

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

URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI

**KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR FAKULTETI
“KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR” KAFEDRASI**






**“KIMYOVIY INJINIRING JARAYONLARI VA QURILMALARI”
fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishga oid
O'QUV USLUBIY QO'LLANMA**




URGANCH-2021

Mazkur o`quv uslubiy qo`llanma “Kimyoviy texnologiyalar” kafedrasida (Baʼonnoma № 8, 2021 yil) va Kimyoviy texnologiyalar fakulteti o`quv uslubiy kengashida ko`rib chiqilgan (№ 8 2021 yil) va UrDU ilmiy uslubiy kengashida tavsiya etilgan.

Tuzuvchilar:

- Babayev Z.K.  “Kimyoviy texnologiyalar” kafedrasida
professori
- Buranova D.B.  “Kimyoviy texnologiyalar” kafedrasida
o`qituvchisi
- Djumaniyazov Z.B.  “Kimyoviy texnologiyalar” kafedrasida
katta o`qituvchisi

Taqrizchilar:

- Matchanov Sh.K.  “Kimyoviy texnologiyalar” kafedrasida
dotsenti, t.f.n.
- Ro`ziyev I.S.  “Transport tizimlari” kafedrasida
dotsenti, t.f.n.

ANNOTATSIYA

Labaratoriya mashg'ulot darsi ma'ruzada o'tilgan mavzularni to'liq va chuqur o'rganishda juda katta ahamiyatga ega o'quv darslarining eng aktiv turlaridan biri bo'lib, talabaniq mustaqil o'quv tashkil qilishga va yo'naltirishga imkon beradi. Laboratoriya ishlari doimo ma'ruza o'tilgandan keyin bajarilishi kerak, shundagina uning foydasi to'liq bo'ladi. Talaba o'tilgan mavzu bo'yicha tajribalar o'tkazib u yoki bu qoidaning to'g'riligiga eksperiment orqali ishonch xosil qilib, asosiy texnologik jarayon va qurilmalar bo'yicha eshitgan ma'ruzalardan olgan bilimlarini mustaxkamlab boradi. Har bir laboratoriya ishini bajarishdan oldin shu mavzuga oid nazorat ishi o'tkaziladi yoki har bir talaba bilan individual ishlanadi va doskaga chiqarib so'raladi.

Ushbu qo'llanma "KIMYOVIY INJINIRING JARAYONLARI VA QURILMALARI" dasturi asosida tuzilgan bo'lib, 5320400 – Kimyoviy texnologiya (silikat materiallari), 5320400 – Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar) ta'lim yo'nalishlari bakalavrlari uchun mo'ljallangan.

Qo'llanma Davlat o'quv dasturi asosida yoritilgan.

Mashg'ulot o'tkazish texnikasi va uning ahamiyati

Mashg'ulotlarni bajarishda talabalar, dastlab reaktiv va asboblardan foydalanish qoidalari xamda tajribalarni aniq bajarish texnikasi bilan tanishtiriladi.

Labaratoriya mashg'ulotlarni nazariy tushunchalar bilan birgalikda olib borilgandagina talabalarning o'zlashtirish unumli va samarali bo'ladi.

Talabalarni laboratoriyada amaliy mashg'ulot bajaradigan asosiy joyi ish stolidir. Ish stoli doimo toza bo'lishi kerak. Laboratoriya mashg'ulotlarini faqatgina qunt va aniqlik bilan bajarilgandagina kutilgan natijalarga ega bo'lishlik mumkin. Ishga etiborsizlik bilan qarash esa bajariladigan ish natijalarining xato chiqishiga sabab bo'ladi. Tajribani to'g'ri bajarish uchun xom ashyolarni ko'rsatilgan miqdorda olish lozim. Disterlangan suv, gaz va elektr energiyasini tejab sarflash kerak. Tartib va ozodalikni ish joyidagina emas, balki laboratoriyada xam saqlash lozim.

Har bir labaratoriya mashg'ulotni bajarishdan oldin, talabalar oldingi ish yuzasidan xisobot tuzib o'qituvchiga ko'rsatadilar. So'ng navbatdagi laboraoriya ishini bajarishga ruxsat etiladi.

Yangi ishni boshlashdan avval o'qituvchi talabalardan shu ishning mazmunini qanchalik darajada bilib olganliklarini tekshirib ko'rishi lozim. Talabalar nazariy tushunchalarni o'zlashtirib, tajriba texnikasini tushunib olganliklariga ishonch xosil qilganidan keyingina navbatdagi ishni bajarish uchun ruxsat etiladi.

Talabalar tayorlagan asboblari sxemalari to'g'riligini o'qituvchi yoki katta laborant tekshirib ko'rib ishni bajarishga ruxsat beradi.

Laboratoriya ishi №1

Mavzu: Suyuqliklarning oqish rejimlarini 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 hossalari bilan bir-biriga o'xshaydi:

- 1) Suyuqliklar xuddi gazlar kabi ma'lum shaklga ega emas, uning fizik hossalari barcha yo'nalishda bir xil, 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'zgarmas zichlikka ega bo'lgan va ichki ishqalanishi bo'lmagan suyuqliklarga aytiladi. Har qanday suyuqlikda ichki ishqalanish kuchlari va qovushoqlik bo'ladi. Demak, haqiqatda 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 hossalari:

Suyuqliklarning asosiy fizik hossalari zichlik, solishtirma og'irlik va kovushoklik bilan karakterlanadi:

Zichlik. Hajm birligidagi bir jinsli jismning (Suyuqlikning) massasi zichlik deb ataladi va ρ bilan belgilanadi.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

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 γ bilan belgilanadi

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

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:

$$m = \frac{G}{g}$$

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

Bosim. Suyuqlik idish devorlariga, tubiga va uning ichiga tushirilgan bo`qa jism yuzasiga bosim kuchi bilan ta`sir qiladi. Biror kichik ΔF yuzaga ta`sir qiladigan bosim gidrostatik bosim deyiladi. Agar yuza kattaligi nolga yaqinlashtirilsa, bu qiymat shu nuqtaning bosimi deyiladi:

$$P = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta F} \text{ Pa} \quad \text{yoki} \quad \frac{H}{M^2}$$

Bosimning yo`nalishi va ta`siri suyuqlikning hamma nuqtalarida bir xil, chunki bu kuch hamma vaqt normal bo`yicha 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:

$$P_{a\bar{b}} = P_{\text{mon}} + P_{\text{amm}}$$

R_{mon} . - manometr bilan o`lchanadigan bosim. Agar jarayon siyraklanish sharoitida ketsa, atmosfera yoki barometrik bosim bilan siyraklanish orasidagi ayirma to`la bosim deyiladi:

$$P_{a\bar{b}} = P_{\text{amm}} - P_{\text{aak}}$$

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/sm³ = 101300 kg·k/m³;

1 texnik atmosfera (1 atm) = 534,4 mm simob ustuni = 10 m suv ustuni = 1 kg·k/sm³ = 10000 kg·k/m³ = 98100 N/m².

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

$$T = \mu \cdot F \frac{dw}{dn}$$

bu yerda T - ta`sir etayotgan kuch; F - yuza ; dw / dn - tezlik gradienti; μ - qovushoqlik koeffitsienti.

Tenglamadagi qovushoqlik koeffitsienti μ dinamik qovushoqlik koeffitsienti yoki qovushoqlik deyiladi. Qovushoqlik suyuqliklarning fizik xususiyatlariga va temperaturasiga bog`liq bo`lib, keng oraliqda o`zgaradi. Masalan, glitserinning qovushoqligi suvnikiga nisbatan bir necha marta kattadir. Qovushoqlik SI sistemasiga binoan quyidagi birlikda o`lchanadi:

$$\mu = \frac{T}{F \left(\frac{dw}{dn} \right)} = \frac{H}{m^2 \cdot \left(\frac{m/c}{m} \right)} = \frac{H \cdot c}{m^2} = \Pi a \cdot c$$

Dinamik qovushoqlik koeffitsientining shu suyuqlik zichligiga nisbati kinematik qovushoqlik deyiladi va ν bilan belgilanadi

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

SI sistemasida kinematik qovushoqlik " m^2/s " birligida o`lchanadi.

Ba`zan nisbiy qovushoqlik 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`ysinadigan suyuqliklar Nyuton suyuqliklar deyiladi. Kolloid eritmalar, moyli buyoqlar smolalar, past temperaturada ishlatiladigan surkov moylari Nyuton suyuqliklariga kirmaydi.

Suyuqlikning harakati tezlik, sarf, bosim va bo`qa kattaliklar bilan harakterlanadi.

Vaqt birligi ichida oqi bo`tgan suyuqlik miqdori " $m^3/soat$ ", " $l/soat$ ", " l/s ", " m^3/s " birliklarida o`lchansahajmiysarf, agarkg/soat, kg/s da o`lchansa massaviy sarf deyiladi.

Trubada oqayotga nsuyuqlikning 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 aloxida 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.

$$w = \frac{V}{S}, \quad [m/s]$$

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

Yuqoridagi tenglikdan:

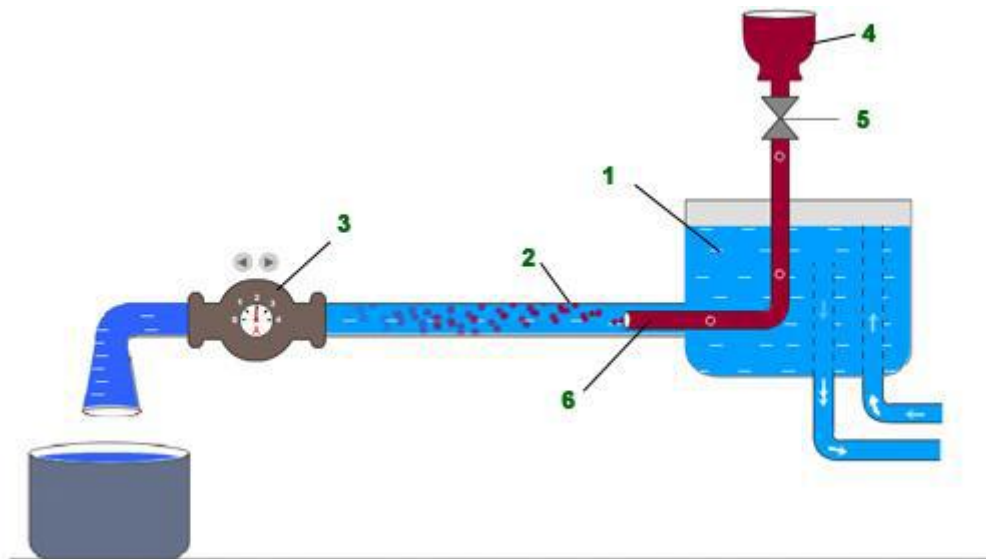
$$V = w \cdot S, \quad [m^3/s].$$

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

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

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

Truba yoki bo`qa shakldagi kanalda suyuqlik ikki xil rejimda, ya`ni laminar yoki to`lqinsimon rejimda harakat qiladi. Oqimlarnig harakat rejimini birinchi bo`lib 1833 yilda ingliz fiziki O.Reynolds rangli eritmalar yordamida suyuqlikning ikki xil - laminar va turbulent rejimda bo`lishini aniqladi. Tajriba qurilmasi 1- rasmda ko`rsatilgan.



1 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi.

1-rezervuar; 2- truba; 3- jumrak; 4- rangli suyuqlik solingan idishcha; 5- jumrak; 6- kapillyar truba.

Rezervuarda suvning satxi bir xil ushlab turiladi. Unga gorizontal shisha truba biriktirilgan. Shisha trubadagi oqim harakatini ko'zlash uchun uning o'qi bo'ylab, rangli suyuqlikyuboriladigannaycha o'rnatilgan. Suvning tubidagi tezligi kran orqali rostlanadi.

Suv oqimining tezligi kichik bo'lganda rangli suyuqlik suvga aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'ylab gorizontal 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 truba bo'ylab to'liqsimon harakat qilib suvning butun massasiga aralashib ketadi. Bu vaqtda suv zarrachalari ham bir-biri bilan aralashib, tartibsiz to'liqsimon 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 ρ , qovushoqlik μ kabi kattaliklardan Reynolds o'lchamsiz kompleks keltirib chiqaradi, ya'ni:

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

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

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

Reynolds kriteriyasi harakat rejimini aniqlash bilan birga oqim harakatidagi qovushoqlik va inertsia kuchlarining o'zaro nisbatini ham aniqlaydi. Suyuqliklarning harakat rejimi Reynolds kriteriyasining kritik qiymati Re_{kr} bilan aniqlanadi. To'g'ri va tekis yuzaga ega bo'lgan trubalardagi suyuqlik oqimi uchun $Re_{kr}=2320$ ga teng. Agar $Re_{kr} < 2320$ bo'lsa, laminar rejim bo'ladi, $Re > 2320$ bo'lsa, to'liqsimon harakat

(turbulent rejim) bo'ladi. $Re > 10000$ bo'lganda turg'un turbulent rejim bo'ladi.

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

$$d_e = \frac{4S}{P}$$

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

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

$$h_{mkn} = \xi_{mkn} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

Ishni bajarish tartibi

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

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

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

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 τ, s								
1s oqib chiqqan suvning hajmi $V_c = \frac{V}{\tau}, m^3/c$								
Suvning oqim yuzasi $\Delta'amm$								

Suyuqlik harakatining o`rtacha tezligi $w_{yp} = \frac{V_c}{F}, M/c$								
Reynolds soni $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$								
Suvning temperaturasi, °C								
Vizual ko`rinish								
Oqim rejimi								

TEKSHIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Suyuqliklarning asosiy fizik hossalari: zichlik, solishtirma og`irlik, bosim, qovushoqlik.
2. Suyuqlikning harakat tezligi va sarflanishi.
3. Hidravlik radius va ekvivalent diametr.
 1. Eylarning differentsial tenglamasi.
 2. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi.

Laboratoriya ishi №2

Mavzu: Trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash.

Ishning maqsadi: truba suyuqlik harakati davomida ishqalanish va mahalliy qarshiliklarning koeffitsiyentlarini aniqlash.

Ishning ahamiyati: Gidravlik qarshiliklarni aniqlab, suyuqliklarni uzatish uchun kerak bo'ladigan energiya sarfini hisoblash.

Ishning nazariy asoslari

Bernulli tenglamasi: $Z - \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{w^2}{2g} = \text{const}$

Ixtiyoriy ikki ko'ndalang kesimli 1 va 2 truba uchun quyidagi holda ifoda qilish mumkin:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g}$$

Bu ifoda ideal suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasidir va u

$$Z + \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{w^2}{2g} = H$$

umumiy gidrodinamik bosimni ifodalaydi. Bernulli tenglamasiga asosan turg'un harakatdagi ideal suyuqliklar uchun istalgan ko'ndalang kesimda gidrodinamik bosim o'zgarmas qiymatga ega.

Z – geometrik bosim (h_r), shu nuqtadagi potensial solishtirma energiyani xohlatini harakterlaydi.

P/pg – statik bosim (h_{em}), shu nuqtadagi solishtirma bosim, potensial energiyani harakterlaydi.

w²/2g – dinamik bosim (h_g), shu nuqtadagi solishtirma kinetik energiyani harakterlaydi.

Bu uchala bosim uzunlik o'lchamiga ega bo'lib, metr hisobida ifodalanadi.

Shunday qilib, Bernulli tenglamasiga binoan, ideal suyuqliklarning turg'un harakatida geometrik, statik va dinamik bosimlar yig'indisi o'zgarmas umumiy gidrodinamik bosimga teng bo'lib, unda oqim trubaning bir kesimidan ikkinchisiga o'tganda o'zgarmaydi. Shu bilan birga ideal suyuqliklarning turg'un harakatida potensial ($Z+P/pg$) va kinetik $w^2/2g$ energiyalarning yig'indisi har bir ko'ndalang kesim uchun o'zgarmasdir. Shunday qilib, Bernulli tenglamasi, energiyani saqlanish qonunining xususiy ko'rinishi bo'lib, oqimning energetik balansini belgilaydi.

Trubaning ko'ndalang kesimi va suyuqlikning harakat tezligi o'zgarganda energiyani o'zgarishi ro'y beradi. Bunda bir qism potensial energiya kinetik energiyaga o'tadi yoki aksincha, umumiy energiyani qiymati o'zgarmaydi.

Xaqiqiy suyuqliklarda ichki ishqalanish kuchi mavjud bo'lgani sababli, suyuqliklar trubalarda oqayotganda bir qismi bosim bu kuchni yengish uchun sarfbo'ladi.

Bunday sharoitda Bernulli tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_u \quad \text{yoki} \quad h_r + h_{cm} + h_g + h_i = H$$

ifodada h_i ishqalanish kuchini yengish uchun sarflangan bosim.

Sarflangan bosim h_i haqiqiy suyuqliklarning harakat paytida ketgan solishtirma energiyani karakterlaydi.

Agar tenglamani o'ng va chap tomonlarini (ρg)ga ko'paytirsak, Bernulli tenglamasini quyidagi holda yozish mumkin:

$$\rho g Z_1 + P_1 + \frac{\rho w_1^2}{2} = \rho g Z_2 + P_2 + \frac{\rho w_2^2}{2} + \Delta P$$

bu yerda ΔP - sarflangan bosim farqi [Pa].

$$\Delta P = \rho g h_u$$

Umumiy holda sarflangan bosim va bosimlarning farqi ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketadi.

$$h_u = h_{ux} + h_{ux}$$

Xaqiqiy suyuqliklarning harakati paytida trubalarning butun uzunligida ichki ishqalanish qarshiligi paydo bo'ladi. Uning qiymatiga suyuqlikning oqish rejimi ta'sir ko'rsatadi.

Trubada suyuqlik oqimining harakat yo'nalishi va tezligi o'zarganda u mahalliy qarshiliklarga duch keladi. Trubadagi ventillar, tirsak, jo'mrak, toraygan hamda kengaygan qismlar va har xil to'siqlar mahalliy qarshiliklar deyiladi.

Gidravlik qarshiliklarni hisoblash katta amaliy ahamiyatga ega. Yo'qotilgan bosimni bilmasdan turib nasos va kompressorlar yordamida suyuqlik va gazlarni uzatish uchun kerak bo'lgan energiya sarfini hisoblash mumkin emas.

Truba va kanallarda ichki ishqalanish qarshiligi uchun yo'qotilgan bosim Darsi-Veysbax tenglamasi orqaliniqlanadi:

$$h_u = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

ya'ni, ichki ishqalanishni engish uchun sarflangan bosim dinamik bosim $h_d = w^2/2g$ orqali ifodalanadi. Ichki ishqalanish uchun sarflangan bosimni dinamik bosimidan farqini ko'rsatuvchi kattalikka ichki ishqalanish qarshiligi koeffisienti deb ataladi va ξ bilan belgilanadi ξ tarkibidagi $64/Re$ esa ichki ishqalanish gidravlik koeffisienti deyiladi va λ bilan belgilanadi.

Shuning uchun
Shunday qilib, tenglamani

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

quyidagicha ifodalash mumkin

$$h_u = \xi \cdot \frac{w^2}{2g}$$

yoki

$$\Delta P_u = \rho \cdot g \cdot h_u$$

ni hisobga olganda ichki ishqalanish tufayli hosil bo'ladigan gidravlik qarshilik ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\Delta P_u = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}$$

$Re = 410^3 \div 1 \cdot 10^6$ (turbulent rejim) bo'lganda ishqalanish koeffisienti λ quyidagi ifodadan topiladi:

$$\lambda = 0,316 / \sqrt[4]{Re}$$

Turbulent oqimida ishqalanish gidravlik qarshilik koeffisientining kattaligi suyuqlikning oqish rejimiga va truba devorining g'adir-budurligiga bog'liq bo'ladi.

Trubalarning g'adir-budurligi absolyut geometrik va nisbiy g'adir-budurlik bilan karakterlanadi. Truba devorlaridagi g'adir-budurliklar o'rtacha balandlikdarning truba uzunligi bo'yicha o'lchanishi absolyut geometrik g'adir-budurlik deyiladi.

Truba devorlaridagi g'adir-budurliklar balandligining (Δ) truba ekvivalent diametriga (d_e) nisbati nisbiy g'adir-budurlik deyiladi va ϵ bilan ifodalanadi.

$$E = \frac{\Delta}{d_e}$$

G'adir-budurliklarning λ_G – ta'siri truba devorlaridagi g'adir-budurliklar balandligi (Δ) va laminar qatlam qalinligining (δ) o'zaro munosabatidan

aniqlanadi. Turbulent rejim boshlanish paytida laminar qatlamning qalinligi δ g'adirbudurliklar balandligidan $\delta > \Delta$ katta bo'ladi. Bunda suyuqlik g'adirbudurliklardan asta-sekin oqib o'tadi. Shuning uchun λ ni hisoblash paytida Δ ni hisobga olmasa bo'ladi. Bunday trubalarni gidravlik silliq deb hisoblasa bo'ladi va λ ni topish uchun tenglamadan foydalanish mumkin. Turli xil mahalliy qarshiliklarda oqim tezligining kattaligi va yo'nalishi o'zgaradi yoki ayni bir paytda ham oqim tezligining kattaligi, ham yo'nalishi o'zgarishi mumkin. Bunda bosimning (ishqalanishga sarf bo'lgandan tashqari) qo'shimcha yo'qotishli sodir bo'ladi.

Mahalliy qarshiliklardagi bosimning yo'qotilishi, ishqalanish qarshiligidek, dinamik bosim orqali topiladi. Aynan bir mahalliy qarshilikdagi bosim yo'qotilishining dinamik bosimga h_d nisbatini - mahalliy qarshilik koeffitsienti deyiladi va u $\xi_{m.k.}$ deb belgilanadi.

Chunonchi, har xil mahalliy qarshiliklar uchun:

$$h_{MK} = \xi_{MK1} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

$$h_{MK} = \xi_{MK2} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

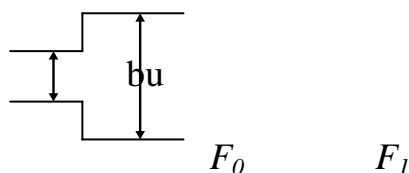
$$h_{MKn} = \xi_{MKn} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

yoki hamma mahalli qarshiliklar uchun

$$h_{MK} = \sum \xi_{MK} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

Ko'pincha, turli xil mahalliy qarshilik koeffitsientlari tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Ularning o'rtacha kattalıkları ilovaning 1-jadvalida yoki boshqa adabiyotlardan topish mumkin [2.3].

Masalan: Trubaning birdan kengayishi tufayli, oqim ko'ndalang kesimi kichik trubadankesimi katta bo'lgan trubaga o'tganda tezligi kamayadi, paytda suyuqlik oqimlari truba devorlariga o'ralib natijada bosimyo'qotiladi.



Mahalliy qarshilik koeffisientining qiymati

$Re = w_0 d_3 / \nu$	F_0 / F_1					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
10	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
100	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8
1000	2,0	1,6	1,3	1,05	0,9	0,6
3000	1,0	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2
3500	0,81	0,64	0,5	0,36	0,25	0,16

F_0 - ko'ndalang kesimi kichik bo'lgan trubaning yuzasi, m^2 ; w_0 – ko'ndalang kesimi katta bo'lgan trubadagi tezlik, m/s F_1 – ko'ndalang kesimi katta bo'lgan trubaning yuzasi, m^2 .

Truba birdan kengayganda mahalliy qarshiliklarni yengish uchun yo'qotilgan bosim ΔR_{bk} . Quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\Delta P_{\delta k} = \xi_{\delta k} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}$$

Qolgan mahalliy qarshiliklar koeffisientlari

No	Maxalliy qarshilik turlari	Maxalliy qarshilik koeffisient qiymatlari
1	Trubaga kirish	0,5
2	Trubadan chiqish	1,0
3	Kran to'la ochiq bo'lganda	0,2
4	Tirsak uchun	1,1
5	Normal ventily	4,5-5,5
6	Trubaning burilishi burchak ostida bo'lsa	0,14.

Umumiy bosim yo'qolishini quyidagi tenglamadan

$$h_y = \xi_u \cdot \frac{w^2}{2g} + \sum \xi_{MK} \cdot \frac{w^2}{2g} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2g}$$

$$h_y = \left(\lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \xi_{MK} \right) \cdot \frac{w^2}{2g}$$

va to'la gidravlik qarshilikni ushbu tenglamalar yordamida aniqlash mumkin.

$$\Delta P_y = \left(\lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \xi_{MK} \right) \cdot \frac{w^2}{2g}$$

Ushbu ishni o'tkazishdan maqsad, tajriba yo'li bilan suyuqlik harakati davomida ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni aniqlash, so'ngra ularni hisoblash yo'li yoki jadvaldan topilgan qiymatlari bilan solishtirish. $\Lambda=f(Re)$ va $\xi=f(Re)$ bog'liqliklarini grafik usulda tasvirlash.

Ishni bajarish tartibi.

1- rasmda tajriba o'tqazish qurilmasi ko'rsatilgan. Idishdagi (I) suv markazdan qochma nasos (IV) yordamida truba va turli xil mahalliy qarshiliklar sistemasi orqali o'tqazilib, yana (I) idishga qaytariladi.

Tajriba qurilmasida o'nta mahalliy qarshiliklar bor. Suyuqlikning tezligi haydash yo'lidagi jo'mraklarning yopish ochish orqali amalga oshiriladi.

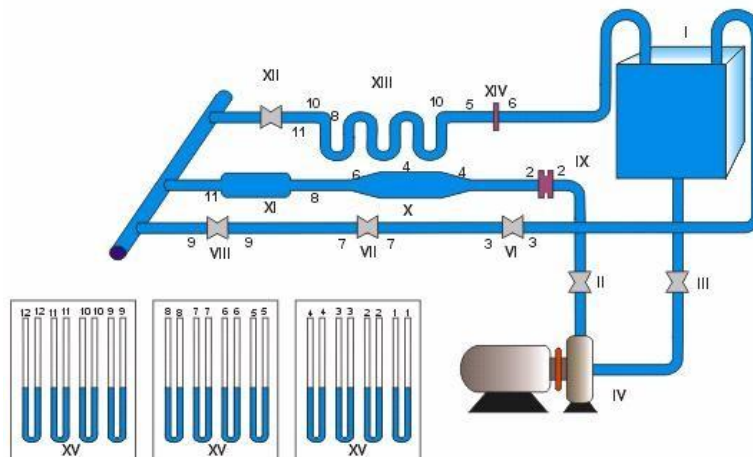
Suyuqlikning tezligi 0,5 m/s dan 2,5 m/s gacha o'zgartirish mumkin. Qurilmadagi truba va raklarnig shartli diametri 50 mm.

Hajmiy sarf o'lchovi diafragma (9) ulangan simobli manometrning ko'rsatkichiga qarab aniqlanadi. Mahalliy bosimning yo'qolishi ham manometrlar yordamida topiladi. Suyuqlikning temperaturasi simobli termometrda o'lchanadi.

Tajriba qurilmasi quyidagi qismlardan iborat:

1. o'zgarmas suyuqlikli idish;
2. haydash yo'lidagi jo'mrak;
3. surish yo'lidagi jo'mrak;
4. markazdan qochma nasos;
5. sinalayotgan tekis burchak ostidagi to'g'ri burilish ($l=900mm$);
6. sinalayotgan jo'mrak ($l=1750mm$);
7. sinalayotgan jo'mrak ($l=375mm$);
8. tiqinli jo'mrak ($d_{sh}=50mm$);
9. o'lchovchi diafragma ($d_{sh}=50mm, d_0=37mm$);
10. asta-sekin kengayish va torayish ($F_0/F_1=0,3$);
11. sinalayotgan birdan kengayish va torayish ($d_{bk}=98mm, d_{sh}=50mm, v_0/v_1=0,5$);
12. sinalayotgan zmeevik ($D=80mm, d_f=50mm$);
13. Sinalayotgan flanetslibirlashtirgich
14. Simobli U – simon manomet

Tajriba qurilmasining sxemasi



1-rasm. Suyuqlik uzatuvchi bak suv bilan to'ldiriladi.

1. Surish yo'lidagi kran 3 ochildi, haydash yo'lidagi kran oxirigacha yopiladi. 3 yoki 12 kranlardan biri sinalayotgan qarshiliklarning xiliga qarab ochib qo'yiladi.
2. Nasos ishga tushiriladi.
3. Kran 2 ochib, suvning eng kichik sarfi o'rnatiladi va suv sinalayotgan qarshilik orqali o'tkaziladi.
4. Simobli U – simonmanometr 15 yordamida bosimning yo'qotilishi o'lchanadi, so'ngra suvning issiqligi aniqlanadi.
5. Kran 2 ochish orqali suvning sarfi asta-sekin ko'paytirib boriladi va manometrlarning ko'rsatkichi o'lchanadi.
6. Suvning sarfi o'lchov diafragmasiga ulangan manometrning ko'rsatkichi asosida hisoblanadi.

Tajriba ko'rsatkichlarini xisoblash

Oqimning o'rtacha tezligi sekundli sarf tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$W_{yp} = \frac{V_e}{F}$$

Suyuqlikning sarfini quyidagicha topish mumkin:

$$V = \frac{\alpha \cdot K \cdot \pi \cdot d_0^2}{4} \cdot \sqrt{2gh_0 \cdot \frac{\rho_m - \rho_c}{\rho_c}}$$

bu yerda α - tuzatish koeffisienti, $\alpha = 0,62$; K – trubaning g'adir-budurligini hisobga oluvchi tuzatish koeffisienti. Gidravlik silliq trubalar uchun $K=1$; d_0 - diafragma teshigining diametri, m; h_g -manometr-dagi suyuqlik bosimlarining farqi, m; ρ_c trubada oqayotgan suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ; ρ_m – manometrik suyuqlikning zichligi, kg/m^3 .

Tekshirish uchun savollar

1. Bernulli tenglamasi.
2. Ishqalanish tenglamasi.
3. Mahalliy qarshiliklar.
4. Laminar va turbulent rejimlarda, hamda o'tish sohasida ishqalanish koeffitsientlarini aniqlash.
5. G'adir-budurlik va gidravlik silliq trubalar.
6. Bernulli tenglamasini ketirib chiqaring. Uning fizik ma'nosi.
7. Oqimning uzluksiz tenglamasi.

Laboratoriya ishi №3

Mavzu: Suyuqliklarning tezligi va sarfini Pito-Prandtl naychasi bilan o'lchash

Nazariy qism Ideal suyuqlikning barqaror harakati paytida, umumiy mexanik o'ziga xoslik (ya'ni suyuqlik miqdorining birligiga aytiladi) oqim energiyasi oqim bo'ylab doimiy bo'lib qoladi.

Ideal suyuqlikning elementar oqimi uchun Bernulli tenglamasi odatda suyuqlikning birlik og'irligiga aytiladigan energiya shaklida yoziladi:

$$\frac{w^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z = \text{const}, \quad (1)$$

bu yerda w - elementar oqimning ko'rib chiqilgan qismidagi tezlik, m/s ; p - bir xil qismdagi bosim, Pa; z - ixtiyoriy tanlangan gorizonttal mos yozuvlar tekisligiga nisbatan bu qismning geometrik balandligi - O, m; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; g - tortishish tezlashishi, m/s^2 .

Agar biz boshlang'ich oqimdan umuman oqimga o'tadigan bo'lsak, i va j har qanday ikkita qism uchun ushbu tenglamani kengaytirilgan shaklda yozish mumkin:

$$\frac{w_i^2}{2g} + \frac{p_i}{\rho g} + z_i = \frac{w_j^2}{2g} + \frac{p_j}{\rho g} + z_j, \quad (2)$$

bu yerda i va j indeksleri - bo'limlarning raqamlari; w_i va w_j - bu tegishli bo'limlardagi tezliklar va p_i , p_j va z_i , z_j balandliklari kesimlarning markazlariga bog'liq.

Gidravlikada suyuqlik birligiga sarflanadigan energiya bosh deb ataladi va suyuqlik ustunining balandligi bilan o'lchanadi. Bernulli tenglamasida (1), $w^2/2g$ - hsk tezlikning boshidir; $p/\rho g = hpz$ - piezometrik bosim; z - geometrik bosim. Geometrik va piezometrik bosim yig'indisi statik bosim deyiladi.

Binobarin, Bernulli tenglamasini quyidagicha shakllantirish mumkin: har qanday kesilmaydigan suyuqlik oqimining har qanday kesishishidagi geometrik, piezometrik va tezlik boshlarining yig'indisi (umumiy gidrodinamik bosim) doimiydir. Bernulli tenglamasidan kelib chiqadiki, umumiy gidrodinamik bosimning ba'zi bir tarkibiy qismining ko'payishi (masalan, tezlik boshi) boshqa komponentning pasayishiga olib keladi (masalan, piezometrik bosim) va aksincha.

Shunday qilib, Bernulli tenglamasi harakatlanuvchi ideal suyuqlikka nisbatan mexanik energiyaning saqlanishi va o'zgarishi qonunining matematik ifodasidir. Haqiqiy suyuqliklar yopishqoq. Viskoz suyuqlik trubaning qattiq devori bo'ylab harakat qilganda, oqim alohida qatlamlar orasidagi ishqalanish kuchlari ta'siri ostida, shuningdek suyuqlik va devor orasidagi molekulyar yopishish kuchlarining ta'siri tufayli sekinlashadi. Shuning uchun tezlik oqimning markaziy qismidagi maksimal qiymatiga etadi va devorga yaqinlashganda u nolga kamayadi. Turbulent rejimda, yopishqoq suyuqlikning harakati zarrachalar aylanishi, burilish shakllanishi va aralashtirish bilan birga keladi.

Bularning barchasi energiyani talab qiladi, shuning uchun harakatlanuvchi viskoz suyuqlikning o'ziga xos mexanik energiyasi ideal suyuqlikda bo'lgani kabi doimiy bo'lib qolmaydi, ammo asta-sekin qarshilikni engib o'tishga sarflanadi va

shuning uchun issiqlik energiyasiga aylanib, qismdan bo'lingacha oqim kamayadi. Shuning uchun (2) tenglamada gidravlik qarshilikni yengish uchun ma'lum mexanik energiyaning yo'qolishini - i va j bo'limlari orasidagi kesimda Δh_{i-j} yo'qotilgan bosimini kiritish kerak. Shunday qilib, yo'qolgan bosim Δh_{i-j} - bu suyuqlik i va j bo'limlari o'rtasida siljiganida issiqlikka aylanadigan o'ziga xos (og'irlik birligiga tegishli) mexanik energiya. Viskoz suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasi quyidagicha:

$$\frac{\alpha_1 \bar{w}_i^2}{2g} + \frac{p_i}{\rho g} + z_i = \frac{\alpha_2 \bar{w}_j^2}{2g} + \frac{p_j}{\rho g} + z_j + \Delta h_{i-j}, \quad (3),$$

Bu yerda \bar{w}_i^2 va \bar{w}_j^2 - tegishli bo'limlarda o'rtacha oqim darajasi. $\frac{\bar{w}^2}{2g}$

Oqimning kesishishi bo'yicha tezlikni notekis taqsimlanishi o'ziga xos mexanik energiyaning o'rtacha qiymati dan katta bo'lishiga olib keladi, shuning uchun koriolis koeffitsienti deb nomlangan tuzatish koeffitsienti kiritiladi. Laminar oqim uchun, $a = 2$. Texnik asosan shug'ullanadigan turbulent oqim uchun a koeffitsientining qiymati birlikdan biroz farq qiladi: $1.05 < a < 1.15$. Shuning uchun ular ko'pincha $a = 1$ ni olib, uni (3) tenglamada qoldiradilar.

Bernulli tenglamasi hisoblangan gidravlika formulalarini olishda asosiy hisoblanadi.

Oqimning istalgan qismida piezometrik bosim vertikal piezometrik naycha yordamida aniqlanadi. Ushbu trubaning pastki uchi quvur liniyasi devoriga perpendikulyar bo'lib, devordagi teshik orqali suyuqlik oqishiga, yuqori qismi esa ochiq atmosferaga ulanadi. Bosim ta'siri ostida piezoelektrik naychadagi suyuqlik ma'lum bir balandlikka ko'tariladi. Oqim o'qidan o'lchanadigan bu balandlik oqimning ma'lum bir qismidagi piezometrik bosimdir.

Oqimdagi tezlik boshi pito naychasi va piezometrik trubka yordamida aniqlanadi. Pitot naychasida egri uchi oqim tomon yo'naltiriladi. Trubaning ochilishi oldida intsident oqimining tezligi nolgacha pasayadi va turg'un zona hosil bo'ladi, unda Bernulli tenglamasiga binoan bosim oshadi. Ushbu bosim ta'siri ostida naycha naychasidagi suyuqlik piezometrik va tezlik boshlarining yig'indisiga teng h_{tt} balandlikka ko'tariladi: $h_{pt} = h_{pz} + h_{sk}$. Teshik trubkasi va piezometrik trubani o'rnatish kerak, shunda ushbu trubalarga kirish joyidagi kesishuv markazlari quvur liniyasining o'rganilayotgan qismida yotadi. Ulardagi darajadagi farq Pitot naychasiga kirishning kesishish markaziga to'g'ri keladigan tezlikni boshini va shunga mos ravishda ovqatlanish tezligini belgilaydi:

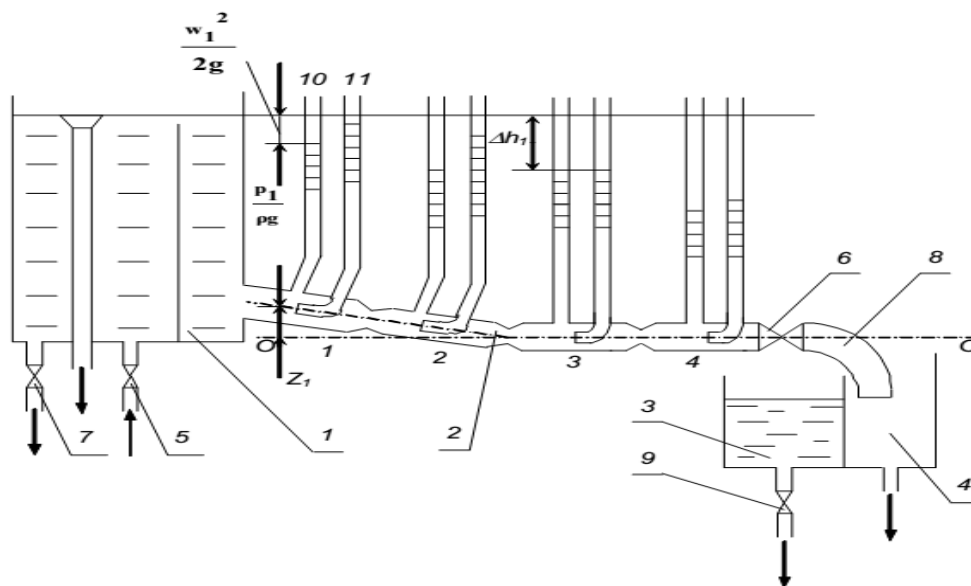
$$h_{sk} = \frac{w^2}{2g} = h_{tt} - h_{pz}. \quad (4)$$

Ishning maqsadi: 1) Bernulli tenglamasining jismoniy ma'nosini tushunish; 2) o'zgaruvchan qism quvuridagi bosim yo'qotishlarini aniqlash; 3) suyuqlikning o'rtacha va mahalliy harakat tezligini o'lchash usullari bilan tanishish.

Qurilmalar va jihozlar: o'zgaruvchan quvur liniyasi, piezometrik quvurlar, Pito quvurlari, Sekundomer bilan o'rnatish.

Jixozni o'rnatish.

Bernulli tenglamasini namoyish qilish uchun o'rnatish (1-rasm) bosimli idish 1, o'zgaruvchan quvurlar 2-ning sig'imli quvuri va drenaj bo'limi 4 bilan o'lchash idishidan 3 iborat.



1 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi

1 - bosimli idish, 2 - o'zgaruvchan quvuri, 3 - sig'imli idish, 4 – sig'imli idishning suyuqlik chiqarish bo'limi, 5, 7, 9 - ventil, 6 - kran, 8 - trubka, 10 - piezometrik trubka, 11 - pito trubkasi

O'zgaruvchan kesishma po'lat quvur liniyasi, u orqali o'rganilayotgan suyuqlik oqimi oqadigan doimiy to'rtburchakning to'rtta tekis qismidan iborat bo'lib, ular orasida cheklovlar mavjud.

D1, d2, d3, d4 bo'limlarining diametri stendda ko'rsatilgan. Quvur liniyasining har bir qismining ma'lum bir qismida piezometrik trubka 10 va Pitot naychasi 11 o'rnatilgan bo'lib, uning egilgan uchi o'rtasi o'zgaruvchan kesishuvchi trubaning o'qida joylashgan.

Quvurlardagi suv darajasini hisoblash uchun bo'limlar markazlaridan mos yozuvlar boshlanishi bilan o'lchovlar mavjud o'zgaruvchan ko'ndalang kesimdagi suv hajmi 28 l ($28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$) o'lchov idishiga 3 kiradi.

Laboratoriyaning suv ta'minoti tarmog'idan bosim o'lchov idishiiga suv etkazib beriladi. Uning miqdori 5-ventil bilan tartibga solinadi. O'zgaruvchan kesishish quvuridagi suvning oqimi 6-kran orqali o'zgartiriladi. Oqish varonkasi tufayli idishidagi suv darajasi doimiy ravishda saqlanib turadi.

Ishni bajarish tartibi.

Tajriba 5-ventilni ochish va idishini suyuqlik chiqish varonkasigacha to'ldirish bilan boshlanadi. Keyin kranni oching 6 va o'zgaruvchan ko'ndalang kesishma 2 trubkasida suvning doimiy oqimi aniqlanadi, bu o'lchov quvurlarida doimiy suv sathi bilan tavsiflanadi. Bunday holda, 5-ventil ochiq bo'lishi kerak, shunda idishning chiqish varonkasi orqali suvning sekin, ammo chiqish varonkasi orqali doimiy oqib turishi ta'minlanadi.

Belgilangan harakatga erisxilgandan so'ng, barcha to'rt qismda Pito naychalari va piezometrik naychalardagi suv miqdori aniqlanadi. Barcha bo'limlarda geometrik bosim qiymatlari ham qayd etiladi, ular kesim markazlaridan 3 va 4 gorizontal qismlari o'qidan o'tgan taqqoslash tekisligiga masofa sifatida tavsiflanadi. O'lchov bakida suv yo'qligiga ishonch hosil qilish, 9 ventilni yopish va burilish trubasini 3 o'lchovli bakiga yo'naltirish kerak. Shu bilan birga, Sekundomer yoqiladi, bu bakni to'liq to'ldirish vaqtida to'xtaydi (suyuqlik oqish teshigiga qadar).

Sinov oxirida 5-ventil, 6-kran ketma-ket yopiladi va suyuqlik chiqish ventili 9 ochiladi.

I va j quvurlari kesimlari orasidagi kesishmalardagi bosim yo'qotilishi ko'rib chiqilayotgan qismlarning boshlang'ich va yakuniy qismidagi umumiy bosim farqi (3) tenglamasiga asosan aniqlanadi.

Sinov oxirida ketma-ket 5 ventilni yoping, 6 ga teging va drenaj ventilini 9 oching.

I va j quvurlari kesimlari orasidagi kesishmalardagi bosim yo'qolishi (3) tenglama asosida ko'rib chiqilayotgan qismlarning boshlang'ich va oxirgi qismidagi umumiy bosim farqi bilan aniqlanadi, ya'ni.

$$\Delta h_{i-j} = \left(\frac{\bar{w}_i^2}{2g} + \frac{p_i}{\rho g} + z_i \right) - \left(\frac{\bar{w}_j^2}{2g} + \frac{p_j}{\rho g} + z_j \right), \quad (5)$$

$$\Delta h_{i-j} = (h_{mi} + z_i) - (h_{mj} + z_j).$$

Ko'rib chiqilayotgan qismlarda suyuqlik tezligi Pito naychasi va piezometrik trubaning ko'rsatkichlari (4) o'rtasidagi farq bilan aniqlanadi. Har bir qism uchun bosim boshining kattaligiga ko'ra oqim o'qidagi tabiiy (mahalliy) suyuqlik tezligi hisoblab chiqiladi:

$$w_{imax} = \sqrt{2gh_{cki}}.$$

Bo'limlardagi o'rtacha tezlikning qiymati oqim tenglamasidan aniqlanadi:

$$\dot{V} = \bar{w}_i S_i, \quad \dot{V} = \frac{V}{t}; \quad S_i = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4}, \quad V$$

bu yerda oqim darajasi V - suyuqlik sig'imi, bakining sig'imiga teng suv hajmi; t - idishni to'ldirish vaqti.

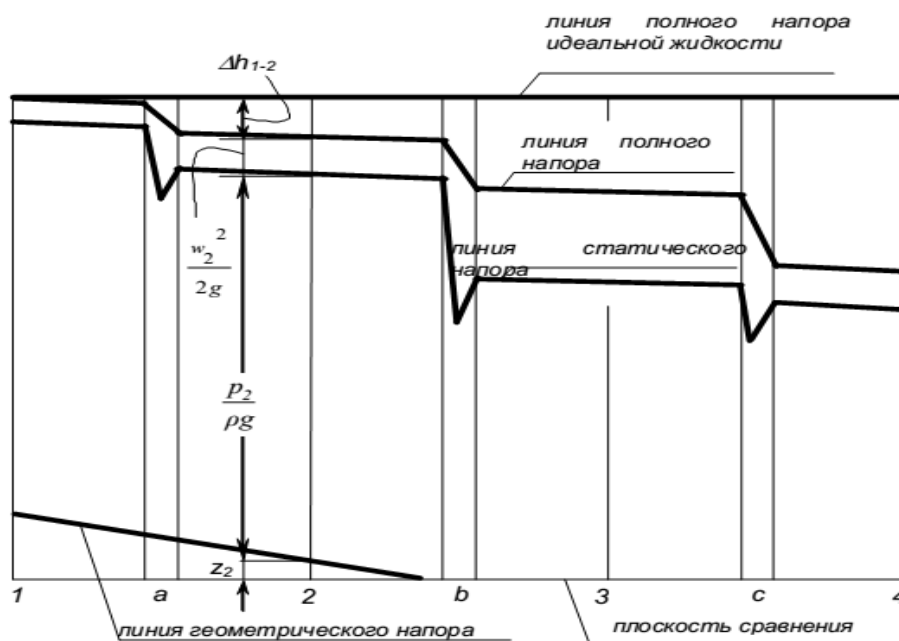
Hisoblash natijalariga ko'ra Bernulli diagrammasi tuzildi, u grafik shaklda har qanday quvur qismida va bo'limlardagi bosimning pasayishini vizual ravishda tasvirlashga imkon beradi (2-rasm).

Diagrammadagi abtsissa o'qi taqqoslash tekisligi bo'lib, unda qandaydir darajada bo'limlar orasidagi masofalar (11, 12 va 13 stendda ko'rsatilgan) unga, ordinata o'qiga, ko'rib chiqilgan qismlarda bosim qiymatlari ko'rsatilgan. Tegishli bosimni ko'rsatuvchi segmentlarning uchlari orqali to'liq, statik va geometrik bosim chiziqlari tortiladi.

Ideal suyuqlikning umumiy bosim chizig'i abtsissa o'qiga mos yozuvlar tekisligidan ($h_{pz1} + z_1$) masofada chiziladi. Ishqalanish yo'qolishi sababli, trubaning har

bir tekis qismidagi yopishqoq suyuqlikning to'liq boshi chizig'i suyuqlik oqimiga nisbatan ma'lum bir tarafga ega bo'lishi kerak. Biroq, ushbu eksperimental sozlashda bu yo'qotishlar juda oz. Shuning uchun har bir bo'limda, ushbu bo'limlardagi to'liq bosim nuqtalari orqali, shartli ravishda a, b, c konstruksiyalar chegaralarigacha to'liq bosim chizig'ining engil qiyaligi bilan chiziladi. Keyin to'liq bosim chiziqlarining torayish chegaralari bilan kesishish nuqtalari chiziq segmentlari bilan bog'lanadi. Oqimning deformatsiyasi alohida bo'limlar orasidagi torayishlarda ro'y beradi va bu quvur simining tekis qismlariga qaraganda burilish va umumiy bosimning keskin pasayishiga olib keladi.

To'g'ri kesishmalardagi statik bosim chizig'i to'liq bosimning mos keladigan chiziqlariga parallel ravishda chiziladi, chunki tekis qismlarda oqim tezligi (va tezlik boshlari) o'zgarmaydi. Bernulli tenglamasidan ko'rinib turibdiki, siqilishlarda keskin pasayish, so'ngra statik bosimning oshishi kuzatiladi. Bosim o'lchash torayish nuqtalarida bajarilmaganligi sababli, a, b, c bo'limlardagi statik bosim chizig'i o'zboshimchalik bilan amalga oshiriladi (2-rasmga qarang).



2-rasm. Bernulli diagrammasi

Geometrik bosim chizig'i quvur liniyasining ko'rib chiqilgan kesimlarining markazlari orqali chiziladi.

O'lchov va hisob-kitoblarning natijalari jadvalga kiritilgan:

Bizning holatda $t = s$. $V = 28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

№ Oqimlar	Z, sm	h ,sm	h ,sm	$V \times 10^6$, m^3/s	Δh_{i-j} , m	h_{ck} , sm	W_{imax} , m/s	W_i , m/s

Laboratoriya ishi №4

Mavzu: Suyuqliklarning nasadka va teshiklardan oqishi.

Nazariy qism. Texnologik qurilma, sisterna va boshqa idishlar boʻshashi paytida teshik va nasadkalar orqali suyuqliklar oqib tushish jarayoni yuz beradi. Nasadka deb yupqa devordagi teshikga mahkamlangan turli shakldagi kalta patrubkalarga aytiladi. Odatda nasadka uzunligi taxminan 3...4 diametrga teng boʻladi. Konstro`yushyasiga qarab nasadkalar ichki (a), tashqi (b), kengayuvchi (v) va torayuvchi konussimon (g), hamda konoidal (d) shaklli boʻladi. Suyuqlik oqib chiqish paytida nasadka ichida vakuum hosil boʻladi va natijada teshikiing oʻzidan suyuqlik oʻgkazish qobiliyati ortadi. Kengayuvchi konussimon nasadkalarda silindrsimon nasadkalaridan koʻproq mikdorda vakuum hosil boʻladi. Agar, nasadkalardan chiqishdya yuqori tezlikka erishish zarur boʻlsa, torayuvchi konussimon nasadkalarda qoʻllaniladi. Konoidal nasadkalar oqimcha shaklida tayyorlanadi. Shuning uchun bunday nasadkalarda oqimcha siqilmaydi va energiya yoʻqotilishi minimal boʻladi.

Idishdagi suyuqlik balandligi oʻzgarmas boʻlganda, idish tubidagi dumaloq teshikdan suyuqlik oqib chiqishi.

Yupqa devordagi ($\delta \leq 2d$) teshik orqali suyuqlik oqib chiqmoqsa, yaʼni teshik cheti oʻtkir qirrali va uning qalinligi oqimcha shakliga taʼsir etmaydi. Bu sharoitda oqib chiqishda faqat energiyaning mahalliy yoʻqotilishi sodir boʻlmokda. Idish tubidan maʼlum bir balandlikda oqimcha siqiladi va ushbu koʻndalang kesimda parallel - oqimchali oqib tushish roʻy bermoqda deb tasavvur qilamiz. 1-1 va s-s koʻndalang kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz. Rasmdan koʻrinib turibdiki, $w_1 \ll w_c$;

$$h_c + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{p_c}{\rho g} + \frac{\alpha}{2g} w_c^2 + h_{iyk}$$

bu yerda p_c, w_c — siqilgan kesimdagi suyuqlik bosimi va tezligi; α oqimchanning notekislik koeffitsienti:

$$h_{iyk} = \xi \frac{w_c^2}{2g}$$

bu yerda ξ mahalliy qarshilik koeffitsienti, $\xi=0,06$.

Idishda suyuqlik balandligi oʻzgarmas boʻlganda, uning tubidagi dumaloq teshikdan oqib chiqishi.

Bernulli tenglamasidan quyidagi formulani olamiz:

$$w_c = \sqrt{\frac{2g}{2 + \xi} \left(h_c + \frac{p_0 - p_c}{\rho g} \right)} \quad \text{ёки} \quad w_c = \varphi \sqrt{2gH}$$

$$\varphi = \sqrt{1 / (\alpha + \xi)}.$$

$$V = \varphi F_c \sqrt{2gH}$$

bu yerda φ -tezlik koeffitsienti-, dumaloq teshik uchun oqimchanning siqilish koeffitsienti $\varphi=0,97$; F_c - teshik ko'ndalang kesimi yuzasi.

$$F_c = \varepsilon_0 F_0$$

bu yerda ε_0 -tezlik koeffitsienti-, dumaloq teshik uchun oqimchanning siqilish koeffitsienti $\varepsilon_0=0,64$; F_0 -teshik ko'ndalang kesimi yuzasi.

$$V = \varphi \varepsilon F_0 \sqrt{2gH} = \mu F_0 \sqrt{2gH}$$

Bu yerda sarf koeffitsienti - $\mu = \varepsilon \varphi$

Sarf koeffitsienti μ teshik shakli, devor qalinligi va suyuqlik qovushoqligiga bog'liq. Suv uchun $\mu = 0,62...0,63$ bo'lib, boshqa suyuqliklar uchun $\mu = f(Re)$.

Agar, suyuqlik atmosfera bosimli idishga oqib tushsa $p_1 = p_c = p_a$;

$$V = \mu F_0 \sqrt{2gh_c}$$

Idishdagi suyuqlik balandligi o'zgarmas bo'lganda, yupqa yon devordagi dumaloq teshikdan suyuqlik oqib chiqishi. d_0 diametrlilik teshik og'irlik markazidan 0-0 taqqoslash tekisligini o'tkazamiz. Idish sath yuzasi 1-1 va siqilgan ko'ndalang kesim s-s lar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz

$$h_c + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} + \frac{\alpha_c w_c^2}{2g} + \xi \frac{w_c^2}{2g}$$

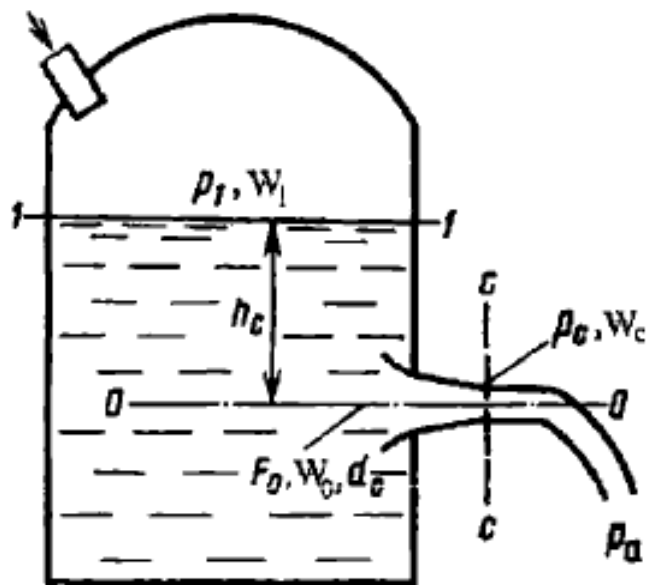
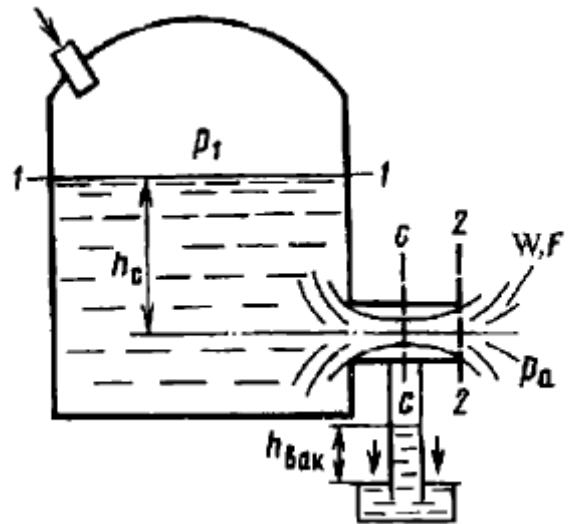
Bunda $p_c = p_a$ ekanligi ni inobatga olib

1-rasm. Idishdagi suyuqlik balandligi o'zgarmas bo'lganda yon devordagi dumaloq teshikdan suyuqlik oqib chiqishi.

Tenglamani w_c ga nisbatan

$$w_c = \sqrt{\frac{2g}{\alpha + \beta} \left(h_c + \frac{p_1}{\rho g} \right)}$$

Suyuqlik sarfi esa $p_0 = p_c = p_a$ quyidagicha



topiladi:

$$V = \mu F_0 \sqrt{2gh}$$

bu yerda $\mu = 0,6 \dots 0,62$.

Idishdagi suyuqlik balandligi o'zgarmas bo'lganda, silindrik nasadkadan suyuqlik oqib chiqishi. Bernulli tenglamasiga binoan siqilgan ko'ndalang kesimda vakuum hosil bo'ladi

(2-rasm). Silindrik nasadkadan suyuqlik oqib chiqish tezligi:

$$w = \sqrt{\frac{2gH}{\alpha + \xi_r / \varepsilon^2 + (1/\varepsilon - 1)^2 + \lambda l/d}}$$

2-rasm. Idishdagi suyuqlik o'zgarmas bo'lganda silindrik nasadkadan suyuqlik oqib chiqishi.

bu yerda ξ_r — toraygan ko'ndalang kesimdagi mahalliy qarshilik; λ -gidravlik qarshilik koeffitsienti; nasadka uchun $\varepsilon_r = 1$ va $\mu = \varphi$.

Nasadka orqali oqib o'tayotgan suyuqlik sarfi;

$$V = \mu F_0 \sqrt{2gH}$$

Hosil bo'layotgan vakuum esa:

$$h_{\text{vak}} = 2\varphi^2 H (1 - \varepsilon) / \varepsilon$$

Tashqi silindrik nasadka uchun $\varphi = 0,82$, $\varepsilon = 0,64$.

$$h_{\text{vak}} \approx 0,75H \text{ va } H \leq 1,35h_{\text{vak}}$$

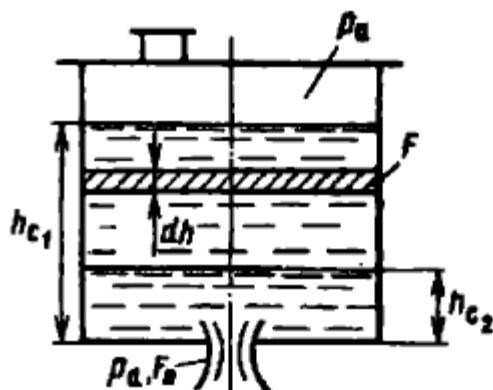
Tajribalar shuni ko'rsatadiki, agar vakuum 8 m.suv.ust.dan ortiq bo'lsa, havo chiqish ko'ndalang kesimidan so'rilib boshlanadi. Bu esa vakuumning «uzilishga» olib keladi. Bunday qo'latlarda nasadka oddiy te ikka o'xshab ishlaydi. Shuning uchun, naporning qiymati quyidagi formuladan aniqlanadigan eng katta qiymatdan oshmasligi kerak:

$$H_{\text{>k}} = h_{\text{vak >k}} \frac{1}{2\varphi^2} \cdot \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \quad (2.65)$$

Bu yyerda $h_{\text{vak.>k}} = 8 \text{ m.suv.ust.}$

$$H_{\text{>k}} = 8 \frac{1}{2 \cdot 0,82^2} \frac{0,64}{1 - 0,64} \approx 10 \text{ m.suv.ust.}$$

O'zgaruvchan naporda suyuqlikning oqib chiqishi.



3-rasm. O'zgaruvchav naporda suyuqliknng oqib chiqishi.

O'zgaruvchan naporga ega bo'lgan suyuqlikning yupqa devorli idish tesh igidan oqib, butunlay chiqib ketishini ko'ramiz (3-rasm). Suyuqlikning oqib chiqishi turg'unmas rejimda ro'y bermoqda. Idish tubida joylashgan teshikning ko'ndalang kesim yuzasi F_0 . Elementar $d\tau$ vaq g birligida suyuqlikning balandligi h_{c1} dan h_{c2} ga o'zgaranda idish tubidagi teshikdan oqib chiqayotgan suyuqlik xajmi quyidagi formuladan topiladi:

$$dV = \mu F_0 \sqrt{2gh} \cdot d\tau$$

Vaqg birligida idishdagi suyuqlik balandligi $dh = dV/F$ ga o'zgaradi. Bu yerda F — idish ko'ndalang kesim yuzasi. Oqimning uzluksizlik tenglamasiga binoan:

$$-dhF = \mu F_0 \sqrt{2gh} d\tau \quad d\tau = -\frac{Fdh}{\mu F_0 \sqrt{2gh}}$$

Suyuqlikning oqib tushish vaqtini topish uchun (2.66) ifodani h_{c1} va h_{c2} oralikda integrallaymiz

$$\tau = -\int_{h_{c1}}^{h_{c2}} \frac{Fdz}{\mu F_0 \sqrt{2gz}} = \frac{F}{\mu F_0 \sqrt{2g}} \int_{h_{c1}}^{h_{c2}} \frac{dh}{\sqrt{h}} = \frac{F}{\mu F_0 \sqrt{2g}} \left[2\sqrt{h} \right]_{h_{c1}}$$

$$\tau = +\frac{2F(\sqrt{h_{c1}} - \sqrt{h_{c2}})}{\mu F_0 \sqrt{2g}}$$

Ushbu tenglama yordamida suyuqlik balandligi ma'lum miqdorga kamayganda, ya'ni h_{c1} dan h_{c2} ga pasayganda, suyuqlikning oqib tushish vaqti topiladi

Agar, $h_{c2}=0$ bo'lsa, idishdagi suyuqlik butunlay, to'liq oqib chiqqan bo'ladi:

$$\tau = \frac{2F\sqrt{h_{c1}}}{\mu F_0\sqrt{2g}} \quad \tau = \frac{2Fh_{c1}}{\mu F_0\sqrt{2gh_{c1}}} = \frac{2V_p}{V}$$

4 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi

1 – rezervuar, 2 – quvur, 3 – almashtirish plastinasi, 4 – klapan, 5 – richag, 6 – lineyka, 7 – polzunka, 8 – bak, 9 – lotok, 10 – perexodnik, 11 -reyka

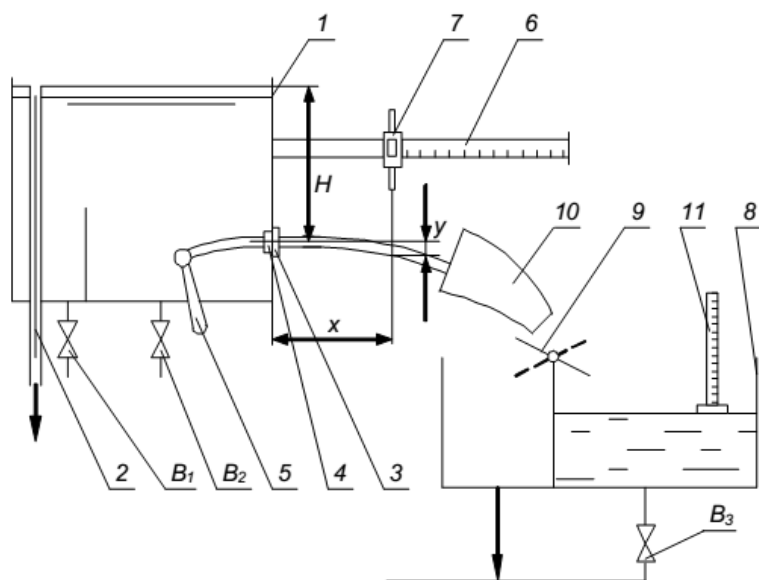
bu yerda V_p — rezervuar hajmi, $V - h_{c1}$ bo'lgandagi suyuqlik sarfi. Demak, napor o'zgaruvchan bo'lganda rezervuarining butunlay, to'liq bo'shash vaqti o'zgarish naporligiga qaraganda 2 marta ko'p bo'ladi.

O'rnatish tavsifi

To'rtburchaklar, vertikal ravishda o'rnatilgan rezervuar 1 (4-rasm) suv ta'minoti tarmog'iga B₁ ventili bo'lgan quvur orqali ulanadi. Ventil B₂ rezervuarni drenaj liniyasiga ulaydi. Idishdagi ortiqcha suv qisman drenaj trubkasi 2 quvur orqali chiqarilishi mumkin.

Gorizontal o'lchash lineykasi 6, polzunka 7 bilan tortib olinadigan zond bilan, koordinata o'qida nuqta x va y koordinatalarini o'lchashga xizmat qiladi.

Bak devorida katta teshik mavjud (tishli rozetka), siz plitalarni 3 turli shaklli qizil teshiklari va silindrsimon ko'krak bilan vidalanishingiz mumkin. Ichki teshik 4



ventil bilan yopiladi, u ish paytida 5-sonli dastak yordamida ochiladi. Teshikning markazida nol o'qi bor shkalasi bo'lgan piezometrik trubka (suv o'lchagich oynasi) N bosimini to'g'ridan-to'g'ri o'qishga imkon beradi (4-rasmda bu naycha ko'rsatilgan emas).

Gorizontal o'lchash o'lchagichi 6, slyideri 7 bilan tortib olinadigan zond bilan, koordinata o'qida nuqta x va y koordinatalarini o'lchashga xizmat qiladi.

8-idish ikkitaga ajratadi: chiqarish va o'lchov idish. Lotokning joylashishiga qarab, chiqarish yoki o'lchash bo'limiga suv 9 kiradi. Idishning o'lchanadigan qismidagi suv miqdorini o'lchash rels 11 yordamida aniqlanadi.

Doimiy bosim ostida eksperiment o'tkazish tartibi.

B₁ va B₂ ventili yopiladi. Lotok shunday o'rnatiladiki, suv rezervuardan oqishi uchun. Klapan yopiq holatda 4 ventili B₁ ochiladi va rezervuar oqish trubasigacha

toldiriladi. Shu bilan birga katta teshikli plastina biriktiriladi. Klapan 4 ochiladi va ventil B₁ orqali rezervuarda belgilangan suv sathiga etib boringuncha suv bilan to'ldiriladi. 8-rezervuarining o'lchangan qismini to'ldirish uchun 9-laganda o'rnatiladi. Sekundomer oldindan o'lchangan darajaga yetganda yoqiladi. Suyuqlikning bosimi H va kordintalari x va y oqim markazidan o'chanadi va yozib olinadi. O'lchov reykaning xolati nazorat qilinadi va sekundomer to'xtatiladi. Lotok 9 daslabki holatga keltiriladi. Suvning xajmiy ko'rsatkichi V (reykaning har bir o'lchami 1 litr suvga to'g'ri keladi) va unung to'ldirilish vaqti t yozib olinadi. Klapan 4 va ventil B₁ yopiladi.

Bu jarayonlar boshqa har xil teshikli nasadkalar, yani silindrik nasadkalar uchun xam bajariladi. Suvning chiqishi va oqimning shakli kuzatiladi, hisobotga yozib boriladi.

O'zgaruvchan bosim ostida eksperiment o'tkazish tartibi

2-3 plastina va nasadkalar o'rnatiladi. Ventil B₂ yopiladi, B₁ ventil ochiladi va bak dastlabki xolati H₁ gacha to'ldiriladi, undan keyin ventil B₁ yopiladi. Klapan 4 ochiladi sekundomerga qarab turiladi. Suv oqimi to'xtaganda sekundomer o'chiriladi, klapan 4 yopiladi va vaqt oralig'i t va oqim tugashi H₂ yozib olinadi.

Tajribalar natijalarini qayta ishlash

Oqim tezligi (1) formula bo'yicha aniqlanadi. w₀ tezligining eksperimental qiymati x va y ning o'lchanadigan qiymatlari asosida (3) formula bo'yicha hisoblanadi. V₀ tugashi bilan suyuqlik oqimi tezligi (2) tenglama bo'yicha hisoblanadi. Teshiklar va nayzalarning kesishgan joylari o'rnatish ustidagi jadvalda ko'rsatilgan o'lchamlarga qarab aniqlanishi kerak V₀ oqim tezligining eksperimental qiymati volumetrik usul bilan aniqlanadi: $V_0 = V/t_0$, bu yerda V - suvning hajmi.

O'zgaruvchan bosimda suvning chiqishi vaqti (4) formulasi bilan aniqlanadi. O'lchov va hisob-kitoblarning natijalari jadvalga kiritiladi. Doimiy bosim uchun 1 = N = 40 sm., Jadvalda. 2 - o'zgaruvchan bosim uchun.

1-jadval

№	Qurilma turi	V, dm ³	t, s	x, sm	y, sm	V*10 ³ , m ³ /c	V*10 ³ , m ³ /c	w, m/c	w ₀ m/c

2-jadval

№	Qurilma turi	H ₁ , sm	H ₂ , sm	t, s	t ₀ , s

Laboratoriya ishi №5

Mavzu: Mavhum qaynash qatlamning gidrodinamikasi.

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

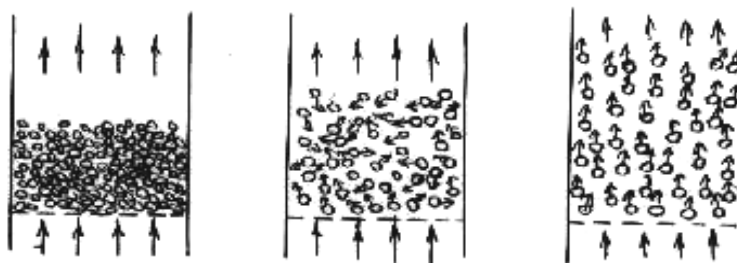
Kerakli asbob va materiallari: 5-rasmda ko'rsatilgan tajriba qurilmasi

Ishning nazariy asoslari: Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining ko'pchilik texnologik jarayonlarida mavhum qaynash usuli keng qo'llanilmoqda. Issiqlik almashinish, quritish, adsorbtsiya, aralashtirish, o'zatishtirish, katalitik, kuydirish kabi jarayonlarda 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. Hamma 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 karakteristiklari (solishtirma yuza, qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shliq va xokazo) tezlik oshishi bilan o'zgarmaydi (1a-rasm). 1a-rasm.



1a – rasm

1b-rasm

1v-rasm

Lekin, havo oqimining tezligini asta-sekin oshirib borsak, tezlik ma'lum bir kritik qiymatga ega bo'lganda qatlam kengayadi, uning balandligi (N) va qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shliq (ε) 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. Xavo 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).

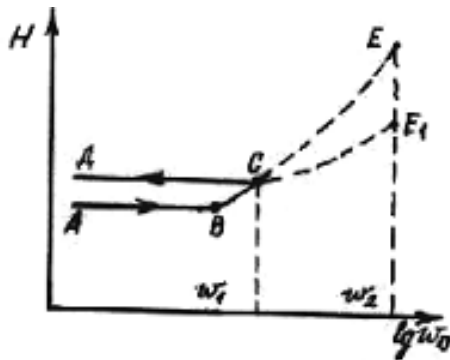
Qatlamning o'zgarmas holatdan mavhum qaynash holatga o'tishiga to'g'ri keladigan havo yoki suyuqlikning tezligi mavhum qaynashning boshlanish tezligi yoki birinchi kritik tezlik deb ataladi.

Agar, oqim tezligini yana oshiraversak, qatlamdagi zarrachalarning orasida

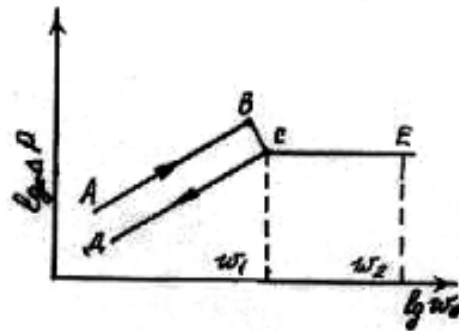
bo`shliq $\varepsilon = \frac{V_k - V_0}{V_k}$ ortadi va uning balandligi N yangi kritik tezlikgacha ortaveradi.

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_2) va ikkinchi (w_2) kritik tezliklar o`rtasida yuz beradi.

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



2-rasm.



3-rasm.

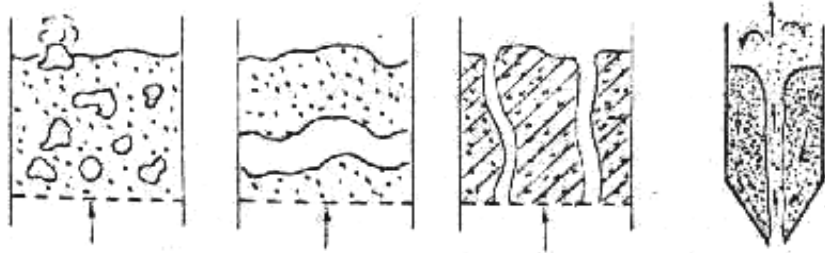
Donador rmateriallar gidravlik qarshiligi ning tezlik bilan o`zaro bog`liqligi.

2-rasmda qatlam balandligining oqim tezligiga bog`liqligi tasvirlangan. Fiktiv tezligi deb oqim tezligini qurilmaning ko`ndalang kesim yuzasining nisbatiga aytiladi.

Fiktiv tezlik w_0 qandaydir w_0 tezlikkacha oshguncha, qatlamning balandligi o`zgarmaydi (AV kesma). AV chiziq o`zgarmas qatlam orqali o`tayotgan gazharakatinitasvirlaydi. Bu oraliqda tezligi oshishi bilan qatlamning gidravlik qarshiligi R ortib boradi. VS chiziq mavhum qaynash jarayonining boshlanishini harakterlaydi.

Ammo, mavhum qaynash boshlanishidan avvalgi gidravlik qarshilik S nuqtadagidan ko`prok bo`ladi (V nuqta). Bunga sabab, o`zgarmas qatlamdagi (AV chiziq) zarrachalar orasidagi tortishish kuchlarining borligidir. Oqimning tezligi w_0 kattaligiga etganda, zarrachalar tortishish kuchini engadi va bosimlarfarqi qattiq zarrachalar og`irligiga teng bo`ladi. Snuqta o`zgarmas qatlamning mavhum qaynash holatiga o`tishini ko`rsatadi, shu nuqtaga to`g`ri kelgan tezlik w_1 birinchi kritik tezlini harakterlaydi. 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`irligini 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. E nuqtaga to`g`ri kelgan tezlik w_2 ikkinchi kritik tezlikni harakterlaydi.



4a-rasm

4b-rasm

4v-rasm

4g-rasm

Tezligini w_2 ikkinchi kritik tezlik w_2 dan oshirsak, qatlam muvozanati bo'ziladi va zarrachalar qurilmadan oqim bilan birgachiqibketa 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 bo'lmaydi. Bu hodisa gisterezis deb nomlanadi.

Mavhum qaynash jarayoni mavhum qaynash soni bilan harakterlanadi:

$$K_w = \frac{w_w}{w_1}$$

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 uki bo'ylab qattiq zarrachalar bilan birgalikda harakat va fontan kabi ularni yuqoriga otadi. So'ngra qattiq zarrachalar qurilma devori yonidan pastga qarab harakat qiladi.

4-rasm. Mavhum qaynash turlari:

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

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

$$\Delta P = \frac{G_k}{S}$$

qattiq zarrachalar og'irligi esa,

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

bu yerda H - qatlamning balandligi, m; ε - qatlamdagi bush hajm; $\rho_{k.z.}, \rho_m$ - qattiq zarracha va muhitning zichliklar kg/m^3 .

Fiktiv tezlik w oshib borishi bilan qatlamning balandligi N va bo'sh hajmi ε 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:

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

N_0 - o'zgarmas qatlam balandligi, m;

Mavhum qaynash qatlamining bo'sh hajmi ushbu tenglamadan topiladi:

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

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:

$$Re_{kp1} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}$$

bu yerda

$$Re_{kp1} = \frac{w_1 \cdot d\rho}{m} = \frac{w_1 \cdot d}{\nu}$$

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

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

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

bu yerda

$$Re_{kp2} = \frac{w_2 \cdot d\rho}{\mu} = \frac{w_2 \cdot d}{\nu}$$

$$w = \frac{Re_{kp2} \cdot \mu}{d\rho}$$

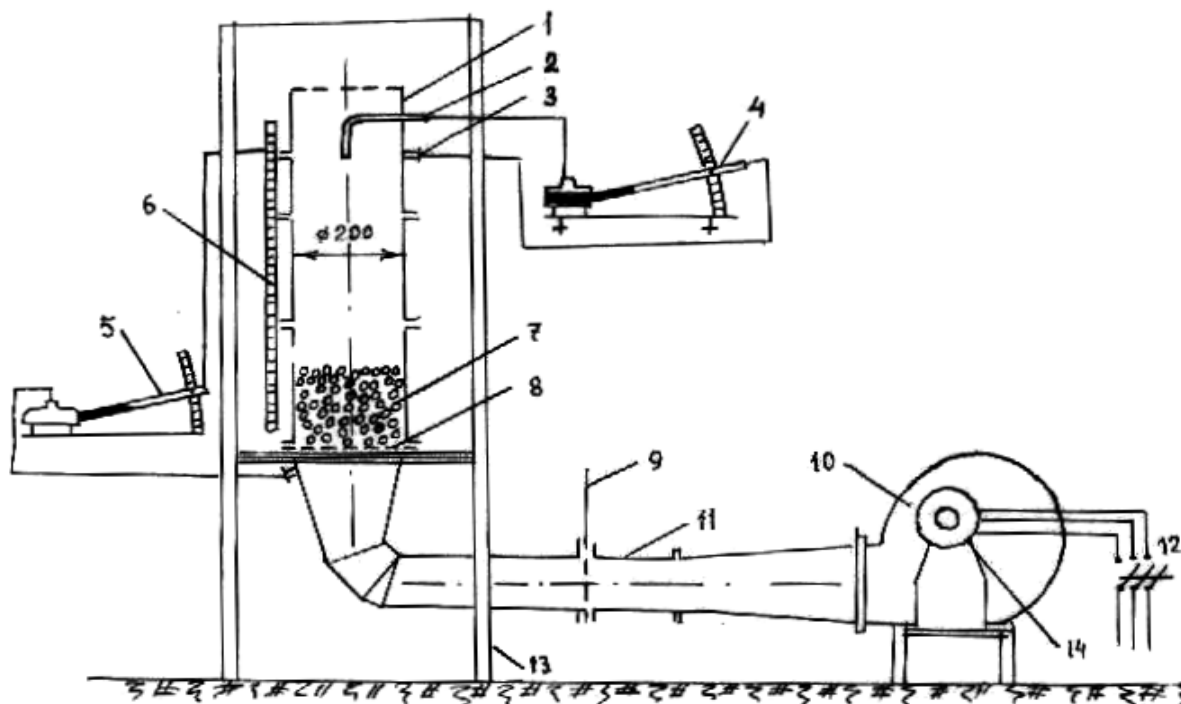
bu yerda Ar - Arximed kriteriysi; ν - kinematik qovushoqlik, m^2/s ;

d - qattiq zarracha diametri, m.

Ishni o'tkazishdan maqsad - mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi ni, 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 10×10×10 mm bo`lgan penoplastdan tayyorlangan kubsimon zarrachalar joylashtiriladi: Tur parda ostiga, gaz trubalar (11) orqali ventilator yordamida rostlanadi. Xavoning sarfi shiber (9) yordamida rostlanadi. Mavhum qaynash qatlamining balandligi o`lchov chizig`i (4) bilan o`lchanadi. Hidravlik qarshilik miqdori mikromanometr (5) bilan aniqlanadi.



Xavoning 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 ventilator (10) yordamida havo berib boshlanadi. Xavoni sarfini ozginadan oshirib borib qatlamning mavhum qaynash boshlanishi aniqlanadi. Sungra havoning sarfi asta-sekin ko`paytiriladi. Mavxum kaynash boshlanadi. Tajribalar paytida qatlamning gidravlik qarshiligi va balandligi N o`lchanib boriladi. Materiallarni intensiv qaynash holatiga olib borilib, ΔR va R ning qiymatlari yozib olinadi. Keyin ventilator 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:

$$G_k = F \cdot H \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (\rho_{k.3.} - \rho_M) \cdot g$$

$$\Delta P_x = x \cdot K_1 \rho_{cn} g$$

bu yerda D - qurilma diametri, $D=200$ mm; α -tuzatish koeffitsienti,

$\alpha=0,5$; g -erkin tushish tezligi, $g=9,81 \text{ m/s}^2$; ρ - spirtning zichligi, kg/m^3 ; x_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. ρ_x -havoning zichligi, kg/m^3 .

2. Xavoning fiktiv tezligi aniqlanadi;

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

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

4. $\Delta P_x = f(w_0)$ grafikdan (vizual ko'zatishtlarning natijalarini hisobga olib) birincha w va ikkinchi w kritik tezliklar aniqlanadi.

5. Kritik tezliklarning (w_1, w_2) (10.8), (10.11) nazariy formulalar yordamida son qiymatlari topiladi.

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

Xisobot jadvali.

Xavoning hajmiy sarfi, V , m^3/s	Xavoning fiktiv tezligi w_0 , m/s	Qatlamning gidravlik qarshiligi, ΔP , $\text{Pa}\cdot\text{s}$	Qatlamning balandligi H , m .

Tekshirish uchun savollar

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

Laboratoriya ishi №6

Mavzu: Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikasi

Ishdan maqsad: Markazdan qochma nasoslarni xarakteristikasini o`rganish.

Kerakli asbob va materiallari. ventillar; vakuummetr; nasos; suyuqlik satxini o`lchovchi naycha; suyuqlik rezervuari; qayttariq klapan; so`rish trubasi; o`zatish trubasi; manometr; rostlovchi ventillar; suyuqlik baklari; ventil.

Ishning nazariy asoslari. Suyuqliklarni gorizont va vertikal trubalar orqali uzatish uchun mo`ljallangan gidravlik mashinalar nasoslar deyiladi. Trubalarning boshlang`ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi, trubalardan suyuqlikning oqishi uchun harakatlantiruvchi kuch xisoblanadi. Suyuqlik oqimining trubalardagi xarakatlantiruvchi kuchi nasoslar yordamida hosil qilinadi. Nasos elektr dvigateldan olgan mexanik energiya suyuqlikning harakatlanayotgan oqim energiyasiga aylantiradi va bosimini oshiradi.

Nasoslar ishlash printsipligiga qarab quyidagi turlarga bo`linadi: parrakli yoki markazdan qochma, xajmiy, 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. Har qanday nasosning asosiy parametrlari, uning ish unumdorligi Q (m^3/s), napor N (m) va quvvati N (kVt) xisoblanadi. Nasosning massa birligiga ega bo`lgan suyuqlikka bergan solishtirma energiyasi napor N deb yuritiladi. Nasosning napori oqimning unga kirish va chikishdagi 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 o`zatilayotgan suyuqlikning zichligiga va solishtirma og`irligiga bog`liq bo`lmaydi.

Nasosning hosil qilgan umumiy napori quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + H_r + h_{ii} \quad (1)$$

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

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

$$H = \frac{P_x - P_c}{\rho \cdot g} \quad \text{yoki} \quad H = \frac{P_{\text{moh}} - P_{\text{bak}}}{\rho \cdot g} + h \quad (3)$$

bu yerda R va R_I - o`zatilayotgan va surib olinayotgan suyuqlik yuzasidagi bosimlar, N/m^2 ; N_g - suyuqlikning geometrik ko`tarilish balandligi, m; H_y - surish va haydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklarni engish uchun sarflangan napor miqdori, m; R_c - suyuqlikning surish trubasidagi nasosga kirishidagi bosimi, N/m^2 ; R_x - suyuqlikning o`zatish yoki xaydash trubasidagi nasosdan chiqishdagi bosim, N/m^2 ; h - suyuqlik bosimini ko`rsatuvchi manometr va vakuummetrga ulangan nuqtalar orasidagi vertikal masofa, m; w_x - xaydash trubasidagi suyuqlikning tezligi, m/s; w_c - surish trubasidagi suyuqlikning tezligi.

Shunday qilib nasosning umumiy napori manometr va vakuummetrlar

ko'rsatkichlarining yig'indisi bilan bu asboblarning 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:

$$N_\phi = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (4)$$

nasos o'qidagi quvvat

$$N_y = \frac{N_\phi}{\eta_n} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_n} \quad (5)$$

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat:

$$N_{\text{dov}} = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta_n} \quad (6)$$

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

$$N_y = \beta \cdot N_{\text{dov}} \quad (7)$$

bu yerda β - quvvatning zaxira koeffitsienti bo'lib, qiymati dvigatelning nominal quvvatiga nisbatan topiladi; η_n - nasosning to'la foydali ish koeffitsienti.

$$\eta_n = \eta_v \cdot \eta_r \cdot \eta_{\text{mex}} \quad (8)$$

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

Surish balandligi. Suyuqlik surib 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 surish trubasida N balandlikka ko'tarish uchun, qolgan qismi esa suyuqlikni w tezlik bilan harakatlanishiga yoki tezlik naporini hosil qilish uchun va surilayotgan suyuqlik yo'lida uchraydigan barcha qarshiliklarni engishga sarflanadi.

Nasosning surish balandligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H_c = \frac{P_1}{\rho \cdot g} - \left(\frac{P_c}{\rho \cdot g} + \frac{w_c^2 - w_1^2}{2g} + h_c \right) \quad (9)$$

Surib olinayotgan idishdagi suyuqlikning xarakat tezligi w nolga yaqinligini hisobga olsak, u holda surish balandligi:

$$H_c = \frac{P_1}{\rho \cdot g} - \left(\frac{P_c}{\rho \cdot g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_c \right) \quad (10)$$

Shunday qilib, nasosning surish balandligi surib 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 surish balandligini hisoblashda gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari,

kavitatsiya hodisasi ta'sirini ham inobatga olinishi lozim.

Nasos g'ildiragining tez aylanishida va issiq suyuqliklar markazdan qochma nasoslar yordamida o'zatilganda 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 bo'ziladi. Shuning uchun temperaturasi yuqori bo'lgan suyuqliklar o'zatilayotganda, u qo'shimcha kavitatsion koeffitsienti h_k bilan hisobga olinadi.

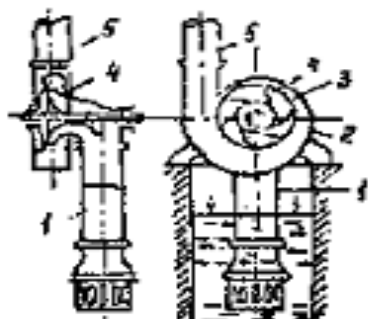
$$h_k = 0,019 \cdot \frac{(Q \cdot n^2)^{2/3}}{H} \quad (11)$$

bu yerda Q - nasosning unumdorligi, m^3/s ; n - nasos valining aylanish tezligi, s^{-1} ; H - nasosning napori, m.

Markazdan qochma nasoslar (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 o'zatiladi. 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'zgalmas kamerani to'ldiradi va xaydash trubasi orqali yuqoriga ko'tariladi.

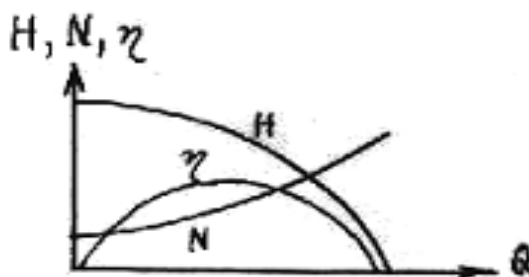
Bu vaqtda Bernulli tenglamasiga muvofiq suyuqlik oqimi kinetik energiyasining miqdori statik naporga aylanishi suyuqlik bosimini oshirishga muvaffaq bo'ladi. Ishchi g'ildiragiga suyuqlik kirayotgan qismida, vakuum vujudga keladi va suyuqlik surish trubasi yordamida to'xtovsiz yig'gich rezervuardan suriladi.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

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



1-rasm. Markazdan qochma nasos.

1-surishtrubasi; 2-ishchi g'ildiragi; 3-qobiq; 4-parraklar; 3-xaydash trubasi.



2-rasm. Markazdan qochma nasosning xarakteristikasi.

Nasosning ish unumdorligi, nabori, iste'mol quvvati va ishchi g'ildirakning aylanish chastotasining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni aylanish chastotasi n_1 dan n_2 ga o'zgarganda:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3; \quad (12)$$

Ishchi g'ildirakning aylanish chastotasi n o'zgarmas bo'lganda, nasos ish unumdorligi Q , nabori N , quvvati N va foydali ish koeffitsienti η_n bilan o'zarografik usuldagi bog'liqligi nasoslarning harakteristikasi deb yuritiladi (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 harakteristikasi quriladi.

Ishni bajarish tartibi

Markazdan qochma nasos o'zgaruvchan elektr toki bilan ishlaydigan elektrdvigatel bilan bir valga o'rnatilib, aylanishlar soni o'lchanib turiladi. Rezervuardagi surish trubasiga o'rnatilgan qaytarma klapan nasosni suyuqlik bilan to'ldirganda suyuqlikni surish trubasidan to'qilib ketmasligini ta'minlaydi.

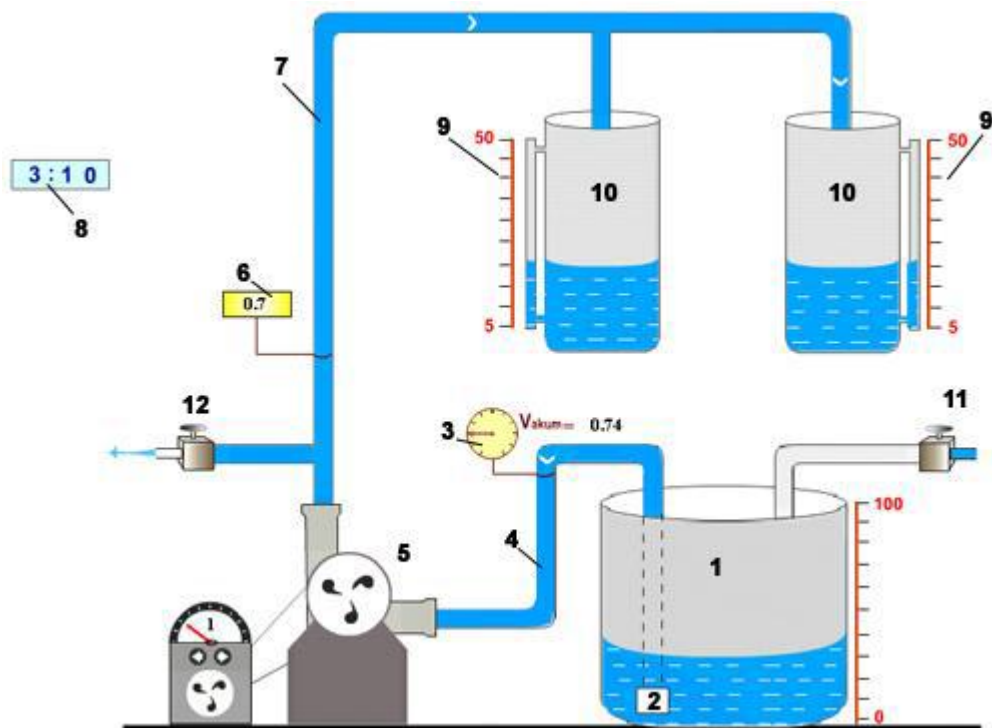
O'zatis trubasiga manometr va suyuqlik miqdorinirostlovchi ventil o'rnatilgan. O'zatis trubasi orqali suyuqlik idishlarga o'zatiladi. Har bir idishda suyuqlik sathini o'lchovchi shisha naychalar o'rnatilgan. Idishlardagi suyuqlik jumraklar orqali suyuqlik suriladigan idishga beriladi. Ish unumdorligi 12 ventilni ochilishi bilan o'zgartiriladi. Nasos qurilmasini sinashga $Q - H$, $Q - N$, $Q - \eta$ orasidagi bog'lanishlarni aniqlashga kerak bo'ladigan kattaliklar o'zatilayotgan suyuqlikning miqdori, surish trubasidagi vakuum, o'zatis trubasidagi bosim, dvigatel iste'mol qilayotgan kuchlanish aniqlanadi. Nasos qurilmasi ishlashi paytidabu kattaliklar, ya'ni o'zatilayotgan suyuqlikning miqdori Q shisha naychasining ko'rsatkichlari bo'yicha, vaqt esa sekundomer bilan o'lchanib, xisoblash jadvaliga yoziladi. O'zatilayotgan suyuqlikning naporimetr suvustunida aniqlanadi:

$$H = P_m + P_{\text{gAK}} + \frac{w_x^2 + w_c^2}{2 \cdot g} + h \quad (13)$$

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

Surish va o'zatis trubalarining diametri bir xil bo'lganligi uchunsuyuqlik bu trubalarda bir xil tezlikda xarakat qiladi, ya'ni $w_s = w_x$ Bu holda

$$H = P_m + P_{\text{gAK}} + h \quad (14)$$



3-rasm. Laboratoriya nasos qurilmasining sxemasi.

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

Tajriba natijalarini xisoblash

Nasosning ish unumdorligi (m^3/c)

$$Q = \frac{Q_1}{1000 \cdot \tau} \quad (15)$$

bu yerda Q_1 - suvning shisha naychasi bo'yicha o`lchangan miqdori, l; τ - vaqt birligi, s.

Nasosning iste'mol qiladigan quvvati, (kVt)

$$N = U \cdot I / 1000 \quad (16)$$

bu yerda U – tok kuchlanishi, V; I - tok kuchi, A.

Nasosning foydali ish koeffitsienti ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot N} \quad (17)$$

bu yerda Q - nasosning ish unumdorligi, m^3/s ; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; g – erkin tushish tezligi, m^2/s ; H - nasos umumiy napori, uzatilayotgan suyuqlikning metr ustunida. $Q - H$, $Q - N$, $Q - \eta$ funktsiya bog`liqlik grafiklari millimetrli qog`ozda chiziladi.

Bir xil vaqt birligida o`zatilayotgan suyuqlikning miqdori 3 marta o`lchanadi. 3 marta o`lchangan suyuqlikning o`rtacha miqdori xisoblash jadvaliga yoziladi.

Xisoblash jadvali

Aylanishlar soni, n , ayl/min	Vaqt birligi, τ , s	Suvning miqdori Q , dm^3	Manometr ko`rsatgan bosim, P_m		Vakuum ko`rsatgan siyraklanish		Umumiy napor, N , m	quvvat N , kVt	Foydalanish koef. η , %
			kg/sm^2 yoki mm.si m. ustun	Mm.suv v ustunida, N_m	$\text{kg}\cdot\text{k}/\text{sm}^2$ R_v	m. suv ustuni N_s			

Nazorat savollari

1. Nasoslar. Nasoslarning turlari.
2. Nasosning asosiy parametrlari: ish unumdorlik, iste'mol qiladigan quvvat, foydali ish koeffitsienti va surish balandligi.
3. Kavitatsiya xodisasi.
4. Markazdan qochma nasosning tuzilishi va ishlash printsiipi.
5. Proportsionallik qonuni.
6. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalarini.

Laboratoriyaishi №7

Mavzu: Sentrifugalash jarayonini o`rganish.

Ishdan maqsad: 1. Laboratoriya tsentrifugasining ishlash printspini va konstruktsiyasini o`rganish. 2. Sentrifuganing unumdorligini aniqlash

Kerakli asbob va materiallari: tsentrifuga qurilmasi, suspenziya

Ishning nazariy asoslari: Sentrifugalash – 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 tsentrifugalarga deb ataladi.

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

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

$$Fr = \frac{w^2 \cdot v_{pom}}{g} \quad (1)$$

Bu yerda w^2 – aylanish tezligi, m/s

v – rotor radiusi, m

Ajratish faktori qiymatiga qarab tsentrifugalarga a) normal $i < 3500$ va b) o'rta tez tsentrifugalarga $i > 3500$ 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.

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

Bu yerda d – dispers faza zarrachasining diametri, m

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

D , l – tsentrifuga barabanining diametri va uzunligi

μ – muxit qovushqoqligi, Pb, s

w_2 – cho'kish tezligi

F – cho'ktirish fazasi, m^2

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

Qurilma tavsifi

Laboratoriya uskunasini **OP_n – 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 1.0-2.0 gr suvga miqdorda bor $CaCO_3$ 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.

"Set" belgili tugmachani bosish bilan tsentrifuga tokka ulanadi.

"5 min" vaqt o'tgach tsentrifuganing relisi tokni ajratadi..... va ... dvigatel tokdan o'ziladi. 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.

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

Sentrifuganing 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 (1) yordamida hisoblanadi.

Tajriba natijalari 1 jadvalga yoziladi.

1jadval

Nomi	Baraban aylanish vaqti (s)	Suspenziya hajmi $V_s (m^3), 10^3$	Unumdo r-lik m^3/s	Baraban aylanish tezligi	Baraban radiusi $V_{bar.m}$	Ajratish faktori	Fugat hajmi V_f
1	120	0,0101					
2	300	0,0101					

Tekshirish uchun savollar

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

Laboratoriya ishi №8

Mavzu: Filtrlash doimiysini aniqlash.

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

Kerakli asbob va materiallari: filtr qurilmasi, voronka, nutchfiltrning, filtrlash tusig'i;

Vakuum nasos, oraliq idish, simobli manometr, vakuum miqdorini rostlovchi kran;

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 turlar, 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 (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.

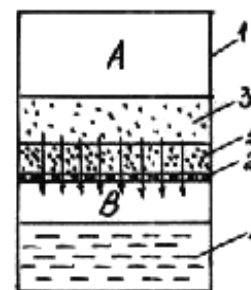
Filtrlash jarayonida gidrodinamikaning aralashgan ikki sharti bajariladi, ya'ni avval filtr to'qimalarida qattiq zarrachalarni cho'kma hosil bo'lishida gidrodinamikaning tashqi vazifasi, suyuqlikning hosil bo'lgan cho'kma holidagi qattiq zarrachalarning qatlami, hamda cho'kma orasidagi kapillyarlaridan 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'skinlik qiluvchi hosil bo'lgan cho'kmaning, hamda filtr to'siqlarining qarshiliklarini engib o'tadi.

Filtrlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi A va B bo'laklarni hajmlardagi bosimlarning farqi ΔR teng bo'ladi ya'ni

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

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'kimalari ning yuza qismida



1. rasm. Filtr qurilmasi.

1 - filtr; 2 - filtr to'siqlar;

3 - suspenziya; 4 - filtrat.

5 - cho'kma

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 ΔR_4 ko`payib, vaqt o`tishi davomida A va V bo`lak hajmlari orasidagi bosimlar farqi ΔR cho`kma hajmining gidravlik qarshiligiga ΔR teng bo`lib qoladi.

$$\Delta P = \Delta P_2$$

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

Shunday qilib filtrlash jarayonining asosiy harakteristikasi quyidagilardan iborat:

1. Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

2. Suspenziyaning filtrlash tezligi

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

bu yerda V - olingan filtratning hajmiy miqdori, m^3

τ -jarayonning davomiyligi, S - filtr to`qimalarining ko`ndalang kesimi, m^2

3. Jarayonning gidravlik qarshiligi ΔR_{10} . Filtrlash tezligi $\frac{dV}{S \cdot d\tau}$ jarayonning harakatlantiruvchi kuchiga ΔR_4 to`g`ri va gidravlik qarshiligiga ΔR_4 teskari proporsionaldir.

$$\frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P}{\Delta P_2}$$

yoki

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

bu yerda R_4 - cho`kma qatlamining qarshiligi cho`kmaning hajm miqdori va cho`kmaning hajm jihatdan olingan solishtirma qarshiligi r_0 bilan aniqlanadi; μ suspenziyaning qovushoqligi; $R_{f.t.}$ - filtr to`qimalarining qarshiligi. Filtrda hosil bo`lgan cho`kmaning miqdori filtrat hajmi va uinng tarkibidagi qattiq moddalarning konsentratsiya miqdori x_0 bilan aniqlanadi. Bu vaqtda cho`kmaning hajmi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$x_0 \cdot V = h_r \cdot S$$

bu yerda h_4 - cho`kma qatlamining balandligi, m; S - filtr qurilmasining ko`ndalang kesimi, m^2 ;

Cho`kma qatlamining qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_r = r_0 \cdot h_r = r_0 \cdot x_0 \cdot \frac{V}{S}$$

tenglikdagi R_r ning qiymatini tenglamaga qo`yib quyidagi ifodaga erishamiz:

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

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:

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

yoki

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

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

$$\int_0^V V dV = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0} \tau$$

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

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

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.

tenglamadagi bosimlar farqi ΔP suspenziyaning qovushoqligi, cho`kmaning solishtirma qarshiligi μ , cho`kma va filtrat hajmlarining nisbati faqat tajriba orqali aniqlanadi. Shu sababli, bularning o`zaro bog`liqligi filtrlash doimiyligi K orqali ifodalanadi:

$$K = \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0}$$

Filtrlash doimiyligi bosimlar farqi, cho`kmaning fizik tarkibi va suspenziyaning qovushoqligini hisobga oladi.

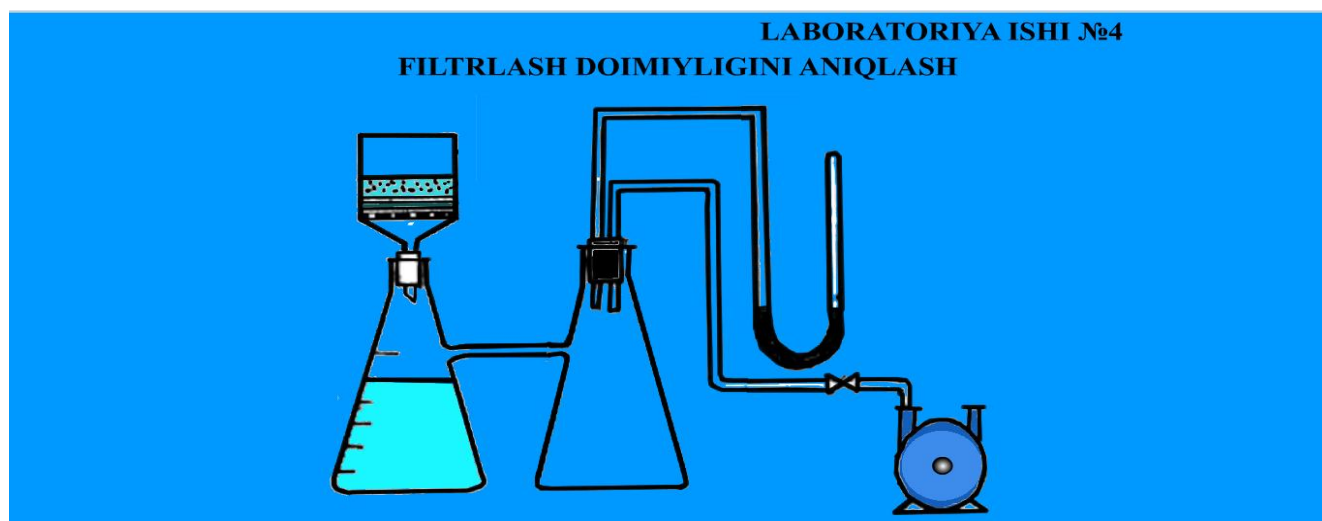
Xuddi shuningdek filtr to`siqlarining gidravlik qarshiligini, ham filtrlash doimiyligi S bilan belgilash mumkin:

$$C = \frac{R_{\phi.m.}}{r_0 \cdot x_0}$$

Filtr to`siq va filtrlash doimiylarining qiymatlarini tenglamaga quysak, quyidagi ko`rinishga keladi:

$$V^2 + 2 \cdot V \cdot c = K \cdot \tau$$

Ushbu ishni o`tkazishdan maqsad, filtrda cho`kmaning hosil bo`lishida filrlash doimiyligini aniqlash. 2-rasmda filrlash doimiyligini aniqlash uchun laboratoriya qurilmasi tasvirlangan.



2-rasm. Laboratoriya qurilmasi.

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

Ishni bajarish tartibi

1. Berilgan konsentratsiya bo'yicha suspenziya tayyorlanadi.
2. Laborant ishtirokida laboratoriya tajriba qurilmasining holati tekshiriladi.
3. Filtrlash uchun suspenziya nutch-filtrga quyiladi.

Laborant ishtirokida vakuum-nasos ishga tushirilib, yig'gichda vakuum hosil qilinadi. Vakuum-birorqurilmaning atmosfera bosimidan past bosimda ishlashni ko'rsatadi. Vakuumning miqdori U-simonmanometrbilan aniqlanadi. Yig'gichdagito'laabsolyut bosim atmosfera va vakuum bosimlar orasidagi farqqa teng bo'ladi.

4. O'zgarmasbirxil vaqt birligida filtrlangan filtratning hajmi aniqlanadi.
5. Filtrning yuzasi aniqlanadi.
6. Ko'zatish tajriba birliklari jadvaldan yoziladi va hisoblanadi.
7. Tajriba asosida $\Delta\tau/\Delta q - q$ orasidagi bog'lanish grafigi chiziladi.
8. Filtrlash doimiyliги K hisoblanadi.

Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash

Filtrlash davomida cho'kmaning hosil bo'lishida filtrlash doimiyliги aniqlanadi. Ushbu filtrda filtrlash doimiyliги o'zgarmas kattalik bo'lib, filtrlash rejimini, cho'kmaning, hamda eritmaning fizik-kimyoviy xususiyatlarini 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 unumdorliги τ vaqt ichida oqib o'tgan filtratning hajm miqdori, m^3 ; τ - filtrlash vaqti, s; ΔR - filtrlashdagi bosimlarning farqi, N/m^2 ; S - filtrning umumiy yuzasi, m^2 ; μ - suyuqlikning qovushoqligi, $N \cdot s/m^2$; $x_0 = V_2/V$ cho'kma hajmining V_4 filtrat hajmiga V ga nisbati; r_0 - cho'kmaning solishtirma qarshiligi.

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

$$dV/d\tau = \Delta P/\mu \cdot r_0 \cdot x_0$$

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

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

tenglamani K bilan ifodalasak, u holda tenglama quyidagicha ifodalanadi:

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

integrallab quyidagi ifodani olinadi:

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

ifodada K - filtrlash doimiyliги. Filtrlash tezligini shu moment vaqt ichida aniqlash uchun tenglamani differentsiallab, haqiqiy filtrlash tezligini topamiz, ya'ni

$$2 \cdot V \cdot dV = K' \cdot d\tau$$

hosil bo'lgan ifodadan filtrlash doimiyligini aniqlash uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{K}{2 \cdot V}$$

Hisoblashni qulaylashtirish uchun ifodani quyidagicha tasvirlash mumkin:

$$\frac{\Delta\tau}{\Delta q} = \frac{2}{K} \cdot q$$

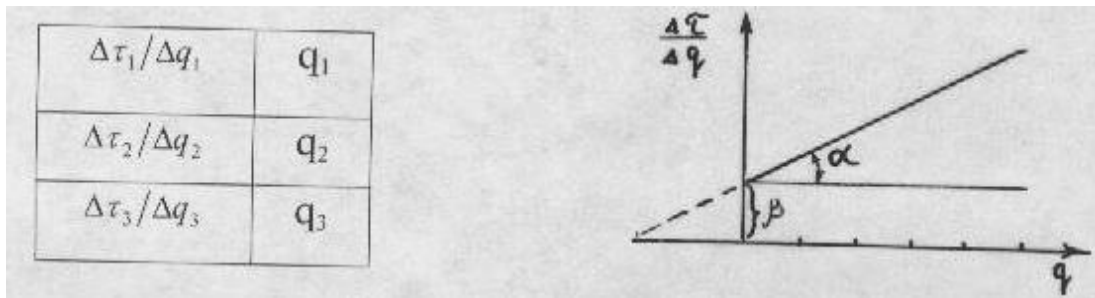
ifodada $q = V/S$ - filtrning solishtirma unimdorligi, m^3/m^2 ; $\Delta\tau/\Delta q$ - filtrlash tezligining teskari qiymatiga to'g'ri kelgan miqdor: tenglamani koordinat uklarida $\Delta\tau/\Delta q - q$ bog'lanish orqali ifodalanganda, grafikda to'g'ri chiziq hosil bo'lib, uning og'ma tengens burchagining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

Xisoblash jadvali

Filtratning umumiy hajm miqdori, V, m^3	O'lchov vaqtlar orasidagi farq τ, s	Filtra hajm miqdori ning vaqt bir ligida ortishi $\Delta V, m^3$	Filtrat hajm miqdorining filtrat yuzasiga nisbati $\Delta q = \frac{\Delta V}{S}$ $m^3/m^2 = m$	$\Delta\tau/\Delta q$ ning nisbati s/m	Filtr yuzasi S, m^2	Umumiy filtrat hajm miqdori V, m^3
Olingan kattaliklarning SI sistemada ifodalanishi						
m^3	s	m^3	m	s/m	M^2	m^3

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

$\Delta\tau_1/\Delta q_1$	q_1
$\Delta\tau_2/\Delta q_2$	q_2
$\Delta\tau_3/\Delta q_3$	q_3



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 qarshiligi ning 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 printsipi, solishtirish karakteristikalari.
5. Suspenziyalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish.
6. Gaz aralashmalarini filtrlar vositasida tozalash.

Laboratoriya ishi №9

Mavzu: Truba ichida truba tipidagi isitkichdagi issiqlik berish va issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlash.

Ishdan maqsad: Truba ichida truba tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik o'tkazish va 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 jismga 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 (ki konduktsiya);
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 o'zatilayotgan issiqlik miqdori Fure qonuniga binoan topiladi:

$$dQ = -\lambda \cdot \frac{dt}{dn} \cdot dF \cdot d\tau \quad (1)$$

Gaz yoki suyuqliklarda makroskopik hajmlarning harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarqalishi konvektsiya deb ataladi. Konvektsiya ikki xil bo'ladi. 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 o'zatishtirish, mexanik aralashtirgichlar 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:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_o - t_e) \quad (2)$$

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

proportsionaldir.

Hozirgi paytda konvektiv issiqlik almashinish jarayonlarini tezlatishni bir necha xil usullari o'rganilgan va yangi qurilmalarda (isitgichlarda) qullanishga 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 omalga oshiriladi.

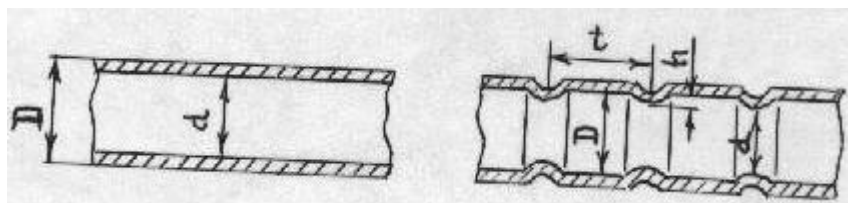
Bug'larni kondensatsiyalash jarayonida esa, kondensat yupka qatlamni turbulizator yoki qirralar yordamida bo'zish, maxsus qurilma orqali tomchi-simon kondensatsiya hosil qilish, oqimga yoki issiqlik almashinish yuzasiga aylanma harakat berish usullari yordamida issiqlik jarayonini tezlatish mumkin.

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

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

Xozirgi 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'adir-budurliklar hosil qilishdir (1b - rasm).



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

Issiqlik berish koeffitsienti α devorning 1 m^2 yuzasidan suyuqlikka 1s vaqt ichida, devor va suyuqliklar farqi $1^{\circ\text{C}}$ bo'lganda, berilgan issiqlik miqdorini bildiradi va u quyidagi o'lchov birligiga ega

$$[\alpha] = \frac{Q}{F \cdot \tau \cdot (t_o - t_e)} = \frac{K}{\text{m}^2 \cdot \text{c} \cdot K} = \frac{Bm}{\text{m}^2 \cdot K} \quad (3)$$

Proportsionallik koeffitsienti α devor yuzasidan atrof muhitga yoki aksincha atrof muhitdan devorga issiqlik o'tishi intensivligini harakterlaydi. Issiqlik berish koeffitsienti ko'pxilik faktorlarga: oqimning tezligiga w va zichligiga ρ , uning qovushoqligi μ , muhit issiqlik va fizik hossalari, issiqlik sig'imi c , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ , suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsienti β ,

devorning shakli, o`lchami va uning g`adir-budurlikiga ε bog`lik, ya`ni:

$$\alpha = f(w, \mu, \rho, c, \lambda, \beta, \alpha, l, \varepsilon) \quad (4)$$

Issiqlik berish koeffitsienti α ko`pxilik faktorlarning funktsiyasi bo`lganligi uchun, bu koeffitsientni Nusseltning kriterial tenglamasidan topish mumkin:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda} \quad (5)$$

Nu - Nusselt kriteriysi devor va oqim chegarasida issiqlikning utish tezligini harakterlaydi; l – aniqlovchi geometrik o`lcham (trubalar uchun uning diametri), m ; λ - muhitning issiqlik o`tkazuvchanlik koeffitsienti, $W/(mK)$.

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

$$Nu = f(Re, Gr, Pr, Fo, Pe...) \quad (6)$$

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

$$Nu = f\left(Re, Pr, \Psi, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}\right) \quad (7)$$

bu yerda $\Psi = T_d/T_s$ - 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 qusxilib qolsa, issiqlik almashinish tezligikeskin 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:

$$Nu = f\left(Re, Re_{na}, \varepsilon, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}, P\right) \quad (8)$$

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 ; Re_{pl} - kondensat yupqa qatlami oqimining Reynolds soni. Pe - Pekle kriteriysi, jarayonning gidrodinamik sharoiti va muhitning hossalari belgilaydi.

$$Pe = \frac{w \cdot l}{\alpha}; \quad \alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad (9)$$

bu yerda a - temperatura o`tkazuvchanlik koeffitsienti, m^2/s ; Pr - Prandtl kriteriysi suyuqlikning qovushoqlik va temperatura o`tkazuvchanlik hossalari nisbatini ifoda qiladi.

$$Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{w \cdot l}{a}; \quad \frac{w \cdot l}{\nu} = \frac{\nu}{a} \quad (10)$$

Reynolds kriteriysi oqimdagi inertsia va ishqalanish kuchlarning nisbatini aniqlaydi.

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (11)$$

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

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{l^2} \quad (12)$$

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

$$Gr = \frac{g \cdot l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (13)$$

β - hajmiy kengayish koeffitsienti, 1/K; Δt - 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

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_c}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (14)$$

Laminar rejimda:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_c}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (15)$$

bu yerda Pr_s - suyuqlikning o'rtacha temperaturasida hisoblanadi; Pr_d - devorning o'rtacha temperaturasida hisoblanadi.

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

$$Nu = A \cdot Nu_{ca} \quad (16)$$

bunda

$$(17)$$

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

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

$$Nu_{ca} = 0,0207 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,443} \quad (18)$$

(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

α , Wt/m²·K

1. Xavo 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. Plenkasimon kondensatsiyalanayotgan bug' uchun

4440 - 17400

7. Organik moddalar bug'ining

580 - 2320

8. Plenkasimon kondensatsiyalanayotgan ekstraksion benzin-havo bug'ining kondensatsiyalanishi uchun

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

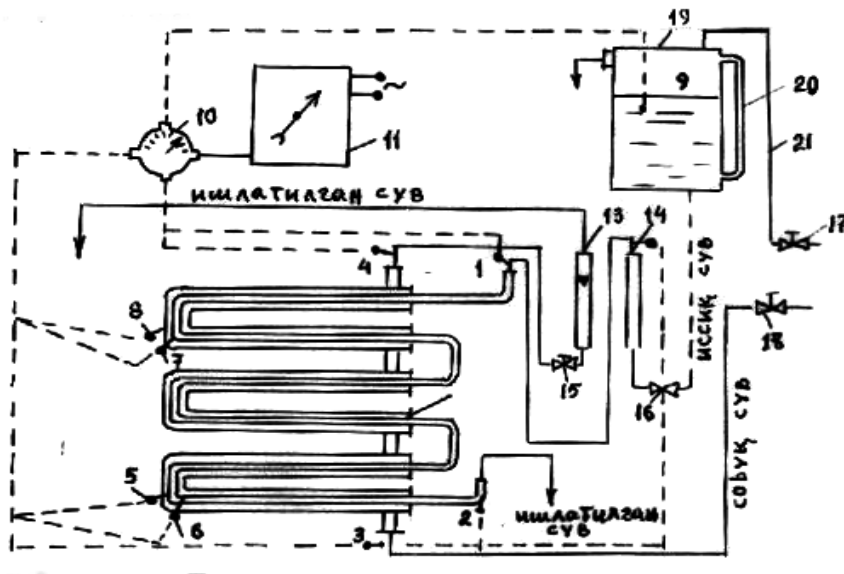
$$K = \frac{r}{C_p \cdot \Delta t} \quad (19)$$

bu yerda r – bugʻlanish issiqligi, J/kg.

Kondensatsiyalanish kriteriysi K isituvchi agentning agregat holatining oʻzgarishini harakterlaydi. r va c lar isituvchi agentning oʻrtacha temperaturasida berilgan (ilovadagi 8-jadvaldan) aniqlanadi.

Ish oʻtkazishdan maqsad - isituvchi agentdan trubaning devoriga yoki trubaning devoriga yoki trubaning devoridan sovituvchi agentga issiqlik oʻtganda issiqlik berish koeffitsientlarini aniqlash.

2 - rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi.



2 - rasmda eksperimental qurilma sxemasi tasvirlangan. Qurilma naporli bak 19, "truba ichidagi truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmadan 12 va suv sarfini oʻlchovchi asboblardan iborat.

Ishning bajarish tartibi

Isituvchi agent sifatida issiq suv ishlatiladi va u issiqlik almashinish qurilma trubasining ichki qismida yoʻnaltiriladi. Sovituvchi agent sifatida sovuq suv ishlatilib, u trubalar va qurilmaning ichki devori oraligidagi boʻshliqda 1,9- termoparalar; 10 - termoparalarni potentsiometrغا ulaydigan qurilma, 11 - potentsiometr, 12 – issiqlik almashinish qurilmasi; 13,14 - suv sarfini oʻlchaydigan RS rotametri; 15-18 - suv sarfini rostlovchi moslamalar, 19 - bosim hosil qiluvchi idish; 20 - suv balandligini koʻrsatuvchi naycha, 21 – issiq suv beriladigan truba.

Issiqlik almashinish qurilmasida issiq va sovuq suv suvlar oʻzaro qarama-qarshi yoʻnalishda harakat qilishadi.

Sovuq va issiq suvlarning sarfi rotametrlar (13, 14) yordamida oʻlchanadi.

Temperatura termoparalar yordamida oʻlchanadi va ularning tartib nomeri 1-jadvalda berilgan.

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
10.	Sovuq suv qurilmadan chiqqandan so`ng	t_4
5.	Ichki devor atrofidagi suvning temperaturasi	t_5
10.	Kichik trubaning ichki devorning temperaturasi	t_4
7.	Kichik trubaning tashqi devorning temperaturasi	t_7
8.	Katta trubaning ichki devori atrofidagiga 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 termoparalarnipotentsiometrqa ulaydigan qurilmani 0 (nol) holatiga qo`yiladi.

2. Sovuq suv berila boshlanadi. Uning sarfi rotametr 13 yordamida o`lchanadi.

3. So`ngissiq suv berib, uning sarfi, rotametr 14 yordamida o`lchanadi.

4. Xamma termoparalarningko`rsatkichlarianiqlanadivayozib olinadi.

5. Besh minut vaqt o`tgandan keyin qaytadanhammatermoparalar 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 birilayotgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Q = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (20)$$

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 tajribiy issiqlik berish koeffitsienti α_1 quyidagi formuladan topiladi.

$$Q_1 = \alpha_1 \cdot F_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (21)$$

bu yerda F_1 - truba devorning yuzasi, $F_1 = 0,193 \text{ m}^2$

Isitilgan truba devoridan sovutuvchi agentga o`tayotgan issiqlik miqdori, ushbu

formuladan aniqlanadi

$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (22)$$

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 issiqliksig'imi, J/kg·K.

Truba devori va sovutuvchi agent orasidagi issiqlik berish koef-fitsienti α_2 quyidagi formuladan topiladi:

$$Q_2 = \alpha_2 \cdot F_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (23)$$

bu yerda F_2 - ichki trubaning yuzasi, $F_1=0,139\text{m}^2$

Issiqlik berish koefitsienti qiymatini kriterial tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_c}{Pr_\delta} \right)^{0,25} \quad (24)$$

$$Re = \frac{w \cdot d\rho}{\mu} \quad (25)$$

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

$$V_c = w \cdot F \quad (26)$$

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 $F = \pi \cdot d_s^2/4$ ($d=0,021\text{m}$, $d_c=0,026\text{m}$). Ilovadagi 2-jadvaldan olinadi.

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} \quad (27)$$

bu yerda μ , λ - o'rtacha temperatura suyuqlikning issiqlik sig'imi, qovushoqligi va issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientlari.(Ilovaning 2- jadvalidan olinadi)

$$Gr = \frac{g \cdot d_s^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (28)$$

bu yerda β - hajmiy kengaysh koefitsientining qiymati ilovadagi ilovadagi 1-jadvaldan aniqlanadi; Δt - devor va atrof muhit orasidagi temperaturalar farqi; d_s - truba diametri; ν - suyuqlikning kinematik qovushoqligi (ilovaning 2 - jadvalidan olinadi).

$$Pr_c/Pr_\delta \approx 0,25 \div 1,1$$

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

Issiqlik o'xshashlik kriteriylarining qiymatlarini bilgandagina, Nusselt kriteriysini aniqlash mumkin. So'ngra, Nu kriteriysidan issiqlik berish koefitsienti α topiladi:

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

bu yerda λ - issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti (ilovaning 2-jadvalidan olinadi). Keyin, tajribaviy va hisobiy α larning qiymatlari taqqoslab tajribaning hatosi % lar da aniqlanadi.

Hisobot jadvali

Suv sarfi				Temperatura ⁰ C														
Issiq		Sovuq																
	$\frac{M^3}{c}$		$\frac{M^3}{c}$	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	T ₅	t ₄	t ₇	t ₈	t ₉	α_1 tajr.	α_2 tajr.	α_3 tajr.	α_4 tajr.	α_5 tajr.	α xisob.

NAZORAT SAVOLLARI

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

Laboratoriyaishi №10

Mavzu: Eritmalarning temperatura depressiyasini aniqlash.

Ishdan maqsad: Bug`latish jarayonini va bug`latish qurilmalarini tuzilishini o`rganish

Kerakli asbob va materiallari: 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 iskor, 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 mahsus 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 hossalari va ikkilamchi bug`ning issiqligidan foydalanish zaruratiga ko`ra har xil 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 tashqil 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. Tar qanday issiqlik jarayonlaridek, bug`latish jarayonini harakatlantiruvchi kuchi deb temperaturalar farqi hisoblanadi. Ko`p korpusli bug`latish qurilmalarda jarayonni harakatlantiruvchi kuchi umumiy va foydali temperaturalar farqidir.

Ko`p korpusli bug`latish qurilmasining umumiy temperaturalar farqi Δt_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:

$$\Delta t_y = T_1 - T'_{\text{kond}} \quad (1)$$

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 Δt_ϕ ni aniqlashga hamma qurilmalarda temperaturalar yo`qotilishining yig`indisi hisobga olinadi:

$$\Delta t_\phi = \Delta t_y - \Sigma \cdot \Delta \quad (2)$$

$$\Sigma \Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta''' \quad (3)$$

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

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

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

$$\Delta' = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{T^2}{2} \cdot \Delta'_{\text{atm}} \quad (4)$$

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

Δ'' - gidrostatik depressiya, gidrostatik bosim ta'sirida bug`latish qurilmalarning 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 qiymati aniq hisoblash qiyin, chunki Δ'' isitish trubalarning deyarli katta qismini egallangan bug`-suyuqlik emulsiyaning sirkulyatsiya tezligiga va uning o`zgaruvchan zichligiga, hamda isitish trubasining uzunligiga bog`liq. Eritma sirkulyatsiya qilinadigan vertikal qurilmalar uchun Δ'' qiymatini 1 - 3 $^{\circ}\text{C}$ atrofida olish mumkin.

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

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

$$t_k = T' + \Delta' + \Delta'' + \Delta''' \quad (5)$$

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 sirkulyatsiya bilan ishlaydigan qurilmalar uchun kamida 5-7 $^{\circ}\text{C}$ va majburiy

sirkulyatsiya bilan ishlaydigan qurilmalar uchun kamida $3^{\circ}C$ bo'lishi kerak.

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

Masalan:

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

ikki qurilmali qurilma uchun

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

har bir korpus uchun

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

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

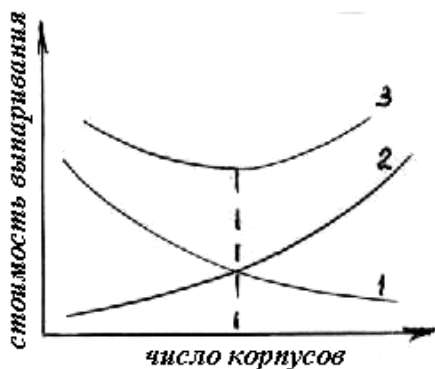
$$\Delta t_{\phi} = \frac{25}{3} = 8,3^{\circ}C$$

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'latish qurilmalarida korpuslarning optimal sonini grafik usul bilan ham aniqlash mumkin. Vertikal o'qda bug'latishning iiymati, gorizontal o'qda esa korpuslarning soni ko'rsatilgan (1 - rasm).



- 1 - Isituvchi bug'ning sarfi.
- 2 - Amortizatsiya sarflari.
- 3 - Umumiy sarf.

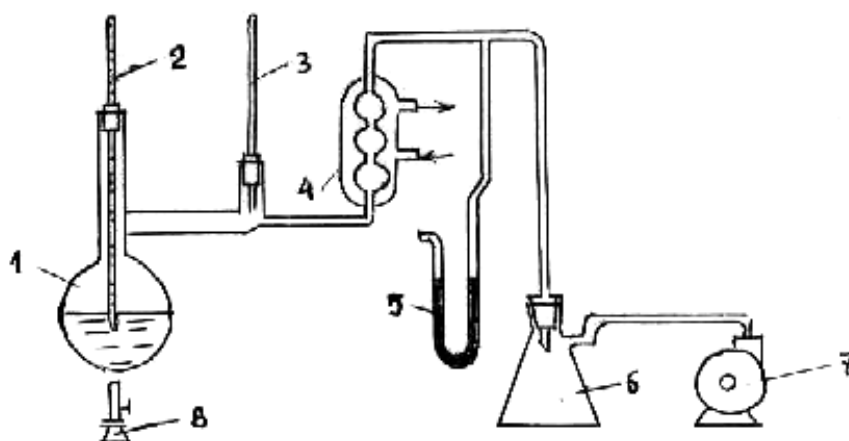
1 - rasm. Qurilmaning optimal sonini aniqlash.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, korpuslarning soni ko'payishi bilan isituvchibug'ningsarfi kamayadi, amortizatsiya sarflari esa ortadi. Umumiy sarflarni belgilovchi egrichiziqning (3) minimumiga to'g'ri kelgan qurilmalarning soni taxminan optimal deb qabul qilinadi.

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

Ishni bajarish tartibi

Laboratoriya tajriba qurilmasining sxemasi 9.2 - rasmda ko`rsatilgan.



2 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi

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

Vakuu nasos va Bunzen kolbasi vositasida suyultirilgan eritma quyilgan kolbada vakuum hosil qilinadi. vakuumning miqdori U-simon manometrnin ko`rsatkichi bo`yicha o`lchanadi. Eritmaning qaynash va ikqilamchi bug`ning temperaturasi termometrlar vositasida o`lchanadi.

Eritmani qaynash temperaturasi gacha 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.
4. Eritmani qaynash paytidagi termometrlarning ko`rsatkichi bo`yicha, eritmaning qaynash temperaturasi (t) va to`yingan bug`ning (ikqilamchi bug`) temperaturasi (θ) aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi.
5. Vakuum nasos hosil qilayotgan vakuum miqdorini asta-sekin minimumgacha kran vositasida kamaytirilib, eritma qaynatiladi. Vakuum miqdori har xil 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 xil miqdorda o`zgarganda eritmaning temperatura depressiyasi quyidagi tenglama vositasida aniqlanadi:

$$\Delta'_T = t - \theta$$

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

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

Formuladagi r - ning miqdori absolyut bosimning kattaligiga asosan ilovadagi 8 - jadvaldan aniqlanadi.

Δ_{atm} - eritmaning konsentratsiyasi bo'yicha ilovadagi 9 jadvaldan aniqlanadi. Tajriba olingan Δ'_T qiymatini, A.I.Tishenko tenglamasi bilan hisoblangan Δ' qiymati bilan taqioslab tajribaning xatosi % miqdorida aniqlanadi.

Hisoblash jadvali

№	Eritma va uning konsentratsiyasi			Atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi Δ'_{amm}		
	Absolyut bosim $P_{abs}=P_{at}-P_{vak}$	Eratmaning qaynash temperaturasi $t, ^\circ C$	To'yin-gan bug`ning temperaturasi $\theta, ^\circ C$	Eritmaning temperatura depressiyasi $\Delta'_T, ^\circ C$	Eritmaning hisoblangan temperatura depressiyasi $\Delta'_T, ^\circ C$	Tajribaning hatosi $\frac{\Delta'-\Delta'_T}{\Delta'} \cdot 100\%$
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`iutilishi.
5. Umumiy va foydali temperaturalar farqi.
6. Ko`p korpusli bug`latish qurilmalari.
7. Qurilmalarning optimal sonini aniqlash.
8. Bug`latish qurilmalarning konstruksiyalari (osma isitish kamerali, tashqi sirkulyatsion trubali, ajratilgan isitkichli, majburiy sirkulyatsiyali, plenkali, issiqlik nasosli bug`latish qurilmalari).

Laboratoriya ishi №11

Mavzu: Quritish qurilmasida qurish jarayonini o`rganish.

Ishdan maqsad: materialni quritishda namlik miqdorini aniqlash, issiqlikni va havoni solishtirma sarf miqdorlarini aniqlashdan iborat bo`lib, I – x diagrammasida ko`rish jarayoni tasvirlanadi.

Kerakli asbob va materiallari: Laboratoriya qurilmasi

Ishning nazariy asoslari: Quritish – 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`sxilib, bir jinsli aralashma hosil qiladi, qaysiki bunga termodinamikaning asosiy qonunlari qo`laniladi.

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 hossalari quyidagi parametrlar bilan harakterlanadi: absolyut namlik, nisbiy namlik, nam saqlash, entalpiya.

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

Nisbiy namlik - havo absolyut namligining to`yinish paytidagi absolyut namlik nisbatiga aytiladi. Xavoning nisbiy namligi (to`yinish darajasi) foiz hisobida quyidagi ifoda bo`yichatopiladi:

$$\varphi = \frac{\rho_{c\bar{o}}}{\rho_t} = \frac{P_{c\bar{o}}}{P_t} \quad (1)$$

buerda: P_{sb} - tekshirilayotgan nam havodagi suv bug`larining partial bosimi, Pa; P_t - 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 (kg/kg) yoki d (g/kg) bilan belgilanadi va quyidagi nisbatda ifodalanadi:

$$x = \frac{\rho_{c\bar{o}} \cdot m_{c\bar{o}}}{\rho_{kx} \cdot m_{kx}}; \quad \frac{\text{кг.буз}}{\text{кг.абс.кур.хаво}} \quad (2)$$

$$\alpha = 1000 \cdot \frac{\rho_{c.\bar{o}.}}{\rho_{k.x.}} \quad (3)$$

bu yerda: $\rho_{k..x}$ - 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.

Mendelev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, quyidagi ko`rinishdagi ifodani olamiz:

$$x = \frac{\rho_{c\delta}}{R_{\delta} \cdot T} \cdot \frac{R_{\delta} \cdot T}{\rho_{\Gamma}} = \frac{P_{\delta} \cdot P_{\Gamma}}{R_{\delta} \cdot R_{\Gamma}} \quad (4)$$

bu yerda: R_b - 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: Qaysiki $P_{c\delta} = \varphi \cdot P_{\Gamma}$ bo`lsa,

$$P_{\Gamma} = P - P_{c\delta} = P - \varphi \cdot P_{\Gamma} \quad (5)$$

unda

$$x = \frac{R_{\Gamma}}{R_{\delta}} \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\Gamma}}{P - \varphi \cdot P_{\Gamma}} = \frac{29,27}{47,06} \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\Gamma}}{P - \varphi \cdot P_{\Gamma}} \quad (6)$$

yoki

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\Gamma}}{P - \varphi \cdot P_{\Gamma}}, \quad (7)$$

yoki agarda $x = d$

$$d = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\Gamma}}{P - \varphi \cdot P_{\Gamma}}, \quad \frac{\kappa z. cyb. byzu.}{\kappa z. kyp. xa6o.} \quad (8)$$

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.

$$I = c_{k..x} \cdot t + x \cdot i_{y.\delta}. \quad (9)$$

bu yerda: $s_{k..x}$ - quruq havoning solishtirma issiqlik sig`imi, J/kg·K;

t - havo temperaturasi, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{u.b.}$ – H ta qizdirilgan bug`ning entalpiyasi, J/kg;

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

$$i_{y.\delta}. = r + c_{\delta}. \cdot t \quad (10)$$

bu yerda: r - 0°C 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, (10) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$I = (1005 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot x \quad (11)$$

Shudring nuqtasi, bu aralashmaning temperaturasi soʻvishda ($x=const$) suv bugʻining toʻyinishiga ($\varphi=100\%$) aytiladi. Namlik temperaturasining keyingi pasayishi tuman hosil boʻlishiga olib keladi. Xoʻl termometr temperaturasi (t_x) - aralashma temperaturasi soʻvushida, entalpiyasi oʻzgarmagan holda ($I=const$) suv bugʻining toʻyinishiga aytiladi. Shu temperaturada, gaz fazasidan suyuqlik fazasi yuzasiga oʻtadigan issiqlik namlikning bugʻlanishiga toʻliq sarflanadi, bu holatni nam jismining soʻvish chegarasi deb ham yuritiladi.

Quritish potentsiali deb, quruq gaz temperaturasi (t_k) bilan xoʻl termometr temperaturasining ayirmasiga aytiladi.

$$\varepsilon = t_k - t_x \quad (12)$$

Quritish potentsiali gazning nam yutish xususiyatini harakterlaydi. Quritish jarayoni analitik va grafik usulidan hisoblanishi mumkin. Grafik hisoblash qulay boʻlgani uchun keng qoʻllaniladi. Bu diagramma Ramzin tomonidan taklif qilingan va I - x diagramma ham deb yuritiladi, uning tuzilishida bosim qiymati oʻzgarmas deb olingan, yaʼni 745 mm simob ustuniga teng.

Diagrammaning asosiy oʻqlari oraligʻidagi burchak 135° Asosiy oʻqlarga nam havoning ikkita asosiy parametrlari - entalpiya I (J/kg quruq havo) va nam saqlash x (kg/kg quruq havo) joylashtirilgan. Nam saqlashning qiymatlari diagrammadan foydalanish qulay boʻlishi uchun yordamchi gorizontol oʻq joylashtirilgan. Bunda $I=const$ chiziqlar ordinata oʻqʻiga nisbatan $135^\circ C$ burchak bilan maʼlum masshtabda joylashtirilgan. $x=const$ chiziqlar esa, yordamchi abstsissa oʻgʻiga perpendikular qilib joylashtirilgan. $I - x$ diagrammasiga asosiy chiziqlardan tashqari quyidagi chiziqlar ham joylashtirilgan: oʻzgarmas temperatura chiziqlari yoki izotermalar ($t = const$) oʻzgarmas nisbiy namlik chiziqlar $\varphi = const$, suv bugʻining partzial bosim chizigʻi, $\varphi = 100\%$ chizigʻi diagrammani ikki qismga boʻladi. Bu chiziqning yuqori qismi diagrammaning ish yuzasi deb aytiladi va u toʻyinmagan nam havoga toʻgʻri keladi.

I - x diagrammasi yordamida nam havoning istalgan ikkita parametri boʻyichanam havoning qolgan parametrlari aniqlash mumkin. Suv bugʻining partzial bosimi chizigʻi diagrammaning pastki qismiga joylashtirilgan. Agar diagrammada nam havoning xolatini belgilovchi nuqta maʼlum boʻlsa, suv bugʻining partzial bosimi qiymatining 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

$$L \cdot x_2 = L \cdot x_0 + W \quad (13)$$

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} \quad (14)$$

bu yerda: W – bugʻlangan namlik miqdori, kg; x_0, x_2 – gʻuruq va qʻuritkichdan

chiq`ayotgan havoning nam saqlashi.

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

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0}, \quad \frac{\kappa z \text{ кyпyк хаво}}{\kappa z \text{ бyг}}$$
 (15)

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 - isitkichda havoning bergan issiqligi;

2) Material bilan G_1, c_1, θ_1 bu yerda s_1 - nam materialning issiqlik sig`imi, θ_1 - materialning dastlabki temperaturasi;

3) Transport q`urilmalari bilan $G_{mp}; c_{mp}; \theta_{mp}$ bu erda G_{mp} - transport q`urilmalarining massasi; c_{mp} - transport q`urilmalari materialining issiqlik sig`imi; θ_{mp} - transport q`urilmalarining dastlabki temperaturasi;

4) Quritish kamerasiga kiritilgan qo`shimcha issiqlik q_k .

Issiqlikni sarflanishi (kJ/soat)

1) Quritkichdan chiq`ayotgan 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-muxitga yo`qolishi - Q_y

Issiqlik balansini to`zimiz:

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

bundan

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

yoki

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

Oxirgi tenglamaning o`ng va chap tomonlarini W_{ga} bo`lib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{L}{W} \cdot (I_2 - I_1) = \frac{\sum Q}{W}$$

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

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

yoki

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

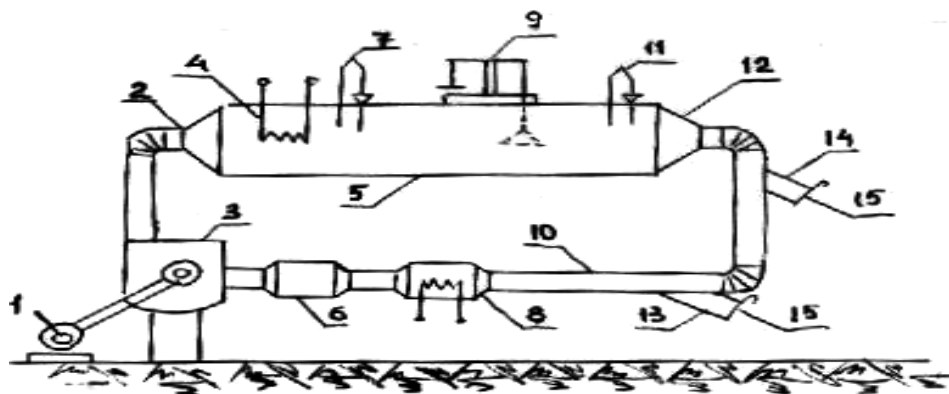
Tenglamaga kiritilgan Δ kattalik quritish kamerasi ichidagi kiritilgan va

sarflangan issiqliklar ayirmasining 1 kg bug`langan namlikka nisbatini belgilaydi. Bu erda asosiy kaloriferda isitilgan havo bilan kirgan va chiqqan issiqliklar hisobga olinadi. Ko`pincha Δ quritish kamerasining ichki balansi deb ataladi. (12) tenglamasidan ko`rinib turibdiki, Δ ning ishorasiga ko`ra I_2 ning qiymati I_1 ning qiymatidan katta yoki kichik bo`lishi mumkin. Agar $\Delta = 0$ bo`lsa, u holda $I_2 = I_1$ bu esa nazariy quritish deyiladi. Bunda quritish jarayonida qurituvchi agent entalpiyasi o`zgarmagan holda bo`ladi. Bu degan so`z materialni suvsizlantirish havoning sovub ketishi 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 ko`zatiladi, 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).

Ishni bajarish tartibi

1- rasmda laboratoriya qurilmasi tasvirlangan.



1-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi

1. Elektrovigatel. 2. Diffuziya (trubaning birdan kengayishi). 3. Ventilator. 10. 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. Havooqimi harakatlanadigan truba $D = 200$ mm 5. Quruq va ho`l termometrlar (Quritishdan keyin). 12. Konfo`zor (trubaning birdan torayishi). 13. Havo beriladigan patrubka. 110. Ishlatilgan havo chiqadigan patrubka. 15. Havo 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. Havo 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 u-n).

6. Quritish apparati tok manbaiga ulanadi.

7. Ma`lum vaqtdan so`ng(o`g`ituvchi 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`ozi ko`yib koordinatalar o`g`i 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

$$W = G_1 - G_2$$

bu yerda G_1 - nam materialning massasi, kg/s; G_2 - quruq materialning massasi, kg/s;

Havo sarfi (15) tenglamasi yordamida aniqlanadi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0}$$

Havoning solishtirma sarf miqdori:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0}$$

Quritish uchun ketgan issiqlik sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = q \cdot W$$

bu yerda q – solishtirma issiqlik sarfi

$$q = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_0}$$

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

Hisoblash jadvali

Havo muhitining temperaturasi		Havoning quritish kamerasigacha bo'lgan temperaturasi		Havoning quritish kamerasining keyining temperaturasi		Nam materialning miqdori, kg	Quritilgan materialning miqdori, kg
Ho'l termometr, t ⁰ C	Quruq termometr, t ⁰ C	Ho'l termometr, t ⁰ C	Quruq termometr, t ⁰ C	Ho'l termometr, t ⁰ C	Quruq termometr, t ⁰ C		

Tekshirish uchun savollar

1. Nam havoning asosiy parametrlari:
 - a) absolyut namlik, b) nisbiy namlik, v) nam saqlash, g) nam havoning entalpiyasi,
 - d) partsial bosim,
 - e) shudring nuqtasi temperaturasi, j) ho'l termometr temperaturasi.
2. I-x diagrammaning tuzilishi.
3. I-x diagrammada quritish jarayonini tasvirlang.
4. Nazariyva real quritkich jarayonlarining I-x diagrammada tasvirlanishi.
5. Quritishjarayonlari uchun issiqlik va havoning umumiy, solishtirma sarf miqdorlarini aniqlash.
6. Ko`rish jarayonlarini variantlarini I-x diagrammada tasvirlanishi.

Laboratoriya ishi №12

Mavzu: Harakatchan nasadkali kolonnalarda massa berish va o'tkazish koeffitsientlarini aniqlash

Ishning maqsadi: Hidrodinamik omillar ta'sirini aniqlash, ya'ni (nasadkali kolonnalarni ishlash vaqtida) – namlash zichligini, qatlamning gidravlik qarshiliklarini engish uchun sarf bo'ladigan bosimni aniqlash va kolonnada gazning harakat rejimini aniqlashdir.

Kerakli asbob va materiallari. Laboratoriya tajriba qurilmasi, termoparalar; termoparalarni potentsiometrغا ulaydigan qurilma, potentsiometr, suv sarfini o'lchaydigan RS rotometri; suv sarfini rostlovchi moslamalar, bosim hosil qiluvchi idish; suv balandligini ko'rsatuvchi naycha,

Ishning nazariy asoslari. Sanoatda keng ko'llaniladigan vertikal kolonna qurilmalari, asosan qattiq jisimli har xil shakldagi nasadkalar bilan to'ldiriladi. Sanoatdagi ishlatiladigan nasadkalar kolonnaga ikki xil usulda joylashtiriladi: tartibli (tugri bir xilda taxlash) va tartibsiz (quyib taxlash). Xalqasimon (tugri taxlanganda) nasadkalar tartibli joylashtiriladi. Xalqasimon (qo'yib tashlanganda), egarsimon va bulakli nasadkalar tartibsiz joylashtiriladi. Nasadkalar plastmassa, chinni, temir va boshqa turdagi materiallardan tayyorlanadi. Ular maksimal solishtirma yuzaga, minimal massaga, kichik gidravlik qarshilikka va katta erkin xajmga ega bulgan bo'lishi kerak.

A (m^2/m^3) nasadkaning solishtirma yuzasi xajm birligiga to'g'ri keladigan katlam va erkin bo'sh xajmi ϵ (m^3/m^3) qaysiki nasadkali elementlar orasidagi erkin bo'sh, xajm, qatlamning yuza birligiga to'g'ri kelishni ko'rsatadi. Bundan tashqari qurilmaning samaradorligini oshirish uchun nasadkalarni yaxshi xo'llab va bir xilda suyoqli suyuqlikni purkab tarqatish zarur, bu esa kelayotgan gazni gidrodinamik qarshiligi ni kamaytirishga va shu muhitda korroziyadan saqlashga olib keladi. Bu xildagi nasadkalar talablarning xammasiga javob bera olmaydi. Masalan: nasadkaning solishtirma yuzasining oshishi qurilmaning gidrodinamik qarshiligi oshishga olib keladi va boshqalar. Nasadkalarni tanlashda asosiy talabni qondirishiga e'tibor beriladi. Nasadka elementlari kancha katta bo'lsa, gazlarning tezligi va shu bilan birgalikda qurilmaning unumdorligi yuqori, gidravlik qarshiligi kam bo'ladi. Kichik o'lchamga ega bo'lgan nasadkalar asosan modda almashinish jarayonlarida yuqori bosim ostida ishlaydigan qurilmalarda qo'llaniladi, bunda gidravlik qarshilikning ta'siri juda oz miktorda bo'ladi.

Nasadkali kolonnalar rektifikatsiya va absorbttsiya jarayonlari olib boriladigan qurilmalarda keng ko'llaniladi. Sanoatda qo'llaniladigan asosiy nasadkalar farfordan tayyorlangan bo'lib, uni Rashig xalkasi deyiladi va bular qurilmaning gaz va suyuqlik o'tadigan tayanch turlarga o'rnatiladi. Gaz turning pastidan beriladi, sungra nasadka katlamidan utadi. Suyuqlik esa kolonnaning yuqori qismidan maxsus taqsimlagichlar orqali sohib beriladi, u nasadka katlamidan o'tayotganida pastdan berilayotgan gaz oqimi bilan uchrashadi. Kolonna effektiv ishlashi uchun suyuqlik bir tekisda, qurilmaning butun ko'ndalang kesimi buylab bir xil sohib berilishi kerak.

Nasadkali kolonnalar turli xil gidrodinamik rejimlarda ishlaydi, ularning rejimini aniqlash esa, namlangan nasadkaning gidravlik qarshiligi bilan kolonnadan o'tayotgan gazning tezligiga bog'liq.

Birinchi rejim plyonkali bo'lib, bunda gaz kichik tezlikda, suyuqlik esa oz mikdorda beriladi. Bunday rejimda suyuqlik nasadkalar bo'ylab tomchi va plyonkalar tarzida harakat qiladi.

Ikkinchi – oraliq rejim bo'lib, suyuqlik miqdori va gazning tezligi bir oz ko'payganda yuz beradi. Bu rejimda suyuqlikning plyonkali xarakatiga gaz to'sqinlik qilib, (qarama – qarshi yo'nalishda), uning harakatini sekinlashtiradi, natijada suyuqlik uyurma xarakat qiladi. Suyuqlikning miqdori nasadkalarda oshib boradi, natijada plyonkaning qalinligi ortib borib, tezligi esa kamayib boradi. Gazning tezligi oshgan sari suyuqlikning uyurma xarakati to'liqinsimon (turbulent) xarakatga aylanadi. To'liqinsimon rejimda suyuqlik fazasi turbulizatsiya qilingan bo'ladi. Suyuq fazaning turbulizatsiyalangan plyonkalari yuzasida fazalar o'zaro kontaktga uchraydi. Bunda modda almashinish jarayoni intensiv xolatda bo'ladi, lekin nasadkaning gidravlik qarshiligi keskin ortib ketadi.

Uchinchi rejim – emulgatsion bo'lib, bunda berilayotgan suyuqlik miqdori va gaz tezligi ancha kupayganda hosil bo'ladi. Bu rejim effektiv rejim hisoblanadi. Bunda intensiv aralashish yuz beradi, chunki suyuqlik bo'sh hajmdagi nasadkalarining xamma yuzasini to'ldiradi. Bu yyerda nasadkaning geometrik yuzasi rol o'ynamaydi, faqatgina yuza suyuqligiga katta hajmdagi pufakli va oqim gazi ta'sir kiladi. Bu esa «gaz – suyuqlik» sistemasini tashkil etadi.

To'rtinchi rejimda suyuqlik miqdori va gazning tezligi yana xam ortib ketsa, suyuqlik nasadkaning ustki sathidan oshib, kolonnadan tashqariga chiqib ketadi. Bu rejimning samaradorligi juda kam bo'lgani uchun amalda qo'llanilmaydi.

Shunday qilib, modda almashinish jarayonida, jumladan gazlarning tezligi, gidrodinamik qarshiligi absorbtсион kolonnalarining gidrodinamik ishlash rejimiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Quruq nasadkali qurilmaning bir fazali gaz xarakatida gidrodinamik qarshiligi quyidagicha ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta P_{\text{кыр}} = \xi_{\text{кыр}} \frac{H}{d_3} \cdot \frac{\rho w^2}{2} \quad (1)$$

bu yyerda $\xi_{\text{кыр}}$ - quruq nasadkali qurilmaning qarshilik koeffitsienti; H – nasadka qatlaminig balandligi, m; d_3 – gaz xarakatlanayotgan kanalning ekvivalent diametri, m; ρ – gazning zichligi, kg/m³; w – gazning xaqiqiy tezligi, m/s.

Gazning xaqiqiy tezligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$w = w_0 / \varepsilon \quad (2)$$

ε – nasadkalar orasidagi erkin bo'sh; w_0 – gazning fiktiv tezligi yoki qurilmaning to'la kesimga nisbatan olingan gazning tezligi, m³/m² s.

Namlangan nasadkali qurilmalarning gidravlik karsxiligi, ya'ni ikki fazali xarakatda gaz va suyuqlik rejimida quruq nasadkali qurilmalarnikidan (ΔP_{kur}) katta, chunki suyuqlikning ma'lum miqdori nasadkani xullashi natijasida uning yuzasida va tor kanallarida ushlanib qoladi, bu esa gazning xakikiy tezligiga ta'sir kursatadi.

Namlangan nasadkali kolonnaning qarshiligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\Delta P_{\text{HAM}} = \xi_{\text{HAM}} \frac{H}{d_9} \cdot \frac{\rho w_H^2}{2} \quad (3)$$

bu yerda : ξ_{HAM} - namlangan nasadkali qurilmaning karsxilik koeffitsienti; w_H – gazning soxta tezligi (qurilmaning tulik kundalang kesimiga nisbatan xisoblangan), m/s.

Bu ifodaning murakkabligi va gidravlik qarshilikni aniq hisoblash qiyinligi uchun, quyidagi sodda ko'rinishidagi ifoda orqali hisoblash mumkin, bu faqatgina namlash zichligini xisobga oladi:

$$\Delta P_{\text{HAM}} = 10^{\text{BU}} \Delta P_{\text{KYP}} \quad (4)$$

bu yyerda : \mathbf{U} – namlash zichligi, $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ s}$; \mathbf{B} – nasadkaning kattaligi va namlash zichligiga qarab tajriba orqali aniqlanadigan koeffitsient, uning qiymati ilovadagi VI jadvaldan olinadi. Namlash zichligi – suyuqlikning hajmiy sarfidir. Nasadkalar kolonnaga tartibsiz joylashtirilganda suyuqlik nasadkaning yuzasi va katlam balandligi buyicha bir xilda taqsimlanmaydi, chunki qurilmaning devoriga yakinlashgan sari gaz oqimining tezligi qurilma o'qidagi tezlikka nisbatan kamroq bo'ladi. Shuning uchun suyuqlik qurilmaning devori buyicha pastga qarab oqib tushadi. Shu sababdan suyuqlikning xamma nasadkalarining yuzasi bo'yicha bir xilda taqsimlanishi uchun, nasadkalarining qatlam ostiga yo'naltiruvchi konussimon qurilma o'rnatiladi.

Kolonnaning yuqori qismidan sohib berilayotgan suyuqlik qurilmaning butun ko'ndalang kesimi bo'yicha bir xilda nasadkalar qatlamida taqsimlanganda, nasadkali kolonnalar samarador ishlaydi.

Nasadkali kolonnalarning tuzilishi sodda, gidravlik qarshiligi kam bo'lgani uchun ular ishlatish uchun qulaydir.

Kamchiligi: jarayon davomida xosil bulgan issiqlikni ajratib olish va kichik namlash zichligida nasadkaning namlanishi qiyinlashadi va ifloslangan suyuqliklarda nasadkali kolonnalarni qo'llash qiyin bo'ladi.

Ishning maqsadi:

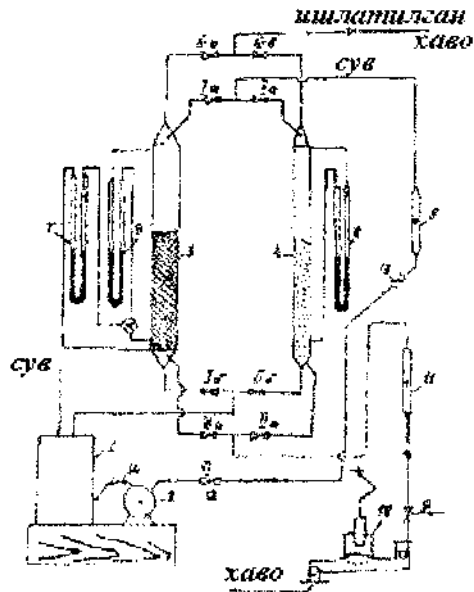
Gidrodinamik omillar ta'sirini aniqlash, ya'ni (nasadkali kolonnalarni ishlash vaqtida) – namlash zichligini, qatlamning gidravlik qarshiliklarini yengish uchun sarf bo'ladigan bosimni aniqlash va kolonnada gazning xarakat rejimini aniqlashdir.

Ishni bajarish tartibi:

1 rasmda laboratoriya tajriba qurilmasi tasvirlangan. Tajriba qurilmasi ikkita metallardan tayyorlangan kolonnadan tashkil topgan bo'lib, birinchi kolonnaning diametri $\mathbf{D}=150$ mm bulib, Xalqasimon Rashig nasadkalari bilan tuldirlangan, ikkinchi kolonnaning diametri $\mathbf{D}=60$ mm bo'lib, kesmali nasadkalardan iboratdir. Tsirkulyatsiyali nasos 2, suv to'plash idishi 1, membranali kompressor 10, bosimni ulchash uchun manometrlar 6, 7, 8 va suvning sarf miqdorini ulchash uchun 5 va gaz uchun 11 rotametrlar qo'yilgan.

Ishni olib borish uchun 3 yoki 4 kolonnadan foydalaniladi va ular ventillar Ia – Ib, 2a – 2b, 3a – 3b, 4a – 4b yordamida suv yoki xavo berish trubasiga ulanadi.

Ishni ikki variantda olib borish mumkin.



1- rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi.

1. Laboratoriya qurilmasining xolati tekshiriladi.
2. Laboratoriya ishini bajarilishida 3 yoki 4 kolonnadan foydalanish o`qituvchi tomonidan belgilanadi hamda juft ventillar Ia – Ib, 3a – 3b ochiladi va 2a – 2b, 4a – 4b yopiladi yoki teskarisi bajariladi.
3. Suv beriladigan idish I tuldiriladi.
4. Laborant ishtirokida talabalar havoni beradigan membrana kompressori 10 ishga tushiriladi.
5. Kran 12 yordamida xavoning sarf miqdori namlamasdan sarf bo`ladigan bosimlar farqi o`lchanadi.
Havoning sarf miqdori o`zgartiriladi va yana bosimlar farqi o`lchanadi. Bu jarayon 5 martagacha takrorlanadi va kuzatuv jurnaliga yozib boriladi.
6. Nasosning 13 va 14 ventili ochiladi.
7. Laborant ishtirokida suvni tsirkulyatsiya qiluvchi nasos 2 ishga tushiriladi.
8. Ventil 13ni ochish bilan suv qurilmaga beriladi va uning miqdori rotametr 5 yordamida ko`rsatkich bo`linma chizig`i soni 20 dan oshmagan holda o`rnatiladi.
9. Kolonna 4 ish vaqtida difmanometr va bosimlar farqi qiymati kuzatuv jurnaliga yozib turiladi. Termometr yordamida to`plamdagi 1 suvning temperaturasi o`lchab turiladi. O`lchov asboblarning birinchi ko`rsatkichlari olingandan so`ng, havoning sarf miqdori rotametr 11 kuzatish yordamida ko`rsatkich bo`linma chizig`i 40 soniga keltiriladi va o`lchov asboblari ko`rsatkichlari yozib olinadi. Shu tarzda 5 marta havoning sarflanish miqdorini o`zgartirgan holda, hisoblash jadvaliga yozib boriladi. Havoning sarflanish miqdorini o`zgarishini o`qituvchi tomonidan beriladi yoki bir xilda o`zgarish qilib qoldiriladi. Rotametr orqali suvning sarflanish miqdorini asta – sekin ko`paytiriladi.

Suv sarflanish miqdorining o'zgarishini difmanometrlar va rotametrlarning ko'rsatkichlari bo'yicha aniqlanadi, temperaturaning o'zgarishi hisobga olinadi.

O'qituvchi ko'rsatmasi bilan ish bajariladi:

a) variant «A» - kolonna diametri 60 mm bulgan bo'laksimon nasadkali yoki diametri 150 mm, kolonnada tajriba o'tkaziladi.

b) variant «B» - kolonna 3 diametri – 150 mm bulib, uni Rashig xalkasi bilan to'ldirilgan yoki diametri 60 mm kolonnada tajriba o'tkaziladi.

Xisoblash berilgan «A» va «B» varianti sxemasi yordamida olib boriladi va bunda erkin bo'sh hajmi ishtirok etadi, uni tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Buning uchun ma'lum o'lchov idishiga nasadkalar, belgisigacha joylashtiriladi va tarozi yordamida o'lchab olinadi. So'ngra nasadkali idish belgisigacha suv tuldiriladi va taroziga kuyib tortiladi. Og'irliklar farqi orqali erkin bo'sh hajmi topiladi (Erkin bo'sh hajmi, nasadka uchun – $0,77 \text{ m}^3/\text{m}^3$ tashkil qiladi).

«A» variant uchun tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash.

Tajriba kolonnada o'tkaziladi. Kuzatuv ko'rsatkichlari 1 jadvaliga yoziladi.

1 jadval

Xavo oqimi uchun rotametr 2 ni ko'rsatkichlari (rotametr shkalasining bo'linmasi)	Xavoning miqdorini jadvalda yoki grafik yordamida aniqlash, $G_2, \text{m}^3/\text{s}$	Suv oqimi uchun rotametr 5 ko'rsatkichlari (rotametr shkalasining bo'linmasi), o'qituvchi ko'rsatmasi b-n	Suvning miqdorini gradirovkali grafik yordamida aniqlash, $W, \text{m}^3/\text{s}$	Difmanometr ko'rsatkichlari, mm.suv. ustuni	Suvning temperaturasi, °C
20	to'g'ri tajriba				
40					
60					
80					
100					
100	teskari tajriba				
80					
60					
40					
20					

Namlash zichligini suvning sarflanish miqdori bo'yicha quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$U = \frac{W}{F}, \quad \text{m}^3/\text{m}^2 \text{ s} \quad (5)$$

bu yerda : W – suvning sarflanish miqdori, m^3/s ; F – kolonnaning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 .

Gazning fiktiv tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$w = \frac{4G_z}{\pi \cdot D^2} = \frac{M^3}{M^2 \cdot c} = \frac{M}{c} \quad (6)$$

Nasadkaning ekvivalent diametri:

$$d_e = 4\Sigma/a \quad (7)$$

bu yerda ε q $V-V_0/V$ erkin bo'sh hajmi ε q 0,38 deb olinadi; V – umumiy donador qatlam egallangan hajmi; V_0 – qattiq donador nasadka qatlamining egallagan hajmi.

Agar umumiy donador qatlam xajmi $V=1$ deb olinsa, unda $(1-\varepsilon)$ qattiq fazaning xajm konsentratsiyasiga teng buladi; a – nasadkaning solishtirma yuzasi, m^2/m^3 .

Ekvivalent diametr d_e xosil qilgan qatlam donachalarning o'lchamlari orqali aniqlash mumkin. Agarda 1 m^3 qatlamda « n » donacha bo'lsa, u holda donachaning umumiy hajm (erkin bo'sh hajmini hisobga olmagan holda) hajm konsentratsiyasiga teng bo'lsa, ya'ni $(1-\varepsilon)$ bo'lganda uning yuzasi esa a (m^2/m^3) tengdir.

$$\text{Donachaning o'rtacha hajmi: } V_o = \frac{1-\Sigma}{n} = \frac{\pi \cdot d_{yp}^3}{6} \quad (8)$$

bu yerda d_{ur} – donachaning o'rtacha diametri, u kuzatish yo'li bilan tekshiriladi, ya'ni 10 ta donacha olinib millimetrovka qog'oziga qo'yib o'zgarishlari aniqlanadi.

$$\text{Donachaning yuzasi: } F_o = \frac{n \cdot d}{\Phi} \quad (9)$$

bu yerda F – donachalarning shakli. Sharsimon donachalar uchun $F=1$ teng. Noto'g'ri shaklli donachalar uchun $F = 1 \div 1,2$ orasida buladi.

Bu holda donachaning yuzasi hajmga nisbatan

$$\frac{F_o}{V_o} = \frac{a \cdot n}{n \cdot (1-\Sigma)} = \frac{a}{1-\Sigma} = \frac{\pi \cdot d^2}{\Phi} \cdot \frac{6}{\pi \cdot d^3} \quad (10)$$

bundan

$$\frac{a}{1-\Sigma} = \frac{6}{\Phi \cdot d}; \quad a = \frac{6 \cdot (1-\Sigma)}{\Phi \cdot d} \quad (11)$$

Donachalarning ekvivalent diametri ularning shaklini hisobga olgan holda quyidagida aniqlanadi:

$$d_3 = \frac{4\varepsilon(\Phi d)}{6 \cdot (1 - \Sigma)} = \frac{2\Phi\varepsilon}{3(1 - \varepsilon)} \quad (12)$$

Demak, erkin hajm qatlami qiymatini va donachaning shakl formasini bilgan holda, nasadka donachasining ekvivalent diametri aniqlanadi. Nasadkaning gidravlik qarshiligini aniqlash bilan ishning asosiy maqsadiga erishiladi

$$\Delta P_{kyp} = \lambda \frac{H}{d_3} \cdot \frac{\rho w^2}{2}$$

bu yerda λ – karsxilik koeffitsienti – mahalliy qarshilik va ishqalanishga sarf qilingan bosimlar yig'indisini hisobga oluvchi kattalik: N – nasadka balandligi, $Nq0,5m$, d_e – nasadkaning ekvivalent diametri, w va d_e qiymatlari yuqoridagi tenglamalar yordamida aniqlanadi. Gazning zichligi (havoninng) $tq20^\circ C$, $Rq760$ mm.sim.ust, $\rho=1,29$ kg/m^3 ga teng.

$\lambda qf(Re)$ bo'lgani sababli, uning qiymatini Re soni formulasi orqali hisoblanadi.

Odatda quyidagi tenglama ishlatiladi:

$$1 < Re_g < 50; \quad \lambda = \frac{133}{Re_g} \quad (13)$$

turbulent rejim uchun

$50 < Re_g < 7000$ $Re = 7000$ bo'lganda turbulent rejimning avtomodel holati vujudga keladi va λ q const ya'ni λ q 2,34.

Reynolds soni qiymatini quyidagi ifoda orqali aniqlanadi: $Re_g = \frac{wd_g \rho_g}{\mu_g}$ (14)

Gazlarning qovushoqligi μ_g – ilovadagi P-jadvaldan gazning temperaturasiga orqali aniqlanadi:

$$\Delta R_{nam} = 10^{VU} \Delta R_{kur} \quad (15)$$

bu yerda U –nasadkaning namlanish zichligi, $m^3/(m^2 \cdot s)$; B – tajriba koeffitsienti, nasadkaning donador qatlami uchun, $V=38$.

Hisoblash natijalari 2 xisobot jadvaliga yoziladi.

2-jadval.

Gazning fiktiv tezligi, w , m/s	Donacha material qatlamining ekvivalent diametri, d_{ekv}	Reynolds soni $Re = \frac{wd_g \rho}{\mu}$	Quruq nasadkada bosimining yo'qotilishi ΔP_{kur} , Pa	Namlangan nasadkada bosimning yo'qotilishi ΔP_{nam} , Pa	Namlangan nasadka bosimining yo'kutilishi ΔP_{nam} , Pa
			Difmanometrd a o'lchangan	xisoblangan	difmanometrd a o'lchangan

«B» variant uchun tajriba ko`rsatkichlarini xisoblash.

Diametri 150 mm, va Rashing xalkasi (25x25 mm) nasadkasi bilan tuldirilgan kolonnada utkazilgan tajriba natijalari 3 jadvaliga yoziladi.

3 jadval.

Havo oqimi uchun 2-rotametr ko`rsatkichlari (rotametr shkalasining bo`linma soni)	Havoning miqdorini jadvalda yoki grafik yordamida aniqlash, $V, m^3/s$	Suv oqimi uchun 5 rotametr ko`rsatkichlari (rotametr shkalasining bo`linma soni), o`qituvchi ko`rsatmasi bilan	Suv miqdorini gradirovkali grafik yordamida aniqlash, $W, m^3/s$	Difmanometr 7 eki 8 ko`rsatkichlari mm.suv. ustuni
20	to`g`ri tajriba			
40				
60				
80				
100				
100	teskari tajriba			
80				
60				
40				
20				

Tajriba natijalarini xisoblash

1. Namlash zichligi kolonnaning kesim yuzasiga nisbatan quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$U = \frac{W}{F}, \quad m^3/m^2 \cdot s \quad (16)$$

2. Gazning fiktiv tezligi

$$w = \frac{4G}{\pi D^2}, \quad \frac{m^3}{m^2 \cdot c} \quad (17)$$

3. Ishning asosiy vazifasi:

$$\text{Nasadkaning asosiy gidrodinamik qarshiligi aniqlanadi: } \Delta P_{\text{кyp}} = \lambda \frac{H}{d_3} \cdot \frac{\rho w^2}{2} \quad (18)$$

(ya'ni 12.1 ifodadan)

Buning uchun λ va d_e aniqlanadi $d_e = 4\varepsilon/a$; bu yerda : a – nasadkaning solishtirma yuzasi, m^2/m^3 ; d_e – Xalqasimon nasadkaning ekvivalent diametri; ε – nasadkaning erkin xajm; $\varepsilon_{\text{donasimon.nas.}} = 0,54 \text{ m}^3\text{G}'\text{m}^3$.

Solishtirma yuzasi:

$$a_{\text{Rashig xalkasi}} = 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

$$a_{\text{donasimon nas.}} = 310 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

Karshilik koeffitsienti λ uzgaruvchan kattalikka ega bo'lib, u asosan harakat rejimiga bog'liq, ya'ni:

$$\Lambda = f(\text{Re}) \quad (19)$$

$$\text{Re}_2 = \frac{w d_3 \rho_2}{\mu_2} \quad (20)$$

Re_g – gazning tezligiga bog'liq bo'lgani uchun har bir tezlik ko'rsatkichi uchun alohida Reynolds kriteriyasi hisoblanadi va uning rejimiga qarab λ aniqlanadi.

$$\text{Laminar rejim uchun } \text{Re}_g < 40; \quad \lambda = \frac{140}{\text{Re}_2} \quad (21)$$

$$\text{Turbulent rejim uchun } \text{Re}_g > 40; \quad \lambda = \frac{16}{\text{Re}_2^{0,2}} \quad (22)$$

Xalqasimon nasadka uchun

$$\text{Re}_2 = \frac{w d_3 \rho_2}{\mu_2} \quad (23)$$

μ_g – gazning qovushqoqligi ilovadagi jadvaldan yoki nomogrammadan aniqlanadi.

B. Namlangan nasadkaning gidravlik karsxiligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta R_{\text{nam}} = 10^{BU} \Delta R_{\text{kur}}$$

bu yerda U – namlash zichligi, $\text{m}^3\text{G}'\text{m}^2$ s; B – tajriba koeffitsienti, namlangan Xalqasimon nasadka uchun $B = 51$ (ilovadagi VI jadvaldan aniklangan).

4. Hisob natijalari quyidagi shaklda 4 jadvaliga yoziladi.

4 jadval

Gazning fiktiv tezligi, $W = \frac{G_2}{F_2}$ m /s	Halqasimon nasadkaning ekvivalent diametri, de , m	Re soni	Quruq nasadkaning bosimini yo'qolishi ΔP_{kur} , Pa	Quruq nasadkaning bosimini yo'qolishi ΔP_{kur} , Pa	Namlangan nasadka bosimining yo'qolishi ΔP_{nam} , Pa	Namlangan nasadka bosimining yo'qolishi ΔP_{nam} , Pa
			hisoblangani	tajriba yo`li bilan o`lchangani	hisoblangan	tajriba yo`li bilan o`lchangani

Tekshirish uchun savollar

1. Nasadka kolonnalarning sanoatda qo'llanilishi.
2. Nasadka turlari va ularning xarakteristikasi.
3. Nasadkali kolonnalarning gidrodinamik rejimlari.
4. Gazning fiktiv va xakikiy tezligini aniqlash.
5. Namlanish zichligi, nasadkaning ekvivalent diametri.
6. Quruq nasadkaning gidrodinamik qarshiligi .
7. Namlanish zichligini nasadkali kolonnalarda gidrodinamik qarshilikka ta'siri.
8. Qanday rejim nasadkali kolonnada maksimal effektiv xisoblanadi. Uning sababi.
9. Absorberlarning tuzilishi, absorberlarni xisoblash.
10. Desorbtsiya.

Laboratoriyaishi №13

Mavzu: Sochiluvchan materiallarning solishtirma yuzasini aniqlash va elaklarda fraksiyalarga ajratish

Ishdan maqsad:Xom ashyolarning granulometrik tarkibini aniqlash. Ho'l va quruq usuldagi elaklar analizi.

Kerakli xom ashyo va reaktivlar: elaklar to'plami, xom ashyo materiallari, yog'och bolg'a, aralashtirgichlar, gips formalari, shisha tayoqchalar, eksikator.

Ishning nazariy asoslari:Maydalangan xom ashyo materiallari, massalar va ayrim materiallar zarracha yoki donachalardan tashkil topgan bo'ladi. Hajm birligida donachalar qancha ko'p bo'lsa, material dispersligi shuncha yuqori bo'ladi. Zarrachalar o'lchamlari uzunligi, e'ni, qalinligi va hajmi bilan farqlanadi. Agar material bir xil o'lchamdagi zarrachalardan tashkil topgan bo'lsa monodispers, har xil o'lchamdagi zarrachalardan tashkil topgan bo'lsa polidispers deyiladi.

Zarrachalar sonini ularning o'lchamlariga bog'liqligini ifodalovchi harakteristika granulometrik tarkib deyiladi. Granulometrik tarkib zarracha o'lchamlari h ni funkstiyasini ifodalaydi. Berilgan o'lchamdan kichiq yoki teng zarrachalar massa ulushi (minus bilan chiqadi) $Q=f_1(x)$.

Berilgan o'lchamdan katta yoki teng bo'lgan zarrachalar massa ulushlari (plyus bilan chiqadi) $q=f_2(x)$

Demak, har bir h uchun $Q+q=100\%$

Granulometrik tarkib materialning keng harakteristikasi hisoblanadi. Ko'pincha disperslieni bitta o'rtacha olingan ko'rsatkich aralashma zarrachalarini minimal o'lchamini aniqlashga imkon bermaydi. Bir xil frakstiyalar uchun turli materiallar zarrachalari o'lchamlarini taqqoslash uchun hisoblashlar bir xil olib borilishi kerak. Bunda eng kichiq frakstiya o'lchamlari diopozoni o'zgaras bo'lishi zarur.

Solishtirma yuza – bu hajm yoki massa birligidagi hamma zarrachalarni yuzasi ρ - metall zichligi, massa birligiga to'g'ri keladigan yuza.

Tuproqlar disperslik darajasi va xom ashyolarning granulometrik tarkibi keramika va olovbardosh materiallar tenologiyasida juda muhim ahamiyatga ega zarrachalar o'lchami kichrayishi bilan nozik keramik massalarning optimal kuydirish harorati xom ashyo turiga qarab 50^0-100^0C pasayadi.

Disperslik darajasi va granulometrik tarkibni aniqlash dispers analizning asosiy mohiyati hisoblanadi. Hozirgi vaqtda dispers analizni bir necha xil usullari bor. Yangi asboblar yaratilishi bilan ularni soni yana ortib bormoqda. Eng ko'p tarqalgan elakli, sedimental mikrosqopik, adsor'stiya usullaridir.

Ishni bajarish tartibi Elakli analiz

Elakli analiz - donadorlik tarkibni aniqlashni qadimgi, eng oddiy va ko'rsatmali usullardan biridir. Bu usul ma'lum o'lchamdagi teshikchalari bo'lgan elakda ushlanib qoladigan material miqdorini aniqlashga asoslangan. Halqaro elaklar sistemasi mavjud emas. Shuning uchun turli mamlakatlar o'zlarining elaklar naboriga ega. Bizda GOST – 3584-53 ga muvofiq elaklar shkalasi mavjud.

Teshikli va gazlamali elaklar mavjud. Teshikli elaklar metall listlarni (temir, jez, ruh) har xil kataklardagi va shakllardagi teshikchalarni shtampovka qilish yo'li bilan tayyorlanadi. Dumaloq teshikchali elaklar katta ahamiyatga ega. Laboratoriyada qo'llash uchun ular yupqa ruh temir qotishmasidan teshikchalarini o'lchami 0.5-10 mm qilib tayyorlanadi. Elakli analizni aniqlashda metall list qalinligi katta ahamiyatga ega. Yupqa listdan tayyorlangan elaklar huddi shu o'lchamdagi qalin listdan tayrlangan elakka qaraganda kattaraq bo'lakchalarni ko'proq o'tkazib yuboradi. Elaklar bilan ishlanganda teshikchalar kattaligini aniqlashda ularni yorug'lik bilan tekshirish tavsiya qilinadi. Elakli analiz ho'l va quruq usulda olib boriladi.

Ho'l usul

Ho'l usulda analiz qilish uchun material oldin quritish shkafida 105-110 °C da doimiy og'irlikka qadar quritib olinadi va chinni hovonchada pestik yordamida kuchsiz zarb bilan maydalanadi, keyin tehnik tarozida 0.01 gr aniqlikda zichligi γ bo'lgan keramik material shlikeyerdan olinib, quruq moddani miqdori q namunani piknometr yordamida o'lchab kerakli aniqlikda topiladi. Quruq moddani miqdori q zichligi ρ ga teng bo'lgan shliker holdagi namunani piknometr yordamida o'lchab, kerakli aniqlikda quyidagi bog'liqlik yordamida topiladi.

$$q_{ko'r} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} (q_{shliker} - q_{nc})$$

bu yyerda $q_{shliker}$ – shlikerli piknometr og'irligi.

q_{nc} – suvli piknometr og'irligi.

Piknometrlarni suvli og'irligi q_{nc} haftasiga bir marta tekshirib turilishi kerak. Suspenziyani elakka quyishda elakdan oson o'tishini amalga oshirish uchun elak suv bilan to'ldirilgan yassi idishga asta-sekinlik bilan bir-necha marta botirilib olinadi. Keyin qolgan qoldiq elakdan o'tib suv tiniq holda bo'lguncha suv qo'yib turib yuviladi. Keyin ehtiyotkorlik bilan chinni idishga solinib undagi suv quritiladi va quritish shkafida quritib sovitib tehnik tarozida qoldiq miqdori 0.01 gr aniqlikda o'lchanadi.

Quruq usul

Quruq usulda analiz qilishda 100-110 °C doimiy og'irlikkacha quritilgan namuna bir yoki birin ketin bir necha elakdan o'tkaziladi. 50-100 gr og'irlikdagi namuna qurilmadagi eng yuqori elakka solinadi va yuqoridagi elakni qopqog'i yopilib elash boshlanadi. Elash asbobni qiya holda tebratib va vertikal o'q atrofida aylantirib amalga oshiriladi.

Elash bir minut davomida elakdan 0.054 dan ko'p o'tilganda to'htatiladi.

Elash bir minut davomida elakdan 0.054 dan ko'p o'tilganda to'htatiladi.

Alohida elaklarda qolgan qoldiq miqdori tortilib, namunani donadorlik tartibi % larda tortiladi. Ho'l usuldagi analiz mayda frakstiyalarni ham aniqlashga yordam beradi va shunga muvofiq bu usul mayda dispersli materiallarni tekshirishda qo'llaniladi. Quruq usul birinchi navbatda suv ta'sir qiladigan (masalan stement) materiallarini aniqlashda va material tarkibidagi mayda frakstiyalar kam bo'lgan hollarda qo'llaniladi material o'lchamlari 0.01 mm bo'lganda quruq usul tavsiya qilinadi.

Laboratoriya ishi № 14

Mavzu: Qattiq jismlarni maydalash.

Ishdan maqsad: Yanchish mashinasini ishlash prinsipini o'rganish

Kerakli asbob va materiallari: yanchish mashinasi

Ishning nazariy asoslari: Ishlab chiqarishning ko'pchilik sohalarida mexanik jarayonlar aloxida 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, o'zlash 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 aloxida 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, eyilish va zarba berish usullari yordamida olib boriladi (1-rasm). Materialning fizik-mexanik hossalari 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 eyilish 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 jarayonining sinflarga bo'linishi 1 jadvalda berilgan.



1 rasm. Materiallarni maydalash usullari: a) ezish; b) yorish; s) eyilish;

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	$7,5 \cdot YU^{-2} - 1,10^{-4}$	-

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

$$i = \frac{d_b}{d_m} \quad (1)$$

Sharsimon bo`lakning harakterli 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:

$$d_x = \sqrt[3]{l b h} \quad (2)$$

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 harakterli 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:

$$d = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} \quad (3)$$

Aralashmadagi bo`lakning o`rtacha harakterli o`lchami quyidagicha xisoblanadi:

$$d = \frac{d_{y1} a_1 + d_{y2} a_2 + \dots + d_{yn} a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \quad (4)$$

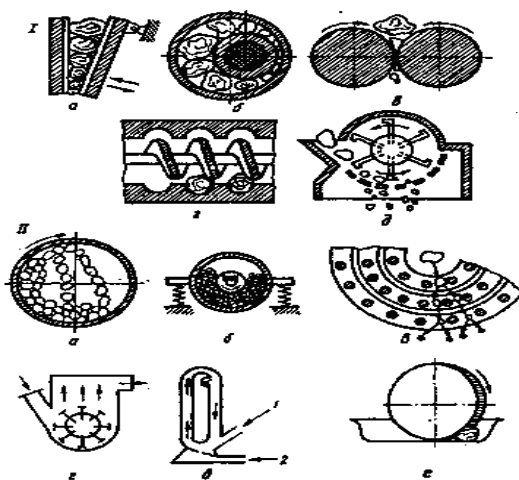
Bu yerda d_{y1}, d_{y2}, d_{yn} – har bir fraktsiyadagi bo`lakning o`rtacha o`lchami;
 a_1, a_2, a_n – har bir fraktsiya tarkibi, massaviy %.

Sanoatda qattiq jismlarni maydalash maqsadida turli mashina va tegirmonlar ishlatiladi. Yirik yanchish uchun yassi qismli va konusli mashinadan foydalaniladi, bunday mashinalar yordamida bo`laklarning 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 taxminan 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 xalqa tegirmonlarda material yupqa maydalanadi (o'rtacha o'lchami 10 – 12mm dan 2 – 0,075 mm gacha). Maydalash mashinalarining printsiplial chizmalari 1.2 – rasmda berilgan. Yassi qismli yanchgichning ishlash printsiplari quyidagicha bo'ladi. Yassi qismlar o'zaro davriy ravishda o'zaro yaqinlashganda material ezish, yorish va qisman eyilish 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 bar 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 eyilish 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 xakozo)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 printsipligiga asoslangan. Purkovchi tegirmonlar materiallarni o'ta yupqa maydalash uchun mo'ljallangan. Bunday mashinalarning ishlash printsiplari katta tezlikda harakat qilayotgan havo oqimining tarkibidagi qattiq zarrachalarning bir- biriga va kamera devorlariga urilishi va ishqalanishi natijasida maydalanish yuz beradi.

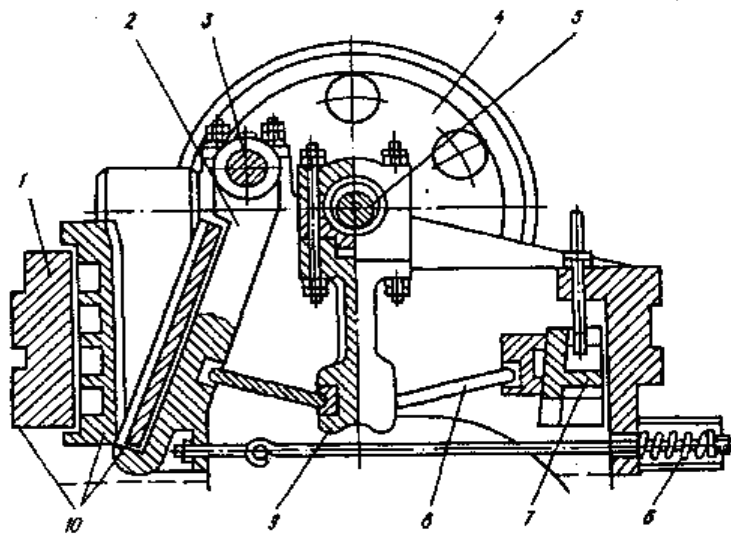


2 – rasm. Maydalash mashinalarining printsiplial chizmalari:

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 himoya qiladi. Zo'zg'aluvchan yassi qism yuqori tomondan o'q (3) ga osib qo'yilgan bo'lib tebranma harakat 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'shliqga beriladi, bunda material qo'zg'aluvchan yassi qismning tebranma harakati ta'sirida yorilish va ezish xisobiga maydalanadi. Maydalangan zarrachalar asta sekin pastki tor tirqish orqli 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.



3-rasm .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-tirgauichli 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 engish uchun sarflanadi. Energiya asosan ish rejimda, ya'ni yuklangan material yancxilayotganda 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 qisimli yanchgich mashinalari tog' kimyosi, metallurgiya va rangli metallar sanoatida xom 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 (3.4- rasm) zarba markazdan qochma kuchi asosida ishlaydigan yanchish mashinalari turiga kiradi. Bu mashina ichki qismi eskirishga bardoshli marganetsli po'lat plitalari bilan qoplangan kobik (1), val (2) va

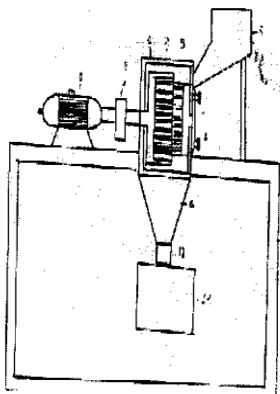
valga o`rnatilgan disk (3) dan iborat. Diskda paletslar (4) yordamida bolg'alar (5) erkin joylashtirilgan. Bolg'alar ham marganetsli po'latdan tayyorlangan. Kobikning nastki qismida panjara (6) bor. Bolg'alari bo'lgan disk 40 m/s tezlik bilan aylanma harakat qiladi.

Purkovchi tegirmon. 6 – rasmda trubali kameraga ega bo'lgan purkovchi tegirmon ko`rsatilgan. Tegirmon chegaralangan truba (1) dan iborat bo'lib, uning pastki qismida siqilgan xavo 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 engil filtrlarga yuboriladi.

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

Ishni bajarish tartibi.

1.4 – chizmada tajriba o'tqazish qurilmasi ko`rsatilgan. Bu qurilma zirlangan baraban (1) ichiga aylanish valiga (2) o`rnatilgan. Bir-biriga kirib turuvchi (2,3) disklardan iborat bo'lib ular savalagich (4) lar bilan jixozlangan. Qurilma xom ashyo bunker (5) va tushirish kamerasiga (6) ega. Baraban yon tamonidan maxsus qopqoqqa (7) ega bo'lib bu qopqoq qurilmaga boltlar (8) yordamida tortilgan. Qurilma matorga (9) ulangan bo'lib, motor vali mufta (10) yordamida qurilma vali bilan o'zaro ulangan. Qurilma qismlari rama (11) ga ulangan. Elektromotordan olingan quvvat xisobiga 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 erdan tushirish tirqichi (12) orqali sarf idishga (13) ga yig'iladi.



Yirik fraktsiyadagi 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 dezingrator 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

maxsulotlar yig'iladi. Ish jarayoni tugagandan keyin maydalangan bo'laklar o'lchamlari elaklar yordamida aniqlanadi.

Tajriba ko'rsatkichlarini xisoblash.

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 xisoblash 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 to'zilgan, ularning afzalligi va kamcxiliklari nimalardan iborat?
8. Konusli va valli yanchgich mashinalari, dezintegrator va dismembrator, barabanli va vibratsion tegirmonlar qaysi printsiplar asosida ishlaydi?

Labaratoriya mashg'ulotlari mavzulari

1	Suyuqliklarning oqish rejimlarini aniqlash.....	6
2	Trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash.....	12
3	Suyuqliklarning tezligi va sarfini Pito-Prandtl naychasi bilan o'lchash....	19
4	Suyuqliklarning nasadka va teshiklardan oqishi.....	24
5	Mavhum qaynash qatlamning gidrodinamikasi.....	30
6	Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikasi	36
7	Sentrifugalash jarayonini o`rganish.....	42
8	Filtrlash doimiysini aniqlash.....	44
9	Truba ichida truba tipidagi isitkichdagi issiqlik berish va issiqlik o'tkazish koeffitsentini aniqlash	51
10	Eritmalarning temperatura depressiyasini aniqlash.....	59
11	Quritish qurilmasida qurish jarayonini o`rganish	64
12	Harakatchan nasadkali kolonnalarda massa berish va o'tkazish koeffitsientlarini aniqlash.....	71
13	Sochiluvchan materiallarni solishtirma yuzasini aniqlash va elaklarda fraksiyalarga ajratish.....	81
14	Qattiq jismlarni maydalash.....	83

