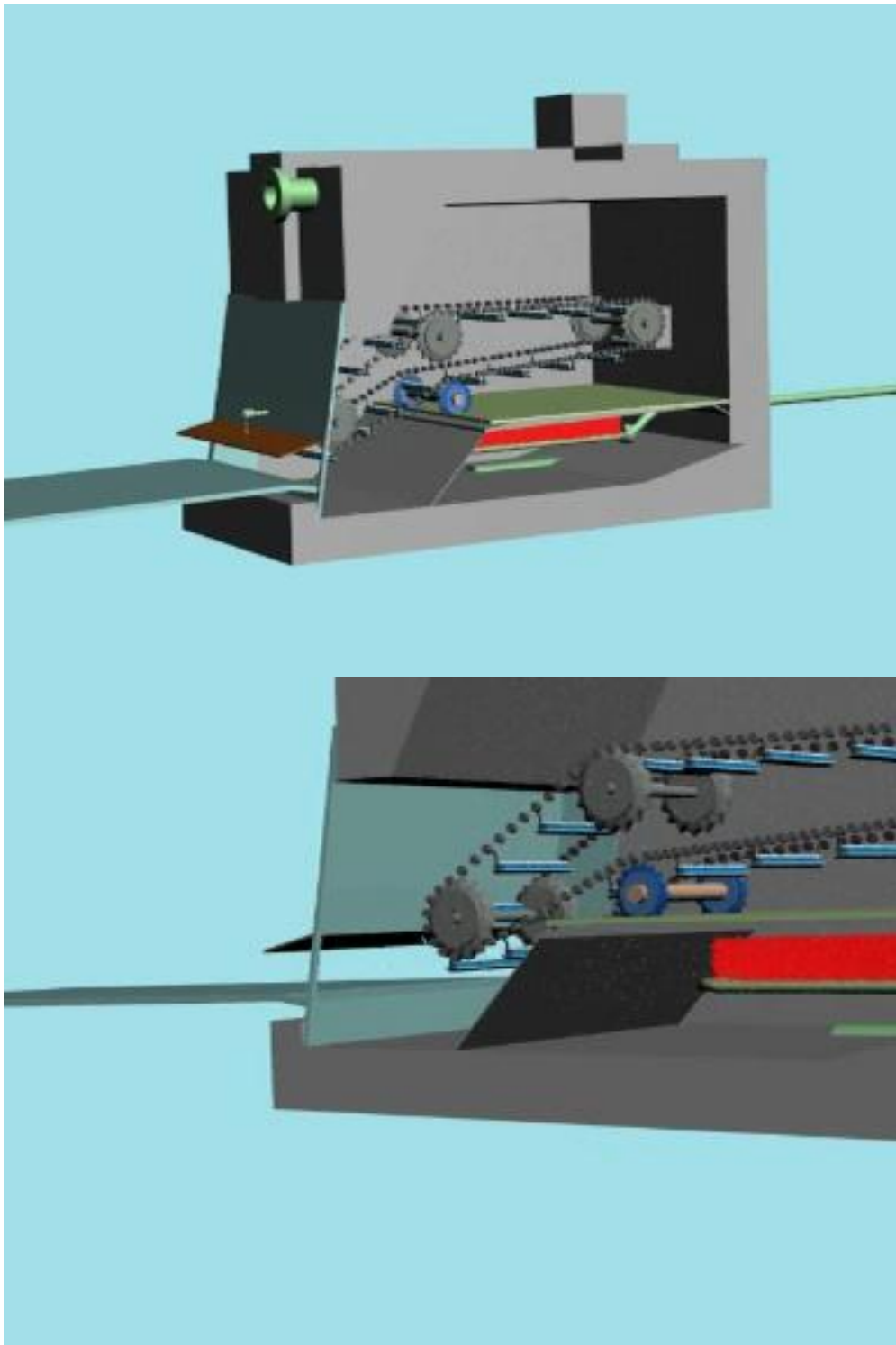


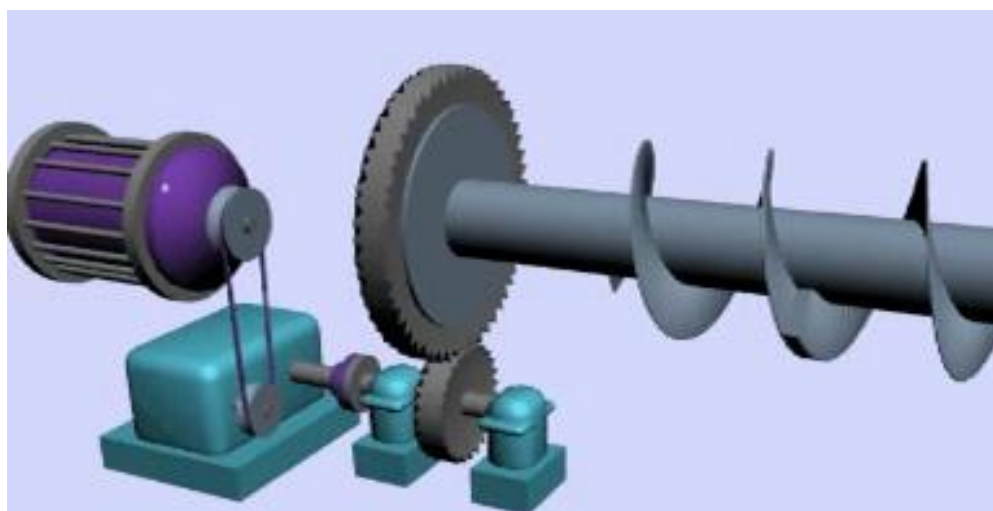




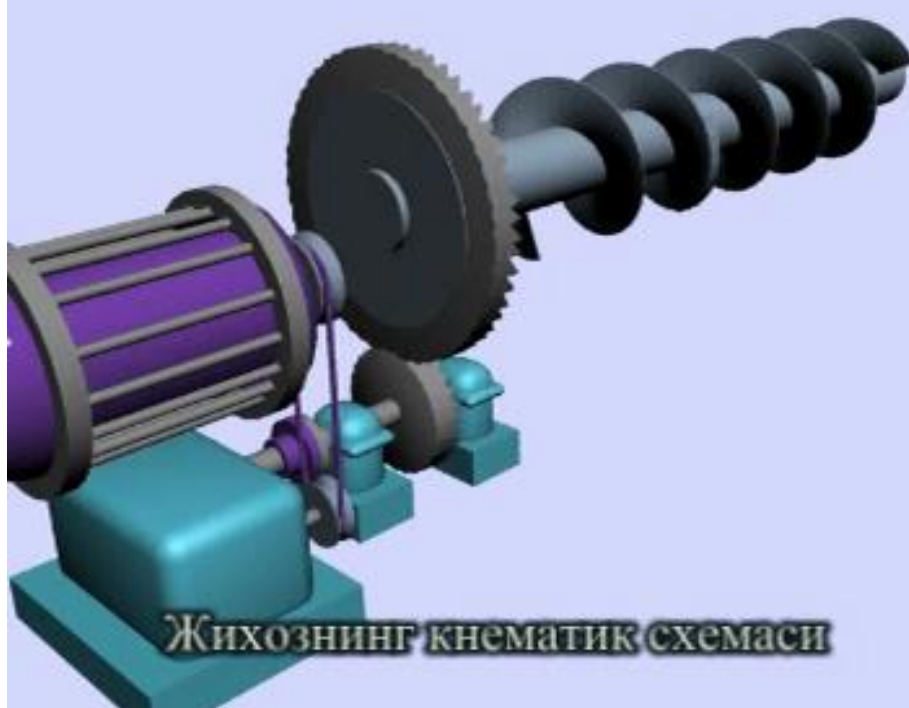




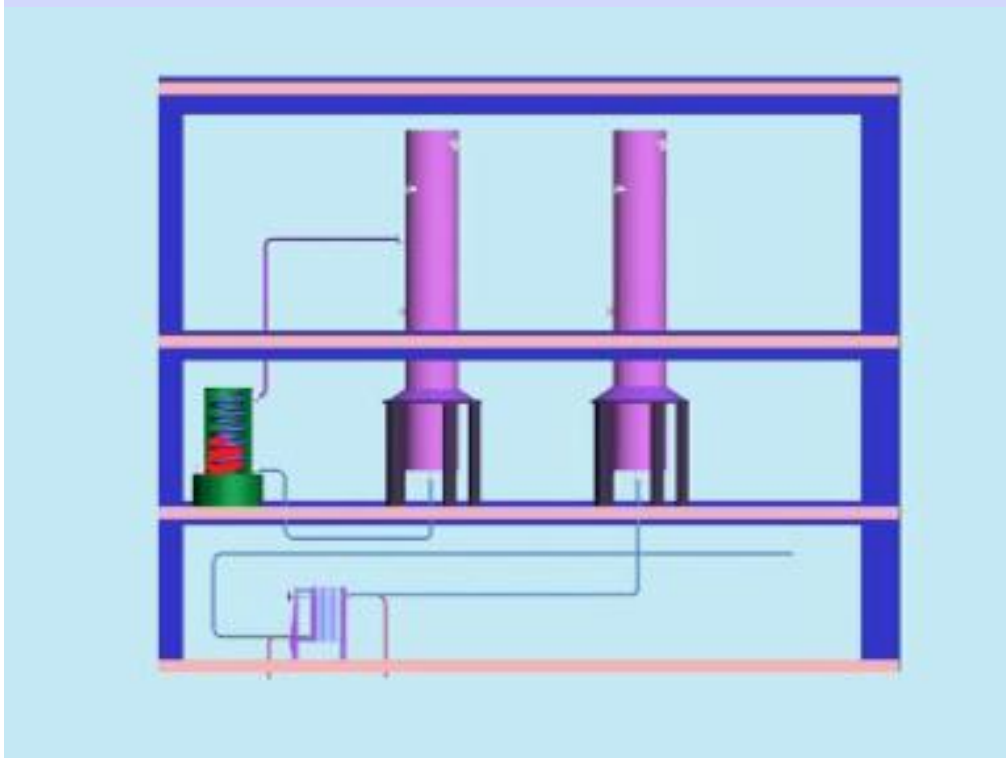
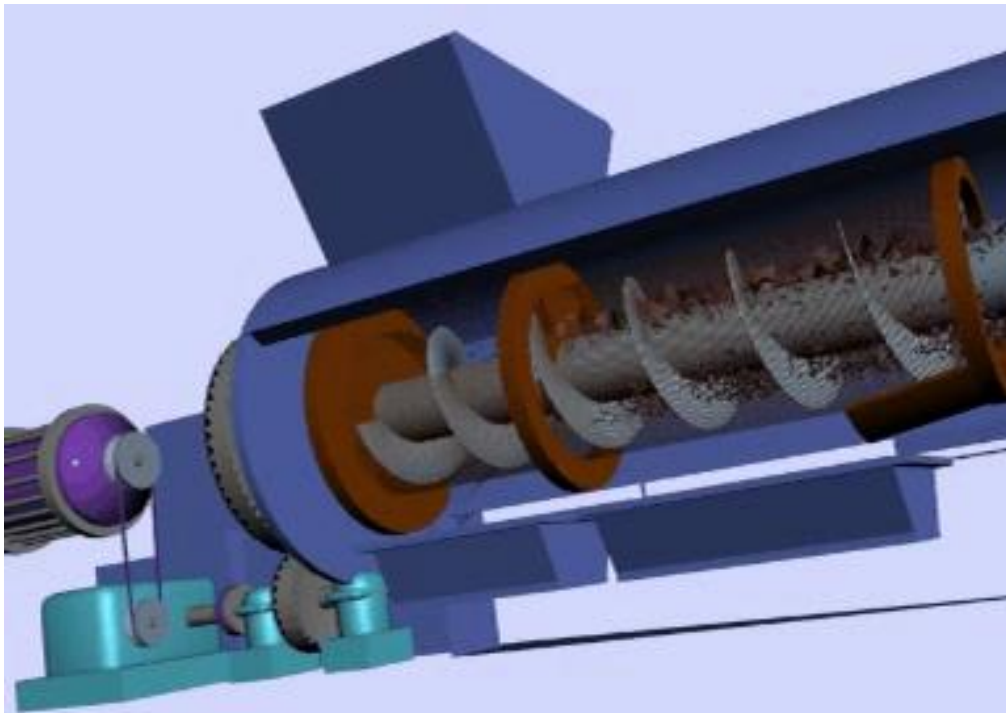




Жихознинг кнематик схемаси



Жихознинг кнематик схемаси



**FAN BO'YICHA TALABALAR BILIMINI BAHOLASH VA
NAZORAT QILISH ME'ZONLARI**

**Fan bo'yicha talabalar bilimini baholash va nazorat
qilish me'zonlari**

6-jadval

Baholash usullari	Ekspress testlar, yozma ishlar, og'zaki so'rov, taqdimotlar.		
Baholash mezonlari	86-100 ball - fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtira olish; - fanga oid ko'rsatkichlarni iqtisodiy tahlil qilishda ijodiy fikrlay olish; - o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish; mehnat munosabatlariga oid tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish; - o'rganilayotgan jarayonga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularga to'la baho berish; - tahlil natijalari asosida vaziyatga to'g'ri va xolisona baho berish; - o'rganilayotgan iqtisodiy hodisa va jarayon to'g'risida tasavvurga ega bo'lish; - o'rganilayotgan jarayonlarni analitik jadvallar orqali tahlil etish va tegishli qarorlar qabul qilish.		
	71-85 ball - o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish; - o'rganilayotgan iqtisodiy hodisa va jarayon to'g'risida tasavvurga ega bo'lish; - o'rganilayotgan jarayonga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularga to'la baho berish; - o'rganilayotgan jarayonlarni jadvallar orqali tahlil etish va tegishli qarorlar qabul qilish.		
	55-70 ball - o'rganilayotgan jarayonga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularga to'la baho berish; - o'rganilayotgan iqtisodiy hodisa va jarayon to'g'risida tasavvurga ega bo'lish; - o'rganilayotgan jarayonlarni analitik jadvallar orqali tahlil etish.		
	0-54 ball - o'tilgan fanning nazariy va uslubiy asoslarini bilmaslik; iqtisodiy hodisa va jarayonlarni tahlil etish bo'yicha tasavvurga ega emaslik; - o'rganilayotgan jarayonlarga iqtisodiy usullarni qo'llay olmaslik.		
	Reyting baholash turlari		Maks.ball
	Joriy nazorat:		40
	Laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarda faolligi, savollarga to'g'ri javob berganligi, laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar topshiriqlarini bajarganligi va mustaqil ta'lim	20	

	topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi uchun		Semestr davomida
	Laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarda faolligi, savollarga to'g'ri javob berganligi, laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar topshiriqlarini bajarganligi va mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi uchun	20	
	Oraliq nazorat:	30	
	Birinchi oraliq nazorat yozma ish (ma'ruza o'qituvchisi tomonidan qabul qilinadi).	15	Semestr davomida
	Ikkinchi oraliq nazorat yozma ish (ma'ruza o'qituvchisi tomonidan qabul qilinadi).	15	
	Yakuniy nazorat	30	
	Jami	100	

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

Asosiy adabiyotlar

1. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and Systems, 4th edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 2015.
2. N.R. Yusufbekov, H.S. Nurmuhamedov, S.G. Zokirov Kimyo texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshket. Fan va texnologiyalar, 2015-847 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Ismatullayev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Uslubiy qo'llanma. T.: NISIM, 1999. - 351 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov.U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. - Uslubiy qo'llanma. T.: Jahon, 2000. - 231 b.
5. Dalgarno, B., Bishop A., Bishop B. The potential of virtual laboratories for distance science education teaching: reflections from the initial development and evaluation of a virtual chemistry laboratory //Materials of Symposium
6. "Proceedings of the Improving Learning Outcomes through Flexible Science Teaching". - Sydney, Australia, 2003. - P. 90-95.

Qo'shimcha adabiyotlar

7. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T. "O'zbekiston", 2017. -488 b.
8. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash-yurt taraqqiyoti va xalq farovonliging garovi. -T. "O'zbekiston", 2017. -48 b.
9. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. - T. "O'zbekiston", 2016. -56 b.
10. Сокоблo А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. -Учебник. М.: Недра, 2000.- 677 с.
11. Геллерин Н.И. Основные процессы и аппараты химический технологии. - Учебник. М.: Химия, 1991. - й.1-2.-810 с.

Internet saytlari

12. www.gov.uz - O'zbekiston Respublikasi hukumat portalı.
13. www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
14. <http://www.Ziyo-Net.uz>
15. <http://www.vikipediya.ru>

TASDIQLAYMAN
Kafedra mudiri v.v.b. _____ K.X. Gafurov
" _____ " _____ 2019 y.

DASTUR BAJARILISHINING KALENDAR REJASI

Fakul'tet _____; Kurs: **III**; guruh **102,104-17 KT** (*tarmoqlar bo'yicha*)

Fanning nomi: **Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari**

Ma'ruza o'qiydi: **F.Yu. Xabibov**

Amaliy mashg'ulotlarni olib boradi: **F.Yu. Xabibov**

Tajriba mashg'ulotlarini olib boradi: **F.Yu. Xabibov**

V-mavsum

T/r	Mashg'ulot turi	Mavzu nomi va nazorat turlari	Ajratiqan soat	Bajarilganligi haqida ma'lumot		O'qi-tuvchining imzosi
				Oy va kun	Soatlar soni	
1	Ma'ruza	Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari faninig umumiy asoslari asosiy jarayonlar va klassifikatsiyasi	2			
2	Ma'ruza	Kimyoviy korxonalarda ishlatiladigan qurilmalar turlari. Texnologik jarayon va qurilmalarning vazifalari. Fizik kattaliklarning o'lchov sistemalari	2			
3	Ma'ruza	Gidravlik qarshiliklar. Eyler differencial tenglamasi. harakatning nav'e-stoks differencial tenglamasi	2			
4	Ma'ruza	O'xshashlik nazariyasining asoslari. O'xshashlik shartlari, turlari. Qo'zg'lmas va mavhum qaynash qatlam gidrodinamikasi	2			
5	Ma'ruza	Nasoslarning turlari va asosiy parametrlari. nasoslarning umumiy napori va so'rish balandligi	2			
6	Ma'ruza	Markazdan qochma tirdagi nasoslar	2			
7	Ma'ruza	Kompressorlar. Vakuum nasoslar. Nasos va kompressorlarni tanlash	2			
8	Ma'ruza	Turli jinsli sistemalarning hosil bo'lishi va ularning klassifikatsiyasi	2			
9	Ma'ruza	Turli jinsli sistemalarni ajratish	2			
10	Ma'ruza	Fil'trlash. Fil'trlash jarayoni va to'siqlari. Filtrlash tezligi va tenglamasi. Harakatlantiruvchi kuchi	2			
11	Ma'ruza	Fil'trlash jarayonini amalga oshirish qurilmalari	2			
12	Ma'ruza	Sentrifugalash jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari	2			

13	Ma'ruza	Cho'ktirish jarayoni va uni amalga oshirish qurilmalari. Inertsion ajratkichlar.	2			
14	Ma'ruza	Elektrostatik maydoni ta'sirida tozalash. elektrostatik kuchlari ta'sirida cho'ktirish	2			
15	Ma'ruza	Aralashtirish jarayoni. Quvvat sarfi, quvvat kriteriysi. Umumiy kriterial tenglama	2			
16	Ma'ruza	Aralashtirgichlar va ularning konstrusiyalari.	2			
17	Ma'ruza	Issiqlik almashinish jarayonlari	2			
18	Ma'ruza	Issiqlikning tarqalish turlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Fur'e qonuni.	2			
19	Ma'ruza	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti. Issiqlikning nurlanishi. Stefan-Bol'tsman qonuni	2			
20	Ma'ruza	Konveksiya asoslari. Issiqlik jarayonlari o'xshashlik kriteriylari. Agregat holatining o'zgarishida issiqlik berish. Issiqlikning o'tishi	2			
21	Ma'ruza	Agregat holatining o'zgarishida issiqlik berish	2			
22	Ma'ruza	Issiqlik o'tkazish jarayonlarini intensivlash	2			
23	Ma'ruza	Yuqori temperaturali moddalar bilan isitish. Elektr toki bilan isitish	2			
24	Ma'ruza	Trubali issiqlik almashinish qurilmalari	2			
25	Ma'ruza	Issiqlik almashinish qurilmalari va kondensatorlarini tanlash	2			
26	Ma'ruza	Bug'latish jarayoni issiqlik va moddiy balansi tenglamasi	2			
27	Ma'ruza	Bir korpusli bug'latish apparatlari	2			
		Jami	54	soat		

Yetakchi o'qituvchi:

F.Yu. Xabibov

TASDIQLAYMAN
Kafedra mudiri v.v.b. ____ K.X. Gafurov
" ____ " ____ 2019 y.

DASTUR BAJARILISHINING KALENDAR REJASI

Fakul'tet ____; Kurs: *III*; guruh *102-17 KT* (*tarmoqlar bo'yicha*)
Fanning nomi: *Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari*
Ma'ruza o'qiydi: *F.Yu. Xabibov*
Amaliy mashg'ulotlarni olib boradi: *F.Yu. Xabibov*
Tajriba mashg'ulotlarini olib boradi: *F.Yu. Xabibov*

V-mavsum

T/r	Mashg'ulot turi	Mavzu nomi va nazorat turlari	Ajratilgan soat	Bajarilganligi haqida ma'lumot		O'qi-tuvchining imzosi
				Oy va kun	Soatlar soni	
1	Amaliy	Quvur diametrini hisoblash	2			
2	Tajriba	Quvurda gidravlik qarshiliklarni aniqlash	2			
3	Amaliy	Nasos va ventilyatorlarni hisoblash	2			
4	Amaliy	Nasoslarni hisoblash va nasoslarni tanlash	2			
5	Amaliy	Ventilyatorlarni hisoblash	2			
6	Amaliy	Fil'trlashning umumiy tenglamasi va nazariy ma'lumotlar	2			
7	Amaliy	Barabanli vakuum-filtrni hisoblash	2			
8	Amaliy	Propellerli aralashtirish qurilmasini hisoblash.	2			
9	Amaliy	Yuzali issiqlik almashgichlarni hisoblash. Issiqlik hisobi	2			
10	Amaliy	Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini aniqlash	2			
11	Amaliy	Isitkichlarni konstruktiv hisoblash. Uskuna quvurli qismining o'lchamlarini aniqlash	2			
12	Amaliy	Isitkichlarni gidravlik hisoblash	2			
13	Amaliy	Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob	2			
14	Amaliy	Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini konstruktiv hisoblash	2			

15	Amaliy	Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob	2			
16	Amaliy	Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Konstruktiv hisob	2			
17	Amaliy	Barometrik kondensatorni hisoblash	2			
18	Amaliy	Barometrik kondensatorni qo'shimcha qurilmalarini hisoblash. Vakuum-nasos ish unumdorligini hisoblash	2			
		Jami	36	soat		

Yetakchi o'qituvchi:

F.Yu. Xabibov

TASDIQLAYMAN
Kafedra mudiri v.v.b. _____ K.X. Gafurov
" _____ " _____ 2019 y.

DASTUR BAJARILISHINING KALENDAR REJASI

Fakul'tet _____; Kurs: **III**; guruh **102-17 KT** (tarmoqlar bo'yicha)

Fanning nomi: **Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari**

Ma'ruza o'qiydi: **F.Yu. Xabibov**

Amaliy mashg'ulotlarni olib boradi: **F.Yu. Xabibov**

Tajriba mashg'ulotlarini olib boradi: **F.Yu. Xabibov**

V-mavsum

T/r	Mashg'ulot turi	Mavzu nomi va nazorat turlari	Ajratilgan soat	Bajarilganligi haqida ma'lumot		O'qi-tuvchining imzosi
				Oy va kun	Soatlar soni	
1	Tajriba	«Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari» fanidan tajriba ishlarini bajarishdagi texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganish va rasmiylashtirish	4		2 2	
2	Tajriba	Suyuqliklarni oqish rejimlarini tajribada o'rganish	4		2 2	
3	Tajriba	Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalarini o'rganish	4		2 2	
4	Tajriba	Cho'ktirish doimiylari va muhitning qarshilik koeffitsientini tajribada o'rganish	4		2 2	
5	Tajriba	Qattiq donador maxsulot mavhum qaynash qatlamini tajribada o'rganish	4		2 2	
6	Tajriba	Aralashtirish uchun sarf bo'lgan quvvatni tajribada o'rganish	4		2 2	
7	Tajriba	Issiqlik almashinish jarayonini "truba ichida truba" tipidagi isitkichda o'rganish	4		2 2	
8	Tajriba	Issiqlik almashinish jarayonini bir va ikki yo'lli isitgichda o'rganish	4		2 2	
9	Tajriba	Bug'latish jarayonini bir korpusli vakuum bug'latuush tajriba qurilmasida o'rganish	4		2 2	
		Jami	36	soat		

Yetakchi o'qituvchi:

F.Yu. Xabibov

DASTUR BAJARILISHINING KALENDAR REJASI

Fakul'tet _____; Kurs: *III*; guruh *104-17 KT* (tarmoqlar bo'yicha)

Fanning nomi: *Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari*

Ma'ruza o'qiydi: *F.Yu. Xabibov*

Amaliy mashg'ulotlarni olib boradi: *F.Yu. Xabibov*

Tajriba mashg'ulotlarini olib boradi: *F.Yu. Xabibov*

V-mavsum

T/r	Mashg'ulot turi	Mavzu nomi va nazorat turlari	Ajratilgan soat	Bajarilganligi haqida ma'lumot		O'qi-tuvchining imzosi
				Oy va kun	Soatlar soni	
1	Amaliy	Quvur diametrini hisoblash	2			
2	Tajriba	Quvurda gidravlik qarshiliklarni aniqlash	2			
3	Amaliy	Nasos va ventilyatorlarni hisoblash	2			
4	Amaliy	Nasoslarni hisoblash va nasoslarni tanlash	2			
5	Amaliy	Ventilyatorlarni hisoblash	2			
6	Amaliy	Fil'trlashning umumiy tenglamasi va nazariy ma'lumotlar	2			
7	Amaliy	Barabanli vakuum-filtrni hisoblash	2			
8	Amaliy	Propellerli aralashtirish qurilmasini hisoblash.	2			
9	Amaliy	Yuzali issiqlik almashgichlarni hisoblash. Issiqlik hisobi	2			
10	Amaliy	Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentini aniqlash	2			
11	Amaliy	Isitkichlarni konstruktiv hisoblash. Uskuna quvvurli qismining o'lchamlarini aniqlash	2			
12	Amaliy	Isitkichlarni gidravlik hisoblash	2			
13	Amaliy	Qobiq quvvurli issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob	2			
14	Amaliy	Qobiq quvvurli issiqlik almashinish qurilmasini konstruktiv hisoblash	2			
15	Amaliy	Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Texnologik hisob	2			
16	Amaliy	Bir korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash. Konstruktiv hisob	2			
17	Amaliy	Barometrik kondensatorni hisoblash	2			

18	Amaliy	Barometrik kondensatorni qo'shimcha qurilmalarini hisoblash. Vakuum-nasos ish unumdorligini hisoblash	2			
		Jami	36	soat		

Yetakchi o'qituvchi:

F.Yu. Xabibov

TASDIQLAYMAN
Kafedra mudiri v.v.b. _____ K.X. Gafurov
" _____ " _____ 2019 y.

DASTUR BAJARILISHINING KALENDAR REJASI

Fakul'tet _____; Kurs: **III**; guruh **104 -17 KT** (tarmoqlar bo'yicha)

Fanning nomi: **Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari**

Ma'ruza o'qiydi: **F.Yu. Xabibov**

Amaliy mashg'ulotlarni olib boradi: **F.Yu. Xabibov**

Tajriba mashg'ulotlarini olib boradi: **F.Yu. Xabibov**

V-mavsum

T/r	Mashg'ulot turi	Mavzu nomi va nazorat turlari	Ajratilgan soat	Bajarilganligi haqida ma'lumot		O'qi-tuvchining imzosi
				Oy va kun	Soatlar soni	
1	Tajriba	«Kimyoviy injiniring jarayonlari va qurilmalari» fanidan tajriba ishlarini bajarishdagi texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganish va rasmiylashtirish	4		2 2	
2	Tajriba	Suyuqliklarni oqish rejimlarini tajribada o'rganish	4		2 2	
3	Tajriba	Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalarini o'rganish	4		2 2	
4	Tajriba	Cho'ktirish doimiylari va muhitning qarshilik koeffitsientini tajribada o'rganish	4		2 2	
5	Tajriba	Qattiq donador maxsulot mavhum qaynash qatlamini tajribada o'rganish	4		2 2	
6	Tajriba	Aralashtirish uchun sarf bo'lgan quvvatni tajribada o'rganish	4		2 2	
7	Tajriba	Issiqlik almashinish jarayonini "truba ichida truba" tipidagi isitkichda o'rganish	4		2 2	
8	Tajriba	Issiqlik almashinish jarayonini bir va ikki yo'lli isitgichda o'rganish	4		2 2	
9	Tajriba	Bug'latish jarayonini bir korpusli vakuum bug'latuush tajriba qurilmasida o'rganish	4		2 2	
		Jami	36	soat		

Yetakchi o'qituvchi:

F.Yu. Xabibov