

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

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

“MASHINASOZLIK” fakulteti

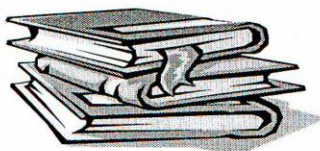
“GIDROPNEVMOYURITMALAR” kafedra

“KIMYOVIY TEXNOLOGIYANING JARAYONLARI VA  
QURILMALARI”

fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun

## USLUBIY QO'LLANMA

5311000 “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni  
avtomatlashtirish va boshqarish” (ishlab chiqarish)  
yo'nalishi talabalari uchun



Andijon - 2018

**"TASDIQLAYMAN"**

Andijon mashinasozlik instituti

O'quv – uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tasdiqlangan

Kengash raisi  Q. Ermatov

(O'quv – uslubiy Kengashning 1- sonli bayonnomasi

"29" 08 2018 y.)

**"MA'QULLANGAN"**

"Mashinasozlik" fakulteti Kengashida

tasdiqlangan va ma'qullangan

Kengash raisi  M. Qo'chqarov

Fakultet Kengashining 1 - sonli bayonnomasi

"29" 08 2018 y.)



**"TAVSIYA ETILGAN"**

"Gidropnevmoymuritmalar" kafedrasida muhokama qilingan va tavsiya etilgan

Kafedra mudiri  S. Maxmudov

(Kafedra majlisining 1 - sonli bayonnomasi

"27" 08 2018 y.)

**Taqrizchilar:**

"O'Z AUSTEM" qo'shma korxonasi muhandisi t.f.n. A. Sotvoldiyev

"Avtomobilsozlik" kafedrasida muhokama qilingan va tavsiya etilgan  
"Avtomobilsozlik" kafedrasida muhandisi t.f.n. dots T. Almatayev

**Tuzuvchilar:**

Sh. A. Sulaymonov - "Gidropnevmoymuritmalar" kafedrasida katta o'qituvchisi.

S. Parpiyev - "Gidropnevmoymuritmalar" kafedrasida ass.

AndMI -2018 y. Andijon mashinasozlik instituti "Mashinasozlik" fakulteti "Gidropnevmoymuritmalar" kafedrasida katta o'qituvchisi Sh. A. Sulaymonov, ass. S. Parpiyev.

## KIRISH

Ushbu laboratoriya dasturi ishlab chiqarish korxonalarida kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari fanining ahamiyati tarixi va rivojlanish tendentsiyalari berilgan. Kimyo sanoat korxonalaridagi kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar bilan birga kimyoviy ishlab chiqarish sohasidagi respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar natijalari, hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalarini nazariy va amaliy bilimlar asosida o'rgatadi.

“Kimyoviy texnologiyaning jarayonlari va qurilmalari” fanining asosiy maqsadi bo'lajak 5311000 - Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (ishlab chiqarish) yonalishi bakalavrlarga ishlab chiqarish jarayonlarida, kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Kimyo sanoat korxonalaridagi kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari to'g'risida umumiy ma'lumot. Asosiy jarayonlarning turlari. Modda va energiyaning saqlanish, o'tkazish qonunlari. Gaz, suyuqlik va qattiq moddalarning fizik-texnikaviy xossalari. Jarayonlar va qurilmalarni modellashtirish asoslari. O'xshashlik nazariyasining ahamiyati. O'xshashlik teoremlari. O'xshashlik mezonlari (kriteriyalari). Modellashtirishning asosiy printsiplarini yaratish bo'yicha nazariy bilim berish va amaliy ko'nikmalar hosil qilishdan iboratdir.

Bo'lajak 5311000 - “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (ishlab chiqarish)” yonalishi bakalavrlar “Kimyoviy texnologiyaning jarayonlari va qurilmalari” fanni o'rganish davomida quyidagilarni nazariy jihatdan o'zlashtirishlari lozim:

- Jarayonlar va qurilmalar fanining mazmuni, kelib chiqishi va rivojlanishi. Asosiy jarayonlarning turlari. Modda va energiyaning saqlanish, o'tkazish qonunlari;
- Suyuqlik muvozanat holatining Eyler differentsial tenglamasi. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi. N'yuton va non'yuton suyuqliklar. Suyuqliklarning tezligi va sarfi;

Texnika va texnologiyani rivojlanishi natijasida bu sharoitlarga juda katta e'tibor qaratilmoqda sanoat korxonalarida ish jarayonlarini to'g'ri tashkil qilish ishchi va xizmatchilarning mehnat sharoitini, sog'ligini va ishchanligini saqlash xamda ularning xavfsizligini ta'minlashda “Kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari

va qurilmalari” fanning ahamiyati katta bo’lib laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy qo’llanma yordam beradi degan umiddamiz.

## Laboratoriya ishi №1

### Mavzu: SUYUQLIKNING OQISH REJIMINI ANIQLASH.

Ishdan maqsad: **Quvurda oqayotgan suyuqliklarni oqish rejimini aniqlash**

**Kerakli asbob va materiallar:** Reynolds tajriba qurilmasi

Ishning nazariy asoslari

Gidravlika ikki asosiy qismdan: suyuqliklarning muvozanat qonunlarini o’rganadigan gidrostatika va suyuqliklarning harakat qonunlarini o’rganadigan gidrodinamikadan tashkil topgan.

Suyuqliklar oquvchanlik hususiyatiga ega. Suyuqlik go’yo ma’lum hajmga ega, lekin shaklga ega emas, ammo faqat molekulyar kuchlar ta’siri ostida shar shaklini oladi.

Moddalarning suyuq holati o’z tabiatiga ko’ra, gaz holat bilan qattiq holat o’rtasidagi oraliq o’rinni egallaydi.

Gidravlikada suyuqlik deyilganda gaz ham, suyuqlik ham tushuniladi. Ularni bir-biridan ajratish uchun suyuqliklar tomchili, gazlar esa elastik suyuqlik deb qaraladi.

Suyuqlik va gazlar quyidagi xossalari bilan bir-biriga o’xshaydi:

1) suyuqliklar xuddi gazlar kabi ma’lum shaklga ega emas, uning fizik xossalari barcha yo’nalishda bir hil, ya’ni izotropdir;

2) gazlarning qovushoqligi kichik bo’lib, yuqori temperaturada suyuqliklarnikiga yaqinlashadi;

3) kritik temperaturadan yuqori temperaturada suyuqliklar bilan gazlar orasidagi farq yo’qoladi.

Gidravlikada nazariy tadqiqotlar natijalarini soddalashtirish maqsadida ideal suyuqlik modelidan foydalaniladi.

Ideal suyuqlik deb, bosim va temperatura ta’sirida o’z hajmini o’zgartirmaydigan yoki siqilmaydigan, o’zgaras zichlikka ega bo’lgan va ichki ishqalanishi bo’lmagan suyuqliklarga aytiladi. Har qanday suyuqlikda ichki ishqalanish kuchlari va qovushqoqlik bo’ladi. Demak, xaqiqatda tabiatda ideal suyuqlik bo’lmaydi, ya’ni barcha suyuqliklar real suyuqliklardir.

Ammo ba’zi suyuqliklarning qovushoqligi juda kichik bo’ladi. Ular temperatura va bosim ta’sirida o’z hajmini shu qadar kam o’zgartiradiki, bu o’zgarishni amalda hisobga olmasa ham bo’ladi. Bunday suyuqliklar shartli ravishda ideal suyuqliklar deyiladi. Elastik suyuqliklarning hajmi temperatura va bosim ta’sirida keskin o’zgaradi.

Suyuqliklarning fizik xossalari:

Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari zichlik, solishtirma og’irlik va qovushqoqlik bilan xarakterlanadi:

Zichlik. Hajm birligidagi bir jinsli jismning (suyuqlikning) massasi zichlik deb ataladi va  $\rho$  bilan belgilanadi.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1.1)$$

bu yerda  $m$ – suyuqlik massasi, **kg**;  $v$  – suyuqlikning hajmi,  $m^3$ ;

Solishtirma og’irlik. Hajm birligidagi suyuqlikning og’irligi solishtirma og’irlik deb ataladi va  $\gamma$  bilan belgilanadi

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1.2)$$

bu yerda  $G$  – suyuqlikning og’irligi. SI sistemasiga binoan solishtirma og’irlik “ $N/m^3$ ”

da o'lchanadi, massa bilan og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$m = \frac{G}{g} \quad (1.3)$$

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

Bosim. Suyuqlik idish devorlariga, tubiga va uning ichiga tushirilgan boshqa jism yuzasiga bosim kuchi bilan ta'sir qiladi. Biror kichik  $\Delta F$  yuzaga ta'sir qiladigan bosim gidrostatik bosim deyiladi. Agar yuza kattaligi nolga yaqinlashtirilsa, bu qiymat shu nuqtaning bosimi deyiladi:

$$P = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta F} \quad \text{Па} \quad \text{ёки} \quad \frac{H}{M^2} \quad (1.4)$$

Bosimning yo'nalishi va ta'siri suyuqlikning xamma nuqtalarida bir xil, chunki bu kuch hamma vaqt normal buyicha yo'nalgan bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki, bosimning kattaligi yuzaning shakliga va uning qanday joylashishiga bog'liq bo'ladi.

Bosim manometr va vakuummetrlarda o'lchanadi. Bu o'lchov asboblari qurilma ichidagi to'la bosim  $P_{ab}$ . (absolyut bosim) bilan atmosfera bosimi orasidagi ortiqcha bosim  $R_{or}$ . ni ko'rsatadi. SHuning uchun, to'la yoki absolyut bosim ikkala bosimning yig'indisiga teng:

$$P_{a\bar{b}} = P_{man} + P_{atm} \quad (1.5)$$

$R_{man}$ . – manometr bilan o'lchanadigan bosim. Agar jarayon siyraklanish sharoitida ketsa, atmosfera yoki barometrik bosim bilan siyraklanish orasidagi ayirma to'la bosim deyiladi:

$$P_{a\bar{b}} = P_{atm} - P_{vak} \quad (1.6)$$

bu yerda  $R_{vak}$ . – vakuummetr bilan o'lchanadigan siyraklanish. Bosimni fizik va texnik atmosferada, mm. suv va mm. simob ustunida o'lchanadi.

1 fizik atmosfera (1 atm) = 540 mm simob ustuni = 10,33 m suv ustuni = 1,033 kg·k/sm<sup>3</sup> = 101300 kg·k/m<sup>3</sup>;

1 texnik atmosfera (1 atm) = 534,4 mm simob ustuni = 10 m suv ustuni = 1 kg·k/sm<sup>3</sup> = 10000 kg·k/m<sup>3</sup> = 98100 N/m<sup>2</sup>.

Qovushqoqlik. Haqiqiy real suyuqliklar truba ichida harakatlenganda, uning ichida ichki ishqalanish kuchlari hosil bo'lib, siljishiga to'sqinlik qiladi. Suyuqliklarning bir qatlamdan ikkinchi qatlamga siljishi uchun sarf bo'lgan kuch qovushqoqlik deyiladi. Nyuton qonuniga binoan, suyuqlikning siljishi uchun zarur bo'lgan kuch shu qatlamning yuzasiga, surilish tezligi gradientiga va shu suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsientiga to'g'ri proporsional bog'langan :

$$T = \mu \cdot F \frac{dw}{dn} \quad (1.7)$$

bu yerda  $T$  - ta'sir etayotgan kuch;  $F$  - yuza ;  $dw / dn$  - tezlik gradienti;  $\mu$  - qovushqoqlik koeffitsienti.

Tenglamadagi qovushqoqlikkoeffitsienti  $\mu$  dinamik qovushqoqlik koeffitsienti yoki qovushqoqlik deyiladi. Qovushqoqlik suyuqliklarning fizik xususiyatlariga va temperaturasiga bog'liq bo'lib, keng oraliqda o'zgaradi. Masalan, glitserinning qovushqoqligi suvnikiga nisbatan bir necha marta kattadir. Qovushqoqlik SI sistemasiga binoan quyidagi birlikda o'lchanadi:

$$\mu = \frac{T}{F \left( \frac{dw}{dn} \right)} = \frac{H}{M^2 \cdot \left( \frac{M/c}{M} \right)} = \frac{H \cdot c}{M^2} = \text{Па} \cdot c$$

Dinamik qovushqoqlik koeffitsientining shu suyuqlik zichligiga nisbati kinematik qovushqoqlik deyiladi va  $\nu$  bilan belgilanadi

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad (1.8)$$

SI sistemasida kinematik qovushqoqlik " $m^2/s$ " birligida o'lanadi.

Ba'zan nisbiy qovushqoqlik tushunchasi ham ishlatiladi. Bunda biror suyuqlik qovushoqligining suvning qovushoqligiga nisbati olinadi.

Temperatura ortishi bilan suyuqliklarning qovushoqligi kamayadi, gazlarniki esa ko'payadi. Suyuqliklarning qovushoqligi gazlarnikiga nisbatan bir necha marta kattadir. Nyutonning ichki ishqalanish qonuniga bo'ysunadigan suyuqliklar Nyuton suyuqliklari deyiladi. Kolloid eritmalar, moyli bo'yoqlar, smolalar, past temperaturada ishlatiladigan surkov moylari Nyuton suyuqliklariga kirmaydi.

Suyuqlikning harakati tezlik, sarf, bosim va boshqa kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Vaqt birligi ichida oqib o'tgan suyuqlik miqdori " $m^3/soat$ ", " $l/soat$ ", " $l/s$ ", " $m^3/s$ " birliklarida o'lchansa hajmiy sarf, agar  $kg/soat$ ,  $kg/s$  da o'lchansa massaviy sarf deyiladi.

Trubada oqayotgan suyuqlikning tezligi trubaning devorlariga yaqinlashgan sari kamayadi, chunki suyuqlik harakati ishqalanish kuchi tufayli sekinlashadi va suyuqlik zarrachalari devorga yopishib, minimal tezlik bilan harakat qiladi.

Suyuqlikning xaqiqiy tezligini o'lchash juda qiyin, chunki suyuqlik zarrachalari oqimning har bir nuqtasida alohida tezlikka ega bo'ladi. Shuning uchun zarrachalarning tezligi o'rtacha kattalik bilan aniqlanadi. Hajmiy sarf miqdorining truba ko'ndalang kesimiga nisbati o'rtacha tezlik deyiladi.

$$w = \frac{V}{S}, \quad [m/c] \quad (1.9)$$

bu yerda  $V$ - hajmiy sarf miqdori,  $m^3/s$ ;  $S$  - trubaning ko'ndalang kesimi,  $m^2$ .

Yuqoridagi tenglikdan:

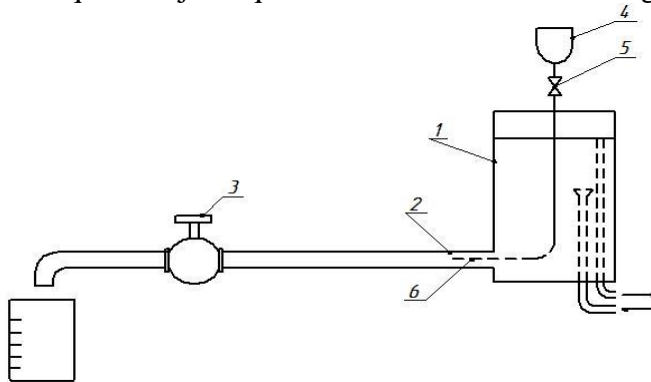
$$V = w \cdot S, \quad [m^3/s].$$

Bu tenglik sekundli sarf tenglamasi deyiladi. Suyuqlikning massaviy sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$M = \rho \cdot w \cdot S \quad [kg/s] \quad (1.10)$$

bu yerda  $\rho \cdot w$  - suyuqlikning massaviy tezligi,  $kg/m^2 \cdot s$ .

Truba yoki boshqa shakldagi kanalda suyuqlik ikki xil rejimda, ya'ni laminar yoki to'liqinsimon rejimda harakat qiladi. Oqimlarnig harakat rejimini birinchi bo'lib 1833 yilda ingliz fizigi O. Reynolds rangli eritmalar yordamida suyuqlikning ikki hil - laminar va turbulent rejimda bo'lishini aniqladi. Tajriba qurilmasi 1.1- rasmda ko'rsatilgan.



1.1 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi.

1-rezervuar; 2- truba; 3- jo'mrak; 4- rangli suyuqlik solingan idishcha; 5- jo'mrak; 6- kapilyar truba.

Rezervuarda suvning sathi bir xil ushlab turiladi. Unga gorizontaal shisha tuba biriktirilgan. SHisha trubadagi oqim harakatini kuzatish uchun uning o'qi bo'ylab, rangli suyuqlik yuboriladigan naycha o'rnatilgan. Suvning tubidagi tezligi kran orqali rostlanadi.

Suv oqimining tezligi kichik bo'lganda rangli suyuqlik suvga aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'ylab gorizontaal ip shaklida harakat qiladi. Chunki, kichik tezlikda suvning zarrachalari bir-biriga aralashmasdan, parallel rejim deb yuritiladi.

Trubadagi suv oqimi tezligi keskin ko'paytirilsa, rangli eritma tuba bo'ylab to'lqinsimon harakat qilib suvning butun massasiga aralashib ketadi. Bu vaqtda suv zarrachalari ham bir-biri bilan aralashib, tartibsiz to'lqinsimon harakat qiladi. Bunday oqim turbulent rejim deyiladi.

Reynolds o'z tajribalarida faqat tezlikni emas, balki trubaning diametri, suyuqlikning qovushoqligi, zichligini o'zgartiradi.

Bu o'zgaruvchan parametrlar tezlik  $w$ , diametr  $d$ , zichlik  $\rho$ , qovushoqlik  $\mu$  kabi kattaliklardan Reynolds o'lchamsiz kompleks keltirib chiqaradi, ya'ni:

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1.11)$$

Bu kompleks Reynolds kriteriyasi deyiladi. Reynolds kriteriyasi o'lchovsiz ma'lum son qiymatga ega. Masalan, xalqaro birliklar sistemasida uning son qiymati quyidagiga teng:

$$\text{Re} = \frac{w \cdot d \rho}{\mu} = \frac{\frac{M}{c} \cdot M \cdot \frac{K^2}{M^3}}{H \cdot \frac{c}{M^2}} = \frac{K^2 \cdot M}{c^2 \cdot \frac{K^2 \cdot M}{c^2}} = 1 ; \quad 1H = \frac{K^2 \cdot M}{c^2}$$

Reynolds kriteriyasi harakat rejimini aniqlash bilan birga oqim harakatidagi qovushoqlikva inertsia kuchlarining o'zaro nisbatini ham aniqlaydi. Suyuqliklarning harakat rejimi Reynolds kriteriyasining kritik qiymati  $\text{Re}_{kr}$  bilan aniqlanadi. To'g'ri va tekis yuzaga ega bo'lgan trubalardagi suyuqlik oqimi uchun  $\text{Re}_{kr}=2320$  ga teng. Agar  $\text{Re}_{kr} < 2320$  bo'lsa, laminar rejim bo'ladi,  $\text{Re} > 2320$  bo'lsa, to'lqinsimon harakat (turbulent rejim) bo'ladi.  $\text{Re} > 10000$  bo'lganda to'rg'un turbulent rejim bo'ladi.

$\text{Re} = 2320 \div 10000$  oraliqda o'zgarsa o'tish sohasi bo'lib, bu vaqtda bir vaqtning o'zida trubada ikki xil harakat mavjud buladi, ya'ni tuba o'rtasida suyuqlik turbulent, devor yaqinida laminar harakatda bo'ladi. Suyuqliklar harakatini dumaloq kesim yuzali trubalardan tashqari har xil kanallarda aniqlash uchun  $\text{Re}$  kriteriyasidagi diametr o'rniga ekvivalent diametr kattaligi ishlatiladi. U holda:

$$d_s = \frac{4S}{\Pi} \quad (1.12)$$

bu yerda  $S$  – suyuqlik oqimining kesim yuzasi,  $m^2$ ;  $\Pi$  – xo'llangan perimetr.

Diametri  $d$  ga teng bo'lgan dumaloq tuba uchun  $d_e=d$ . Agar kanalning kesim yuzasi tomonlari  $a$  va  $b$  ga teng bo'lgan to'rtburchakli bo'lsa, u holda:

$$d_s = \frac{4S}{\Pi} = \frac{4ab}{2a+2b} = \frac{2ab}{a+b} \quad (1.13)$$

### Ishni bajarish tartibi

- 1.1- rasmdagi laboratoriya tajriba qurilmasi tekshiriladi.
- Jo'mrak 3 ni asta-sekin ochib suyuqlik sarfini ko'paytirib, vaqt birligida oqib o'tgan suyuqlikning hajmi o'lchanadi. 5 jumrakni ochib, indikator yordamida trubadagi suyuqlikning harakat rejimi aniqlanadi. Suyuqlikning harakat rejimi rangli suyuqlikning suv bilan aralashib ketishiga karab aniqlanadi.
- Trubada oqayotgan suvning temperaturasi o'lchanadi.

Tajriba natijalarini hisoblash jadvaliga yoziladi. Suvning temperaturasiga qarab, ilovadagi 2 - jadvaldan suvning qovushqoqligi, zichligi aniqlanadi.

Tajriba natijasida hisoblangan  $Re$  kriteriysi bilan tezlik orasidagi bog'lanish, ya'ni  $Re = f(w)$  grafigi chiziladi. Grafikdan  $Re=2320$  bo'lganda trubadagi suyuqlik oqimining kritik tezligi aniqlanadi.

1-1 jadval

Ko'rsatmalar	To'g'ri tajriba				Teskari tajriba			
	1	2	3	4	5	4	5	8
Suvning oqib chiqish hajmi $V, m^3$								
Suvning oqib chiqish vaqti $\tau, s$								
1s oqib chiqqan suvning hajmi $V_c = \frac{V}{\tau}, m^3/c$								
Suvning oqim yuzasi $\Delta'amm$								
Suyuqlik harakatining o'rtacha tezligi $w_{\text{yp}} = \frac{V_c}{F}, m/c$								
Reynolds soni $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$								
Suvning temperaturasi, $^{\circ}S$								
Vizual ko'rinish								
Oqim rejimi								

### TEKSHIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari: zichlik, solishtirma og'irlik, bosim, qovushqoqlik.
2. Suyuqlikning harakat tezligi va sarflanishi.
3. Gidravlik radius va ekvivalent diametr.
4. Suyuqlik oqimining harakat rejimlari.
5. Laminar va turbulent hajmdagi oqim harakatining o'rtacha tezligi.
6. Eylarning differentsial tenglamasi.
7. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi.



**Mavzu: MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING  
XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH**

Ishdan maqsad: **Markazdan qo'ma nasoslarni xarakteristikasini o'rganish.**

**Kerakli asbob va materiallar:** ventillar; vakuummetr; nasos; suyuqlik sathini o'lchovchi naycha; suyuqlik rezervuari; qayttariq klapan; so'rish trubasi; uzatish trubasi; manometr; rostlovchi ventillar; suyuqlik baklari; ventil.

Ishning nazariy asoslari

Suyuqliklarni gorizontaal va vertikal trubalar orqali uzatish uchun mo'ljallangan gidravlik mashinalar nasoslar deyiladi. Trubalarning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi, trubalardan suyuqlikning oqishi uchun xarakatlaniruvchi kuch hisoblanadi. Suyuqlik oqimining trubalardagi xarakatlaniruvchi kuchi nasoslar yordamida hosil qilinadi. Nasos elektr dvigateldan olgan mexanik energiyani suyuqlikning harakatlanayotgan oqim energiyasiga aylantiradi va bosimini oshiradi.

Nasoslar ishlash printsipiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi: parrakli yoki markazdan qochma, hajmiy, uyurmaviy va o'qli bo'ladi. Parrakli yoki markazdan qochma nasoslarda markazdan qochma kuch, ishchi g'ildiragi aylanishida parraklarning suyuqlikka ta'sirida hosil bo'ladi. Xar qanday nasosning asosiy parametrlari, uning ish unumdorligi  $Q$  ( $m^3/s$ ), napor  $N$  (m) va quvvati  $N$  (kVt) hisoblanadi. Nasosning massa birligiga ega bo'lgan suyuqlikka bergan solishtirma energiyasi napor  $N$  deb yuritiladi. Nasosning napori oqimning unga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng. Nasosning umumiy napori 1 kg suyuqlikni balandlikka ko'tarish uchun nasos hosil qiladigan energiya miqdori bilan o'lchanadi. Shuning uchun nasosning umumiy napori uzatilayotgan suyuqlikning zichligiga va solishtirma og'irligiga bog'lik bo'lmaydi.

Nasosning hosil qilgan umumiy napori quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + H_r + h_{\text{ii}} \quad (2.1)$$

$$H = \frac{P_x - P_c}{\rho \cdot g} + H_0 + \frac{w_x^2 - w_c^2}{2} \quad (2.2)$$

agar,  $w_x = w_c$   $N_0$  kichik bo'lsa, u holda

$$H = \frac{P_x - P_c}{\rho \cdot g} \quad \text{yoki} \quad H = \frac{P_{\text{MOH}} - P_{\text{BAK}}}{\rho \cdot g} + h \quad (2.3)$$

bu yerda  $R_2$  va  $R_1$  - uzatilayotgan va so'rib olinayotgan suyuqlik yuzasidagi bosimlar,  $N/m^2$ ;  $N_g$  - suyuqlikning geometrik ko'tarilish balandligi, m;  $h_y$  - so'rish va haydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor miqdori, m;  $R_c$  - suyuqlikning surish trubasidagi nasosga kirishidagi bosimi,  $N/m^2$ ;  $R_x$  - suyuqlikning uzatish yoki haydash trubasidagi nasosdan chiqishdagi bosim,  $N/m^2$ ;  $h$  - suyuqlik bosimini ko'rsatuvchi manometr va vakuummetrga ulangan nuqtalar orasidagi vertikal masofa, m;  $w_x$  - haydash trubasidagi suyuqlikning tezligi, m/s;  $w_c$  - so'rish trubasidagi suyuqlikning tezligi.

Shunday qilib nasosning umumiy napori manometr va vakuummetrlar ko'rsatkichlarining yig'indisi bilan bu asboblardan ulangan nuqtalar ulangan vertikal masofaning ( $h$ ) yig'indisiga teng.

Nasosning foydali quvvati  $N_f$  suyuqlik sarfi miqdori  $\rho \cdot g \cdot Q \cdot H$  ning solishtirma energiyaga ko'paytirilganiga teng:

$$N_\phi = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (2.4)$$

nasos o'qidagi quvvat:

$$N_y = \frac{N_\phi}{\eta_n} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_n} \quad (2.3)$$

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat:

$$N_{\text{os}} = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta_n} \quad (2.4)$$

Nasos qurilmalarini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvat, dvigatel quvvatidan katta bo'ladi va ortiqcha miqdorda qabul qilinadi:

$$N_y = \beta \cdot N_{\text{os}} \quad (2.5)$$

bu yerda  $\beta$  - quvvatning zahira koeffitsienti bo'lib, qiymati dvigatelning nominal quvvatiga nisbatan topiladi;  $\eta_n$  - nasosning to'la foydali ish koeffitsienti.

$$\eta_n = \eta_v \cdot \eta_r \cdot \eta_{\text{mex}} \quad (2.8)$$

bu yerda  $\eta_v = Q_x / Q$  - hajmiy foydali ish koeffitsienti, nasosning xaqiqiy unumdorligini, nazariy unumdorlikka nisbatini ko'rsatadi;  $\eta_g$  - gidravlik foydali ish koeffitsienti, haqiqiy naporni nazariy naporga nisbatini ko'rsatadi;  $\eta_{\text{mex}}$  - mexanik f.i.k., nasos mexanizmlaridagi ishqalanishni yengishga sarflanadigan quvvatning yo'qotilishini ko'rsatadi.

So'rish balandligi. Suyuqlik so'rib olinayotgan idishdagi bosim  $R_0$  bilan yuqoriga uzatilayotgan idishdagi bosim  $R_s$  orasidagi farqi hosil bo'lganligi sababli suyuqlik ustunining metrlarda ifodalangan napori  $R_0 - R_s / r \cdot g$  hosil bo'ladi. Bu bosimning bir qismi suyuqlikni so'rish trubasida  $N$  balandlikka ko'tarish uchun, qolgan qismi esa suyuqlikni  $w$  tezlik bilan xarakatlanishiga yoki tezlik naporini hosil qilish uchun va so'rilayotgan suyuqlik yo'lida uchraydigan barcha qarshiliklarni yengishga sarflanadi.

Nasosning so'rish balandligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H_c = \frac{P_1}{\rho \cdot g} - \left( \frac{P_c}{\rho \cdot g} + \frac{w_c^2 - w_1^2}{2g} + h_c \right) \quad (2.9)$$

So'rib olinayotgan idishdagi suyuqlikning harakat tezligi  $w$  nolga yaqinligini hisobga olsak, u holda so'rish balandligi:

$$H_c = \frac{P_1}{\rho \cdot g} - \left( \frac{P_c}{\rho \cdot g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_c \right) \quad (2.10)$$

Shunday qilib, nasosning so'rish balandligi so'rib olinayotgan idishdagi bosimning ortishi bilan kuchayib, uzatilayotgan idishdagi bosimning, haydash trubasidagi suyuqlikning tezligi, hamda gidravlik qarshiliklarni yengish uchun ketgan napor miqdorlarini oqishi bilan kamayadi.

Markazdan qochma turdagi nasoslarda so'rish balandligini hisoblashda gidravlik va maxalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari, kavitatsiya hodisasi ta'siri ham inobatga olinishi lozim.

Nasos g'ildiragining tez aylanishida va issiq suyuqliklar markazdan qochma nasoslar yordamida uzatilganda kavitatsiya hodisasi yuz beradi. Bu vaqtda nasosdagi suyuqlik tez bug'lanadi. Hosil bo'lgan suyuqlik bilan yuqori bosimli zonaga o'tib, tezda kondensatsiyalanadi. Natijada nasos qobig'ida katta bo'shliq hosil bo'ladi, nasos qattiq silkinadi va taqillab ishlaydi. Agar nasos kavitatsiya rejimida ko'proq ishlasa, u tezda buziladi. Shuning uchun temperaturasi yuqori bo'lgan suyuqliklar uzatilayotganda, u qo'shimcha kavitatsion koeffitsienti  $h_k$  bilan hisobga olinadi.

$$h_k = 0,019 \cdot \frac{(Q \cdot n^2)^{2/3}}{H} \quad (2.11)$$

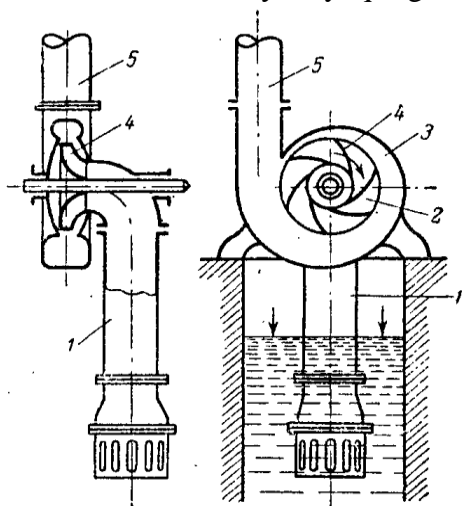
bu yerda  $Q$  - nasosning unumdorligi, m<sup>3</sup>/s;  $n$  - nasos valining aylanish tezligi, s<sup>-1</sup>;  $H$  - nasosning napori, m.

Markazdan qochma nasoslar (2.1 - rasm) spiralsimon qobiq ichida joylashgan parrakli ish g'ildiragining aylanishi natijasida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik to'xtovsiz bir me'yorda suriladi va uzatiladi. Suyuqlik atmosfera bosimi ta'sirida yig'gich rezervuardan kirish klapani orqali surish trubasidan nasosga kirib, ishchi g'ildiragining markaziy qismini to'ldiradi. Suyuqlik g'ildirak bilan birga aylanib, markazdan qochma kuch

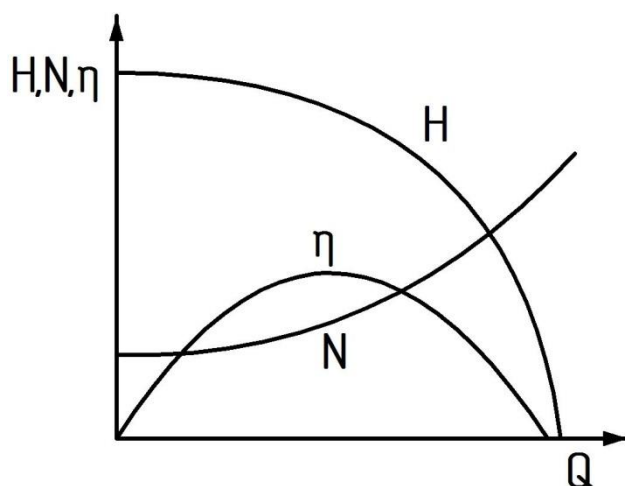
ta'sirida parraklar yordamida g'ildirakning markazidan chekkasiga o'tilib, spiralsimon qo'zg'almas kamerani to'ldiradi va haydash trubasi orqali yuqoriga ko'tariladi.

Bu vaqtda Bernulli tenglamasiga muvofiq suyuqlik oqimi kinetik energiyasining miqdori statik naporga aylanishi suyuqlik bosimini oshirishga muvaffaq bo'ladi. Ishchi g'ildiragiga suyuqlik kirayotgan qismida, vakuum vujudga keladi va suyuqlik so'rish trubasi yordamida to'xtovsiz yig'uvchi rezervuardan so'riladi. Shunday qilib, uzluksiz markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikning nasos orqali o'tadigan uzluksiz oqimi vujudga keladi.

Markazdan qochma nasoslarning hosil qilgan bosimi ishchi g'ildiraklarning aylanish tezligiga bog'lik bo'ladi. Nasos ishga tushirilishidan avval so'rish trubasi, ishchi g'ildiragi va qobiq uzatilayotgan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Agar, ishchi g'ildiragi bilan qobiq orasidagi bo'shliq bo'lsa, ishchi g'ildiragining aylanishi natijasida yetarli vakuum hosil bo'lmaydi, ya'ni suyuqlik so'rish trubasi bo'ylab yuqoriga ko'tarilmaydi.



2.1-rasm. Markazdan qochma nasos.  
1- surish trubasi; 2- ishchi g'ildiragi;  
3- qobiq; 4- parraklar; 5- haydash trubasi.



2.2-rasm. Markazdan qochma nasosning xarakteristikasi.

Nasosning ish unumdorligi, napori, iste'mol quvvati va ishchi g'ildirak aylanish chastotasining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni aylanish chastotasi  $n_1$  dan  $n_2$  ga o'zgartganda:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3; \quad (2.12)$$

Ishchi g'ildirakning aylanish chastotasi  $n$  o'zgarmas bo'lganda, nasos ish unumdorligi  $Q$ , napori  $N$ , quvvati  $N$  va foydali ish koeffitsienti  $\eta_n$  bilan o'zaro grafik usuldagi bog'liqligi nasoslarning xarakteristikasi deb yuritiladi (3.2 – rasm).

Ushbu ishni o'tkazishdan maqsad, nasos qurilmasini sinab nasosning asosiy parametrlarini aniqlashdir. Aniqlangan parametrlar asosida nasos ish g'ildiragining aylanishlar chastotasi o'zgarmas  $n=const$  holda  $Q-H$ ,  $Q-N$ ,  $Q-\eta$  orasidagi bog'lanishlarni grafikda tasvirlab, nasosning xarakteristikasi quriladi.

### ***Ishni bajarish tartibi.***

Markazdan qochma nasos o'zgaruvchan elektr toki bilan ishlaydigan elektrodvigatel bilan bir valga o'rnatilib, aylanishlar soni o'lchanib turiladi. Rezervuardagi so'rish trubasi o'rnatilgan qaytarma klapan nasosni suyuqlik bilan to'ldirganda suyuqlikni so'rish trubasidan to'kilib ketmasligini ta'minlaydi.

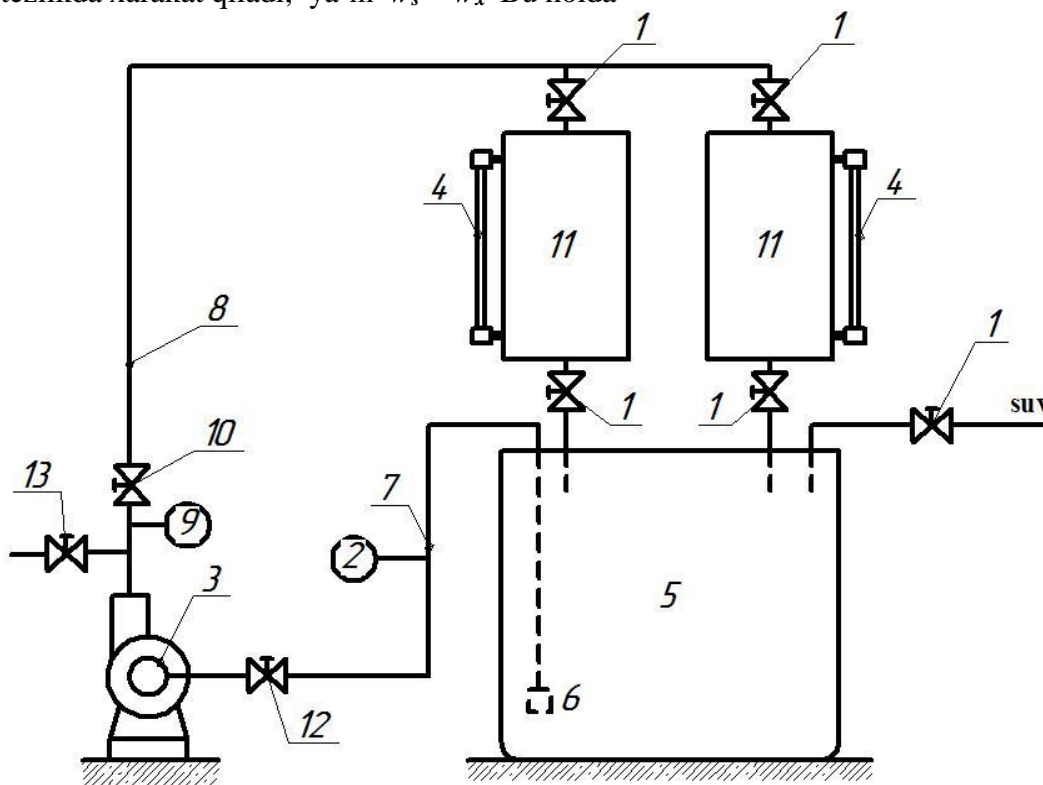
Uzatish trubasi manometr va suyuqlik miqdorini rostlovchi ventily o'rnatilgan. Uzatish trubasi orqali suyuqlik idishlarga uzatiladi. Har bir idishda suyuqlik sathini o'lchovchi shisha naychalar o'rnatilgan. Idishlardagi suyuqlik jo'mraklar orqali suyuqlik so'riladigan idishga

beriladi. Ish unumdorligi 12 ventilni ochilishi bilan o'zgartiriladi. Nasos qurilmasini sinashga  $Q-H$ ,  $Q-N$ ,  $Q-\eta$  orasidagi bog'lanishlarni aniqlashga kerak bo'ladigan kattaliklar uzatilayotgan suyuqlikning miqdori, so'rish trubasidagi vakuum, uzatish trubasidagi bosim, dvigatel' iste'mol qilayotgan kuchlanish aniqlanadi. Nasos qurilmasi ishlashi paytida bu kattaliklar, ya'ni uzatilayotgan suyuqlikning miqdori  $Q$  shisha naychasining ko'rsatkichlari buyicha, vaqt esa sekundomer bilan o'lchanib, hisoblash jadvaliga yoziladi. Uzatilayotgan suyuqlikning napori metr suv ustunida aniqlanadi:

$$H = P_m + P_{\text{vak}} + \frac{w_x^2 + w_c^2}{2 \cdot g} + h \quad (2.13)$$

bu yerda  $R_m$ ,  $R_{\text{vak}}$  - manometr va vakuummetrning metr suv ustunidagi ko'rsatkichi;  $w_s$ ,  $w_x$  - so'rish va haydash trubalaridagi suyuqlikning tezligi, m/s;  $h$  - vakuummetr va manometr oraliqlaridagi masofa, m.

So'rish va uzatish trubalarining diametri bir xil bo'lganligi uchun suyuqlik bu trubalarda bir xil tezlikda xarakat qiladi, ya'ni  $w_s = w_x$ . Bu holda



$$H = P_m + P_{\text{vak}} + h \quad (2.14)$$

2.3-rasm. Laboratoriya nasos qurilmasining sxemasi.

1 – ventillar; 2 – vakuummetr; 3 – nasos; 4 – suyuqlik sathini o'lchovchi naycha; 5 – suyuqlik rezervuari; 6 - qayttariq klapan; 7 – so'rish trubasi; 8 – uzatish trubasi; 9 – manometr; 10, 12 - rostlovchi ventillar; 11 – suyuqlik baklari; 13 – ventily.

### Tajriba natijalarini hisoblash.

Nasosning ish unumdorligi, ( $\text{m}^3/\text{c}$ )

$$Q = \frac{Q_1}{1000 \cdot \tau} \quad (2.15)$$

bu yerda  $Q_I$  - suvning shisha naychasi bo'yicha o'lchangan miqdori, l;  $\tau$  - vaqt birligi, s.  
Nasosning iste'mol qiladigan quvvati, (kVt)

$$N = U \cdot I / 1000 \quad (2.16)$$

bu yerda  $U$  – tok kuchlanishi, V;  $I$  - tok kuchi, A.  
Nasosning foydali ish koeffitsienti ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot N} \quad (2.17)$$

bu yerda  $Q$  - nasosning ish unumdorligi, m<sup>3</sup>/s;  $\rho$  - suyuqlik zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $g$  – erkin tushish tezligi, m<sup>2</sup>/s;  $H$  - nasos umumiy nabori, uzatilayotgan suyuqlikning metr ustunida.  $Q$ – $H$ ,  $Q - N$ ,  $Q - \eta$  funktsiya bog'liklik grafiklari millimetrli qog'ozda chiziladi.

2-1 hisoblash jadvali

Aylanis hlar soni, n, ayl/min	Vaqt birligi, $\tau$ , s	Suvning miqdori, Q, dm <sup>3</sup>	Manometr ko'r-satgan bosim, P <sub>m</sub>		Vakuum ko'rsat-gan siyraklanish		Umumi y napor, N, m	Quv-vat N, kVt	Foyd alani sh koef. $\eta$ , %
			kg/sm <sup>2</sup> yoki mm.si m. ustun	Mm.su v ustuni-da, N <sub>m</sub>	kg·k/s m <sup>2</sup> R <sub>v</sub>	m. suv ustuni N <sub>s</sub>			

Bir xil vaqt birligida uzatilayotgan suyuqlikning miqdori 3 marta o'lchanadi. 3 marta o'lchangan suyuqlikning o'rtacha miqdori hisoblash jadvaliga yoziladi.

### Nazorat savollari

1. Nasoslar. Nasoslarning turlari.
2. Nasosning asosiy parametrlari: ish unumdorlik, iste'mol qiladigan quvvat, foydali ish koeffitsienti va so'rish balandligi.
3. Kavitatsiya hodisasi.
4. Markazdan qochma nasosning tuzilishi va ishlash printsipi.
5. Proportsionallik qonuni.
6. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari.

**Mavzu: MAVHUM QAYNASH QATLAMNING GIDRODINAMIKASI**

Ishdan maqsad: kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining ko'pchilik texnologik jarayonlarida qo'llaniladigan mavhum qaynash usulini o'rganish.

**Kerakli asbob va materiallari:** 1-rasmda ko'rsatilgan tajriba qurilmasi

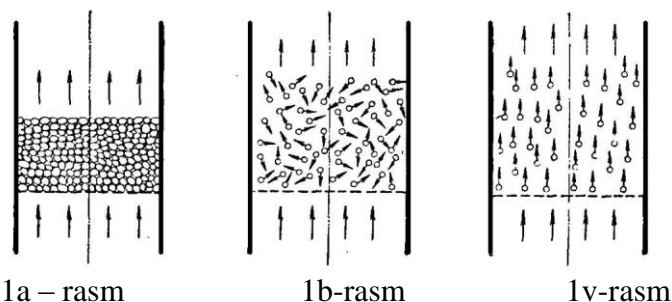
**Ishning nazariy asoslari:**

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining ko'pchilik texnologik jarayonlarida mavhum qaynash usuli keng qo'llanilmoqda. Issiqlik almashinish, quritish, adsorbtsiya, aralashtirish, uzatish, katalitik kuydirish kabi jarayonlarida ishlatilishi yaxshi natijalar bermoqda.

Mavhum qaynash usulining bir qator afzalliklari bor, ya'ni fazalar o'rtasida kontakt yuzasi katta bo'lishi jarayoni bir necha marta tezlashtiradi. Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi nisbatan katta emas.

Donasimon zarrachalar qatlami gaz tarqatuvchi to'r ustiga solinadi. Xamma shart-sharoitlar bir xil bo'lganda, mavhum qaynash usulida massa almashinish o'zgarmas qatlamdagidan intensivroq bo'ladi. Natijada, ko'pchilik jarayonlarning tezligi ortadi.

Gaz yoki suyuqlik tezligiga qarab donasimon qatlamning xolati har xil bo'ladi. Agar to'r orqali pastdan yuqoriga qaratib kichik tezlik bilan havo oqimi yuborilsa, material qatlami o'zgarmay qoladi va uning xarakteristiklari (solishtirma yuza, qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shlik va xokazo) tezlik oshishi bilan o'zgarmaydi (1a-rasm).



1-rasm.

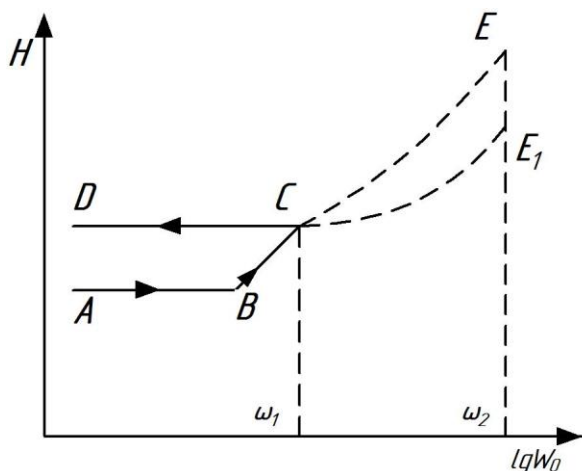
Lekin, havo oqimning tezligini asta-sekin oshirib borsak, tezlik ma'lum bir kritik qiymatga ega bo'lganda qatlam kengayadi, uning balandligi ( $N$ ) va qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shlik ( $\varepsilon$ ) ortib boradi. Bunda qatlamdagi materiallarning og'irligi oqimning gidrodinamik bosim kuchiga teng bo'lib qoladi zarrachalar gidrodinamik muvozanat xolatini egallaydi va har xil yo'nalishda siljiy boshlaydi. Havo tezligini yanada oshirsak, zarrachalar harakatining intensivligi ortadi va ular har xil yo'nalishda intensiv harakat qiladi. Bunday sharoitda qatlam mavhum qaynash holatini egallaydi, ya'ni qatlam xuddi qaynayotgandek bo'lib ko'rinadi (1b-rasm).

Qatlamning o'zgarmas holatdan mavhum qaynash holatga o'tishiga to'g'ri keladigan havo yoki suyuqlikning tezligi mavhum qaynashning boshlanish tezligi yoki birinchi kritik tezlik deb ataladi.

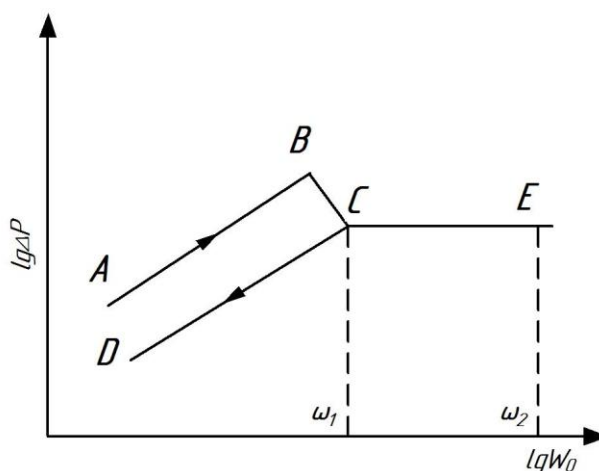
Agar, oqim tezligini yana oshiraversak, qatlamdagi zarrachalarning orasida bo'shlik  $\varepsilon = \frac{V_k - V_0}{V_k}$  ortadi va uning balandligi  $N$  yangi kritik tezlikkacha ortaveradi. Bunda, gidrodinamik bosim kuchlari materialning og'irlik kuchlaridan ancha ortib ketadi, natijada qattiq zarrachalar oqim bilan chiqib ketadi (1v-rasm). Zarrachalarning yuza oqimi bilan chiqib ketish xolatiga to'g'ri keladigan tezlik chiqib ketish tezligi yoki ikkinchi kritik tezlik deb ataladi. SHunday qilib, mavhum qaynash birinchi ( $w_1$ ) va ikkinchi ( $w_2$ ) kritik tezliklar o'rtasida

yuz beradi.

Zarrachalarning chiqib ketish tezligi ostida ommaviy olib ketilishi hodisasini pnevmotransport deyiladi va u sanoatda materiallarni bir yerdan ikkinchi yerga siljitish uchun qo'llanadi.



2-rasm.



3-rasm

Donador materiallar gidravlik qarshiligining tezlik bilan o'zaro bog'liqligi.

2-rasmda qatlam balandligining oqim tezligiga bog'liqligi tasvirlangan. Fiktiv tezlik deb oqim tezligini qurilmaning ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatiga aytiladi.

Fiktiv tezlik  $w_0$  qandaydir  $w_{ch0}$  tezlikkacha oshguncha, qatlamning balandligi o'zgarmaydi (AV kesma). AV chiziq o'zgarmas qatlam orqali o'tayotgan gaz harakatini tasvirlaydi. Bu oraliqda tezligi oshishi bilan qatlamning gidravlik qarshiligi R ortib boradi. VS chiziq mavhum qaynash jarayonining boshlanishini xarakterlaydi.

Ammo, mavhum qaynash boshlanishidan avvalgi gidravlik qarshilik S nuqtadagidan ko'proq bo'ladi (V nuqta). Bunga sabab, o'zgarmas qatlamdagi (AV chiziq) zarrachalar orasidagi tortishish kuchlarining borligidir. Oqimning tezligi  $w'_0$  kattaligiga yetganda, zarrachalar tortishish kuchini yengadi va bosimlar farqi qattiq zarrachalar og'irligiga teng bo'ladi. S nuqta o'zgarmas qatlamning mavhum qaynash holatiga o'tishini ko'rsatadi, shu nuqtaga to'g'ri kelgan tezlik  $w_1$  birinchi kritik tezlikni xarakterlaydi.

Mavhum qaynash jarayonining boshlanishi bilan oqimning gidrodinamik bosim kuchlari qatlamidagi qattiq zarrachalar og'irligi muvozanatga solib turadi. Gaz oqimi tezligining ortishi bilan qattiq zarrachalar og'irligi o'zgarmaydi, zarrachalarni mavhum qaynash holatida ushlab turish uchun zarur bo'lgan energiya sarfi ham bir xil bo'ladi. Bu holat grafikda SE gorizontaal chiziq orqali ifodalanadi. Ye nuqtaga to'g'ri kelgan tezlik  $w_2$  ikkinchi kritik tezlikni xarakterlaydi.

Tezlikni ikkinchi kritik tezlik  $w_2$  dan oshirsak, qatlam muvozanati buziladi va zarrachalar qurilmadan oqim bilan birga chiqib keta boshlaydi. Bunda qatlamdagi zarrachalar orasidagi bushliq o'sib boradi. Agar oqimning tezligi asta-sekin kamaytirib borilsa, egri chiziq A nuqtada kesishmay pastroqdan o'tadi, ya'ni cho'qqi hosil bulmaydi. Bu hodisa gisterezis deb nomlanadi.

Mavhum qaynash jarayoni mavhum qaynash soni bilan xarakterlanadi:

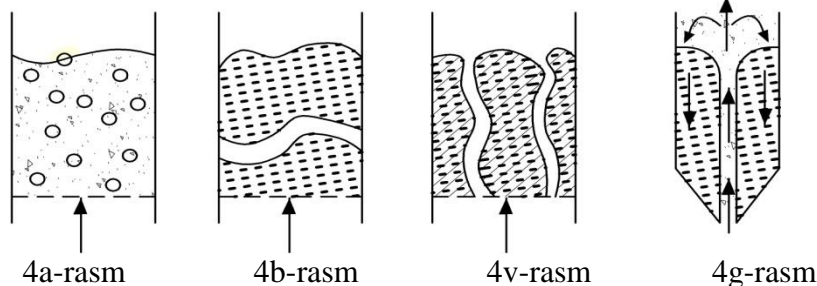
$$K_w = \frac{w_w}{w_1} \quad (3.1)$$

bu yerda  $w_w$  - qurilmaning to'la kesimiga nisbatan olingan oqimning ishchi tezligi.

Mavhum qaynash soni  $K_w$  zarrachalarning qatlamdagi aralashish intensivligi ko'rsatadi. Tajriba usuli bilan  $K_w=2$  bo'lganda, eng intensiv aralash sodir bo'lishi aniqlangan.  $K_w$  qiymati oshishi bilan qatlam turli jinsli bo'lib boshlaydi.

Ayrim sharoitlarida gaz ko'piklariga ega bo'lgan mavhum qaynash qatlami hosil bo'ladi (4a,b,v-rasm). Agar donasimon zarrachalarning o'lchami katta, qurilmaning diametri kichik va gazning tezligi yuqori bo'lsa porshenli qatlam paydo bo'ladi.

O'lchami kichik va nam materiallarning qaynashida kanalsimon mavhum qaynash hosil bo'ladi (4g-rasm). Bu holatda gaz kanallar orqali o'tib, qattiq materiallarning massasi o'zgarmaydi. Konussimon va konustsilindrsimon qurilmalarda kanal hosil qiluvchi qatlam fontanli qatlamga aylanadi (4v-rasm). Bunda gaz yoki suyuqlik oqimi qurilmaning o'qi bo'ylab qattiq zarrachalar bilan birgalikda harakat va fontan kabi ularni yuqoriga otadi. So'ngra qattik zarrachalar qurilma devori yonidan pastga qarab harakat kiladi.



4-rasm. Mavhum qaynash turlari:

- b) porshenli qaynash qatlami; v) kanalli qaynash qatlami;  
g) fontanli qaynash qatlami.

Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi  $\Delta R_k$  qattiq zarrachalar og'iriligining  $G_k$  qurilma ko'ndalang kesimi yuzasining  $S$  nisbatiga teng.

$$\Delta P = \frac{G_k}{S} \quad (3.2)$$

qattiq zarrachalar og'irligi esa,

$$G_k = F \cdot H \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (\rho_{k.z.} - \rho_m) \cdot g \quad (3.3)$$

bu yerda  $H$  - qatlamning balandligi, m;  $\varepsilon$  - qatlamdagi bo'sh hajm;  $\rho_{k.z.}, \rho_m$  - qattiq zarracha va muhitning zichliklari  $kg/m^3$ .

Fiktiv tezlik  $w$  oshib borishi bilan qatlamning balandligi  $N$  va bo'sh hajmi  $\varepsilon$  ortadi. Lekin  $(1 - \varepsilon)$  kamaygani bilan  $N(1 - \varepsilon)$  o'zgarmaydi, chunki mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi fiktiv tezlikning  $w_0$  qiymatiga bog'liq emas. O'zgarmas qatlam va mavhum qaynash qatlami balandliklari o'zaro bog'liqligi quyidagi ifodadan topiladi:

$$H \cdot (1 - \varepsilon) = H_0 \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.4)$$

$N_0$  - o'zgarmas qatlam balandligi, m;

Mavhum qaynash qatlamining bo'sh hajmi ushbu tenglamadan topiladi:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{H_0}{H} \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.5)$$

bu yerda  $N_0/N$  qatlamning kengayish koeffitsienti. U mavhum qaynash qatlamining hajmi o'zgarmas qatlamning hajmidan necha barobar kattaligini ko'rsatadi. Sharsimon bir jinsli zarracha uchun  $\varepsilon \approx 0,4$  bo'lganda birinchi kritik tezlik prof. O. M. Todes tenglamasi yordamida topiladi:

$$Re_{sp1} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}} \quad (3.6)$$

bu yerda

$$Re_{sp1} = \frac{w_1 \cdot d \rho}{m} = \frac{w_1 \cdot d}{\nu} \quad (3.7)$$



$$w_1 = \frac{Re_{kp1} \cdot \mu}{d\rho}; \quad Ar = \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho_{k3} - \rho_M)}{\mu^2} \quad (3.8)$$

Qattiq zarrachalarning gaz yoki suyuqlik oqimi bilan chiqib ketish tezligi yoki ikkinchi kritik tezligi prof. O. M. Todes tenglamasi orqali topiladi:

$$Re_{kp2} = \frac{Ar}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{Ar}} \quad (3.9)$$

bu yerda

$$Re_{kp2} = \frac{w_2 \cdot d\rho}{\mu} = \frac{w_2 \cdot d}{\nu} \quad (3.10)$$

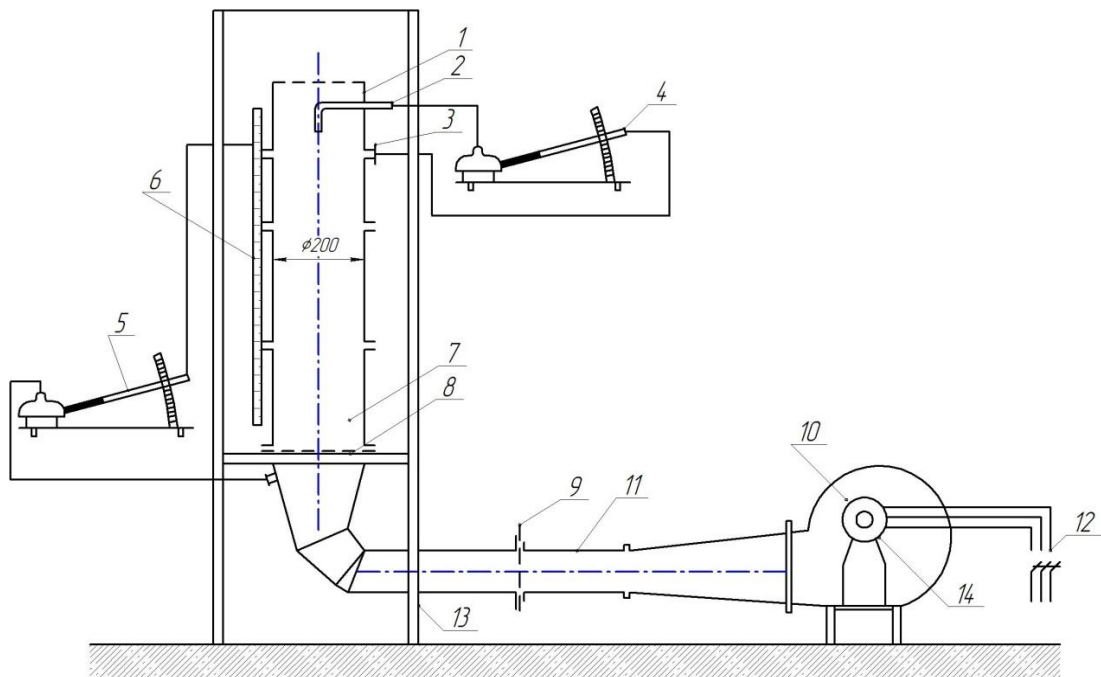
$$w = \frac{Re_{kp2} \cdot \mu}{d\rho} \quad (3.11)$$

bu yerda  $Ar$  - Arximed kriteriysi;  $\nu$  - kinematik qovushoqlik,  $m^2/s$ ;  
 $d$  – qattiq zarracha diametri, m.

Ishni o'tkazishdan maqsad – mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligini, birinchi va ikkinchi kritik tezliklarini aniqlash, hamda ularni nazariy usulda hisoblangan kattaliklar bilan taqqoslash.  $\Delta P = f(w)$  va  $H = f(w)$  bog'likliklarni grafik usulda tasvirlash.

#### Ishni bajarish tartibi

5-rasmda tajriba o'tkazish qurilmasi tasvirlangan va u quyidagi qismlardan iborat: organik shishadan yasalgan kolonna (1), uning pastki qismida kesim yuzasi 20% bo'lgan to'r parda (8) o'rnatilgan. To'r parda ustiga o'lchami  $10 \times 10 \times 10$  mm bo'lgan penoplastdan tayyorlangan kubsimon zarrachalar joylashtiriladi: to'r parda ostiga, gaz trubalar (11) orqali ventilyator yordamida rostlanadi. Havoning sarfi shiber (9) yordamida rostlanadi. Mavhum qaynash qatlamining balandligi o'lchov chizig'i (4) bilan o'lchanadi. Gidravlik qarshilik miqdori mikromanometr (5) bilan aniqlanadi. Havoning sarfi Pito-Prandtl trubkasi ulangan mikromanometrda  $h_g$  ni o'lchash yo'li bilan topiladi.



5-rasm.

Kolonnaning (1) to'r pardasi (8) ustiga donasimon zarrachalardan iborat qatlam ko'yiladi va tagidan ventilyator (10) yordamida havo berib boshlanadi. Havoni sarfini ozginadan oshirib borib qatlamning mavhum qaynash boshlanishi aniqlanadi. So'ngra havoning sarfi asta-sekin ko'paytiriladi. Mavhum kaynash boshlanadi. Tajribalar paytida qatlamning gidravlik qarshiligi

va balandligi N o'lchanib boriladi. Materiallarni intensiv qaynash holatiga olib borilib,  $\Delta R$  va R ning qiymatlari yozib olinadi. Keyin ventilyator va havo berish to'xtatiladi. Har bir tajribaning son qiymatlari jadvalga yozib qo'yiladi.

**Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash**

1. Dinamik bosimning h qiymatiga karab hajmiy sarf quyidagi tenglamadan qarab topiladi:

$$G_k = F \cdot H \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (\rho_{k.3} - \rho_M) \cdot g \qquad \Delta P_x = x \cdot K_1 \rho_{cn} g$$

bu yerda D - qurilma diametri, D=200 mm;  $\alpha$ -tuzatish koeffitsienti,  $\alpha=0,5$ ; g-erkin tushish tezlanishi,  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ ;  $\rho$  - spirtning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $h_1$  - mikromanometrning ko'rsatkichi, mm.sim.ust.;  $K_1, K_2$  - mikromanometrning burchak koeffitsienti;  $h_g$  - dinamik bosim, mm.suv.ust.

$$h_g = \frac{x_2 \cdot K_2 \cdot (\rho_{cn} - \rho_x)}{\rho_x}$$

bu yerda  $x_2$  - manometrning ko'rsatkichi, mm.spirt.us.  $\rho_x$ -havoning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ .

2. Havoning fiktiv tezligi aniqlanadi;

$$w = \frac{V_x}{F}$$

3.  $\Delta P_x = f(w_0)$  va  $H = f(w_0)$  grafiklari quriladi.

10.  $\Delta P_x = f(w_0)$  grafikdan (vizual kuzatishlarning natijalarini hisobga olib) birinchi w va ikkinchi w kritik tezliklar aniqlanadi.

5. Kritik tezliklarning ( $w_1, w_2$ ) (3.8), (3.11) nazariy formulalar yordamida son qiymatlari topiladi.

10. Nazariy formula va tajriba yo'li bilan aniqlangan  $w_1$  va  $w_2$  ning qiymatlari solishtiriladi.

10.1 Hisobot jadvali.

Havoning hajmiy sarfi, V, m <sup>3</sup> /s	Havoning fiktiv tezligi $w_0$ , m/s	Qatlamning gidravlik qarshiligi, $\Delta P$ , Pa·s	Qatlamning balandligi H, m.

Tekshirish uchun savollar

1. Mavhum qaynash qatlami. Uning afzalliklari va kamchiliklari.
2. Qatlamning gidravlik qarshiligi.
3. Mavhum qaynash turlari.
10. Mavhum qaynashning kritik tezliklari.

### Mavzu: FILTRLASH DOIMIYSINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: **Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining ko'pchilik texnologik jarayonlarida qo'llaniladigan filtrlash doimiyligini aniqlash usulini o'rganish.**

#### Ishning nazariy asoslari

Suspenziya va changli gazlarni filtr to'siqlar orqali o'tkazib tozalash jarayoni filtrlash deyiladi.

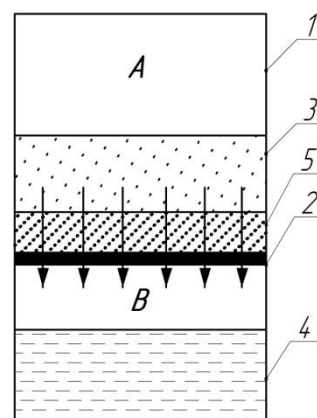
Filtr to'siqlar qattiq zarrachalarni ushlab qolib suyuqlik yoki gazni o'tkazib yuborish qobiliyatiga ega.

Filtr to'siqlar yoki filtr sifatida mayda teshikli to'rlar, turli gazlamalar, sochiluvchan materiallar, keramik buyumlar va boshqalar ishlatiladi. Filtr sifatida paxta, yung va sintetik gazlamalardan tayyorlangan materiallar ham ishlatiladi.

Suspenziya va chang gazlarni mayda qattiq zarrachalardan tozalash jarayoni filtr qurilmalarida olib boriladi. Filtr qurilmalarining asosiy qismlari quyidagilardan iborat (5.1 – rasm).

Filtr to'siqlari qurilmaning hajmini ikki bo'lakka ajratib turadi (A va B). Yuqoridagi A hajm filtrlash lozim bo'lgan suyuqlik bilan to'ldiriladi, quyidagi B esa, hajm tozalangan suyuqlik, ya'ni filtrdan iborat bo'ladi.

Filtrlash jarayonida gidrodinamikaning aralashgan ikki sharti bajariladi, ya'ni avval filtr to'qimalarida qattiq zarrachalarni cho'kma hosil bo'lishida gidrodinamikaning tashqi vazifasi, suyuqlikning hosil bo'lgan cho'kma holidagi qattiq zarrachalarning qatlami, hamda cho'kma orasidagi kapillyarlaridan va filtr to'qimalaridan o'tishida gidrodinamikaning ichki vazifasi namoyon bo'ladi. Suspenziya A bo'lakdagi hajmdan B hajmga o'tishida, ya'ni filtratning hosil bo'lishida, tozalanayotgan suyuqlik bir qator gidravlik qarshiliklarga duch keladi, ya'ni dispers fazaning suyuqlik harakatiga asosiy to'sqinlik qiluvchi hosil bo'lgan cho'kmaning, hamda filtr to'siqlarining qarshiliklarini yengib o'tadi.



4.1. Расм. Фильтр қурилмаси.

1 - фильтр; 2 – фильтр тўсиқлар;

3 – суспензия; 4 – филтрат;

5 – чўкма.

Filtrlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi A va B bo'laklarni hajmlardagi bosimlarning farqi  $\Delta R$  teng bo'ladi ya'ni

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (4.1)$$

bu yerda  $R_1$ -A bo'lak hajmdagi suyuqlik ustidagi absolyut bosim,  $N/m^2$ ;  $R_2$  - B bo'lak hajmdagi yig'ilgan filtratdagi absolyut bosim,  $N/m^2$ .

Filtrlash jarayonida vaqtning o'tishi bilan filtr to'qimalarining yuza qismida cho'kma hosil bo'lib, cho'kma qatlamining balandligi oshib boradi.

Hosil bo'lgan cho'kma balandligi o'zgarmas ko'ndalang kesim filtr qurilmasi, ya'ni filtr to'qimasidagi cho'kmaning hajmini belgilaydi. Cho'kmaning ortib borishi natijasida suspenziya asosan cho'kma qatlamidan o'tib, filtr to'qimalar esa, filtr vazifasini bajarmay qo'yadi. Bu vaqtda filtrlash jarayonida asosiy gidravlik qarshilik cho'kmaning qarshiligi bilan belgilanadi.

Filtr  $\Delta R > R_4$  bo'lganda normal ishlaydi. Qatlamning ortib borishida cho'kmaning gidravlik qarshiligi  $\Delta R_4$  ko'payib, vaqt o'tishi davomida A va V bo'lak hajmlari orasidagi bosimlar farqi  $\Delta R$  cho'kma hajmining gidravlik qarshiligiga  $\Delta R$  teng bo'lib qoladi.

$$\Delta P = \Delta P_2 \quad (4.2)$$

Bu vaqtda filtrlash protsessi to'xtatilib, filtr to'qimalari yuzasidagi cho'kma tozalab olinadi. Filtr to'qima kapillyarlaridagi qolgan cho'kmalar tozalab olish uchun suv bilan yuviladi yoki havo bilan puflanadi va filtr qurilmasida qaytadan ishlatiladi.

Shunday qilib filtrlash jarayonining asosiy xarakteristikasi quyidagilardan iborat:

1. Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

2. Suspenziyaning filtrlash tezligi

$$dV/S \cdot d\tau, \quad m^3/m^2 \cdot c \quad (4.3)$$

bu yerda V- olingan filtratning hajmiy miqdori, m<sup>3</sup>  
 $\tau$ -jarayonning davomiyligi, S - filtr to'qimalarining ko'ndalang kesimi, m<sup>2</sup>

3. Jarayonning gidravlik qarshiligi  $\Delta R_{10}$ . Filtrlash tezligi  $\frac{dV}{S \cdot d\tau}$  jarayonning harakatlantiruvchi kuchiga  $\Delta R_{ch}$  to'g'ri va gidravlik qarshiligiga  $\Delta R_{ch}$  teskari proporsionaldir.

$$\frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P}{\Delta P_2} \quad (4.4)$$

yoki

$$\frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot (R_u + R_{\phi.m.})} \quad (4.5)$$

bu yerda  $R_{ch}$  – cho'kma qatlamining qarshiligi cho'kmaning hajm miqdori va cho'kmaning hajm jihatdan olingan solishtirma qarshiligi  $r_0$  bilan aniqlanadi;  $\mu$  suspenziyaning qovushoqligi;  $R_{f.t.}$ - filtr to'qimalarining qarshiligi. Filtrda hosil bo'lgan cho'kmaning miqdori filtrat hajmi va uning tarkibidagi qattiq moddalarning konsentratsiya miqdori  $x_0$  bilan aniqlanadi. Bu vaqtda cho'kmaning hajmi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$x_0 \cdot V = h_u \cdot S \quad (4.6)$$

bu yerda  $h_{ch}$  - cho'kma qatlamining balandligi, m; S - filtr qurilmasining ko'ndalang kesimi, m<sup>2</sup>;

Cho'kma qatlamining qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_u = r_0 \cdot h_r = r_0 \cdot x_0 \cdot \frac{V}{S} \quad (4.7)$$

(4.5) tenglikdagi  $R_{ch}$  ning qiymatini (4.5) tenglamaga qo'yib quyidagi ifodaga erishamiz:

$$\frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot \left( r_0 \cdot x_0 \cdot \frac{V}{S} + R_{\phi.m.} \right)} \quad (4.8)$$

Bu tenglik filtrlash jarayonining asosiy tenglamasi deyiladi.

Cho'kma qatlamining qarshiligiga nisbatan filtr to'siqlarining qarshiligi juda ham kichkina qiymat bo'lganligi uchun, uni hisobga olmasak, u holda filtrlashning differentsial tenglamasi quyidagi holda bo'ladi:

$$\frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P \cdot S}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0 \cdot V} \quad (4.9)$$

yoki

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0 \cdot V} \quad (4.10)$$

Kimyo va oziq-ovqat sanoatida filtratsiya jarayoni uch xil rejimda olib boriladi.

1.  $\Delta R = \text{const}$ . Bosimlar farqi o'zgarmas bo'lganda, filtrlash tezligi kamayib boradi. Bu rejimda siqilgan havo yordamida filtr bilan cho'kma ostida doimiy o'zgarmas bosim hosil qilinib turiladi va filtr ochiq bo'lib, filtrat vakuum yordamida tortib olinadi.

2.  $w = \text{const}$  filtrlash tezligi o'zgarmas bo'lishi uchun bosimlar farqini oshirish kerak. Bu

rejimda ishlaydigan filtrlarga suspenziya porshenli nasoslar yordamida beriladi.

3. Bir vaqtning o'zida bosim va filtrlash tezligi o'zgarib turadi. Bu rejimda ishlaydigan filtrlarga suspenziya vakuum nasos yordamida beriladi.

Agar (4.10) tenglamani bosimlar farqi o'zgarmas rejimda ishlaydigan  $\Delta R = \text{const}$  filtrlash uchun integrallasak, quyidagi ifodaga erishiladi:

$$\int_0^V V dV = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0} \quad (4.11)$$

$$\frac{V^2}{2} = \frac{\Delta P \cdot F}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0} \cdot \tau \quad (4.12)$$

$$V = F \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P \cdot \tau}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0}} \quad (4.13)$$

(4.13) tenglama orqali vaqt davomida olingan filtratning hajmini, filtr qurilmasining unumdorligini aniqlash mumkin. Xuddi shuningdek, filtrlash vaqtini har qanday rejim uchun topish mumkin. Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, bosimlar farqi o'zgarmas bo'lganda, filtrlash vaqti qancha ko'p balsa, shuncha ko'p filtrat olinadi.

(4.13) tenglamadagi bosimlar farqi  $\Delta P$  suspenziyaning qovushqoqligi, cho'kmaning solishtirma qarshiligi  $\mu$ , cho'kma va filtrat hajmlarining nisbati faqat tajriba orqali aniqlanadi. SHu sababli, bularning o'zaro bog'liqligi filtrlash doimiyliigi  $K$  orqali ifodalanadi:

$$K = \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0} \quad (4.14)$$

Filtrlash doimiyliigi bosimlar farqi, cho'kmaning fizik tarkibi va supenziyaning qovushqoqligini hisobga oladi.

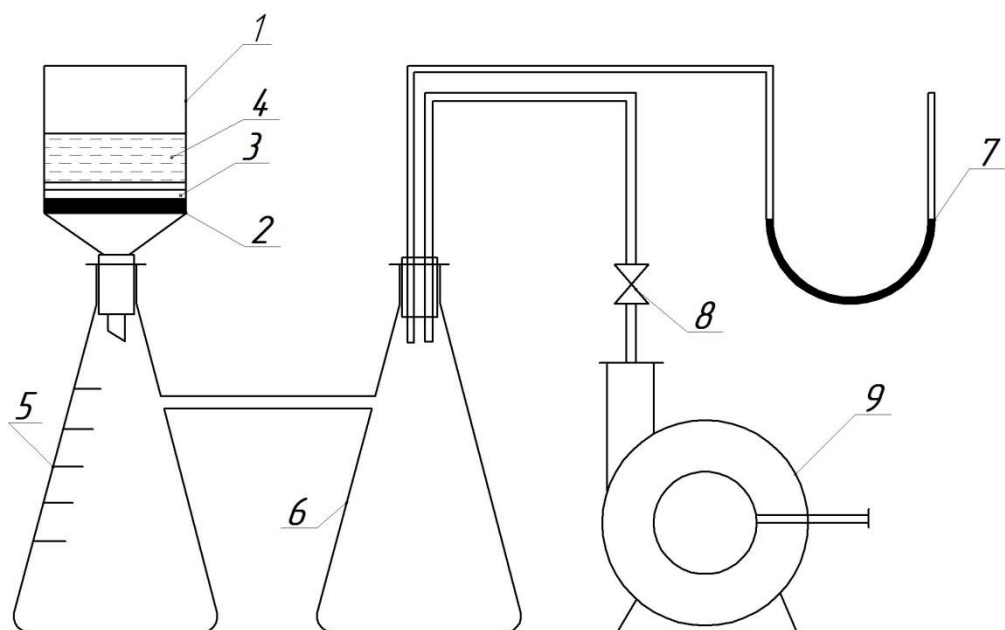
Xuddi shuningdek filtr to'siqlarining gidravlik karshiligini, ham filtrlash doimiyliigi  $S$  bilan belgilash mumkin:

$$C = \frac{R_{\phi.m.}}{r_0 \cdot x_0} \quad (4.15)$$

Filtr to'siq va filtrlash doimiylarining qiymatlarini (4.8) tenglamaga qo'ysak, quyidagi ko'rinishga keladi:

$$V^2 + 2 \cdot V \cdot c = K \cdot \tau \quad (4.16)$$

Ushbu ishni o'tkazishdan maqsad, filtrda cho'kmaning hosil bo'lishida filtrlash doimiyliigini aniqlash. 4.2-rasmda filtrlash doimiyliigini aniqlash uchun laboratoriya qurilmasi tasvirlangan.



4.2-rasm. Laboratoriya qurilmasi.

1-voronka; 2-nutch filtrning tag qismi; 3-filtrlash to'sig'i; 4-cho'kma; 5-vakuum nasosga ulangan filtrat yig'iladigan idish; 6-oraliq idish; 7-vakuumni o'lchovchi simobli manometr; 8-vakuum miqdorini rostlovchi kran; 9-vakuum nasos.

#### *Ishni bajarish tartibi*

1. Berilgan konsentratsiya buyicha suspenziya tayyorlanadi.
2. Laborant ishtirokida laboratoriya tajriba qurilmasining holati tekshiriladi.
3. Filtrlash uchun suspenziya nutch-filtrga quyiladi.
4. Laborant ishtirokida vakuum-nasos ishga tushirilib, yig' gichda vakuum hosil qilinadi.
5. Vakuum – biror qurilmaning atmosfera bosimidan past bosimda ishlashini ko'rsatadi.
6. Vakuumning miqdori U-simon manometr bilan aniqlanadi.
7. Yig' gichdagi to'la absolyut bosim atmosfera va vakuum bosimlar orasidagi farqqa teng bo'ladi.
8. O'zgarmas bir xil vaqt birligida filtrlangan filtratning hajmi aniqlanadi.
9. Filtrning yuzasi aniqlanadi.
10. Kuzatish tajriba birliklari jadvaldan yoziladi va hisoblanadi.
11. Tajriba asosida  $\Delta\tau/\Delta q - q$  orasidagi boglanish grafigi chiziladi.
12. Filtrlash doimiyligi  $K$  hisoblanadi.

#### *Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash*

Filtrlash davomida cho'kmaning hosil bo'lishida filtrlash doimiyligi aniqlanadi. Ushbu filtrda filtrlash doimiyligi o'zgarmas kattalik bo'lib, filtrlash rejimini, cho'kmaning, hamda eritmaning fizik-kimyoviy hususiyatlarini hisobga oladi, filtrlash differentsial tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0 \cdot V}$$

Ifodada  $V$  - filtrning unumdorligi  $\tau$  vaqt ichida oqib o'tgan filtratning hajm miqdori,  $m^3$ ;  $\tau$  - filtrlash vaqti,  $s$ ;  $\Delta R$  - filtrlashdagi bosimlarning farqi,  $N/m^2$ ;  $S$  - filtrning umumiy yuzasi,  $m^2$ ;  $\mu$  - suyuqlikning qovushqoqligi,  $N \cdot s/m^2$ ;  $x_0 = V_2/V$  cho'kma hajmining  $V_{ch}$  filtrat hajmiga  $V$  ga nisbati;  $r_0$  - cho'kmaning solishtirma qarshiligi.

Agar  $S = 1m^2$  deb qabul qilinsa:

$$dV/d\tau = \Delta P / \mu \cdot r_0 \cdot x_0 \quad (4.17)$$

Filtrlash jarayoni o'zgarmas bosimlar farqida olib borilganligi uchun ya'ni  $\Delta R = \text{const}$  da  $K'$  ning miqdori:

$$\Delta P / \mu \cdot r_0 \cdot x_0 = K'$$

(4.18) tenglamani  $K$  bilan ifodalasak, u holda (5.15) tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dV'}{d\tau} = \frac{K'}{V} \quad \text{yoki} \quad V \cdot dV = K' \cdot d\tau \quad (4.18)$$

(4.12) integrallab quyidagi ifodani olinadi:

$$\frac{V^2}{2} = K' \cdot \tau \quad \text{yoki} \quad V^2 = 2 \cdot K' \cdot \tau \quad (4.19)$$

ifodada  $K$  – filtrlash doimiyligi. Filtrlash tezligini shu moment vaqt ichida aniqlash uchun (4.19) tenglamani differentsiallab, haqiqiy filtrlash tezligini topamiz, ya'ni

$$2 \cdot V \cdot dV = K' \cdot d\tau \quad (4.20)$$

hosil bulgan ifodadan filtrlash doimiyligini aniqlash uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{K'}{2 \cdot V} \quad (4.21)$$

Xisoblashni qulaylashtirish uchun (5.21) ifodani quyidagicha tasvirlash mumkin:

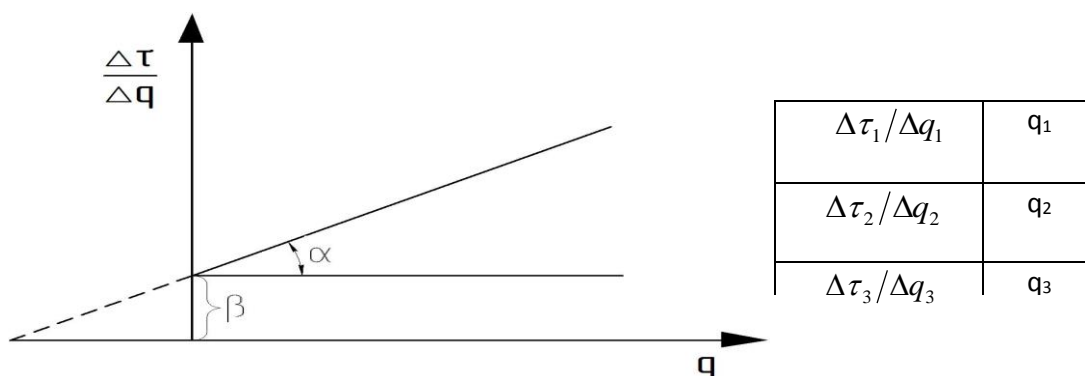
$$\frac{\Delta\tau}{\Delta q} = \frac{2}{K'} \cdot q \quad (4.22)$$

ifodada  $q = V/S$  - filtrning solishtirma unimdorligi,  $\text{m}^3/\text{m}^2$ ;  $\Delta\tau/\Delta q$  - filtrlash tezligining teskari qiymatiga to'g'ri kelgan miqdor: (4.22) tenglamani koordinata o'qlarida  $\Delta\tau/\Delta q - q$  bog'lanish orqali ifodalanganda, grafikda to'g'ri chiziq hosil bo'lib, uning og'ma tangens burchagining  $\text{tg}\alpha = 2/K'$  qiymati filtrlash doimiyligiga teng bo'ladi.

4-1 Hisoblash jadvali

Filtratning umumiy hajm miqdori $V, \text{m}^3$	O'lchov vaqtlar orasidagi farq $\tau, \text{s}$	Filtrat hajm miqdori-ning vaqt birligida ortishi $\Delta V, \text{cm}^3$	Filtrat hajm miqdori-ning filtrat yuzasiga nisbati $\Delta q = \frac{\Delta V}{S}$ $\text{sm}^3/\text{sm}^2 = \text{sm}$	$\Delta\tau/\Delta q$ ni ng nisbati $\text{s}/\text{sm}$	Filtr yuzasi- $S, \text{sm}^2$	Umumiy filtrat hajm miqdori $V, \text{m}^3$
Olingan kattaliklarning SI sistemada ifodalanishi						
$\text{m}^3$	$\text{s}$	$\text{m}^3$	$\text{m}$	$\text{s}/\text{m}$	$\text{M}^2$	$\text{m}^3$

4-2 jadvaldan  $\Delta\tau/q$  ga to'g'ri kelgan  $q$  olinib koordinat o'qlariga grafik quriladi.



Grafikda hosil bo'lgan to'g'ri chiziq suspenziyani filtrlash jarayonini ifodalaydi. To'g'ri chiziqdan tangens og'ish burchagining qiymatini aniqlab, undan  $\operatorname{tg}\alpha = 2/K$  ifoda orqali filtrlash doimiyliги K ni aniqlaymiz. Filtr to'siqlarining o'zgarmas qarshiligining miqdorini aniqlash uchun, ordinata o'qi bilan filtrlash jarayoni chizig'i bilan kesishgan kesma aniqlanadi. Bu kesmaning miqdori  $V=2S/K$  ga teng bo'ladi. Bu ifodadan o'zgarmas kattalik "S" ning miqdori aniqlanadi.

#### NAZORAT SAVOLLARI

1. Filtrlash jarayonning fizik mohiyati.
2. Filtrlash jarayonining qarshiligi va harakatlantiruvchi kuchi.
3.  $P=\text{const}$  bo'lgan holatda filtratsiya tenglamasi.
4. Filtrlar konstruksiyalari, ishlash printsiپی, solishtirish xarakteristikallari.
5. Suspenziyalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish.
6. Gaz aralashmalarini filtrlar vositasida tozalash.



**Mavzu: TSENTRIFUGALASH JARAYONINI O'RGANISH**

**Ishdan maqsad:** 1. Laboratoriya tsentrifugasining ishlash printspini va konstruksiyasini o'rganish. 2. TSentrifuganing unumdorligini aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallari:** tsentrifuga qurilmasi, suspenziya

**Ishning nazariy asoslari:**

Tsentrifugalash – markazdan qochma kuch ta'sirida, suspenziya, emulsiya va komponentli sistemalar (qattiq faza saqlovchi suspenziyalar) ni ajratish qurilmasidir. Bu protsessni o'tkazish uchun mo'ljallangan mashinalar tsentrifugalarda deb ataladi.

Tsentrifugalarning asosiy ishchi organi yaxlit yoki teshikchali yon devordan iborat aylanuvchi rotordan iborat.

Rotor devori formulasiga qarab tsentrifugalarda cho'ktiruvchi va filtrlovchi tsentrifugalarga bo'linadi. Tsentrifuganing ishini muhim kattaliklardan biri markazdan qochma kuchning og'irlik kuchiga nisbati bilan aniqlanadi.

$$Fr = \frac{w^2 \cdot v_{pom}}{g} \quad (5.1)$$

Bu yerda  $w$  – aylanish tezligi, m/s

$v$  – rotor radiusi, m

Ajratish faktori qiymatiga qarab tsentrifugalarda a) normal  $< 3500$  va b) o'rta tezlikdagi tsentrifugalarda  $>3500$  bo'linadi.

Laminar rejimda tsentrifuganing unumdorligi cho'ktiruvchi apparatlar unumdorligi kabi aniqlanadi. Bunda tenglamadagi og'irlik kuchi tezlanishi o'rniga markazdan qochma tezlanish qo'yiladi.

$$V_c = w_2 \cdot F = \frac{d^2 (\rho_{ozup} - \rho_{engil}) \cdot w^2 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot I}{36\mu} \quad (5.2)$$

Bu yerda  $d$  – dispers faza zarrachasining diametri, m

$\rho_{og'ir}$ ,  $\rho_{engil}$  – og'ir va yengil fazalar zichligi

$D$ ,  $I$  – tsentrifuga barabanining diametri va uzunligi

$w_2$  – cho'kish tezligi

$F$  – cho'ktirish fazasi,  $m^2$

Emulsiya zarrachalarining o'lchamini aniqlash qiyin bo'lganligi uchun tsentrifugalarda unumdorligini tajriba yo'li bilan topish tavsiya qilinadi. Trubali tsentrifugalarda katta tezlikli tsentrifugalarda hisoblanadi. Ular yordamida dispers qattiq faza 1 % dan oshmaydigan suspenziyalar va komponentlarning zichliklar nisbat 1,06 dan katta emulsiyalarni ajratish mumkin.

**Qurilma tavsifi**

Laboratoriya uskunasi **OP<sub>n</sub> – 89XII4-2** markali tsentrifuga aylanuvchan qismi baraban va unga joylashtirilgan har xil hajmli shishadan va polietilendan yasalgan probirkalardan iborat. 100-250 ml hajmli stakanda 60 ml suvga 1.0-2.0 gr miqdorda bor  $SaSO_3$  kukunidan solinib shisha tayoqcha bilan aralashtirib suspenziya tayyorlanadi. Uchta probirkaga tayyor suspenziyadan 10 ml hajmdan quyilib probirka barabanga joylashtiriladi va ustidan tsentrifuganing qopqog'i mahkamlanadi.

**Ish bajarish tartibi va hisobot mazmuni.**

Laboratoriya tsentrifugasi elektr tokiga ulanadi.

Radiusi burchagi “5 min” belgisida qo'yiladi.

Barabanning aylanish tezligi rostlovchi buragich 1000 va ..... buriladi.

“Setь” belgili tugmachani bosish bilan tsentrifuga tokka ulanadi.

“5 min” vaqt o'tgach tseñtrifuganin relesi tokni ajratadi .... va ... dvigatel tokdan uziladi. Baraban aylanishidan to'liq to'xtagan qopqoq barabandan olinadi. Probirkalardan fugat (eritma) va cho'kma ajratib olinadi. Probirka ichidagi qo'zg'almas cho'kmani hajmi  $V_2$  suspenziya hajmi  $V_c$  dan fugat hajmini  $V_{or}$  ayirib topiladi.

$$V_{ch} = V_s - V_{or}$$

Tseñtrifuganing unumdorligi quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi.

$$G = V_{or} / f$$

Bu yerda  $V_{or}$  – fugat hajmi,  $m^3$ ,  $f$  – aylanish vaqti, sek, ajratish faktori formula (5.1) yordamida hisoblanadi.

Tajriba natijalari 1 jadvalga yoziladi.

5.1 jadval

Nomi	Baraban aylanish vaqti (s)	Suspenziya hajmi $V_s (m^3), 10^3$	Unumdorlik $m^3/s$	Baraban aylanish tezligi	Baraban radiusi $V_{bar.m}$	Ajratish faktori	Fugat hajmi $V_f$
1	120	0,010 1					
2	300	0,010 1					

Tekshirish uchun savollar

1. Suspenziya deb nimaga aytiladi?
2. Emulsiyalarga misol keltiring?
3. Tseñtrifugalash protsessi deb nimaga aytiladi?
4. Filtrlovchi tseñtrifuga sxemasini chizing?

## Mavzu: ERITMALARNING TEMPERATURA DEPRESSIYASINI ANIQLASH.

**Ishdan maqsad:** Bug'latish jarayonini va bug'latish qurilmalarini tuzilishini o'rganish.

**Kerakli asbob va materiallar:** termoparalar; termoparalarni potentsiometrqa ulaydigan qurilma, potentsiometr, issiqlik almashinish qurilmasi; suv sarfini o'lchaydigan RS rotometri; suv sarfini rostlovchi moslamalar, bosim hosil qiluvchi idish; suv balandligini ko'rsatuvchi naycha, issiq suv beriladigan truba.

### *Ishning nazariy asoslari:*

Uchuvchan bo'lmagan moddalar eritmalarini uning tarkibidagi erituvchisini qaynatish paytida chiqarib yuborish yo'li bilan quyuqlantirish jarayoni bug'latish deb yuritiladi. Agar bug'lanish jarayoni qaynash temperaturasida past temperaturalarda, ya'ni suyuqlikning yuzasida ro'y bersa, bug'latish jarayonida bug' eritmaning butun hajmidan ajralib chiqadi.

Bug'latish jarayoni bug'latuvchi qurilmada olib boriladi.

Kimyo sanoatida ishqor, tuz va boshqa moddalarning suvli eritmatlari, ayrim mineral va organik kislotalar, ko'p atomli spirtlar, hamda shu kabi bir qator suyuq eritmalar bug'latiladi. Ayrim vaqtda bug'latish yordamida toza erituvchilar ham olinadi. Ba'zi sharoitlarda quyuqlashtirilgan eritma kristallanish jarayonini amalga oshirish uchun maxsus bug'latish qurilmalariga yuboriladi.

Bug'latish jarayonlarida isituvchi agent sifatida asosan suv bug'i ishlatiladi, bunday bug' birlamchi bug' deb yuritiladi. Qaynayotgan eritmani bug'latish paytida hosil bo'lgan bug' ikkilamchi bug' deb ataladi. Bug'latish jarayoni vakuum ostida, atmosfera va yuqori bosimlarda olib borilishi mumkin. Eritmalarning xossalari va ikkilamchi bug'ning issiqligidan foydalanish zaruratiga ko'ra har hil bosimlar ishlatiladi.

Vakuum ostida bug'latish bir qator afzalliklarga ega: jarayonni past temperaturalarda olib borish mumkin; vakuum ta'sirida isituvchi agent va eritma temperaturasi o'rtasidagi foydali farq ko'payadi va natijada qurilmaning isitish yuzasi kamayadi, vakuum bilan bug'latish uchun nisbatan past parametrli (temperatura va bosim) isituvchi agentlardan foydalanish mumkin. Vakuum ishlatilganda ikkilamchi bug'dan qaytadan birlamchi bug' sifatida foydalanish imkoni tug'iladi.

Kimyo sanoatida bug'latish jarayoni bir va ko'p korpusli qurilmalarda amalga oshiriladi. Ko'p korpusli, ya'ni bir necha qurilmalardan tashkil topgan bug'latish qurilmalari keng ishlatiladi. Ko'p korpusli qurilmalarning faqat birinchi korpusiga isituvchi (birlamchi) bug' beriladi, keyingi korpuslarini isitish uchun esa oldingi korpuslardan chiqqan ikkilamchi bug' ishlatiladi. Sanoatda ko'pincha 3-4 korpusli bug'latish qurilmalari keng ishlatiladi. Natijada bu qurilmalarda bug'ning umumiy sarfi, bir korpusli bug'latish qurilmalariga nisbatan 3-4 marta kamayadi. Har qanday issiqlik jarayonlaridek, bug'latish jarayonini harakatlantiruvchi kuchi deb temperaturalar farqi hisoblanadi. Ko'p korpusli bug'latish qurilmalarda jarayonni harakatlantiruvchi kuch umumiy va foydali temperaturalar farqidir.

Ko'p korpusli bug'latish qurilmasining umumiy temperaturalar farqi  $\Delta t_y$ , birinchi korpusni isituvchi birlamchi bug'ning temperaturasi  $T_1$  va kondensatorga tushgan ikkilamchi bug'ning to'yinish temperaturasi  $T'_{kond}$ . o'rtasidagi farqqa teng:

$$\Delta t_y = T_1 - T'_{kond} \quad (6.1)$$

bu yerda  $T_1$  - birlamchi bug'ning temperaturasi, K;  $T'_{kond}$  - ikkilamchi bug'ning oxirgi korpusidan kondensatorga tushgan ikkilamchi bug'ning to'yinish temperaturasi, K.

Ko'p korpusli bug'latish qurilmasidagi temperaturalarning umumiy foydali farqi  $\Delta t_\phi$  ni aniqlashga hamma qurilmalarda temperaturalar yo'kotilishining yig'indisi hisobga olinadi:

$$\Delta t_{\phi} = \Delta t_y - \Sigma \cdot \Delta \quad (6.2)$$

$$\Sigma \Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta''' \quad (6.3)$$

bu yerda  $\Sigma \Delta$  - temperaturalarning yo'qotilishi;  $\Delta'$  - temperatura depressiyasi, bir xil bosimda olingan eritma qaynash temperaturasi bilan toza erituvchi qaynash temperaturasi o'rtasidagi farqni ko'rsatadi.

Temperatura depressiyasining qiymati erigan modda va erituvchining fizik-kimyoviy xossalari, eritma konsentratsiyasi va bosimga bog'liq.

Suyultirilgan eritmalar uchun har hil bosimlarda temperatura depressiyasining qiymati I.A.Tishenko tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$\Delta' = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{T^2}{r} \cdot \Delta'_{atm} \quad (6.4)$$

bu yerda  $\Delta'_{atm}$  - eritmaning atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi,  $^{\circ}\text{S}$ ;  $T$  - toza erituvchining berilgan bosimdagi qaynash temperaturasi,  $\text{K}$ ;  $r$  - toza erituvchining berilgan bosimdagi bug'lanish issiqligi,  $\text{kJ/kg}$ .

$\Delta''$  - gidrostatik depressiya, gidrostatik bosim ta'sirida bug'latish qurilmalarining isitish trubalari ichidagi eritmaning pastki va ustki qatlamlaridagi qaynash temperaturalarining farqi. Isitish trubalarning pastki qatlamida eritma, suyuqlik ustunining ta'sirida, ustki qatlamga nisbatan yuqori temperaturada qaynaydi. Gidrostatik depressiyaning qiymatini aniq hisoblash qiyin, chunki  $\Delta''$  isitish trubalarning deyarli katta qismini egallangan bug'-suyuqlik emulsiyaning tsirkulyatsiya tezligiga va uning o'zgaruvchan zichligiga, hamda isitish trubasining uzunligiga bog'liq. Eritma tsirkulyatsiya qilinadigan vertikal qurilmalar uchun  $\Delta''$  qiymatini 1 - 3 $^{\circ}\text{S}$  atrofida olish mumkin.

$\Delta'''$  - gidravlik depressiya, ikkilamchi bug' separator qurilmalari va truba orqali harakatlanganida gaz yo'lida gidravlik ishqalanish va maxalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan vaqtidagi, ikkilamchi bug' bosimining kamayishini hisobga oladi. Bitta qurilma uchun  $\Delta'''$  qiymati 1 $^{\circ}\text{S}$  ga teng deb olish mumkin.

Temperatura va gidrostatik, gidravlik depressiyalarni hisobga olgan holda eritmaning qaynash temperaturasini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$t_{\kappa} = T' + \Delta' + \Delta'' + \Delta''' \quad (6.5)$$

bu yerda  $T'$  - ikkilamchi bug'ning temperaturasi.

Bug'latish jarayonining yaxshi ketishi uchun har bir qurilmada temperaturalarning foydali farqi (isituvchi bug' va qaynayotgan eritma temperaturalarning farqi) ma'lum qiymatga ega bo'lishi shart. Bu farqi tabiiy tsirkulyatsiya bilan ishlaydigan qurilmalar uchun kamida 5-7 $^{\circ}\text{S}$  va majburiy tsirkulyatsiya bilan ishlaydigan qurilmalar uchun kamida 3 $^{\circ}\text{S}$  bo'lishi kerak.

Umumiy va foydali temperaturalarni bilib turib, har bir qurilma uchun foydali temperaturalarni hisobga olgan holda, ko'p korpusli bug'latish qurilmalarida, ularning optimal sonlarini aniqlash mumkin.

Masalan:

$$\Delta t_{\phi} = T_1 - T'_{\text{конд}} - \Delta = 160 - 60 - 25 = 75^{\circ}\text{C}$$

ikki qurilmali qurilma uchun

$$\Sigma \Delta t_{\phi} = 160 - 60 - 2 \cdot 25 = 50^{\circ}\text{C}$$

har bir korpus uchun

$$\Delta t_{\phi} = \frac{\Sigma \Delta t_{\phi}}{2} = \frac{50}{2} = 25^{\circ}\text{C}$$

Uch korpusli bug'latish qurilmasining har bir korpusi uchun

$$\Sigma \Delta t_{\phi} = 160 - 60 - 3 \cdot 25 = 75^{\circ} C$$

To'rt korpusli bug'latish qurilmasining har bir qurilmasi uchun

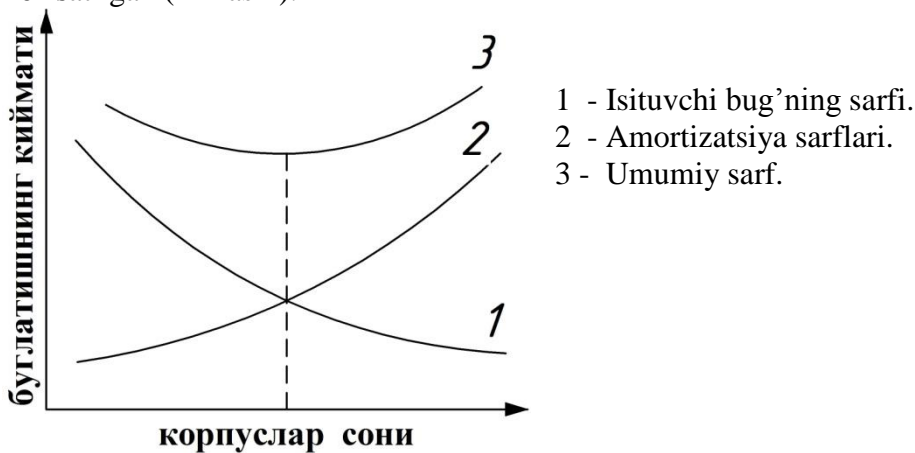
$$\Delta t_{\phi} = \frac{25}{3} = 8,3^{\circ} C$$

Shunday qilib ko'p korpusli bug'latish qurilmalari uchun qurilmalarning soni 3 ta bo'lishi kerak.

$$\Sigma \Delta t_{\phi} = 160 - 60 - 4 \cdot 25 = 0$$

Shunday qilib ko'p korpusli bug'latish qurilmalarida korpuslar soni oshishi bilan foydali temperaturalar farqi kamayadi, ammo isitish yuzasi bir xil bo'lgan holda esa uning unumdorligi yuqori bo'ladi.

Ko'p korpusli bug' qurilmalarida korpuslarning optimal sonini grafik usul bilan ham aniqlash mumkin. Vertikal o'qda bug'latishning qiymati, gorizonttal o'qda esa korpuslarning soni ko'rsatilgan (1 - rasm).



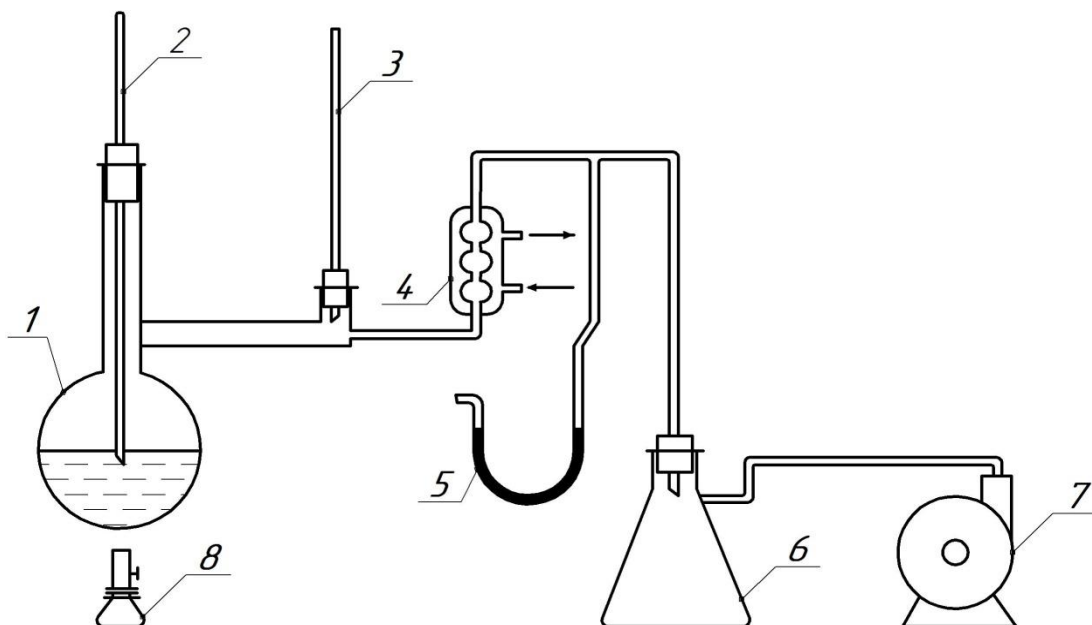
6.1 - rasm. Qurilmaning optimal sonini aniqlash.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, korpuslarning soni ko'payishi bilan isituvchi bug'ning sarfi kamayadi, amortizatsiya sarflari esa ortadi. Umumiy sarflarni belgilovchi egri chiziqning (3) minimumiga to'g'ri kelgan qurilmalarning soni taxminan optimal deb qabul qilinadi.

Ishni o'tkazishdan maqsad - suyuqitirilgan eritmalarning har hil bosim ta'sirida qaynash paytidagi temperatura depressiyasini tajriba yo'li bilan aniqlash.

### Ishni bajarish tartibi

Laboratoriya tajriba qurilmasining sxemasi 2 - rasmda ko'rsatilgan.



6.2 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi

1 - suyultirilgan eritma quyilgan kolba; 2 - eritmaning qaynash temperaturasi o'lchovchi termometr; 3 - ikkilamchi bug'ning temperaturasi o'lchovchi termometr; 4 – sovutgich; 5 - manometr; 6 - Bunzen kolbasi; 7 - vakuum-nasos; 8 - gaz isitkich.

Vakuum nasos va Bunzen kolbasi vositasida suyultirilgan eritma quyilgan kolbada vakuum hosil qilinadi. Vakuumning miqdori U-simon manometrning ko'rsatkichi bo'yicha o'lchanadi. Eritmaning qaynash va ikkilamchi bug'ning temperaturasi termometrlar vositasida o'lchanadi.

Eritmani qaynash temperaturasigacha gaz isitkich yordamida qizdiriladi. Laboratoriya tajriba qurilmasida eritmaning temperatura depressiyasi quyidagi tartibda aniqlanadi:

1. Qurilmaning xolati tekshiriladi.

2. Laborant ishtirokida vakuum nasos elektr tok manbaiga ulanadi va gaz isitkich yoqiladi.

3. Vakuum nasos yordamida sistemada eng ko'p siyraklanish hosil qilinib, kolbadagi eritmani qaynash xolatigacha qizdiriladi.

10. Eritmani qaynash paytidagi termometrlarning ko'rsatkichi bo'yicha, eritmaning qaynash temperaturasi ( $t$ ) va to'yingan bug'ning (ikkilamchi bug') temperaturasi ( $\theta$ ) aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi.

5. Vakuum nasos hosil qilayotgan vakuum miqdorini asta-sekin minimumgacha kran vositasida kamaytirilib, eritma qaynatiladi. Vakuum miqdori har hil bo'lganda, eritma qaynash paytida termometrlarning ko'rsatkichi aniqlab, hisoblash jadvaliga yoziladi. Gaz isitkich o'chiriladi. Eritmani asta-sekin sovitib, sistemada asta-sekin vakuum miqdori ko'paytiriladi va tajriba qaytadan bajariladi.

### Tajriba natijalarini hisoblash

Sistemada tajriba vaqtida vakuum har hil miqdorda o'zgarganda eritmaning temperatura depressiyasi quyidagi tenglama vositasida aniqlanadi:

$$\Delta'_T = t - \theta \quad (6.6)$$

Eritmaning temperatura depressiya nazariy jihatdan I.A.Tishenko tenglamasi orqali hisoblanadi.

$$\Delta' = 1,62 \cdot 10^{-2} \frac{T^2}{r} \Delta_{\text{atm}}$$

Formuladagi  $r$  - ning miqdori absolyut bosimning kattaligiga asosan ilovadagi 6.1-jadvaldan aniqlanadi.

$\Delta_{atm}$  - eritmaning konsentratsiyasi bo'yicha ilovadagi 6.2-jadvaldan aniqlanadi. Tajriba olingan  $\Delta'_T$  qiymatini, A.I.Tiщenko tenglamasi bilan hisoblangan  $\Delta'$  qiymati bilan taqqoslab tajribaning hatosi % miqdorida aniqlanadi.

Hisoblash jadvali

№	Eritma va uning konsentratsiyasi			Atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi $\Delta'_{amm}$		
	Abso-lyut bosim $P_{abs}=P_{at}-P_{vak}$	Eratmaning qaynash temperaturasi $t, ^\circ C$	To'yin-gan bug'ning temperaturasi $\theta, ^\circ S$	Eritmaning tempera-tura depressiya-si $\Delta'_T, ^\circ C$	Eritmaning hisoblangan temperatura depressiyasi $\Delta'_T, ^\circ C$	Tajriba-ning xatosi $\frac{\Delta' - \Delta'_T}{\Delta'} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Tekshirish uchun savollar

1. Bug'latish. Bug'latish haqida umumiy tushuncha.
2. Bir korpusli bug'latish qurilmasi.
3. Moddiy va issiqlik balanslari.
4. Temperaturalarning yo'qotilishi.
5. Umumiy va foydali temperaturalar farqi.
6. Ko'p korpusli bug'latish qurilmalari.
7. Qurilmalarning optimal sonini aniqlash.
8. Bug'latish qurilmalarning konstruktsiyalari (osma isitish kamerali, tashqi tsirkulyatsion trubali, ajratilgan isitkichli, majburiy tsirkulyatsiyali, plenkali, issiqlik nasosli bug'latish qurilmalari).

## Mavzu: “TRUBA ICHIDA TRUBA” TIPIDAGI ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMASINING ISSIQLIK BERISH KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

**Ishdan maqsad:** “Truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish qurilmasini tuzilishini o’rganish va issiqlik berish koeffitsientini aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallari.** termoparalar; termoparalarni potentsiometrغا ulaydigan qurilma, potentsiometr, issiqlik almashinish qurilmasi; suv sarfini o’lchaydigan RS rotometri; suv sarfini rostlovchi moslamalar, bosim hosil qiluvchi idish; suv balandligini ko’rsatuvchi naycha, issiq suv beriladigan truba.

### Ishning nazariy asoslari

Ko’pchilik texnologik jarayonlarning intensivligi, isitish yoki sovitish jarayonini qanday amalga oshirilayotganiga bog’liq.

Issiqlik jarayonlari - temperaturalar farqi mavjud bo’lganda, temperaturasi yuqori bir jismdan temperaturasi past ikkinchi jisimga issiqlikning o’tishidir.

Bunday jarayonlar issiqlik almashinish qurilmalaridan amalga oshiriladi. Issiqlik almashinish jarayonlarida qatnashuvchi suyuqliklar issiqlik tashuvchi agentlar deb ataladi. Yuqori temperaturaga ega bo’lib, o’zidan issiqlikni temperaturasi past muhitga beruvchi suyuqliklar isituvchi agentlar deyiladi. Sovutilayotgan muhitga nisbatan past temperaturaga ega bo’lgan va o’ziga muhitdan issiqlikni oluvchi suyuqliklar sovutuvchi agentlar deb ataladi.

Issiqlik tashuvchi agentlardan sovutuvchi agentlarga issiqlik tarqalishining asosan uchta turi bor:

1. Issiqlik o’tkazuvchanlik (konduksiya);
2. Konvektsiya;
3. Issiqlikning nurlanishi.

Bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz harakati natijasida yuz beradigan issiqlikning o’tish jarayoni issiqlik o’tkazuvchanlik deyiladi.

Issiqlik o’tkazuvchanlik yo’li bilan uzatilayotgan issiqlik miqdori Fure qonuniga binoan topiladi:

$$dQ = -\lambda \cdot \frac{dt}{dn} \cdot dF \cdot d\tau \quad (7.1)$$

Gaz yoki suyuqliklarda makroskopik hajmlarning harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarkalishi konvektsiya deb ataladi. Konvektsiya ikki xil buladi. Gaz yoki suyuqliklarning har xil qismlaridagi zichliklarning farqi natijasida hosil bo’ladigan issiqlikning almashinishi tabiiy yoki erkin konvektsiya deyiladi. Tashqi kuchlar ta’sirida (nasoslar yordamida uzatish, mexanik aralastirgichlar bilan aralashtirish paytida) majburiy konvektsiya hosil bo’ladi.

Issiqlik tashuvchi agentlar trubaning devoriga yoki trubaning devoridan sovutuvchi agentga issiqlikning o’tishiga issiqlik berish deyiladi va u Nyutonning sovutish qonuniga binoan aniqlanadi:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_d - t_e) \quad (7.2)$$

ya’ni,  $\tau$  vaqt ichida o’tayotgan issiqlik miqdori Q devor yuzasi va muhit temperaturalarining farqiga ( $t_d - t_e$ ), hamda jarayonning davomiyligiga to’g’ri proporsionaldir.

Xozirgi paytda konvektiv issiqlik almashinish jarayonlarini tezlatishni bir necha xil usullari o’rganilgan va yangi qurilmalarda (isitgichlarda) qo’llanishga tavsiya etilgan.

Bir fazali suyuqliklarning truba ichida oqib o’tayotganda quyidagi usullar bilan issiqlik almashinishni tezlatish mumkin: sun’iy yo’l bilan truba yuzasida turbulizatorlar, g’adir - budurliklar va qirralar hosil qilish, spiralsimon qirralar yordamida oqimga aylanma harakat berish, shnekli va oqimga to’lqinsimon yo’nalish beruvchi moslamalar yordamida amalga oshiriladi.

Bug’larni kondensatsiyalash jarayonida esa, kondensat yupqa qatlamni turbulizator yoki



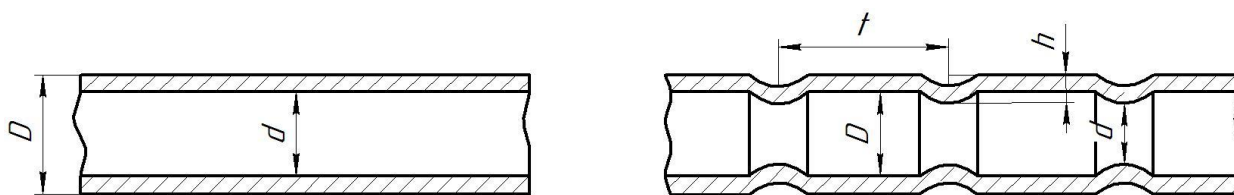
qirralar yordamida buzish, maxsus qurilma orqali tomchisimon kondensatsiya hosil qilish, oqimga yoki issiqlik almashinish yuzasiga aylanma xarakat berish usullari yordamida issiqlik jarayonini tezlatish mumkin.

Shuni ta'kidlash kerakki, issiqlik almashinish jarayonini u yoki bu usul bilan tezlatish uchun faqat truba yuzasining samaradorlik ko'rsatkichi yetarli emas. Shuning uchun, issiqlik almashinish qurilmalarini yig'ish texnologiyasi, mustahkamligi, truba yuzasining ifloslanish darajasi, foydalanish hususiyatlari va hokazo ko'rsatkichlarga ham ahamiyat berish kerak.

Yuqorida aytib o'tilgan ko'rsatkichlar, tezlatish usulini tanlash ko'lamini kamaytiradi, chunki texnologik qulaylik, mustahkamlik va qurilmalarning foydalanish paytidagi qulayliklar asosiy mezonlardir.

Hozirgi paytda oqimni sun'iy ravishda turbulizatsiya qilish usullari bilan konvektiv issiqlik almashinishni tezlatish eng samarador usul deb tan olingan.

Bu usullardan qulay va samaraligi dumalatib zichlash orqali trubalarda sun'iy g'adirbudurliklar hosil qilishdir (7.1b - rasm).



7.1-rasm. Silliqlik (a) va dumalatib zichlashtirilgan (b) trubalarning bo'ylama kesimlari tasvirlangan.

Issiqlik berish koeffitsienti  $\alpha$  devorning 1 m<sup>2</sup> yuzasidan suyuqlikka 1s vaqt ichida, devor va suyuqliklar farqi 1<sup>0</sup>S bo'lganda, berilgan issiqlik miqdorini bildiradi va u quyidagi o'lchov birligiga ega

$$[\alpha] = \frac{Q}{F \cdot \tau \cdot (t_o - t_e)} = \frac{\mathcal{K}}{m^2 \cdot c \cdot K} = \frac{Bm}{m^2 \cdot K} \quad (7.3)$$

Proportsionallik koeffitsienti  $\alpha$  devor yuzasidan atrof muhitga yoki aksincha atrof muhitdan devorga issiqlik o'tishi intensivligini xarakterlaydi. Issiqlik berish koeffitsienti ko'pchilik faktorlarga: oqimning tezligiga  $w$  va zichligiga  $\rho$ , uning qovushqoqligi  $\mu$ , muhit issiqlik va fizik xossalariga, issiqlik sig'imi  $S$ , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $\lambda$ , suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsienti  $\beta$ , devorning shakli, o'lchami va uning g'adirbudurligiga  $\varepsilon$  bog'lik, ya'ni:

$$\alpha = f(w, \mu, \rho, c, \lambda, \beta, \alpha, l, \varepsilon) \quad (7.4)$$

Issiqlik berish koeffitsienti  $\alpha$  ko'pchilik faktorlarning funktsiyasi bo'lganligi uchun, bu koeffitsientni Nusseltning kriterial tenglamasidan topish mumkin:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda} \quad (7.5)$$

$Nu$  - Nusselt kriteriysi devor va oqim chegarasida issiqlikning o'tish tezligini xarakterlaydi;  $l$  - aniqlovchi geometrik o'lcham (trubalar uchun uning diametri), m;  $\lambda$  - muhitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, Wt/(mK).

Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi umumiy holda quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = f(Re, Gr, Pr, Fo, Pe...) \quad (7.4)$$

Dumalatib zichlash usuli bilan olingan trubalar uchun issiqlik almashinish tezligi quyidagi ko'rsatkichlarga bog'lik:

$$Nu = f\left(Re, Pr, \Psi, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}\right) \quad (7.7)$$

bu yerda  $\psi = T_d/TS$  - temperatura faktori;  $h/D$  - dumalatib zichlashning o'lchovsiz chuqurligi;  $d/D$  - dumalatib zichlashning o'lchovsiz diametri;  $t/D$  - dumalatib zichlashning o'lchovsiz qadami.

Bug'larni silliq trubali qurilmalarda kondensatsiyalash paytida, bug' tarkibiga havo qo'shib qolsa, issiqlik almashinish tezligi keskin ravishda kamayib ketadi. Lekin, kondensatorlardagi silliq trubalar, dumalatib zichlash usuli bilan olingan trubalar bilan almashtirilsa, issiqlik almashinish tezlashadi va bu jarayon ushbu funktsiya orqali ifodalanadi:

$$Nu = f\left(\text{Re}, \text{Re}_{nt}, \varepsilon, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}, \frac{t}{D}, P\right) \quad (7.6)$$

bu yerda  $\varepsilon = (G_x/G_b)$  - havo bug' aralashmasidagi havoning miqdori, %;  $G_x$  - havoning sarfi, kg/s;  $G_b$  - bug'ning sarfi, kg/s;  $P$  - qurilmadagi bosim, Pa;  $\text{Re}_{pl}$  - kondensat yupqa qatlami oqimining Reynolds soni.  $\text{Pe}$  - Pekle kriteriysi, jarayonning gidrodinamik sharoiti va muhitning hossalari belgilaydi.

$$\text{Pe} = \frac{w \cdot l}{\alpha}; \quad \alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad (7.9)$$

bu yerda  $\alpha$  - temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsienti,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;  $\text{Pr}$  - Prandtl kriteriysi suyuqlikning qovushqoqlik va temperatura o'tkazuvchanlik xossalari nisbatini ifoda qiladi.

$$\text{Pr} = \frac{\text{Pe}}{\text{Re}} = \frac{w \cdot l}{a} : \frac{w \cdot l}{\nu} = \frac{\nu}{a} \quad (7.10)$$

Reynolds kriteriysi oqimdagi inertsiya va ishqalanish kuchlarning nisbatini aniqlaydi.

$$\text{Re} = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (7.11)$$

Fure kriteriysi noturg'un issiqlik jarayonlarida temperatura maydonining o'zgarish tezligi - muhitning o'lchami vaqt va fizik kattaliklari - o'rtasidagi bog'liqlarni belgilaydi

$$\text{Fo} = \frac{a \cdot \tau}{l^2} \quad (7.12)$$

Grasgof kriteriysi erkin konvektsiya paytida issiq va sovuq suyuqlik zichliklarining farqi ta'sirida hosil bo'lgan oqimning gidrodinamik rejimini ifodalaydi

$$\text{Gr} = \frac{g \cdot l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (7.13)$$

$\beta$  - hajmiy kengayish koeffitsienti,  $1/\text{K}$ ;  $\Delta t$  - devor va atrof muhit orasidagi temperaturalar farqi.

Issiqlik o'tkazishning har qanday holati uchun alohida kriterial tenglama mavjud.

Shunday qilib, oqimning har bir rejimi alohida kriterial tenglama bilan ifodalanadi. Turbulent rejimda

$$Nu = 0,023 \cdot \text{Re}^{0,8} \cdot \text{Pr}^{0,43} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_c}{\text{Pr}_g}\right)^{0,25} \quad (7.14)$$

Laminar rejimda:

$$Nu = 0,17 \cdot \text{Re}^{0,33} \cdot \text{Pr}^{0,43} \cdot \text{Gr}^{0,1} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_c}{\text{Pr}_g}\right)^{0,25} \quad (7.15)$$

bu yerda  $\text{Pr}_s$  - suyuqlikning o'rtacha temperaturasida hisoblanadi;  $\text{Pr}_d$  - devorning o'rtacha temperaturasida hisoblanadi.

Dumalatib zichlangan trubalar ichida bir fazali suyuqliklar yoki gazlar oqib o'tganda, o'rtacha issiqlik berish kuyidagi kriterial tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu = A \cdot Nu_{ct} \quad (7.14)$$

bunda

(7.17)

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{l^2}$$

bu yerda  $Nu_{sl}$  - silliq truba uchun ushbu formulada topiladi:

$$Nu_{ct} = 0,0207 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,443} \quad (7.18)$$

(8.14) formuladan va  $Re \geq 10^4$  bo'lgan oraliqda foydalanish mumkin. Isituvchi agentlar uchun issiqlik berish koeffitsientining oraliqda issiqlik berish koeffitsientining qiymati quyidagicha o'zgarishi mumkin:

Isitib yoki sovutilayotganda	$\alpha$ , $Vt/m^2 \cdot K$
1. Havo uchun	1,14 - 58
2. Yog'lar uchun	58,0 - 1740
3. Suv uchun	232 - 11400
4. O'ta qizdirilgan suv bug'i uchun	23,2 - 114
5. Qaynayotgan suv uchun	2580 - 52200
6. Plyonkasimon kondensatsiyalanayotgan bug' uchun	4440 - 17400
7. Organik moddalar bug'ining	580 - 2320
8. Plyonkasimon kondensatsiyalanayotgan ekstraksion benzin-havo bug'ining kondensatsiyalanishi uchun	500 - 2000

Kondensatsiyalanayotgan bug'ning issiqlik berish koeffitsienti kondensatsiyalanish kriteriysi orqali hisobga olinadi:

$$K = \frac{r}{C_p \cdot \Delta t} \quad (7.19)$$

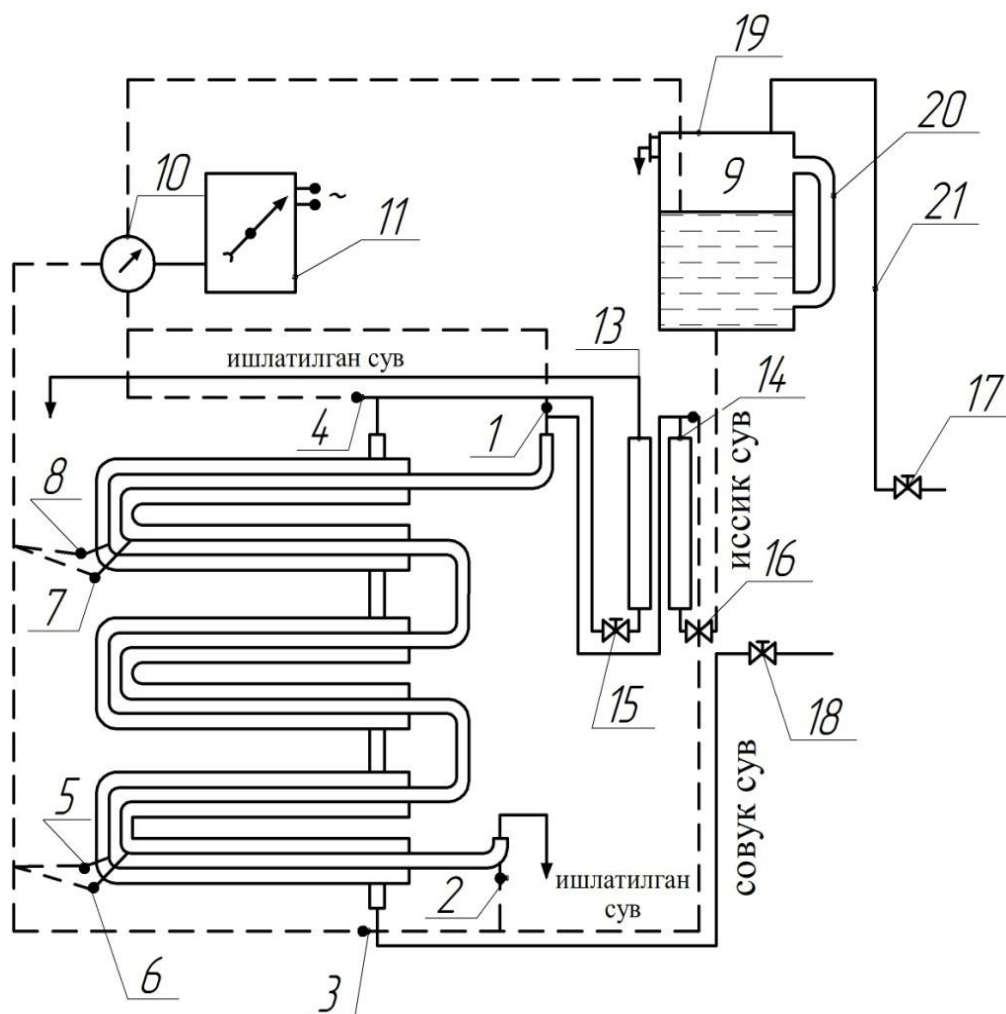
bu yerda  $r$  – bug'lanish issiqligi, J/kg.

Kondensatsiyalanish kriteriysi  $K$  isituvchi agentning agregat holatining o'zgarishini xarakterlaydi.  $r$  va  $C$  lar isituvchi agentning o'rtacha temperaturasida berilgan (ilovadagi 8-jadvaldan) aniqlanadi.

Ish o'tkazishdan maqsad - isituvchi agentdan trubaning devoriga yoki trubaning devoridan sovituvchi agentga issiqlik o'tganda issiqlik berish koeffitsientlarini aniqlash

**Ishning bajarish tartibi** 7.2 - rasmda eksperimental qurilma sxemasi tasvirlangan. Qurilma naporli bak 19, "truba ichidagi truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmadan 12 va suv sarfini o'lchovchi asboblardan iborat. Isituvchi agent sifatida issiq suv ishlatiladi va u issiqlik almashinish qurilma trubasining ichki qismida yo'naltiriladi. Sovituvchi agent sifatida sovuq suv ishlatilib, u trubalar va qurilmaning ichki devori oralig'idagi bo'shliqda harakat qiladi. Issiqlik almashinish qurilmasida issiq va sovuq suvlar o'zaro qarama-qarshi yo'nalishda harakat qilishadi.

Sovuq va issiq suvlarning sarfi rotametrlar (13, 14) yordamida o'lchanadi.



7.2 - rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi.

1,9- termoparalar; 10 - termoparalarni potentsiometrغا ulaydigan qurilma, 11 - potentsiometr, 12 – issiqlik almashinish qurilmasi; 13,14 - suv sarfini o'lchaydigan RS rotametri; 15-18 - suv sarfini rostlovchi moslamalar, 19 - bosim hosil qiluvchi idish; 20 - suv balandligini ko'rsatuvchi naycha, 21 – issiq suv beriladigan truba.

Temperatura termoparalar yordamida o'lchanadi va ularning tartib nomeri 7-1 jadvalda berilgan.

7.1-jadval.

Termoparalar nomeri	O'lchanayotgan temperatura	Belgilanishi
1.	Issiq suv qurilmaga kirishdan oldin	$t_1$
2.	Issiq suv qurilmadan chiqqandan so'ng	$t_2$
3.	Sovuq suv qurilmaga kirishdan oldin	$t_3$
4.	Sovuq suv qurilmadan chiqqandan so'ng	$t_4$
5.	Ichki devor atrofidagi suvning temperaturasi	$t_5$
6.	Kichik truba ichki devorining temperaturasi	$t_4$
7.	Kichik truba tashqi devorining temperaturasi	$t_7$

8.	Katta trubaning ichki devori atrofidagi suyuqlikning temperaturasi	$t_8$
9.	Bakdagi suvning temperaturasi	$t_9$

Quyidagi ishda issiqlik berish koeffitsientini aniqlash quyidagi tartibda olib boriladi;

1. Naporli bak 19 suv bilan tuldiriladi va termopara 9 yordamida uning temperaturasi aniqlanadi. Buning uchun termoparalarni potentsiometrqa ulaydigan qurilmani 0 (nol) holatiga qo'yiladi.

2. Sovuq suv berila boshlanadi. Uning sarfi rotometr 13 yordamida o'lchanadi.

3. So'ng issiq suv berib, uning sarfi, rotometr 14 yordamida o'lchanadi.

4. Hamma termoparalarning ko'rsatkichlari aniqlanadi va yozib olinadi.

5. Besh minut vaqt o'tgandan keyin qaytadan hamma termoparalar ko'rsatkichi aniqlanadi va yozib olinadi.

6. Sovuq yoki issiq suvning sarfi ko'paytiriladi va 4, 5 bandlardagi ishlar qaytariladi.

### **Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash**

Isituvchi agentdan devorga berilayotgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Q = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (7.20)$$

bu yerda  $G_1$  - isituvchi agentning sarfi, kg/s;  $c_1$  - o'rtacha temperaturadagi  $t_{yp} = \frac{t_1 + t_2}{2}$

isituvchi agentning issiqlik sig'imi.

Tenglamadan  $Q$  ning qiymatini aniqlab, isituvchi agentdan truba devori orasidagi tajribaviy issiqlik berish koeffitsienti  $\alpha_1$  quyidagi formuladan topiladi.

$$Q_1 = \alpha_1 \cdot F_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (7.21)$$

bu yerda  $F_1$  - truba devorning yuzasi,  $F_1 = 0,193m^2$

Isitilgan truba devoridan sovutuvchi agentga o'tayotgan issiqlik miqdori, ushbu formuladan aniqlanadi

$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (7.22)$$

bu yerda  $G_2$  - sovutuvchi agent sarfi, kg/s;  $c_2$  - o'rtacha temperatura  $t_{yp} = \frac{t_3 + t_4}{2}$  dagi

sovuq agentning issiqlik sig'imi, J/kg·K.

Truba devori va sovutuvchi agent orasidagi issiqlik berish koeffitsienti  $\alpha_2$  quyidagi formuladan topiladi:

$$Q_2 = \alpha_2 \cdot F_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (7.23)$$

bu yerda  $F_2$  - ichki trubaning yuzasi,  $F_2 = 0,139m^2$

Issiqlik berish koeffitsienti qiymatini kriterial tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left( \frac{Pr_c}{Pr_o} \right)^{0,25} \quad (7.24)$$

$$Re = \frac{w \cdot d\rho}{\mu} \quad (7.25)$$

bu yerda  $w$  - suyuqlikning tezligi, sekundli sarf tenglamasidan topiladi:

$$V_c = w \cdot F \quad (7.24)$$

bu yerda  $V_c$  - suyuqlikning hajmiy sarfi miqdori,  $m^3/s$ ;  $S$  - trubaning ko'ndalang kesim,  $F = \pi \cdot d^2/4$ . Trubalar ko'ndalang kesim uchun  $F = \pi \cdot d_s^2/4$  ( $d=0,021m$ ,  $d_c=0,026m$ ). Ilovadagi 2-jadvaldan olinadi.

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} \quad (7.27)$$

bu yerda  $s, \mu, \lambda$  - o'rtacha temperatura suyuqlikning issiqlik sig'imi, qovushqoqligi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari. (Ilovaning 2- jadvalidan olinadi)

$$Gr = \frac{g \cdot d_s^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (7.28)$$

bu yerda  $\beta$  - hajmiy kengayish koeffitsientining qiymati ilovadagi 1- jadvaldan aniqlanadi;  $\Delta t$  - devor va atrof muhit orasidagi temperaturalar farqi;  $d_s$  - truba diametri;  $\nu$ - suyuqlikning kinematik qovushqoqligi (ilovaning 2 - jadvalidan olinadi).

$$Pr_c / Pr_o \approx 0,25 \div 1,1$$

bu yerda  $Pr_o$ - kriteriyni hisoblash uchun suyuqlikning fizik-kimyoviy kattaliklari devorning temperaturasi bo'yicha olinadi.

Issiqlik o'xshashlik kriteriyalarining qiymatlarini bilgandagina, Nusselt kriteriysini aniqlash mumkin. So'ngra,  $Nu$  kriteriysidan issiqlik berish koeffitsienti  $\alpha$  topiladi:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda}$$

bu yerda  $\lambda$  - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (ilovaning 2-jadvalidan olinadi). Keyin, tajribaviy va hisobiy  $\alpha$  larning qiymatlari taqqoslab tajribaning xatosi % larda aniqlanadi.

6 – 2 hisobot jadvali

Suv sarfi				Temperatura °S															
Issiq		So-vuq		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>							
	$\frac{M^3}{c}$		$\frac{M^3}{c}$										$\alpha_1$ tajr.	$\alpha_2$ tajr.	$\alpha_3$ tajr.	$\alpha_4$ tajr.	$\alpha_5$ tajr.	$\alpha$ hisob.	

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Konvektiv issiqlik almashinish jarayonining fizikaviy asosi.
2. Nyutonning sovutish qonuni.
3. Issiqlik berish koeffitsienti va uning turli faktorlarga bog'liqligi.
4. Issiqlik berishni hisoblash uchun kriterial tenglamalar: a) isituvchi agentning agregat holi o'zgartirganda; b) isituvchi agentning agregat holi o'zgartirganda.

## QURITISH QURILMASIDA QURISH JARAYONINI TASVIRLASH

**Ishning nazariy asoslari:** Quritish deb, qattiq va pastasimon materiallarni qurituvchi agent yordamida suvsizlantirish jarayoniga aytiladi. Quritish asosan ikki usulda olib boriladi.

1. Konvektiv quritish – nam material bilan qurituvchi agent to'g'ridan-to'g'ri o'zaro aralashadi.

2. Kontaktli quritish – issiqlik tashuvchi agent va nam material o'rtasida ularni ajratib turuvchi devor bo'ladi.

Quritish jarayonida materialdan namlik bug'lanadi va ana shu bug'lar gaz, havo bilan qo'shib, bir jinsli aralashma hosil qiladi, qaysiki bunga termodinamikaning asosiy qonunlari qo'llaniladi.

Demak: nam, quruq havo va suv bug'larining aralashmasidan iborat, quritish jarayonida, (asosan nam havo) namlik va issiqlik tashuvchi agent vazifasini bajaradi.

Nam havoning asosiy xossalari quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi: absolyut namlik, nisbiy namlik, nam saqlash, entalpiya.

Absolyut namlik - nam havoning hajm birligiga to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdoriga aytiladi va  $\rho_{sb}$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) bilan belgilanadi. Agar nam havo o'zgarmas nam saqlashda  $x = \text{const}$  sovuqlas, ma'lum temperaturaga yetgach, namlik shudring sifatida ajrala boshlaydi, bunday jarayonga shudring nuqtasi deyiladi. Bu sharoitda havo tarkibida maksimal miqdorda suv bug'i bo'ladi. Havoning to'yinish paytidagi absolyut namligi  $\rho$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) orqali ifodalanadi.

Nisbiy namlik - havo absolyut namligining to'yinish paytidagi absolyut namlik nisbatiga aytiladi. Havoning nisbiy namligi (to'yinish darajasi) foiz hisobida quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$\varphi = \frac{\rho_{c\bar{o}}}{\rho_{\tau}} = \frac{P_{c\bar{o}}}{P_{\tau}} \quad (8.1)$$

bu yerda:  $P_{sb}$  - tekshirilayotgan nam havodagi suv bug'larining partial bosimi, Pa;  $P_{\tau}$  - berilgan temperatura va umumiy barometrik bosimda to'yingan suv bug'larining bosimi, Pa.

Nam saqlash - 1 kg absolyut quruq havoga to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdori. Bu parametr  $x$  ( $\text{kg}/\text{kg}$ ) yoki  $d$  ( $\text{g}/\text{kg}$ ) bilan belgilanadi va quyidagi nisbatda ifodalanadi:

$$x = \frac{\rho_{c\bar{o}} \cdot m_{c\bar{o}}}{\rho_{kx} \cdot m_{kx}}; \quad \frac{\text{кг.вуг}}{\text{кг.абс.кыр.хаво}} \quad (8.2)$$

$$\alpha = 1000 \cdot \frac{\rho_{c.\bar{o}.}}{\rho_{k.x.}} \quad (8.3)$$

bu yerda:  $\rho_{k.h.}$  - absolyut quruq havoning zichligi;  $m_{s.b.}$  - nam havoning berilgan hajmdagi suv bug'lari massasi;  $m_{k.x.}$  - nam havoning berilgan hajmdagi absolyut quruq havosining massasi.

Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, quyidagi ko'rinishdagi ifodani olamiz:

$$x = \frac{\rho_{c\bar{o}}}{R_{\bar{o}} \cdot T} \cdot \frac{R_{\bar{o}} \cdot T}{\rho_{\tau}} = \frac{P_{\bar{o}} \cdot P_{\tau}}{R_{\bar{o}} \cdot R_{\tau}} \quad (8.4)$$

bu yerda:  $R_{\bar{o}}$  - suv bug'i doimiysi;  $T$  - aralashmaning absolyut temperaturasi, K.

Absolyut quruq havoning partial bosimini  $P_{k.x.}$  umumiy aralashmaning bosimi  $R$  ga almashtirsak va Dalton qonuniga asosan:  $P_{c\bar{o}} = \varphi \cdot P_{\tau}$  bo'lsa,

$$P_{\tau} = P - P_{c\bar{o}} = P - \varphi \cdot P_{\tau} \quad (8.5)$$

unda

$$x = \frac{R_r}{R_{\delta}} \cdot \frac{\varphi \cdot P_T}{P - \varphi \cdot P_T} = \frac{29,27}{47,06} \cdot \frac{\varphi \cdot P_T}{P - \varphi \cdot P_T} \quad (8.6)$$

yoki

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_T}{P - \varphi \cdot P_T}, \quad (8.7)$$

yoki agarda  $x = d$

$$d = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_T}{P - \varphi \cdot P_T}, \quad \frac{\kappa z. cyb. byzu.}{\kappa z. kyp. xavo.} \quad (8.8)$$

Oxirgi ikki ifoda suv bug'i bilan havo aralashmasi bo'lgani kabi tutun gazi va suv bug'iga ham taluqlidir. Nam havoning entalpiyasi  $I$  (J/kg quruq havo) quruq havo entalpiyasi bilan shu nam havoda bo'lgan suv bug'i entalpiyasining yig'indisiga teng.

$$I = c_{k.x} \cdot t + x \cdot i_{y.\delta} \quad (8.9)$$

bu yerda:  $s_{k.x}$  - quruq havoning solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K;  $t$  - havo temperaturasi, °S;  $i_{u.b.}$  -  $i$  ta qizdirilgan bug'ning entalpiyasi, J/kg;

O'ta qizdirilgan bug'ning entalpiyasi  $i_{u.b.}$  (J/kg) termodinamikada quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$i_{y.\delta} = r + c_{\delta} \cdot t \quad (8.10)$$

bu yerda:  $r$  - 0°S dagi bug'ning entalpiyasi,  $r = 2493 \cdot 10^3$ , J/kg;  $s_b$  - bug'ning solishtirma issiqlik sig'imi;  $s_b = 1,97 \cdot 10^3$ , J/kg·K

Agar quruq havoning solishtirma issiqlik sig'imi 1000 J/kg·K deb olinsa, (8.10) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$I = (1005 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot x \quad (8.11)$$

Shudring nuqtasi, bu aralashmaning temperaturasi sovishda ( $x=const$ ) suv bug'ining to'yinishiga ( $\varphi=100\%$ ) aytiladi. Namlik temperaturasining keyingi pasayishi tuman hosil bo'lishiga olib keladi. Xo'l termometr temperaturasi ( $t_x$ ) - aralashma temperaturasi sovushida, entalpiyasi o'zgarmagan holda ( $I=const$ ) suv bug'ining to'yinishiga aytiladi. Shu temperaturada, gaz fazasidan suyuqlik fazasi yuzasiga o'tadigan issiqlik namlikning bug'lanishiga to'liq sarflanadi, bu xolatni nam jismning sovish chegarasi deb ham yuritiladi.

Quritish potentsiali deb, quruq gaz temperaturasi ( $t_k$ ) bilan xo'l termometr temperaturasining ayirmasiga aytiladi.

$$\varepsilon = t_k - t_x \quad (8.12)$$

Quritish potentsiali gazning nam yutish xususiyatini harakterlaydi. Quritish jarayoni analitik va grafik usulida hisoblanishi mumkin. Grafik hisoblash qulay bo'lgani uchun, keng qo'llaniladi. Bu diagramma Ramzin tomonidan taklif qilingan va I- x diagramma ham deb yuritiladi, uning tuzilishida bosim qiymati o'zgarmas deb olingan, ya'ni 745 mm simob ustuniga teng.

Diagrammaning asosiy o'qlari oralig'idagi burchak 135°. Asosiy o'qlarga nam havoning ikkita asosiy parametrlari - entalpiya  $I$  (J/kg quruq havo) va nam saqlash  $x$  (kg/kg quruq xavo) joylashtirilgan. Nam saqlashning qiymatlari diagrammadan foydalanish qulay bo'lishi uchun yordamchi gorizontal o'q joylashtirilgan. Bunda  $I=const$  chiziqlar ordinata o'qiga nisbatan 135°S burchak bilan ma'lum masshtabda joylashtirilgan.  $x=const$  chiziqlar esa, yordamchi abstsissa o'qiga perpendikular qilib joylashtirilgan. I- x diagrammasiga asosiy chiziqlardan tashqari quyidagi chiziqlar ham joylashtirilgan: o'zgarmas temperatura chiziqlari yoki izotermalar



( $t=const$ ) o'zgarmas nisbiy namlik chiziqlar  $\varphi = const$ , suv bug'ining partzial bosim chizig'i,  $\varphi = 100\%$  chizig'i diagrammani ikki qismga bo'ladi. Bu chiziqning yuqori qismi diagrammaning ish yuzasi deb aytiladi va u to'yinmagan nam havoga to'g'ri keladi.

$I-x$  diagrammasi yordamida nam havoning istalgan ikkita parametri bo'yicha nam havoning qolgan parametrlari aniqlash mumkin. Suv bug'ining partzial bosimi chizig'i diagrammaning pastki qismiga joylashtirilgan. Agar diagrammada nam havoning xolatini belgilovchi nuqta ma'lum bo'lsa, suv bug'ining partzial bosimi qiymati  $R_p$  aniqlash mumkin.

Quritish qurilmalarida issiqlik miqdorini hisoblash uchun havoning sarf miqdori va issiqlik miqdorini bilish zarur.

Havoning sarfi ( $L$ , kg/soat) moddiy balans tenglamasidan aniqlanadi

$$L \cdot x_2 = L \cdot x_0 + W \quad (8.14)$$

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} \quad (8.15)$$

bu yerda:  $W$  – bug'langan namlik miqdori, kg;  $x_0, x_2$  – quruq va quritkichdan chiqayotgan havoning nam saqlashi.

Havoning solishtirma sarf miqdori (1 kg bug'lanish uchun)

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0}, \quad \frac{\text{кг сухого хаво}}{\text{кг буг}} \quad (8.16)$$

Quritishga ketgan issiqlik miqdori issiqlik balansidan aniqlanadi.

Issiqlikning kirishi: (kJ/soat)

1) havo bilan  $L \cdot I_1 = L \cdot I_0 + Q_n$  bu yerda  $L \cdot I_0$  - isitkichgacha kirgan havoning issiqligi,  $Q_n$  - isitkichga havoning bergan issiqligi;

2) Material bilan  $G_1, c_1, \theta_1$  bu yerda  $s_1$  - nam materialning issiqlik sig'imi,  $\theta_1$  - materialning dastlabki temperaturasi;

3) Transport qurilmalari bilan  $G_{mp}; c_{mp}; \theta_{mp}$  bu yerda  $G_{mp}$  - transport qurilmalarining massasi;  $c_{mp}$  - transport qurilmalari materialining issiqlik sig'imi;  $\theta_{mp}$  - transport qurilmalarining dastlabki temperaturasi;

4) Quritish kamerasiga kiritilgan qo'shimcha issiqlik  $Q_k$ .

Issiqlikni sarflanishi (kJ/soat)

1) Quritkichdan chiqayotgan havo bilan -  $L I_2$

2) Quritilgan material bilan -  $G_2 c_2 \theta_2$

3) Transport qurilmalari bilan -  $G_{mp} c_{mp} \theta_{mp}$

4) Issiqlikni atrof-muhitga yo'qolishi -  $Q_y$

Issiqlik balansini tuzamiz:

$$L \cdot I_1 + G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + G_{mp} \cdot c_{mp} \cdot \theta'_{mp} + q_k = L \cdot I_2 + G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 + G_{mp} \cdot c_{mp} \cdot \theta''_{mp} + Q_{\dot{u}}$$

bundan

$$L \cdot (I_2 - I_1) = G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + G_{mp} \cdot c_{mp} \cdot \theta'_{mp} + q_k - G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_{mp} \cdot c_{mp} \cdot \theta''_{mp} - Q_{\dot{u}}$$

yoki

$$L \cdot (I_2 - I_1) = \sum Q$$

Ohirgi tenglamaning o'ng va chap tomonlarini  $W$  ga bo'lib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{\sum Q}{W} = \Delta \quad \text{deb belgilaymiz,} \quad \frac{L}{W} = l \quad \text{bo'lgani uchun}$$

$$l \cdot (I_2 - I_1) = \Delta$$

yoki

$$I_2 = I_1 + \frac{\Delta}{l}$$

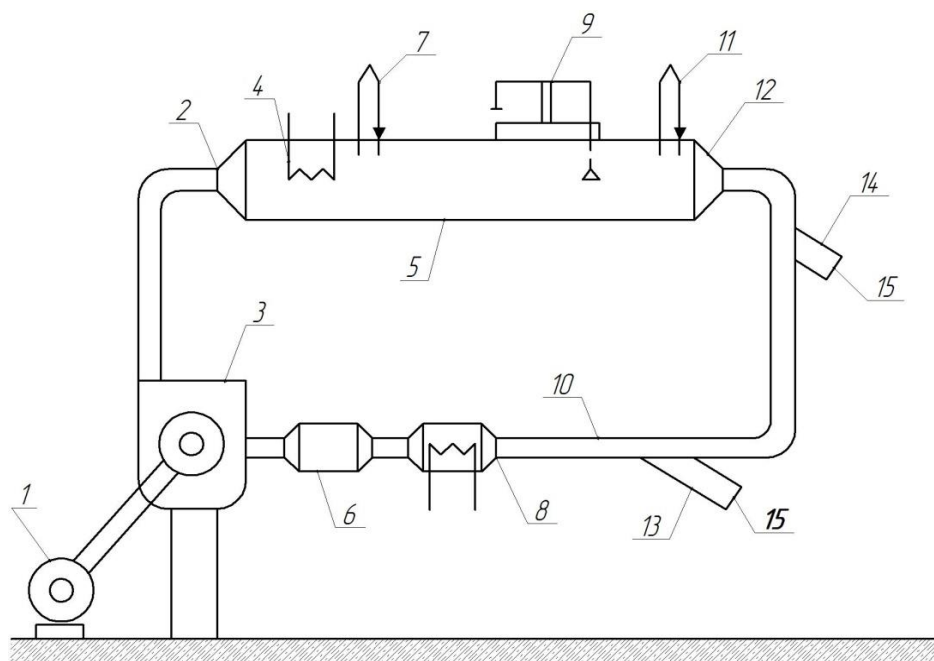
Tenglamaga kiritilgan  $\Delta$  kattalik quritish kamerasi ichidagi kiritilgan va sarflangan issiqliklar ayirmasining 1 kg bug'langan namlikka nisbatini belgilaydi. Bu yerda asosiy kaloriferda isitilgan havo bilan kirgan va chiqqan issiqliklar hisobga olinadi. Ko'pincha  $\Delta$  quritish kamerasining ichki balansi deb ataladi. (8.12) tenglamasidan ko'rinib turibdiki,  $\Delta$  ning ishorasiga ko'ra  $I_2$  ning qiymati  $I_1$  ning qiymatidan katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Agar  $\Delta = 0$  bo'lsa, u holda  $I_2 = I_1$  bu esa nazariy quritish deyiladi. Bunda quritish jarayonida qurituvchi agent entalpiyasi o'zgarmagan holda bo'ladi. Bu degan so'z materialni suvsizlantirish havoning sovub ketishiga bog'liqdir. Unda issiqlik miqdori havo bilan kelayotgan quritilayotgan materialning namligi bilan qaytib ketadi. Agarda  $\Delta > 0$  bo'lsa, ko'rish jarayonida entalpiyaning o'sishi kuzatiladi, ya'ni  $I_2 > I_1$ . Agarda  $\Delta < 0$ , bulsa  $I_2 < I_1$  entalpiyaning kamayishidir. Issiqlik va havoning miqdorini quritish jarayonida aniqlash katta ahamiyatga ega bo'lib, u texnologiyani hisoblashda qo'llaniladi. Bu hisoblash analitik yoki grafoanalitik usullarda olib boriladi va amaliyotda keng qo'llaniladi.

Grafoanalitik usuli  $I - x$  diagrammaga asoslangan bo'lib, undan havoning nam saqlash va entalpiyasi aniqlanib, keyin esa quritish jarayoni diagrammada ko'riladi (nazariy yoki real quritish jarayonlari).

**Ishdan maqsad** - materialni quritishda namlik miqdorini aniqlash, issiqlikni va havoni solishtirma sarf miqdorlarini aniqlashdan iborat bo'lib,  $I - x$  diagrammasida ko'rish jarayoni tasvirlanadi.

### Ishni bajarish tartibi

5.1- rasmda laboratoriya qurilmasi tasvirlangan.



8.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi

1. Elektrodvigatel. 2. Diffuziya (trubaning birdan kengayishi). 3. Ventillyator. 5. Quritkichning qobig'i (400x400). 6.  $N_2SO_4$  bilan to'ldirilgan idishcha uchun trubaning kengaygan qismi. 7. Quruq vaho'l termometrlar (quritishdan oldin). 8. Elektr isitkich (asosiy) 9. Tarozi. 10. Havо oqimi harakatlanadigan truba  $D = 200$  mm 11. Quruq va ho'l termometrlar (quritishdan keyin). 12. Konfuzor (trubaning birdan torayishi). 13. Havо beriladigan patrubka. 14. Ishlatilgan havо chiqadigan patrubka. 15. Havо sarfini sozlovchi qurilma.

Laboratoriya quritish qurilmasida ish quyidagi tartibda bajariladi.

1. Qurilmadagi quritgich, ventillyator, tarozi, isitkich havoning miqdorini o'lchovchi shiber, termometrlarning holati tekshiriladi.
2. Quritish uchun 100 – 120 gr miqdorda namlangan material tortib olinadi.
3. Namlangan material quritish uskunasiidagi kamera ichidagi tarozi pallasiga qoyib quritiladi.
4. Havо va quruq termometrlarning birinchi ko'rsatkichlari yozib olinadi.
5. "Assman" psixrometri yordamida quruq va ho'l termometrlar ko'rsatkichi o'lchanadi (Ramzin diagrammasida havoning boshlang'ich nuqtasini aniqlash uchun).
6. Quritish apparati tok manbaiga ulanadi.
7. Ma'lum vaqtdan so'ng (o'qituvchi ko'rsatmasidan so'ng) quruq va ho'l termometrlar ko'rsatkichi o'lchaniladi.

### Tajriba natijalarini hisoblash

Olingan natijalarga asosan I – x diagrammada nazariy quritish jarayoni tasvirlanadi. I – x diagrammaga bir bo'lak kalka kog'oz ko'chirib koordinatalar o'qi ko'chirib olinadi va kalka kog'ozida tajribada aniqlangan havoning quritishdan avvalgi, quritkichga kirish va chiqish xolati A, V, S, nuqtalar bilan tasvirlanadi.

Bug'langan namlikning miqdori W aniqlanadi

$$W = G_1 - G_2 \quad (8.17)$$

bu yerda  $G_1$  - nam materialning massasi, kg/s;  $G_2$  - quruq materialning massasi, kg/s; Havо sarfi (8.15) tenglamasi yordamida aniqlanadi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} \quad (5.18)$$

Havoning solishtirma sarf miqdori:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (8.19)$$

Quritish uchun ketgan issiqlik sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = q \cdot W \quad (8.20)$$

bu yerda Q – solishtirma issiqlik sarfi

$$q = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_0} \quad (8.21)$$

bu yerda  $I_1, I_2$  - havoning quritkichga kirishi va chiqishi vaqtidagi entalpiyasining qiymati, kJ/kg  $I - x$  diagrammadan aniqlanadi.

#### Hisoblash jadvali

Havo muxitining temperaturasi		Havoning quritish kamerasigacha bo'lgan temperaturasi		Havoning quritish kamerasining keyingi temperaturasi		Nam material-ning miqdori, kg	Quritilgan materialning miqdori, kg
Ho'l termometr, t <sup>0</sup> S	Quruq termometr, tr, t <sup>0</sup> S	Ho'l termometr, tr, t <sup>0</sup> S	Quruq termometr, t <sup>0</sup> S	Ho'l termometr, t <sup>0</sup> S	Quruq termometr, tr, t <sup>0</sup> S		

#### Tekshirish uchun savollar

- Nam havoning asosiy parametrlari:
  - absolyut namlik, b) nisbiy namlik, v) nam saqlash, g) nam havoning entalpiyasi, d) partial bosim, ye) shudring nuqtasi temperaturasi, j) ho'l termometr temperaturasi.
- I-x diagrammaning tuzilishi.
- I-x diagrammada quritish jarayonini tasvirlang.
- Nazariy va real quritkich jarayonlarining I-x diagrammada tasvirlanishi.
- Quritish jarayonlari uchun issiqlik va havoning umumiy, solishtirma sarf miqdorlarini aniqlash.
- Qurish jarayonlarini variantlarini I-x diagrammada tasvirlanishi.

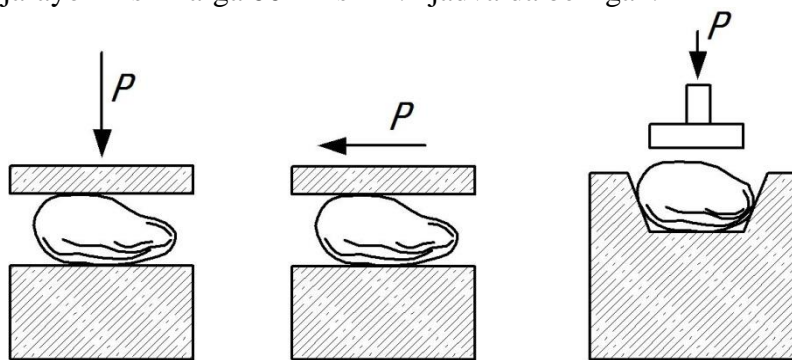
## MATERIALLARNI MAYDALASH JARAYONINI VA MAYDALASH QURILMASINI O'RGANISH.

**Ishning nazariy asoslari:** Ishlab chiqarishning ko'pchilik sohalarida mexanik jarayonlar alohida ahamiyatga ega. Mexanik jarayonlarning tezligi qattiq jism mexanika qonunlari bilan ifodalanib bunda materiallarga mexanik kuch ta'sir qilishiga asoslanadi. Mexanik jarayonlarga maydalash, sinflarga ajratish, saralash, aralashtirish, ezish, donadorlash, uzatish va hokazolar kiradi.

Moddalarning diffuziyasi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarning tezligi fazalarning o'zaro ta'sir qilish yuzasiga bog'liq bo'ladi. O'zaro ta'sir yuzasining katta bo'lishi fazalarning ichidagi modda tarqalishini va modda bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishini tezlatadi. Yuza kattaroq bo'lsa kimyoviy jarayon ham tezlashadi. Ayniqsa kimyoviy yoki diffuzion jarayonda qattiq faza qatnashsa o'zaro ta'sir yuzasini ko'paytirish alohida ahamiyatga ega. Qattiq fazaning yuzasini ko'paytirishga tashqi kuch ta'sirida zarrachalarni maydalash yo'li bilan erishiladi. Maydalash paytida material bo'laklarining o'lchami ancha kamayadi. Qattiq materiallarning maydalash jarayoni shartli ravishda ikki turga bo'linadi: a) yanchish, ya'ni materialni mayda bo'laklarga bo'lish (yirik, o'rtacha va mayda) b) maydalash (yupqa va o'ta yupqa).

Umuman olganda materiallarni maydalash jarayoni ezish, yorish, yeyilish va zarba berish usullari yordamida olib boriladi (1-rasm). Materialning fizik-mexanik xossalari va bo'laklarining o'lchamiga ko'ra u yoki bu usul tanlab olinadi. Masalan, qattiq va mo'rt material ezish, yorish va zarba berish usuli bilan, qattiq va qovushqoqli material esa ezish va yeyilish usuli yordamida maydalanadi.

Materiallarni yanchish odatda quruq (suv ishlatmasdan) usul bilan, yupqa maydalash esa ko'pincha xo'l usul bilan olib boriladi. Suv ishlatilganda chang hosil bo'lmaydi va maydalangan mahsulotni tashish osonlashadi. Dastlabki va maydalangan material bo'laklarining o'lchamlariga ko'ra maydalash jarayonini sinflarga bo'linishi 1.1 jadvalda berilgan.



9.1 rasm. Materiallarni maydalash usullari: a) ezish; b) yorish; v) yeyilish;

9.1 jadval. Maydalash jarayonining sinflarga bo'linishi.

	Bo'lakning o'rtacha o'lchami, mm		Maydalanish darajasi
	Maydalanish	Maydalangandan so'ng	
Yirik yanchish	1500-300	300-100	2 – 6
O'rtacha yanchish	300-100	50-10	5 – 10
Mayda yanchish	50-10	10-2	10 – 50
Yupqa maydalash	10-2	2-0,75	100
O'ta yupqa maydalash	2-0,075	$7,5 \cdot 10^{-2} - 1,10^{-4}$	-

Maydalash jarayonining samaradorligini aniqlash uchun maydalanish darajasi tushunchasi ishlatiladi. Bu ko'rsatkich maydalanishgacha bo'lgan material bo'lagining o'rtacha xarakterli o'lchami ( $d_b$ ) ni maydalangan material bo'lagining o'rtacha xarakterli o'lchami ( $d_m$ ) ga nisbati bilan belgilanadi:

$$i = \frac{d_b}{d_m} \quad (9.1)$$

sharsimon bo'lakning xarakterli o'lchami sifatida diametr, kub shaklidagi bo'lak uchun esa qirrasimon uzunligi olinadi. Noto'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan bo'lakning o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$d_x = \sqrt[3]{l b h} \quad (9.2)$$

bu yerda  $l$ ,  $b$ ,  $h$  – material bo'lagining o'zaro perpendikular yo'nalgan uchta tomonining maksimal o'lchami. Bu o'lchamlar ichida eng kattasi ( $l$ ) – uzunlik, o'rtachasi ( $b$ ) – kenglik, eng kichigi ( $h$ ) – qalinlik.

Maydalangan o'rtacha xarakterli o'lchamini aniqlash uchun saralovchi saralagich yordamida material bir necha fraktsiyaga ajratiladi. Har bir fraktsiyadagi eng katta va eng kichik bo'lakning o'rtacha o'lchami quyidagicha aniqlanadi:

$$d = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} \quad (9.3)$$

Aralashmadagi bo'lakning o'rtacha xarakterli o'lchami quyidagicha hisoblanadi:

$$d = \frac{d_{y1}a_1 + d_{y2}a_2 + \dots + d_{yn}a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \quad (9.4)$$

Bu yerda  $d_{y1}$ ,  $d_{y2}$ ,  $d_{yn}$  – har bir fraktsiyadagi bo'lakning o'rtacha o'lchami;  
 $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_n$  – har bir fraktsiya tarkibi, massaviy %.

Materiallarni maydalashga moslashgan mashinalar shartli ravishda ikki guruhga bo'linadi: a) materiallarni yirik, o'rtacha va mayda bo'laklarga ajratuvchi yanchish mashinalari; b) materiallarni yupqa va o'ta yupqa maydalaydigan tegirmonlar. Umuman olganda maydalash mashinasi ochiq va chegaralangan tsikl bilan ishlaydi. Ochiq tsikl qo'llanilganda material maydalaydigan qurilma orqali bir marotaba o'tadi. Bunday sharoitda yirik va o'rtacha yanchish yuz beradi. Chegaralangan tsiklda esa maydalash mashinasidan chiqqan material turlarga ajratadigan qurilmaga yuboriladi. Bu qurilmada katta o'lchamli zarrachalar ajratib olinib, maydalash mashinasiga qaytariladi. Chegaralangan tsikl materialni yupqa maydalashda ishlatilib, energiya sarfini kamaytirishga va maydalovchi mashinaning ish unumdorligini oshirishga olib keladi.

Material zarrachalarining o'zaro tortishish kuchini yengish uchun maydalash paytida tashqi kuch ta'sir qilinadi. Qattiq material yanchilganda uning bo'laklari avval hajmiy deformatsiyaga uchraydi, so'ngra hosil bo'lgan katta va kichik yoriqlar bo'ylab yemirilib ketadi. Oqibatda yangi yuzalar hosil bo'ladi. Demak, materialni yanchish uchun bajarilgan ish yemirilayotgan bo'lakning hajmiy deformatsiyasi va yangi yuza hosil qilish uchun sarflanadi.

Materialning yanchilishi paytida hajmiy deformatsiya qilish uchun sarflangan ish yemirilayotgan bo'lak hajmining o'zgarishiga mutanosib bo'lib, quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$A_d = R\Delta V, \quad (9.5)$$

Bu yerda  $R$  – mutanosiblik koeffitsenti, qattiq jism hajmiy birligini deformatsiya qilish uchun sarf bo'lgan ish.  $V$  – yemirilayotgan bo'lak hajmining o'zgarishi. Yanchish paytida yangi yuzani hosil qilish uchun sarflangan ish  $A$  quyidagicha topiladi:

$$A_{\kappa} = \sigma \Delta F, \quad (9.6)$$

Bu yerda  $\sigma$  – mutanosiblik koeffitsenti, qattiq jismda yangi yuza birligini hosil qilish uchun sarflangan ish miqdori;  $F$  – qaytadan hosil bo'lgan yuza.

Yanchish uchun sarf bo'lgan tashqi kuchning to'la ishi Rebinder tenglamasi orqali topiladi.

$$A = A_d + A_p = R\Delta V + \sigma\Delta F \quad (9.7)$$

Katta bo'laklarni kichik maydalanish darajasi bilan yanchish paytida yangi yuza hosil qilishga sarflangan ishni hisobga olmasa ham bo'ladi, chunki uning qiymati ancha kichik bo'ladi. Bunday holatda (9.7) tenglamani quyidagicha o'zgartirish mumkin:

$$\Delta A = R\Delta W = R_1 d^3 \quad (9.8)$$

Bu yerda  $R_1$ - mutanosiblik koeffitsienti;  $d$  - bo'lakning xarakterli o'lchami.

(9.8) tenglama Kik Kirpichevning yanchish gipotezasii ifodalaydi. Bu gipotezaga ko'ra qattiq materialni yanchish uchun sarflangan ish yanchilayotgan bo'lak hajmiga mutanosib. Agar yanchish jarayoni yuqori maydalanish darajasi bilan olib borilsa, (8.7) tenglamadagi hajmiy deformatsiya uchun sarflangan ishni hisobga olmasa ham bo'ladi, chunki uning qiymati yangi yuza hosil qilishga sarflanayotgan ishga nisbatan ancha kamdir. Bunday holatda (9.7) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$A = \sigma\Delta F = \sigma_1 d^2, \quad (9.9)$$

Bu yerda  $\sigma$ - mutanosiblik koeffitsenti.

(9.9) tenglama Rittinger gipotezasini ifodalaydi. Bu gipotezaga ko'ra qattiq jismni yanchish uchun sarflangan ish yangi hosil bo'lgan yuzaga mutanosibdir.

(9.7) tenglamaning o'ng tomonidagi ikkala tashkil etuvchilarni hisobga olish zarur bo'lgan paytda Bond quyidagi tenglamani taklif etgan:

$$A = R_2 \sqrt{d^3 \cdot d^2} = R_2 d^{2,5} \quad (9.10)$$

Bond tenglamasiga asosan bitta bo'lakni yanchish uchun sarflangan ish uning hajmi va hosil bo'lgan yangi yuza o'rtasidagi o'rtacha geometrik qiymatga mutanosibdir.

(9.8), (9.10) tenglamalar yordamida maydalash jarayoni uchun sarflangan ishning absolyut miqdorini aniqlash mumkin emas, chunki mutanosiblik koeffitsentlarining qiymatlari noma'lumdir. SHu sababdan ushbu tenglamalar maydalash jarayonlarini o'zaro solishtirish uchun ishlatiladi.

Yanchish mashinalari (yoki tegirmonlar)ning birorta materialni maydalash uchun sarf qiladigan quvvati tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Buning uchun boshqa maydalash mashinasining ana shu materialni maydalash paytida olingan tajriba natijalaridan foydalaniladi. Agar ishlab turgan tegirmonning ish unumi  $Q_2$ , sarflangan quvvati  $N_2$ , materialning maydalanish darajasi  $db_2/dm_2$  va ishlab chiqarishga joriy qilinayotgan boshqa tegirmonning ish unumi  $Q_1$ , maydalanish darajasi  $db_1/dm_1$  bo'lsa, u holda oxirgi tegirmonning sarf qiladigan quvvati  $N_1$ , Rittinger gipotezasiga asosan quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N = N_2 \frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{d_{b2} \cdot d_{m2}}{d_{b1} \cdot d_{m1}} \cdot \frac{d_{b1} - d_{m2}}{d_{b2} - d_{m2}}$$

Yuqorida bayon qilingan gipotezalardan foydalanish maydalash jarayonlarini to'g'ri tashkil qilish va bu jarayonlarga sarf qilinadigan energiyalarni tahminan aniqlash imkoniyatini beradi.

Qattiq jismlarni maydalash nazariyasi chuqur o'rganilgan emas. SHu sababli maydalash jarayonlari va tegishli mashinalarni mukammallash bo'yicha hamda yangi yuqori samarali maydalash usullari va mashinalarini yaratish sohasida ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish maqsadga muvofiqdir. Bunday tadqiqotlar quyidagi maqsadlarni amalga oshirishga qaratilgan bo'lishi kerak: maydalash narxini pasaytirish; solishtirma energiya sarfini hamda maydalash mashinalarining yeyilishini va metall ushlashligini kamaytirish; mashinalarning mustahkamligini oshirish va ularni ishlatishga qulay qilish. Tadqiqotlarning asosiy maqsadi ma'lum talablarga javob beradigan maydalangan xom ashyo olishdan iboratdir. Bu talablar katoriga quyidagilar

kiradi: a) ma'lum donali tarkibga ega bulgan mahsulot olish; b) tegishli solishtirma yuzaga erishish; v) maydalangan donalarning optimal shaklga va tegishli aniqlikka ega bo'lishligi.

Sanoatda qattiq jismlarni maydalash maqsadida turli mashina va tegirmonlar ishlatiladi. Yirik yanchish uchun yassi qismli va konusli mashinadan foydalaniladi, bunday mashinalar yordamida bo'laklarining o'lchami 1500 mm dan kam bo'lmagan material maydalanib, hosil bo'lgan bo'laklarning o'lchami taxminan 100 – 300 mm atrofida bo'ladi.

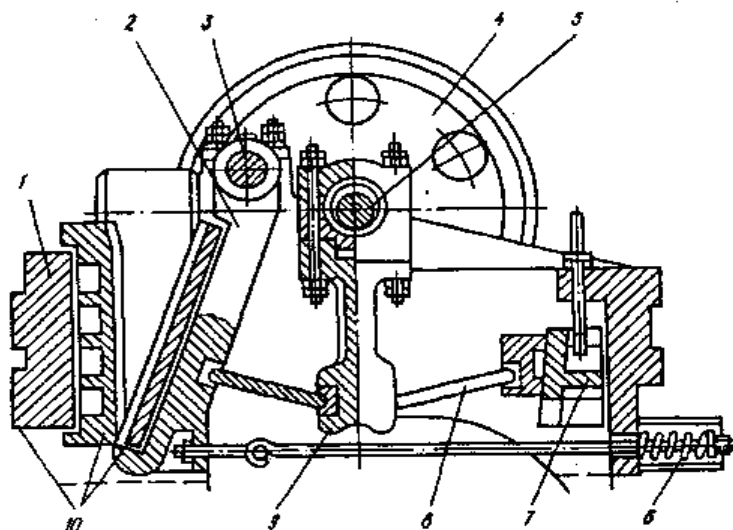
Yirik yanchishdan so'ng ko'pincha material qaytadan o'rtacha va mayda yanchishga moslangan mashinalarga yuboriladi, bunday holatda donalarning o'rtacha o'lchami tahminan 100 mm dan to 10 – 12 mm gacha kamayadi. O'rta va mayda yanchish uchun vallari bo'lgan, zarba markazdan qochma va qiya qonusli yanchish mashinalari ishlatiladi. Barabanli va halqa tegirmonlarda material yupqa maydalanadi (o'rtacha o'lchami 10 – 12mm dan 2 – 0,075 mm gacha). Yassi qismli yanchgichning ishlash printsipti quyidagicha bo'ladi. Yassi qismlar o'zaro davriy ravishda o'zaro yaqinlashganda material ezish, yorish va qisman yeyilish printsiplari asosida maydalanadi. Konusli yanchish mashinalari bir-biriga nisbatan ekstsentrik holatda aylanadigan ikkita konuslar oralig'ida materialni sinish, ezish va qisman yeyilish printsiplari yordamida maydalashga asoslangan.

Valli yanchgichlarda material bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan vallar oralig'ida eziladi. Agar vallar bir xil tezlikka ega bo'lsa materialning yeyilishi ham yuz beradi. shnekli yanchish mashinalarida material kesish va qisman yeyilish jarayonida maydalanishga uchraydi. Bolg'ali yanchgichda qattiq jism bolg'alarning zarbasi va yeyilish ta'sirida maydalanadi. SHarli tegirmonlar materialni asosan yupqa va o'ta yupqa maydalash uchun ishlatiladi. Bunday mashinalar aylanuvchi yoki vibratsiya qilinadigan barabandan iborat bo'lib, ularning ichiga maydalanishi lozim bo'lgan material yuboriladi; material donalari o'zaro to'qnashib, zarba va ishqalanish kuchi asosida maydalanib ketadi. G'ildirakli tegirmonlar mayda yanchish yoki ayrim materiallar (shamot, kvarts, loy-tuproq va hokazo) ni dag'al yanchish uchun ishlatiladi. Dag'al yanchishda maydalanishidan tashqari zichlanish, yeyilish yuz beradi hamda materiallarning birgalikdagi aralashmasi hosil bo'ladi. Dezintegratorlar va aerodastali tegirmonlarning ishlash printsiplari materialga zarba berish printsiptiga asoslangan. Purkovchi tegirmonlar materiallarni o'ta yupqa maydalash uchun mo'ljallangan. Bunday mashinalarning ishlash printsipti katta tezlikda harakat qilayotgan havo oqimining tarkibidagi qattiq zarrachalarning bir-biriga va kamera devorlariga urilishi va ishqalanishi natijasida maydalanish yuz beradi.

Yassi qismli yanchgich. Ushbu maydalash mashinasining konstruktiv chizmasi 1 rasmda berilgan. Mashinaning asosiy ish organlari vazifasini qo'zg'almas (1) va qo'zg'aluvchan (2) yassi qismlar bajaradi. Bu qismlar usti yemirilishga bardoshli marganetsli po'latdan qilingan taram-taramli plitalar bilan qoplangan. Ushbu po'lat plitalar yassi qismlarning yeyilishdan ximoya qiladi. Qo'zg'aluvchan yassi qism yuqori tomondan o'q (3) ga osib qo'yilgan bo'lib tebranma xarakat qilishi mumkin. Qo'zg'aluvchan yassi qism (2) val (5), ekstsentrikli shatun (9) va tirgovich plitalar yordamida tebranma harakat qiladi. Qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan yassi qismlar pastki tomonidagi tor tirqishning kengligi (ya'ni mashinadan chiqayotgan maydalangan zarrachalarning o'lchami ) dastaklar (7) yordamida sozlanadi.

Material qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas yassi qismlar oralig'ining yuqori tomonidagi bo'shliqqa beriladi, bunda material qo'zg'aluvchan yassi qismning tebranma xarakati ta'sirida yorilish va ezish hisobiga maydalanadi. Maydalangan zarrachalar asta sekin pastki tor tirqish orqali tashqariga chiqariladi. Maydalash jarayoni davom etayotganda ish rejimida qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan yassi qismlar o'rtasidagi masofa kamayadi. Mashinaga material berilmagan (ya'ni yuksiz rejimda) qo'zg'aluvchan yassi qism prujina (6) yordamida tortiladi.





9.2-rasm .Yassi qismli yanchish mashinasi.

1- qo'zg'almas yuza. 2- qo'zg'aluvchan yuza. 3- qo'zg'aluvchan yuza ilmining o'qi. 4-maxovik. 5-val. 6-tortgichli prujin. 7-sozlaydigan dastaklar. 8-tirgovichli plitalar. 9-ekstsentrikli shatun. 10-marganetsli po'latdan qilingan plitalar.

Yanchgichning energiya sarfi ish rejimiga ko'ra turlicha bo'ladi. Yuksiz rejimda energiya kam talab qilinadi, bu energiya mexanizmdagi ishqalanish kuchlarini yengish uchun sarflanadi. Energiya asosan ish rejimda, ya'ni yuklangan material yanchilayotganda sarflanadi. Mashinaning bir me'yorda ishlashi uchun val (5) ga katta massali maxovik (4) o'rnatilgan. Maxovikning vazifasi yuksiz rejimdagi mexanik energiyani o'zida yig'ish va yuklangan materialning miqdori birdan ko'payib ketgan vaqtda (ya'ni ish rejimida) yig'ilgan energiyani sarf qilishdan iboratdir.

Yassi qismli yanchgich mashinalari tog' kimyosi, metallurgiya va rangli metallar sanoatida hom ashyoni qayta ishlashga tayyorlash maqsadida ishlatiladi. Ushbu mashinalarning eng quvvatlisi o'lchami ko'ndalang kesimi bo'yicha 1,5 m gacha bo'lgan qattiq jism bo'laklarini yanchishi mumkin. Bunday holatda yanchish mashinasi murakkab kompleksdan iborat bo'lib, ko'p energiya talab qiladi.

Bolg'ali yanchish mashinasi. Bu qurilma zarba markazdan qochma kuchi asosida ishlaydigan yanchish mashinalari turiga kiradi. Bu mashina ichki qismi eskirishga bardoshli marganetsli po'lat plitalari bilan qoplangan qobiq (1), val (2) va valga o'rnatilgan disk (3) dan iborat. Diskda paletslar (4) yordamida bolg'alar (5) erkin joylashtirilgan. Bolg'alar xam marganetsli po'latdan tayyorlangan. Qobiqning pastki qismida panjara (6) bor. Bolg'alari bo'lgan disk 40 m/s tezlik bilan aylanma harakat qiladi.

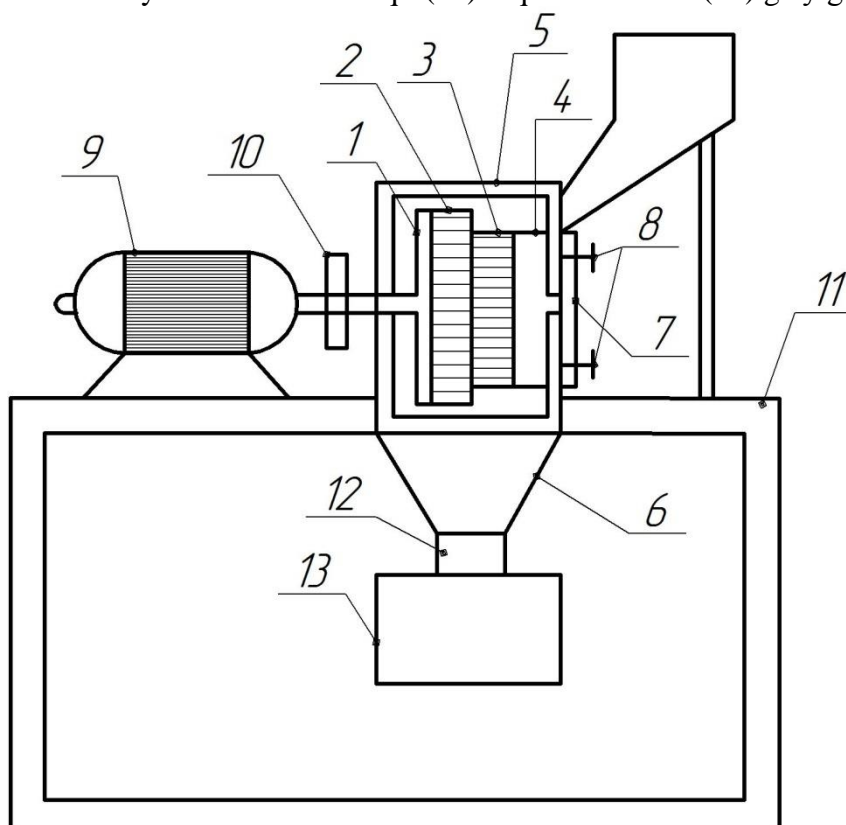
Purkovchi tegirmon. trubali kameraga ega bo'lgan purkovchi tegirmon ko'rsatilgan. Tegirmon chegaralangan truba (1) dan iborat bo'lib, uning pastki qismida siqilgan havo beruvchi konusli naychalar (6) joylashtirilgan. Maydalanishi lozim bo'lgan material tegirmonga injektor (5) orqali beriladi. Trubaning ichida uyurmali oqim hosil bo'ladi. Uyurmali oqimning ichidagi zarrachalarning ko'p marotaba o'zaro urilishi natijasida materialning maydalanishi yuz beradi. Oqimning tirsak (2) dan o'tishida markazdan qochma kuch maydoni hosil bo'ladi, bu maydon yordamida maydalangan material saralanadi. Katta kinetik energiyaga ega bo'lgan yirik zarrachalar trubaning tashqi devori tomonga intiladi va harakatni davom ettirib, qaytadan maydalash zonasiga tushadi. Mayda zarrachalar esa xavo oqimi bilan birgalikda qiyasimon to'siqli panjara (3) dan o'tib, truba (4) orqali qurilmadan tashqariga chiqariladi. Bu oqim so'ngra tsiklon va yengil filtrlarga yuboriladi.

Purkovchi tegirmonlarda yuqori darajada bir jinsli bo'lgan maydalangan mahsulot olinadi, biroq ular ko'p miqdordagi siqilgan havoni ishlatilish sababli katta energiya sarfini talab

qiladi. SHu sababdan purkovchi tegirmonlar faqat qimmatbaho mahsulotlarni o'ta yupqa qilib maydalashda ishlatiladi.

### Ishni bajarish tartibi.

1.4 – chizmada tajriba o'tkazish qurilmasi ko'rsatilgan. Bu qurilma zirhlangan baraban (1) ichiga aylanish valiga (2) o'rnatilgan. Bir-biriga kirib turuvchi (2,3) disklardan iborat bo'lib ular savalagich (4) lar bilan jihozlangan. Qurilma xom-ashyo bunkeriga (5) va tushirish kamerasiga (6) ega. Baraban yon tomonidan maxsus qopqoqqa (7) ega bo'lib bu qopqoq qurilmaga boltlar (8) yordamida tortilgan. Qurilma motorga (9) ulangan bo'lib, motor vali mufta (10) yordamida qurilma vali bilan o'zaro ulangan. Qurilma qismlari rama (11) ga ulangan. Yeletromotordan olingan quvvat hisobiga valning aylanishi natijasida valga o'rnatilgan disk harakatlanadi. Yuqoriga xom ashyo bunkeridan berilgan material bo'laklari disk va barabanning ichki devorlari orasida keyinchalik esa disklar orasida maydalanadi. Maydalangan bo'laklar tushirish kamerasiga beriladi va u yerdan tushirish tirqii (12) orqali sarf idish (13) ga yig'iladi.



Yirik fraksiyadagi material donachalari tanlab olinadi va ularni tashqi o'lchamlari o'lchanadi va bu o'lchamlari ish daftariga qayd qilinib olinadi.

Keyinchalik bu material bo'laklari dezintegrator qurilmasini xom ashyo bunkeriga maydalash uchun solinadi.

Qurilma ishga tushirilib uning xom-ashyo bunkeriga tanlangan xom-ashyo bo'laklari asta-sekinlik bilan solinadi. Qurilmaning tushirish bunkeriga sarf idish quyilib maydalangan mahsulotlar yig'iladi. Ish jarayoni tugagandan keyin maydalangan bo'laklar o'lchamlari elaklar yordamida aniqlanadi.

### Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash.

1. Nomuntazam shakldagi bo'laklarning o'rtacha diametrini aniqlash. Nomuntazam shakldagi bo'laklarning o'rtacha o'lchamini topish quyidagi formula asosida amalga oshiriladi:

$$d_x = \sqrt[3]{l b h}$$

bu yerda  $l, b, h$  – bo'lakning uzunligi, eni, balandligi, mm.

2. Har bir fraktsiyadagi eng katta va eng kichik bo'laklarning o'rtacha o'lchami quyidagicha topiladi:

$$d_{yp} = (d_{max} + d_{min}) / 2$$

Aralashmadagi bo'lakchanning o'rtacha harakterli o'lchami quyidagicha topiladi:

$$d = d_{y1}a_1 + d_{y2}a_2 + \dots + d_{yn}a_n / a_1 + a_2 + \dots + a_n$$

bu yerda  $d_{y1}$ ,  $d_{y2}$ ,  $d_{yn}$  har bir fraktsiyadagi bo'lakning o'lchami;

$a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_n$  har bir fraktsiya tarkibi, massaviy %.

### **Tekshirish uchun savollar.**

1. Nima uchun sanoatda qattiq jism zarrachalari maydalanadi?
2. Maydalash jarayoni qanday printsiplarga asosan sinflarga bo'linadi?
3. Maydalash darajasini tushuntiring va bu ko'rsatkichlarni qanday hisoblash mumkin?
4. Qattiq materiallarni maydalash bo'yicha qanday gipotezalar bor?
5. Maydalashning necha printsiptial sxemalari mavjud?
6. Yassi qismli va bolg'ali yanchgichlar o'rtasida qanday umumiylik va farq bor?
7. Sharli va purkovchi tegirmonlar qanday tuzilgan, ularning afzalligi va kamchiliklari nimalardan iborat?
8. Konusli va valli yanchgich mashinalari, dezintegrator va dismembrator, barabanli va vibratsion tegirmonlar qaysi printsiplar asosida ishlaydi?
9. Maydalash mashinalarini hisoblashda qanday parametrlarga ahamiyat beriladi? Hisoblash ishlarining asosiy maqsadi nimadan iborat?
10. Materiallarni sinflash va saralashning kimyoviy texnologiyadagi ahamiyati? Ushbu maqsadlar uchun ishlatiladigan mashinalar qanday printsiplarga asoslangan?

## **Tavsiya etilgan adabiyotlar ro`yxati**

### **1. Asosiy adabiyotlar**

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.T. Kimyoviy ishlab chiqarishni asosiy jarayon va qurilmalar. - T.: SHarq. 2003.

2. Salimov Z., Rahmonov T. Kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari - T.: Universitet, 2003, - 320 b.

3. Skoblo A.I., Molokanov Yu.K., Tregubova I.A. Протсессы і аппараты нефтегазопереработки і нефтехимии. – M.: Nedra, 2000.

4. Salimov Z. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. 1 va 2 qism, - T.: "O'zbekiston ", 1995.

5. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi і apparati ximicheskoy texnologii. (Posobie po kursovomu proektirovaniyu): - M.: Ximiya. 1993.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G. Примеры і zadachi po kursu protsessov і аппаратов ximicheskoy texnologii. - L.: Ximiya. 1986.

7. Aleksandrov I.A. Rektifikatsionnie і absorbtсионnie аппараты. - M.: Ximiya. 1978.

8. Kasatkin A. G. Osnovnyie protsessы і аппараты ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya. 1971.

### **2. Qo'shimcha adabiyotlar**

1. Ioffe I.L. Proektirovanie protsessov і аппаратов ximicheskoy texnologii. - L.: Ximiya. 1991.

2. Protsessi і аппараты ximicheskoy promishlennosti. / pod red. chl-korr. P.G. Romankova/. -L.: Ximiya. 1989.

3. Kuvshinskiy M.N., Soboleva A.P. Kursovoe proektirovanie po predmetu "Protsessi і аппараты ximicheskoy promishlennosti". - L.: Ximiya . 1985.

4. Stabnikov V.N. Protsessi і аппараты pishevoy promishlennosti. - M.: Pishhevaya promishlennost. 1975.