

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI**

**TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI
SANOAT FARMATSIYASI FAKULTETI
BIOTEXNOLOGIYA KAFEDRASI**

“TASDIQLAYMAN”
Toshkent farmatsevtika instituti
O'quv ishlari bo'yicha prorektori v.b.
farm.f.n., dots. S.U.Alieyv

2015 y ”__” _____

**“KIMYO-FARMATSEVTIKA ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARI VA
APPARATLARI” FANIDAN**

BIOTEXNOLOGIYA VA SANOAT FARMATSIYASI YO'NALISHLARI
3 – KURS TALABALARI UCHUN LABORATORIYA ISHLAR BO'YICHA
O'QUV – USLUBIY QO'LLANMA

TOSHKENT – 2015

Tuzuvchilar.

Toshkent farmatsevtika instituti tomonidan:

Farm.f.d. dotsent Ismailova Mohinur Gafurovna

F.f.n. dotsent Shadmanov Kamoliddin Kazakdjanovich

Farm.f.n. dotsent To'xtayev Farhod Xakimovich

Assistent Alimdjanova Lola Iskandarovna

Taqrizchilar.

O'R FA Bioorganik kimyo instituti tomonidan:

T.f.d., prof. Xudoyberdiev Maruf

Toshkent farmatsevtika instituti tomonidan:

Fizika, matematika va AT kafedrasining dotsenti

Ulug'murodov N X

Toshkent farmatsevtika instituti Markaziy uslubiy kengashida 2015 yil 27 oktyabrda №3-sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan

O'quv uslubiy qo'llanma farmatsevtika instituti talabalari uchun o'quv va ishchi dastur asosida tuzilgan va tasdiqlangan.

Toshkent farmatsevtika instituti Ilmiy kengashi

10.11.15_№__4sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

Ushbu o'quv uslubiy qo'llanma 36 soat laboratoriya mashg'ulotlariga mo'ljallangan bo'lib, unda gidromexanik, suyuqlik muhitlarida aralashtirish qonuniyatlari, issiqlik almashinish va massa almashinish jarayonlari keltirilgan.

Ushbu o'quv uslubiy qo'llanmada laboratoriyaning qisqacha nazariy qismi, mustaqil tayyorlanish uchun vazifalar va savollar hamda pedagogic texnologiya usullaridan foydalanish keltirilgan.

Soatlar mavzularga quyidagicha taqsimlangan:

Laboratoriya mashg'ulotlari mavzusi:	soat
1. Suyuqlikning oqish rejimini aniqlash.....	4
2. Suyuqlik harakat qilayotgan trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash.....	4
3. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikasi.....	4
4. "Truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik berish koeffitsientini aniqlash.....	4
5. "Truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlash.....	4
6. Eritmalarni temperatura depressiyasini aniqlash.....	4
7. Quritish qurilmasida qurish jarayonini tasvirlash.....	4
8. Quritish jarayonining kinetikasi.....	4
9. Nasadkali adsorberning hisobi.....	4

1-LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIKNING OQISH REJIMINI ANIQLASH

Ishning nazariy asoslari

Ishning maqsadi: suyuqliklarni oqish hususiyatini o'rganish, suyuqlikning oqish rejimini aniqlash.

Ishning ahamiyati: Trubadagi suyuqlik oqimining kritik tezligini aniqlash.

Ishning nazariy asoslari: Hidravlika ikki asosiy qismdan: suyuqliklarning muvozanat qonunlarini o'rganadigan gidrostatika va suyuqliklarning harakat qonunlarini o'rganadigan gidrodinamikadan tashkil topgan.

Suyuqliklar oquvchanlik hususiyatiga ega. Suyuklik go'yo ma'lum xajmga ega, lekin shaklga ega emas, ammo faqat molekulyar kuchlar ta'siri ostida shar shaklini oladi.

Moddalarning suyuq holatini 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 tomcxili gazlar esa elastik suyuqlik deb qaraladi.

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

1) Suyuqliklar xuddi gazlar kabi ma'lum shaklga ega emas, uning fizik xossalari barcha yo'nalishda bir xil, ya'ni izotropdir.

2) gazlarning qovushqoqligi kichik bo'lib, yuqori temperaturada suyuqliklarnikiga yaqinlashadi.

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

Gidravlikada nazariy tadqiqotlar natijalarini soddalattirish maqsadida ideal suyuqlik modelidan foydalaniladi.

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

Ammo ba'zi suyuqliklarning qovushqoqligi juda kichik bo'ladi. Ular temperatura va bosim ta'sirida o'z xajmini shu qadar kam o'zgartiradiki, bu o'zgarishni amalda xisobga olmasa ham bo'ladi. Bunday suyuqliklar shartli ravishda ideal suyuqliklar deyiladi. Elastik suyuqliklarning xajmi temperatura va bosim ta'sirida keskin o'zgaradi.

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

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

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

bu yerda m - suyuqlik massasi. kg; V - suyuqlikning xajmi m^3 : halqaro birliklar sistemasida zichlik kg/m^3 da o'lchanadi.

Solishtirma og'irlik - Hajm birligidagi suyuqlikning og'irligi solishtirma og'irlik deb ataladi va γ bilan belgilanadi

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

bu yerda G - suyuqlikning og'irligi. SI sistemasiga binoan solishtirma og'irlik " H/m^3 " da o'lchanadi, massa bilan og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

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

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

Bosim - Suyuqlik idish devorlariga, tubiga va uning ichiga tushirilgan boshqa 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:

$$P = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta F} \quad \text{yoki} \quad \frac{dP}{dA} \quad (1.4)$$

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

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

$$P_{\acute{a}\acute{a}} = P_{\acute{a}\acute{a}} + P_{ami} \quad (1.5)$$

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

$$P_{\acute{a}\acute{a}} = P_{ami} - P_{\acute{a}\acute{a}\acute{e}} \quad (1.6)$$

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

I fizik atmosfera (I atm) — 760 mm simob ustuni = 10,33 m suv ustuni = 1,033 $kg \cdot k/sm^3 = 101300 kg \cdot k/m^3$;

I texnik atmosfera (I atm) = 736,6 mm simob ustuni = 10 m suv ustuni = I $kg \cdot k/sm^3 = 10000 kg \cdot k/m^3 - 98100 N/m^2$.

Qovushqoqlik - Haqiqiy real suyuqliklar truba ichida harakatlenganda, uning

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

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

bu yerda T – ta'sir etayotgan kuch; F – yuza; dw / dn – tezlik gradienti; μ - qovushqoqlik koeffisienti.

Tenglamadagi qovushqoqlik koeffisienti μ dinamik qovushqoqlik koeffisienti yoki qovushqoqlik deyiladi.

Qovushqoqlik suyuqliklarning fizik xususiyatlariga va temperaturasiga bog'liq bo'lib, keng oraliqda o'zgaradi. Masalan, gliserinning qovushqoqligi suvnikiga nisbatan bir necha marta kattadir. Qovushqoqlik CH 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 qovushqoqlik koeffisientining shu suyuqlik zichligiga nisbati kinematik qovushqoqlik deyiladi va ν bilan belgilanadi

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

SI sistemasida kinematik qovushqoqlik " m^2/c " birligida o'lchanadi.

Ba'zan nisbiy qovushqoqlik tushunchasi ham ishlatiladi. Bunda biror suyuqlik qovushqoqligining suvning qovushqoqligiga nisbati olinadi.

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

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

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

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

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

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

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

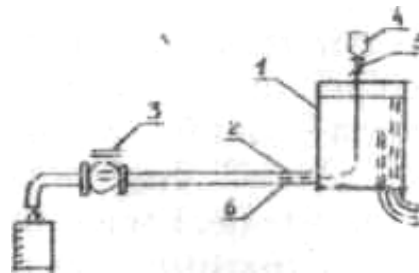
Yuqoridagi tenglikdan: $V = w \cdot S, [m^3/c]$

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

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

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

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



1.1 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi.

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

Rezervuarda suvning satxi bir xil ushlab turiladi. Unga gorizontal shisha truba biriktirilgan. Shisha trubadagi oqim harakatini kuzatish uchun uninig o'qi bo'ylab, rangli suyuqlik yuboriladigan naycha o'rnatilgan. Suvning tubidagi tezligi kran orqali rostlanadi.

Suv oqimining tezligi kichik bo'lganda rangli suyuqlik suvga aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'ylab 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.

Reynolde o'z tajribalarida faqat tezlikni emas, balki trubaning diametri, suyuqlikning qovushqoqligi, zichligini o'zgartiradi.

Bu o'zgaruvchan parametrlar tezlik w , diametr d , zichlik ρ , qovushqoqlik μ kabi kattaliklardan Reynolde o'lchamsiz kompleks keltirib chiqaradi, ya'ni:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (1.11)$$

Bu kompleks Reynolde kriteriysi deyiladi. Reynolde kriteriysi o'lchovsiz malum son qiymatga ega. Masalan, halqaro birliklar sistemasida uning son kiymati

quyidagicha

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

Reynolde kriteriysi harakat rejimini aniqlash bilan birga oqim harakatidagi qovushqoqlik va qarshi kuchlarining o'zaro nisbatini ham aniqlaydi. Suyuqliklarning harakat rejimi Reynolde kriteriysining 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 to'g'ri turbulent rejim bo'ladi.

$Re \Rightarrow 2320 \div 10000$ oraliqda o'zgarsa 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 kesimli trubalardan tashqari har xil kanallarda aniqlash uchun Re kriteriysidagi diametr o'rniga ekvivalent diametr kattaligi ishlatiladi. U xolda:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} ; \quad d_y = \frac{4S}{\bar{I}} \quad (1.12)$$

bu yerda S - suyuqlik oqimining kesim yuzasi, m^2 ; Π - ho'llangan perimetr.

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

$$d_y = \frac{4S}{\bar{I}} = \frac{4ab}{2a+2b} = \frac{2ab}{a+b} \quad (1.13)$$

Ishni bajarish tartibi

1. 1.1- 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 jo'mrakni 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 1 – jadvaldan suvning qovushqoqligi, zichligi aniqlanadi.

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

Tekshirish uchun savollar

1. Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari: zichlik, solishritma og'irlik, bosim, qovushqoqlik.
2. Suyuqlikning harakat tezligi va sarflanishi.
3. Hidravlik radius va ekvivalent diamater.
4. Suyuqlik oqimining hrakat rejimlari.
5. Laminar va turbukent hajmdagi oqim harakatining o'rtacha tezligi.

6. Eylarning diffirensial tenglamasi.
7. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi.

1.1-jadval

Ko'rsatmalar	To'g'ri tajriba				Teskari tajriba			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Suvning oqib chiqish hajmi V, m^3								
Suvning oqib chiqish vaqti τ, s								
1s oqqib chiqqan suvning hajmi $V_C = \frac{V}{\tau}, m^2 / c$								
Suvning oqim yuzasi $F = \pi \cdot d^2 / 4, m^2$								
Suyuqlik harakatining o'rtacha tezligi $w_{yp} = \frac{V_c}{F}, m / c$								
Reynoldc soni $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$								
Suvning temperaturasi T^0C								
Vizual ko'rinish								
Oqim rejimi								

Uslubiy ta'minot.

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi
Rezervuar, truba, jo'mrak, kappilyar trubadan iborat tajriba qurilmasi, suv rangli suyuqlik (indicator).

Blits - o'yini Men "Suyuqlikning oqish rejimi" loyihatoriya ishini bajaraman.

1. I-rasmdagi loyihatoriya tajriba qurilmasi tekshiriladi.
2. 3-jo'mrakni asta-sekin ochib suyuqlik sarfini ko'paytirib, vaqt borligida

- oqib o'tgan suyuqlikning hajmi o'lchanadi.
3. B- jo'mrakni ochib, indikator yordamida trubadagi suyuqlikning suv bilan aralashib ketishiga qarab aniqlanadi.
 4. Trubada o'tayotgan suvning temperaturasi o'lchanadi.
 5. Tajriba natijalarini hisoblash jadvalga yoziladi.
 6. Suvning qovushqoqligi, zichligi aniqlanadi.
 7. Vaqt birligida oqib o'tgan suyuqlikning hajmiy sarfi o'lchanadi.
 8. Truba diametri d_r asosida hisoblanadi.
 9. Kesim yuzasi hamda hisoblangan Reynolde kriteyrisi jadvalga yoziladi.

Blits – o'yin “Suyuqlikning oqish rejimini aniqlash” laboratoriya ishini bajaraman.

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To'g'ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Guruh ishidan chetlash	Harakatlar mazmuni
		9				Kesim yuzasi hamda hisoblangan Reynolde kriteyrisi jadvalga yoziladi.
		8				Truba diametri d_r asosida hisoblanadi.
		7				Vaqt birligida oqib o'tgan suyuqlikning hajmiy sarfi o'lchanadi.
		1				I-rasmdagi laboratoriya tajriba qurilmasi tekshiriladi.
		2				3-jo'mrakni asta-sekin ochib suyuqlik sarfini ko'paytirib, vaqt borligida oqib o'tgan suyuqlikning hajmi o'lchanadi.
		4				Trubada o'tayotgan suvning temperaturasi o'lchanadi.
		6				Suvning qovushqoqligi, zichligi aniqlanadi.
		5				Tajriba natijalarini hisoblash jadvalga yoziladi.
		3				B- jo'mrakni ochib, indikator yordamida trubadagi suyuqlikning suv bilan aralashib ketishiga qarab aniqlanadi.

Adabiyotlar

1. Kasatkin A.G. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. Kimyo 1973 – 727 b.
2. Salimov Z. To'ychiev I. Kimyoviy texnologiya protsesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi 1987 – 406 b.
3. Yusufbekov N.R., Nurmuhammedov H.S., Ismatullayev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar – Toshkent, Nisim, 1999 – 351 b.
4. Gelperin N.I. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Kimyo 1981 – kb 1. – 410 b.
5. Pavlov. K.F., Romankov P.G., Noskov A.A., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Kimyo, 1981 – 575 b.

2-LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIK HARAKAT QILAYOTGAN 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:

$$Z - \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{w^2}{2g} = \text{const} \quad (2.1)$$

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

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g} \quad (2.2)$$

Bu (2.2) 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 energiya xolatini harakterlaydi.

P/ρg - 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, energiya saqlanish qonunining xususiy ko'rinishi bo'lib, oqimning energetik balansini belgilaydi.

Trubaning ko'ndalang kesimi va suyuqlikning harakat tezligi o'zgarganda energiya o'zgarishi ruy beradi. Bunda bir qism potensial

energiya kinetik energiyaga o'tadi yoki aksincha, umumiy energiyaning qiymati o'zgarmaydi.

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

Bunday sharoitda Bernulli tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_u \quad (2.3)$$

$$\text{yoki} \quad h_r + h_{cm} + h_g + h_i = H \quad (2.4)$$

ifodada h_i ishqalanish kuchini yengish uchun sarflangan bosim.

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

Agar (2.3) tenglamani o'ng va chap tomonlarini (ρg) ga ko'paytirsak, Bernulli tenglamasini quyidagi xolda yozish mumkin:

$$\rho g Z_1 + P_1 + \frac{\rho w_1^2}{2} = \rho g Z_2 + P_2 + \frac{\rho w_2^2}{2} + \Delta P \quad (2.5)$$

bu yerla ΔP - sarflangan bosim farqi [Pa].

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

(2.6)

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

$$h_u = h_{ux} + h_{ue} \quad (2.7)$$

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 orqali aniqlanadi:

$$h_u = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.8)$$

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

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$
$$\xi = \lambda \cdot \frac{1}{d} \quad (2.9)$$

Shunday qilib, (2.8) tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin

$$h_u = \xi \cdot \frac{w_2^2}{2g} \quad (2.10)$$

yoki

$$\Delta P_u = \rho \cdot g \cdot h_u \quad (2.11)$$

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

$$\Delta P_u = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (2.12)$$

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

$$\lambda = 0,316 / \sqrt[4]{\text{Re}} \quad (2.13)$$

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

Trubalarning g'adir-budurlik 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 balanddigining (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'adir-budurliklar balandligidan $\delta > \Delta$ katta bo'ladi. Bunda suyuqlik g'adir-budurliklardan 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 (2.13) 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 qarshiligidек, dinamik bosim orqali topiladi.

Aynan bir mahalliy qarshilikdagi bosim yoqotilishining dinamik bosimga h_d nisbatini - mahalliy qarshilik koeffisienti deyiladi va u $\xi_{m.k.}$ deb belgilanadi.

Chunonchi, har xil mahalliy qarshiliklar uchun:

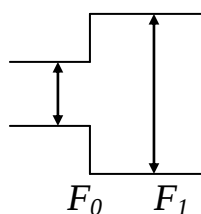
$$\begin{aligned} h_{MK} &= \xi_{MK1} \cdot \frac{w^2}{2g} \\ h_{MK} &= \xi_{MK2} \cdot \frac{w^2}{2g} \\ h_{MK\Pi} &= \xi_{MK\Pi} \cdot \frac{w^2}{2g} \end{aligned} \quad (2.15)$$

yoki hamma mahalli qarshiliklar uchun

$$h_{MK} = \Sigma \xi_{MK} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.16)$$

Ko'pincha, turli xil mahalliy qarshilik koeffisientlari tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Ularning o'rtacha kattaliklari ilovaning 1.2-jadvalida yoki boshqa adabiyotlardan topish mumkin [2.3].

Masalan:



Trubaning birdan kengayishi tufayli, oqim ko'ndalang kesimi kichik trubadan kesimi katta bo'lgan trubaga o'tganda tezligi kamayadi, bu paytda suyuqlik oqimlari truba devorlariga o'ralib natijada bosim yo'qotiladi.

Mahalliy qarshilik koeffisientining qiymati

1.2-jadval

$Re = \frac{w_c \cdot d_y}{\nu}$	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:

$$\Delta P_{\acute{a}\acute{e}} = \xi_{\acute{a}\acute{e}} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (2.17)$$

Qolgan mahalliy qarshiliklar koeffisientlari 1.3- jadvalda keltirilgan:

1.3-jadval

T.b. №	Maxalliy qarshilik turlari	Maxalliy qarshilik ko- effisient 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

$$h_y = \xi_u \cdot \frac{w^2}{2g} + \sum \xi_{MK} \cdot \frac{w^2}{2g} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.18)$$

$$h_y = \left(\lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \xi_{MK} \right) \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.19)$$

va to'la gidravlik qarshilikni

$$\Delta P_y = \left(\lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \xi_{MK} \right) \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.20)$$

ushbu tenglamalar yordamida aniqlash mumkin.

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.

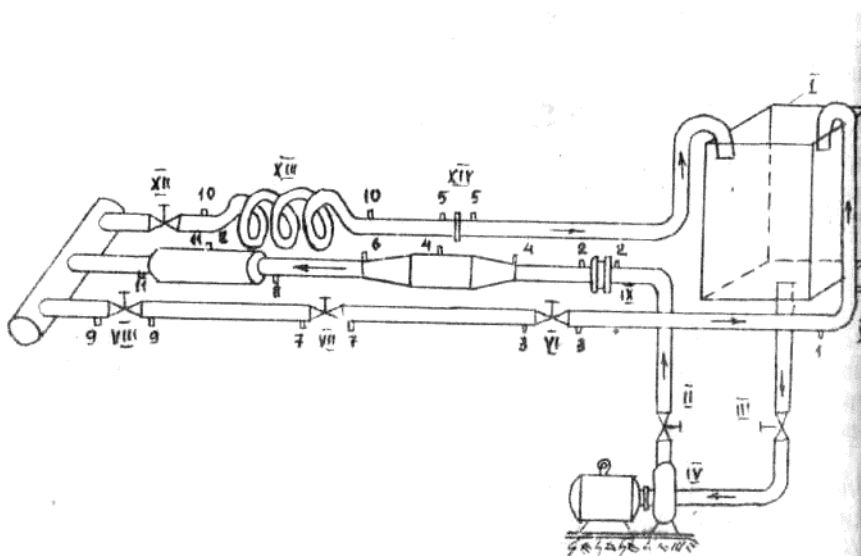
Ishni bajarish tartibi.

2.1- 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 xaydash 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 qurilmasining sxemasi



Tajriba qurilmasi quyidagi qismlardan iborat:

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

	O'lchov birligi	1- tajriba	2- tajriba	3- tajriba	4- tajriba
Suyuqlikning hajmiy sarfi V_c	m^3/c				
Manometrning ko'rsatkichi	$kg \cdot k/cm^2$				
Trubaning ko'ndalang kesim yuzasi, F	m^2				
Oqimning o'rtacha tezligi $w_{o'r}$	m/c				
Suvning temperaturasi, t	$^{\circ}C$				
Suvning dinamik qovushqoqligi μ	$H \cdot c/m^2$				
Reynolde soni Re	$kg \cdot k/cm^2$				
Mahalliy qarshilikni yengish uchun yo'qotilgan bosim, ΔP_{MK}					
To'g'ri kanallarda ishqalanishni yengish uchun					
Yo'qotilgan bosim ΔP_u					
Ishqalanish koeffisienti, λ					
Mahalliy qarshilik koeffisienti, ξ					
Ekvivalent g'adir-budurlik	mm				

1. Suyuqlik uzatuvchi bak suv bilan to'ldiriladi.
2. Surish yo'lidagi kran 3 ocxiladi, xaydash yo'lidagi kran oxirigacha yopiladi.
- 3 yoki 12 kranlardan biri sinalayotgan qarshiliklarning xiliga qarab ochib qo'yiladi.
3. Nasos ishga tushiriladi.
4. Kran 2 ochib, suvning eng kichik sarfi o'rnatiladi va suv sinalayotgan qarshilik orqali o'tkaziladi.
5. Simobli U – simon manometr 15 yordamida bosimning yo'qotilishi o'lchanadi, so'ngra suvning issiqligi aniqlanadi.
6. Kran 2 ochish orqali suvning sarfi asta-sekin ko'paytirib boriladi va manometrlarning ko'rsatkichi o'lchanadi.

7. 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:

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

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_s 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.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1. Tajribada nechta mahalliy qarshilik borligini aniqlash.
2. $\lambda = f(Re)$ va $\xi = f(Re)$ bog'liqlik grafigini tasvirlash.

Uslubiy ta'minot:

Kompyuter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompyuter dasturi markazdan qochma nasos U – simon simobli differensial manometer, simobli termometr, suyuqlik, (vodoprovod suvi).

Blits – o'yini Men “Suyuqlik xarakat qilayotgan trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash” loyihatoriya ishini bajaraman.

1. Qurilma tekshiriladi.
2. Suyuqlik uzatuvchi bak suv bilan to'ldiriladi.
3. So'rish yo'lidagi kran 3 ochiladi.
4. Xaydash yo'lidagi kran oxirigacha yopiladi.
5. 3 yoki 12 kranlardan biri sinalayotgan qarshiliklarning xiliga qarab ochib qo'yiladi.

6. Nasos ishga tushiriladi.
7. Kran 2 ochib, suvning eng kichik sarfi o'rnatiladi.
8. Suv sinalayotgan qarshilik orqali o'tkaziladi.
9. Simobning U-simon manometr 15 yordamida bosimning yo'qotilishi o'lchanadi, suvning issiqligi aniqlanadi.
10. Kran 2 ochish orqali suvning sarfi asta sekin ko'paytirib boriladi.
11. U-simon manometrlarning ko'rsatkichi o'lchanadi.
12. Suvning sarfi hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. N.R. Yusupbekov, X.C.Nurmuxamedov, C.G.Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" "Sharq nashriyoti" 2003 y.
2. Salimov Z. To'ychiev I.C. "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari." Oqituvchi nashriyoti 1987, 408 bet.
3. Pavlov K.F. Romankov P.G. Noskov A.A "Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии" L. "Ximiya" 1983
4. N.R. Yusupbekov, X.C.Nurmuxamedov, Ismatullaev, C.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq – ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash" Toshkent, 2000 y.

Blits – o‘yin “Men Suyuqlik xarakat qilayotgan trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash” laboratoriya ishini bajaraman.

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To‘g‘ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Guruh ishidan chetlash	Harakatlar mazmuni
						Suyuqlik uzatuvchi bak suv bilan to‘ldiriladi.
						U-simon manometrlarning ko‘rsatkichi o‘lchanadi.
						Qurilma tekshiriladi.
						Suvning sarfi hisoblanadi.
						Kran 2 ochish orqali suvning sarfi asta sekin ko‘paytirib boriladi.
						3 yoki 12 kranlardan biri sinalayotgan qarshiliklarning xiliga qarab ochib qo‘yiladi.
						Simobning U-simon manometr 15 yordamida bosimning yo‘qotilishi o‘lchanadi, suvning issiqligi aniqlanadi.
						So‘rish yo‘lidagi kran 3 ochiladi.
						Kran 2 ochib, suvning eng kichik sarfi o‘rnatiladi.
						Xaydash yo‘lidagi kran oxirigacha yopiladi.
						Suv sinalayotgan qarshilik orqali o‘tkaziladi.
						Nasos ishga tushiriladi.

3 - LABORATORIYA ISHI

MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING XARAKTERISTIKASI

Ishning maqsadi: Suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan gidravlik mashinalar bilan tanishish, markazdan qochma nasoslarni o'rganish.

Ishning ahamiyati: Nasos qurilmasini sinab. Nasosning asosiy parametrlarini aniqlash.

Ishning nazariy asoslari

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

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

Nasosning hosil qilgan umumiy napori quyidagi tenglama bilan aniqlanali:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + H_1 + h_y \quad (3.1)$$

$$H = \frac{P_x - P_c}{\rho \cdot g} + H_0 + \frac{w_x^2 - w_c^2}{2} \quad (3.2)$$

agar, $w_x - w_c H_0$ kichik bo'lsa, u xolda

$$H = \frac{P_x - P_c}{\rho \cdot g} \quad \text{yoki} \quad H = \frac{P_{mon} - P_{vak}}{\rho \cdot g} + h$$

bu yerda R va P_1 - uzatilayotgan va so'rib olinayotgan suyuqlik yuzasidagi bosimlar, N/m^2 ; Y_g - suyuqlikning geometrik ko'tarilish balandligi, m; H_y - so'rish va xaydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor miqdori, m; R_s — suyuqlikning so'rish trubasidagi nasosga kirishidagi bosimi, N/m^2 ; R_x - suyuqlikning uzatish 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 - haydash trubasidagi suyuqlikning tezligi, m/s; w_s 1 so'rish trubasidagi suyuqlikning tezligi.

Shunday qilib nasosning umumiy nabori 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 kupaytirilganiga teng:

$$N_f = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (3.4)$$

nasos o'qidagi quvvat

$$N_y = \frac{N_f}{\eta_H} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_H} \quad (3.5)$$

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat:

$$N_{dv} = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta_n} \quad (3.6)$$

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

$$N_y = \beta \cdot N_{dv} \quad (3.7)$$

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

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

bu yerda η_v - Q/Q - hajmiy foydali ish koeffisienti, nasosning haqiqiy unumdorligini, nazariy unumdorlikka nisbatini ko'rsatadi; η_g - gidravlik foydali ish koeffisienti, haqiqiy nabori nazariy naboriga nisbatini ko'rsatadi; η_{mex} - mexanik f.i.k., nasos mexanizmlaridagi ishqalanishni yengishga sarflanadigan quvvatning yo'qotilishini ko'rsatadi.

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

Nasosning so'rish balandligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H_c = \frac{P_1}{\rho \cdot g} \left(\frac{P_c}{\rho \cdot g} + \frac{w_c^2 - w_1^2}{2g} + h_c \right) \quad (3.9)$$

So'rib olinayotgan idishdagi suyuqlikning xarakat tezligi w nolga yaqinligi hisobga olsak, u xolda so'rish balandligi:

$$H_c = \frac{P_1}{\rho \cdot g} \left(\frac{P_c}{\rho \cdot g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_c \right) \quad (3.10)$$

shunday qilib nasosning so'rish balandligi so'rib olinayotgan idishdagi bosimning ortishi bilan kuchayib, uzatilayotgan idishdagi bosimning, xaydash trubasidagi

suyuqlikning tezligi, hamda gidravlik karshiliklarni yengish uchun ketgan napor miqdorlarini oqishi bilan kamayadi.

Markazdan qochma turdagi nasoslarda so'rish balandligini hisoblashda gidravlik va maxalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari, kavitasiya xodisasi ta'sirini xam inobatga olinishi lozim.

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

$$h_k = 0,019 \cdot \frac{(Q \cdot n^2)^{2/3}}{H} \quad (3.11)$$

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

Markazdan qochma nasoslar (3.1 - rasm) spiralsimon qobiq ichida joylashgan parrakli ish g'ildiragining aylanishi natijasida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik to'xtovsiz bir me'yorda suriladi va uzatiladi. Suyuqlik atmosfera bosimi ta'sirida yig'gich rezervuardan kirish klapani orqali so'rish 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 otilib, spiralsimon qo'zg'almas kamerani to'ldiradi va xaydaydi, trubasi orqali yuqoriga ko'tariladi.

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

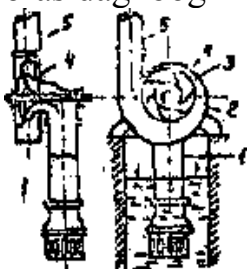
Markazdan qochma nasoslarning hosil qilgan bosimi ishchi g'ildiraklarning aylanish tezligiga bog'lik bo'ladi. Nasos ishga tushirilishidan avval so'rish trubasi ishchi g'ildiragi va qobiq uzatilayotgan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Agar, ishchi g'ildiragi bilan qobiq orasidagi bo'shliq bo'lsa, ishchi g'ildiragining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

Nasosning ish unumdorligi, napor, 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:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3; \quad (3.12)$$

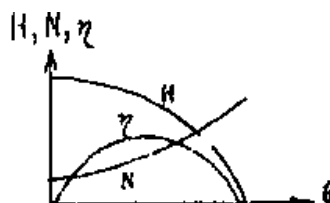
Ishchi g'ildirakning aylanish chastotasi n o'zgarmas bo'lganda, nasos ish unumdorligi Q , napori H , quvvati N va foydali ish koeffisienti η_H bilan o'zaro grafik usuldagi bog'liqligi nasoslarning harakteristikasi deb yuritiladi (3.2 - rasm).

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



3.1 rasm. Markazdan qochma nasosning harakteristikasi.

1- so'rish tpybasi; 2- ishchi g'ildiragi;
3- qobik; 4- parraklar; 5- haydash trubasi.



3.2-rasm. Markazdan qochma nasosning harakteristikasi.

Ishni bajarish tartibi

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

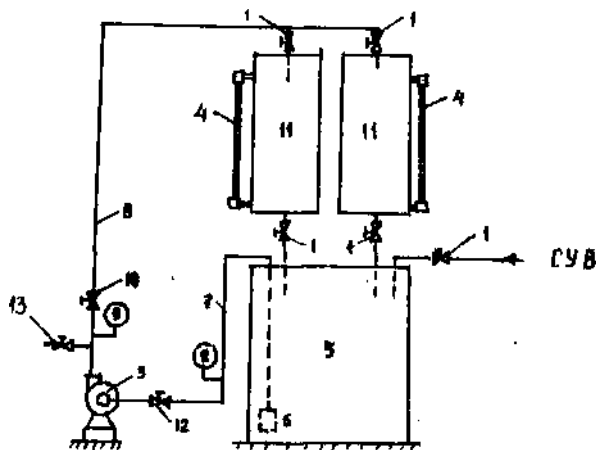
Uzatish trubasiga manometr va suyuqlik miqdorini rostlovchi ventil o'rnatilgan uzatish trubasi orqali suyuqli idishlarga uzatiladi. Har bir idishda suyuqlik satxini o'lchovchi shisha naychalar o'rnatil-gan. Idishlardagi suyuqli jumraklar orqali suyuqlik suriladigan idishga beriladi. Ish unumdorligini 12 ventilni ochilishi bilan o'zgartiriladi. Nasos qurilmasini sinashga $Q - H$, $Q - N$ $Q - \eta$ orasidagi bog'lanishlarni aniqlashga kerak bo'ladigan kattaliklar uzatilayotgan suyuqlikning miqdori, so'rish trubasidaga vakuum uzatish trubasidagi bosim, dvigatel iste'mol qilayotgan kuchlanish aniqlanadi. Nasos qurilmasi ishlashi paytida bu kattaliklar, ya'ni uzatilaetgai suyuqlikning miqdori Q shisha naychasining ko'rsatkichlari bo'yicha, vaqt esa sekundomer bilan o'lchanib, hisoblash jadvaliga yoziladi. Uzatilayotgan suyuqlikning napori metr suv ustunida aniqlanadi:

$$H = P_m + P_{vak} + \frac{w_x^2 + w_c^2}{2 \cdot g} + h \quad (3.13)$$

bu yerda P_m P_{vak} - manometr va vakuummetrning metr suv ustunidagi ko'rsatkichi; w_c , w_x - so'rish va xaydash trubalaridagi suyuqlikning tezligi, m/s; h - vakuummetr manometr oraliqlaridagi masofa, m.

So'rish va uzatish trubalarining diametri bir hil bo'lganligi uchun suyuqlik bu trubalarda bir hil tezlikda harakat qiladi, ya'ni $w_c = w_x$ Bu xolda.

$$H = P_m + P_{vak} + h$$



3.3-rasm. Laboratoriya nasos kurilmasining sxemasi.

1 - ventillar; 2 - vakuummetr; 3 - nasos; 4 - suyuqlik satxini o'lchovchi naycha; 5 - suyuqlik rezervuari; 6 - kaytarima klapan; 7 - trubasi; 8 - uzatish trubasi; 9 - manometr; 10, 12 - rostlovchi ventillar; 11- suyuqlik baklary; 13 – ventill.

Tajriba natijalarini hisoblash

Nasosning ish unumdorligi (m^3/s)

$$Q = \frac{Q_1}{1000 \cdot \tau} \quad (3.15)$$

bu yerda Q_1 - suvning shisha naychasi bo'yicha o'lchangan miqdori, l; τ - vaqt birligi, s. Nasosning iste'mol qiladigan quvvati, (kVt)

$$N = U \cdot I / 1000 \quad (3.16)$$

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

$$H = P_m + P_{vak} + h$$

bu yerda Q – nasosning ish unumdorligi, m^3/s ; ρ – suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; g – erkin tushishi tezligi, m^2/c ; H – nasos umumiy nabori, uzatilayotgan suyuqlikning metr ustunida $Q - H$, $Q - N$, $Q - \eta$ funksiya bog'liqlik grafiklari millimterli qog'ozda chiziladi.

3.1-jadval

Aylanishlar soni, n ayl/min	Vaqt birligi τ , c	Suvning miqdori Q gm	Monometr ko'rsatgan bosim		Vakuum ko'rsatgan siyraklanish		Umumiy Napor N,m	Quvvat N,kvt	Foydali ish koef. N, %
			kg/cm Yoki mm.sim ustun	mm.suv ustunida Nm	kgk/sm Rv	M.suv Ustun Ns			

Nazorat uchun savollar.

1. Nasoslar. Nasoslar turlari.
2. Napor. Umumiy napor tenglamasi.
3. Nasosning foydali quvvati.
4. So'rish balandligi.
5. Kavitatsiya hodisasi. Kavitatsion koeffisient.
6. Markazdan qochma nasoslarning ish prinsipi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1. Aniqlangan parametrlar asosida nasos ish qildiragining aylanish chastotasi o'zgaras bo'lgan holda Q-H, Q-N. Q-S orasidagi bog'lanishlarni grafikda tasvirlang.
2. Grafik asosida nasos tavsirini tuzing.

Uslubiy ta'minot.

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi
Laboratoriya nasos qurilmasi, manometer, baklar, sekundomer, suv.

Blits – o'yini Men “Markazdan qochma nasosning xarakteriskasi” lobaratoriya ishini bajaraman.

1. Lobaratoriya qurilmasini xolati tekshiriladi.
2. Markazdan qochma o'zgaruvchan elektr toki bilan ishlaydigan elektrodvigatel bilan valga o'rnatiladi.
3. Aylanishlar soni o'lchanib turiladi.
4. Rezervuardagi so'rish trubasiga o'rnatiladi.
5. Uzatish trubasiga monometr va suyuqlik miqdorini sozlovchi ventill o'rnatiladi.
6. Uzatish trubasi orqali suyuqlik baklarga uzatiladi.
7. Xar bir bakda suyuqlik miqdorini o'lchash uchun xajm birlikdagi darajalarga bo'lingan shisha naychalar o'rnatiladi.
8. Baklardagi suyuqlik kran orqali suyuqlik so'riladigan rezervuarga beriladi.
9. qaytadan suyuqlik nasos orqali baklarga uzatiladi.
10. Nasos qurilmasidagi vaqt esa sekundometr bilan o'lchanib hisoblash jadvaliga yoziladi.

ADABIYOTLAR

1. N.R. Yusupbekov, X.C.Nurmuxamedov, C.G.Zokirov “ Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” “ Sharq nashriyoti” 2003 y.
2. Salimov Z. To'ychiev I.C. “ Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari.” Oqituvchi nashriyoti 1987, 408 bet.
3. Pavlov K.F. Romankov P.G. Noskov A.A “ Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии” L. “Химия” 1983

4. N.R. Yusupbekov, X.C.Nurmuxamedov, Ismatullaev, C.G. Zokirov, U.V. Mannonov “ Kimyo va oziq – ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash” Toshkent, 2000 y.

Blits – o’yin “Markazdan qochma nasosning xarakteriskasi” laboratoriya ishini bajaraman.

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To’g’ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Guruh ishidan chetlash	Harakatlar mazmuni
		3				Aylanishlar soni o’lchanib turiladi.
		9				qaytadan suyuqlik nasos orqali baklarga uzatiladi.
		2				Markazdan qochma o’zgaruvchan elektr toki bilan ishlaydigan elektrodvi-gatel bilan valga o’rnatiladi.
		5				Uzatish trubasiga monometr va suyuqlik miqdorini sozlovchi ventil o’rnatiladi.
		10				Nasos qurilmasidagi vaqt esa sekundometr bilan o’lchanib hisoblash jadvaliga yoziladi.
		4				Rezervuardagi so’rish trubasiga o’rnatiladi.
		8				Baklardagi suyuqlik kran orqali suyuqlik so’riladigan rezervuarga beriladi.
		6				Uzatish trubasi orqali suyuqlik baklarga uzatiladi.
		1				Laboratoriya qurilmasi-ni xolati tekshiriladi.
		7				Har bir bakda suyuqlik miqdorini o’lchash uchun xajm birlikdagi darajalarga bo’lingan shisha naychalar o’rnatiladi.

4 -LABORATORIYA ISHI

“TRUBA ICHIDA TRUBA” TIPIDAGI ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMASINING ISSIQLIK BERISH KOEFFISIYENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Isituvchi elitgichdan trubaning devoriga yoki trubaning devoridan sovituvchi elitgichga issiqlik o'tganda issiqlik berish koeffitsientini aniqlash.

Ishning ahamiyati: Issiqlik almashinish jarayonida issiqlik berish koeffitsienti haqidagi tushunchaga ega bo'lish hamda hisoblash.

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 konduksiya);
2. Konveksiya;
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 yuli bilan uzatilayotgan issiqlik miqdori Fur'ye qonuniga binoan topiladi:

$$dQ = -\lambda \cdot \frac{dt}{dn} \cdot dF \cdot d\tau \quad (4.1)$$

Gaz yoki suyuqliklarda makroskopik hajmlarning harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarqalishi konveksiya deb ataladi. Konveksiya ikki xil bo'ladi. Gaz yoki suyuqliklarning har xil qismlaridagi zichliklarning farqi natijasida xosil bo'ladigan issiqlikning almashinishi tabiiy yoki erkin konveksiya deyiladi. Tashqi kuchlar ta'sirida (nasoslar yorjamida uzatish, mexanik aralashtirgichlar bilan aralashtirish paytida) majburiy konveksiya hosil bo'ladi.

Issiqlik tashuvchi agentlar trubaning devoriga yoki trubaning devoridan sovituvchi agentga issiqlikning o'tishiga icciqlik berish deyiladi va u Nyutonning sovutish qonuniga binoan aniqlanadi:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_d - t_e) \quad (4.2)$$

ya'ni, τ vaqt ichida o'tayotgan issiqlik miqdori Q devor yuzasi va muhit temperaturalarining farqiga ($t_d - t_c$), hamda jarayonning davomiyligiga tug'ri proporsionaldir.

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

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

Bug'larni kondensatsiyalash jarayonida esa, kondensat yupqa katlamni turbulizator yoki qirralar yordamida buzish, maxcyc qurilma orqali tomchisimon kondensasiya xosil 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 yetarli emas. Shuning uchun, issiqlik almashinish qurilmalarini yig'ish texnologiyasi, mustahkamligi, truba yuzasining ifloslanish darajasi, foydalanish xususiyatlari va xokazo ko'rsatkichlarga ham ahamiyat bermish kerak.

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

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

Bu usullardan kulay va samaraligi dumalatib zichlash orqali trubalarda sun'iy g'adir-budurliklar hosil qilishdir (4.16 - rasm).



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

Issilqlik berish koeffisienta α devorning 1 m^2 yuzasidan suyuqlikka 1s vaqt ichida, devor va suyuqliklar farqi 1°C bo'lganda, berilgan issiqlik miqdorini bildiradi va u quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[\alpha] = \frac{Q}{F \cdot \tau \cdot (t_0 - t_c)} = \frac{j}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K}} = \frac{\text{Wt}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad (4.3)$$

Proporsionallik koeffisienti α devor yuzasidan atrof muhitga yoki aksincha atrof muhitdan devorga issiqlik o'tishi intensivligini harakterlaydi. Issiqlik berish koeffisienti ko'pchilik faktorlarga: oqimning tezligiga w va zichligiga ρ , uning qovushokligi μ , muhit issiqlik va fizik hossalari, issiqlik sig'imi s , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti λ , suyuqlikning hajmiy kengayish koeffisienti β , devorning shakli, o'lchami va uning g'adir-budurlikiga ε bog'lik, ya'ni:

$$\alpha = f(w, \mu, \rho, c, \lambda, \beta, \alpha, l, \varepsilon) \quad (4.4)$$

Issiqlik berish koeffisienti α ko'pchilik faktorlarning funksiyasi bo'lganligi uchun, bu koeffisientni Nusseltning kriterial tenglamasidan topish mumkin:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda} \quad (4.5)$$

Nu - Nusselt kriteriysi devor va oqim chegarasida issiqlikning o'tish tezligini harakterlaydi; l — aniqlovchi geometrik o'lcham (trubalar uchun uning diametri), m; λ - muhitiing issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti, W/(mK). Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi umumiy hilda quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = f(Re, Gr, Pr, Fo, Pe...) \quad (4.6)$$

Dumalatib zichlash usuli bilan olingan trubalar uchun issiqdik almashinish tezligi quyidagi ko'rsatkichlarga bog'liq:

$$Nu = f\left(Re, Pr, \psi, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}\right) \quad (4.7)$$

bu yerda $\Psi = T_d/T_s$ – temperatura faktori; h/D - dumalatib zichlashning o'lchovsiz chuqurligi; d/D - dumalatib zichlashning ulchovsiz diametri; t/D - dumalatib zichlashning o'lchovsiz kadami.

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

$$Nu = f\left(Re, Re_{pl}, \varepsilon, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \frac{t}{D}, \frac{t}{D}, P\right) \quad (4.8)$$

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; R - qurilmadagi bosim, Pa; Re_{pl} - kondensat yupqa qatlami oqimining Reynol'de soni. Re - Pekle kriteriysi, jarayonning gidrodinamik sharoiti va muhitning hossalari belgilaydi.

$$Pe = \frac{w \cdot l}{\alpha}; \quad \alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad (4.9)$$

bu yerda α - temperatura o'tkazuvchanlik koeffisienti, m²/s; Pr - Prandtl kriteriysi suyuqlikning qovushoklik va temperatura o'tkazuvchanlik hossalari nisbatini ifoda qiladi.

$$Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{w \cdot l}{\alpha} : \frac{w \cdot l}{v} = \frac{v}{\alpha} \quad (4.10)$$

Reynolde kriteriysi oqimdagi inersiya va ishqalanish kuchlarning nisbatini aniqlaydi.

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (4.11)$$

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

$$Fo = \frac{\alpha \cdot r}{t^2} \quad (4.12)$$

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

$$Gr = \frac{g \cdot l^3 \nu}{v^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (4.13)$$

β - hajmiy kengayish koeffisienti, $1/K$; Δ - devor va atrof muxit orasidagi temperaturalar farqi.

Issiqlik o'tkazishning har qanday holati uchun alohida kriterial teenglama mavjud. SHunday qilib, oqimning har bir rejimi alohida kriterial tenglama bilan ifodalanadi. Turbulent rejimda:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_c}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.14)$$

Laminar rejimda:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_c}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.15)$$

bu yerda Pr_c – suyuqlikning o'rtacha temperaturasida hisoblanadi; Pr_d - devorning o'rgacha temperaturasida hisoblanadi.

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

$$Nu = A \cdot Nu_{sl} \quad (4.16)$$

bunda

$$A = \left(1 + \frac{\lg \cdot Re - 4,6}{35} \right) \cdot \left\{ 3 - 2 \exp \cdot \left[\frac{-18,2 \left(1 - \frac{d}{D} \right)^{1,33}}{\left(\frac{t}{D} \right)^{0,326}} \right] \right\} \quad (4.17)$$

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

$$Nu_{sl} = 0,0207 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,443} \quad (4.18)$$

(4.16) formuladan va $Re \geq 10^4$ bo'lgan oraliqda foydalannish mumkin. Isituvchi agentlar uchun issiqlik berish koeffitsientining oraliqda issiqlik berish koeffitsientining qiymati quyidagicha o'zgarishi mumkin:
Isitib yoki sovutilayotganda α , $W/m^2 \cdot K$

1. Xavo uchun	1,16-58
2. Yog'lar uchun	58,0 - 1740
3. Suv uchun	232 - 11600
4. O'ta qizdirilgan suv bug'i uchun	23,2 - 116
5. Qaynayotgan suv uchun	2580 - 52200
6. Plenkason kondensasiyalanayotgan bur uchun	4640 - 17400
7. Organik moddalar bug'ining	580 - 2320
8. Plenkason kondensasiyalanayotgan ekstraksiyon benzin-havo bug'ining kondensasiyalanishi uchun	500 - 2000

Kondensasiyalanayotgan bug'ning issiqlik berish koeffitsienti kondensasiyalanish kriteriyasi orqali hisobga olinadi:

$$K = \frac{r}{C_r \cdot \Delta t} \quad (4.19)$$

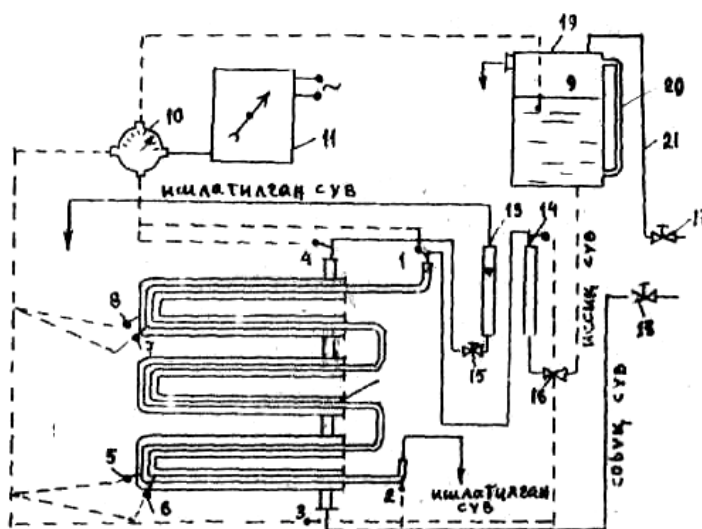
bu yerda r - bug'lanish issiqligi, J/kg .

Kondensasiyalanish kriteriyasi K isituvchi agentning agregat holatining o'zgarishini harakterlaydi. r va s lar isituvchi agentning o'rtacha temperaturasida berilgan (ilovadagi 4-jadvaldan) aniqlanadi.

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

Ishning bajarish tartibi

4.2 - rasmda eksperimental qurilma sxemasi tasvirlangan. Qurilma naporli bak 19, "truba ichidagi truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmadan 12 va suv sarfini ulchovchi asboblardan iborat. Isituvchi agent sifatida issiq suv ishlatiladi va u issiqlik almashinish qurilma trubasining ichki qismida yunaltililadi. Sovutuvchi agent sifatida sovuq suv ishlatilib, u trubalar va qurilmaning ichkya devori oraliqdagi bug'likda harakat qiladi. Issiqlik almashinish qurilmasida issiq va sovuq suv suvlar o'zaro qarama-qarshi yunalishda harakat qilishadi. Sovuq va issiq suvlarning sarfi rotametrlar (13, 14) yordamida o'lchanadi.



8.2 - rasm. Labratoriya qurilmasining sxemasi.

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

Temperatura termoparalar yordamida o'lchanadi va ularning tartib nomeri 4-1 jadvalda berilgan.

4.1 - jadval

Termoparalar nomeri	O'lchanayotgan temperatura	Belgila-nishi
1.	Issiq suv qurilmaga kirishdan oldin	t_1
2.	Issiq suv qurilmadan chiqqandan so'ng	t_2
3.	Sovuq suv qurilmaga kirishdan oldin	t_3
4.	Sovuq suv qurilmadan chiqqandan so'ng	t_4
5.	Ichki devor atrofidagi suvning temperaturasi	t_5
6.	Kichik trubaning ichki devorning temperaturasi	t_6
7.	Kichik trubaning tashqi devorning temperaturasi	t_7
8.	Katta trubaning ichki devorning temperaturasi	t_8
9.	Bakdagi suvning temperaturasi	t_9

Quyidagi ishda issiqlik berish koeffisient aniqlash quyidagi tartibda olib boriladi;

1. Naporli bak 19 suv bilan to'ldiriladi va termopara 9 yordamida uning temperaturasi aniqlanadi. Buning uchun termoparalarni potentsiometrغا ulaydigan qurilmani 0 (nol) holatiga qo'yiladi.
2. Sovuq suv berila boshlanadi. Uning sarfi rotametr 13 yordamida o'lchanadi.
3. So'ng issiq suv berib, uning sarfi, rotametr 14 yordamida o'lchanadi.

4. Hamma termoparalarning ko'rsatkichlari aniqlanadi va yozib olinadi.
5. Besh minut vaqt o'tgandan keyin qaytadan hamma termoparalar ko'rsatkichi aniqlanadi va yozib olinadi.
6. Sovuq yoki issiq suvning sarfi ko'paytiriladi va 4,5 bandlardagi ishlar qaytariladi.

Tajriba ko'rsatkichlarini xisoblash

Isituvchi agentdan devorga berilayotgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Q = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (4.20)$$

bu yerda G_1 - isituvchi agentning sarfi, kg/s; s_1 - o'rtacha temperaturadagi $t_{ur} = \frac{t_1 + t_2}{2}$ isituvchi agentning issiqlik sig'imi.

Teglamadan Q ning qiymatini aniqlab, isituvchi agentdan truba devori orasidagi tajribiy issiqlik berish koeffisienti α_1 quyidagi formuladan topiladi.

$$Q_1 = \alpha_1 \cdot F_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (4.21)$$

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

$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (4.22)$$

bu yerda G_2 - sovutuvchi agent sarfi, kg/s; s_2 - o'rtacha temperatura $t_{ur} = \frac{t_4 + t_3}{2}$

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

Truba devori va sovutuvchi agent orasidagi issiqlik berish koeffisienti α_2 quyidagi formuladan topiladi:

$$Q_2 = \alpha_2 \cdot F_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (4.23)$$

bu yerda F_2 - ichki trubaning yuzasi, $F_1 = 0,139 \text{ m}^2$ issiqdik berish koeffisienti qiymatini kriterial tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_s}{Pr_d} \right)^{0,25} \quad (4.24)$$

$$Re = \frac{w \cdot d\rho}{\mu} \quad (4.25)$$

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

$$V_s = w \cdot F \quad (4.26)$$

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 $F = \pi \cdot d_r^2/4$ ($d=0,021m$, $d_e=0,028m$).

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} \quad (4.27)$$

bu yerda s, μ, λ - o'rtacha temperatura suyuqlikning issiqlik sig'imi, qovushoqligi va issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientlari.

$$Gr = \frac{g d^3}{\nu^2} \beta \cdot \Delta t \quad (4.28)$$

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

$$Pr_s / Pr_d \approx 0,25 \div 1,1$$

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

Issiqlik o'xshashlik kriteriylarining qymatlarini 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 . Keyin, tajribaviy va hisobiy α larning qiymatlari taqqoslab tajribaning hatosi % larda aniqlanadi.

Suv sarfi				Temperatura °C																
Issiq		Sovuq		t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈	t ₉								
	$\frac{m^3}{c}$		$\frac{m^3}{c}$																	

Tekshirish uchun savollar.

1. Konvektiv issiqlik jarayonining fizikaviy asosi.
2. Nyutonning sovitish qonuni.
3. Issiqlik berish koefitsienti va uning turi faktorlarga bog'liqligi
4. Issiqlik berishni hisoblash uchun kriterial tenglamala:
 - a) isituvchi agentning agregat holi o'zgarganda;
 - b) Isituvchi agentning agregat holi o'zgarmaganda.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

Masala: Trubali issiqlik almashinish apparatida qizdirilayotgan suv uchun issiqlik berish koeffitsientini xisoblang. Trubaning diametrik 40x2.5mm. suv oqimining tezligi 1 m/c. suvning o'rtacha temperaturasi 95⁰C, trubaning uzunligi 2 m.

Echish: Oqim rejimini aniqlaymiz.

Suvning temperaturasi 47.5⁰C gat eng bo'lganda:

$$\mu = 0.57 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{c}$$

$$\rho = 989 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Re} = \frac{1 \cdot 0.035 \cdot 989}{0.57 \cdot 10^{-3}} = 60800$$

Re>10000 dan yuqori bo'lganda Nu kriteriysini qiymati nomogrammadan aniqlanadi. Nu=300

$$\alpha = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda}{d} = \frac{300 \cdot 0.643}{0.035} = 5510 \text{ Wt/m}^2 \text{ K}$$

$\lambda = 0.643 \text{ Wt/m-K}$ – suvning temperaturasi 47.5⁰C gat eng bo'lganda uning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Uslubiy ta'minot:

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi termoparalar, potentsiometr, issiqlik almashinuv qurimasi, suv sarfini o'lchaydigan ratometr.

Blits o'yini Men “Truba ichida truba ” tipidagi issiqlik almashinishi apparatining issiqlik berish koeffitsientini aniqlash laboratoriya mashg'ulotini bajaraman.

1. Qurilma tekshiriladi.
2. Naporli bak 1 issiq suv bilan to'ldiridi
3. Uning temperaturasi (t1) o'lchanadi.
4. Issiq suv issiqlik almashinishi apparatiga yuboriladi.
5. Rotametr yordamida sarfi (G1) aniqlanadi
6. Krandan kelayotgan sovuq suvning temperaturasi (t ⁰) aniqlanadi.
7. Isitkichga yuboriladi uning sarfi (G2) rotametr yordamida topiladi
8. 30 minutdan keyin issiq (t ²) va sovuq (t ⁰) elitkichlarning temperaturasi isitkichdan chiqish paytida o'lchanadi.

ADABIYOTLAR

1. Kasatkin A.G. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. Kimyo 1973 – 727 b.
2. Salimov Z. To'ychiev I. Kimyoviy tehnologiya protsesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi 1987 – 406 b.
3. Yusufbekov N.R., Nurmuhammedov H.S., Ismatullayev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar – Toshkent, Nisim, 1999 – 351 b.
4. Gelperin N.I. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Kimyo 1981 – kb 1. – 410 b.

Blits – o'yin Men "Truba ichida truba" laboratoriya ishini bajaraman

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To'g'ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Guruh ishidan chetlash	Harakatlar mazmuni
						Hamma termoparalarning ko'rsatkichlari aniqlanadi va yozib olinadi
						Termopara 9 yordamida uning temperaturasi aniqlanadi
						Issiq suv beriladi, uning sarfi, rotametr 14 yordamida o'lchanadi
						Sovuq suv beriladi.
						5 minutdan so'ng qaytadan hamma termoparalar ko'rsatkichi aniqlanib yozib olinadi.
						Uning sarfi rotametr 13 yordamida o'lchanadi.
						Sovuq va issiq suvning sarfi ko'paytiriladi.
						Naporli bak 19 suv bilan to'ldiriladi.

5 -LABORATORIYA ISHI
“TRUBA ICHIDA TRUBA” TIPIDAGI ISSIQLIK
ALMASHINISH QURILMASINING ISSIQLIK O'TKAZISH
KOEFFISIYENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Issiqlik o'tkazish qonunlarini o'rganish, issiqlik o'tkazish koefitsientini aniqlash.

Ishning ahamiyati: Issiqlik o'tkazish koefitsientini “truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish apparatida o'rganish.

Ishning nazariy asoslari

Issiqlik o'tkazish - issiqlik energiyasi tarqalish qonunlarini o'rganuvchi fandir. Issiqlik o'tkazish qonunlari isitish, sovitish, kondensasiyalanish, bug'latish kabi issiqlik jarayonlarning asosi bo'lib, issiqlik ta'sirida boradigan massa almashinish jarayonlarini amalga oshirishda juda katta ahamiyatga ega.

Temperaturasi yuqori bo'lgan muhitdan temperaturasi past bo'lgan muhitga biror devor orqali issiqlikning berilishi issiqlik o'tishi deb ataladi. Bunda berilgan issiqlikning miqdori issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi orqali topiladi:

$$Q = K \cdot \Delta t_{ur} \cdot F \quad (5.1)$$

Bu tenglamaga binoan, temperaturasi yuqori bo'lgan muhitdan temperaturasi past bo'lgan muhitga o'tayotgan issiqlik miqdori Q , ajratuvchi devorning yuzasiga F , o'rtacha temperaturalar farqiga Δt va vaqt τ ga to'g'ri proporsionaldir. Uzluksiz ishlaydigan turg'un jarayonlar uchun (6.1) tenglamagi τ hisobga olinmaydi. U holda:

$$Q = K \cdot \Delta t_{ur} \cdot F \quad (5.2)$$

Issiqlik o'tkazish koefitsienti K temperaturasi yuqori bo'lgan muhitdan temperaturasi past bo'lgan muhitga vaqt birligi ichida ajratuvchi devorning yuzasi 1 m^2 , muhitlar temperaturalari farqi 1°C bo'lganda, o'tkazilgan issiqlik miqdorini bildiradi.

Issiqlik o'tkazish koefitsient quyidagi o'lchov birligiga ega:

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

Tekis devor uchun issiqlik o'tkazish koefitsientini quyidagi ifodan topish mumkin:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (5.3)$$

Silindrsimon yuzadan issiqlik o'tganda issiqlik o'tkazish koefitsientini ushbu tenglamadan aniqlash mumkin:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i \cdot r_i} + \frac{1}{\lambda} 2,31g \frac{r_t}{r_i} + \frac{1}{\alpha \cdot r_t}} \quad (5.4)$$

α_1, α_i - isituvchi, agetdan devorga issiqlik o'tayotgan paytdagi issiqlik berish koeffisientlari, $\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. α_2, α_1 - devor yuzasidan sovutuvchi agentga issiqlik o'tayotgan paytdagi issiqlik berish koeffisientlari, $\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; λ - trubaning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti $\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; δ/λ - truba devorining qalinligi; r_i, r - trubaning ichki va tashqi radiuslari, m.

Istish yuzasi issiqlik o'tkazishning umumiy tenglamasidan topiladi:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{vp} \cdot \tau} \quad (5.5)$$

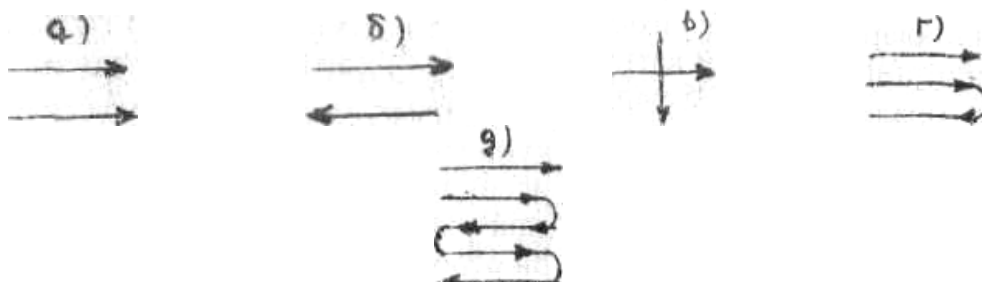
bu yerda Q – suyuqlikni isitish uchun ketgan issiqlik miqdori, Vt ; G - suvni sarfi, kg/s ; Δt_{ur} - o'rtacha temperaturalar farqi, issiqlik jarayonlarini harakailantiruvchi kuchi va u quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\Delta t_{ur} = \frac{\Delta t_{ka} \cdot \Delta t_{ki}}{2,31 \cdot g \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ki}}} \quad (5.6)$$

Agar $\Delta t_{ka}/\Delta t_{ki} \leq 2$ bo'lsa, o'rtacha temperaturalar farqi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\Delta t_{ur} = \frac{\Delta t_{ka} + \Delta t_{ki}}{2} \quad (5.7)$$

(6.6) va (6.7) formulalardagi Δt_{ka} va Δt_{ki} issiqlik almashinish qurilmasining chetlardagi temperaturalarining katta va kichik farqlari bo'lib, issiqlik tashuvchi agentlarning yo'nalishiga bog'liq. Issiq va sovuq suyuqliklar o'zaro parallel (5.1a - rasm), qarama-qarshi (5.1b -rasm) yoki o'zaro kesishgan (5.1 v - rasm) holda harakat qilishi mumkin. Bundan tashqari, amalda issiqlik tashuvchi agentlarning ancha murakkab harakat yo'nalish sxemalari uchraydi.



5.1 - rasm. Issiqlik almashinish qurilmalarida issiqlik tashuvchi agentlarning yo'nalishlari.

Δt_{ka} va Δt_{ki} isituvchi va sovutuvchi agentlarning qurilmaga kirish va chiqish paytidagi farqi deb hisoblanadi.

Issiqlik almashinish qurilmalari ikkiga bo'linadi:

- 1) Sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari, bularda issiqlik bir muhitdan ikkinchi muhitga ajratib turuvchi yuza orqali o'tadi;
- 2) Aralashtiruvchi issiqlik almashinish qurilmalari, bunday issiqlik almashinish qurilmalari keng ishlatiladi.

Sanoatning barcha tarmoqlarida suyuqlik va gazlarni isitish hamda sovitish uchun sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari keng tarqalgan. Konstruktiv tuzilishga ko'ra sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari trubali, zmeevli, plastinali, spiralsimon,

qirrali, g'iloqli va maxsus issiqlik almashinish qurilmalariga bo'ladi. Isitish yuzasining joylashishiga qarab vertikal va gorizontal issiqlik almashinish qurilmalariga bo'ladi.

Qobiq-trubali qurilmalarda trubalar turlarga razvalsovka, payvandlash, kavsharlash va salniklar yordamida biriktirilishi mumkin.

Yuqorida qayd etilgan qurilmalarning o'ziga yarasha afzalliklari va kamchiliklari bordir.

Qobiq-silliqli trubali isitgichlar quyidagi afzalliklarga ega: ixcham, metall kam sarf qilinadi, trubalarning ichini tozalash oson, (U - simon trubali isitkichlardan tashqari) issiqlik almashinish yuzasi va unumdorligi katta.

Bu qurilmalar kamchiliklardan ham holi emas: issiqlik tashuvchi agentlarni katta tezlik bilan o'tkazish qiyin, trubalararo bo'shliqni tozalash va tuzatish imkoni kam, razvalsovka va payvandlashga moyil bo'lmagan materiallardan isitkichlarni yasab bo'lmaydi.

Dumalatib zichlanish orqali olingan trubali isitkichlar quyidagi afzalliklarga ega: ixcham, metall kam sarf bo'ladi issiqlik almashinish yuzasi katta, trubalarning ichini tozalash vaqtining oralig'i 3-5 marta ko'proq, chunki truba devori atrofida oqimning qatlami turbulizatsiya qilinadi. Bundan tashqari, dumalatib zichlash usuli bilan olingan trubali issiqlik almashinish qurilmalari silliq trubali qurilmalar oldida ushbu asosiy xususiyatlar bilan ajralib turadi:

1. Dumalatib zichlangan trubalarda eng yuqori intensivlash qiymatiga erishiladi. Unda issiqlik o'tkazish koeffitsientining qiymati silliq trubadagidan 1,2-2,0 barobar ko'pdir.

2. Dumalatib zichlangan truba ishlatilsa, birdaniga truba devorlarning ikkala yuzasida issiqlik berish jarayonlari ancha tezlashadi.

3. Dumalatib zichlangan trubalarni ishlab chiqarish texnologiyasi oddiy va arzonidir.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, dumalatib zichlangan trubalar issiqlik almashinish qurilmalarida ishlab chiqarish texnologiyasi o'zgartirmaydi. Bundan tashqari, bug'larni kondensasiyalashda, dumalatib zichlangan trubali kondensatorlarla sovuq suvning sarfi silliq trubali kondensatornikidan 30-35% kam.

"Truba ichidagi truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmalari yuqori bosimda va issiqlik tashuvchi agentlarning sarfi kam bo'lganda ham ishlaydi. Bundan tashqari, suyuqliklarning tezligi katta bo'lgani uchun issiqlik o'tkazish koeffitsientining qiymati katta va qurilmani tayyorlash oson.

Kamchiliklari: trubalar o'rtasidagi bo'shliqni tozalash qiyin.

Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmalarning afzalliklari: tayyorlash oson, issiqlik yuzasini kuzatish va tuzatish oson, idishdagi suyuqlikning hajmi katta bo'lganligi sababli, rejimning o'zgarishlariga uncha sezgir emas.

Kamchiliklari: o'lchami katta, idishdash suyuqlikning tezligi kichik bo'lganligi uchun, zmeevikning tashqarisidagi issiqlik berish koeffitsienti kam, trubalar ichki yuzasini tozlash qiyin.

Yuvilib turuvchi issiqlik almashinish qurilmalarining afzalliklari quyidagilardan iborat: sovutuvchi agetning sarfi kam, tuzilishi sodda, trubalarni tozalash oson, shu bilan birga narxi ham arzonga tushadi.

Kamchiliklari: o'lchami katta, juda ko'p suyuqlik sarflanadi.

Spiralsimon issiqlik almashinish qurilmalarining afzalliklari: tuzilishi ixcham, ikkala issiqlik tashuvchi agentlarni katta tezlik bilan o'tkazish mumkinligi uchun, katta issiqlik o'tkazish ko'ffisientiga ega, gidravlik qarshiligi ko'p yo'lli qobiq-trubali qurilmalarnikiga qaraganda kam.

Kamchiliklari: tayyorlash va tuzatish murakkab, 0,6 MPa dan ortiq bosimlarda ishlash mumkin emas.

Plastinali issiqlik almashinish qurilmalarning afzalliklari: ixcham, gidravlik qarshiliklari katta emas, shuning uchun ikkala agenglarning tezligini katta qilish mumkin, natijada issiqlik o'tkazish ko'ffisientini oshirish mumkin.

Kamchiliklari: katta bosimlarga bardosh bera olmaydi, isitkichlar tuzatilgandan keyin (qistirmalarni soni ko'p bo'lgani uchun) tegishli zichlikni xosil qilish qiyin.

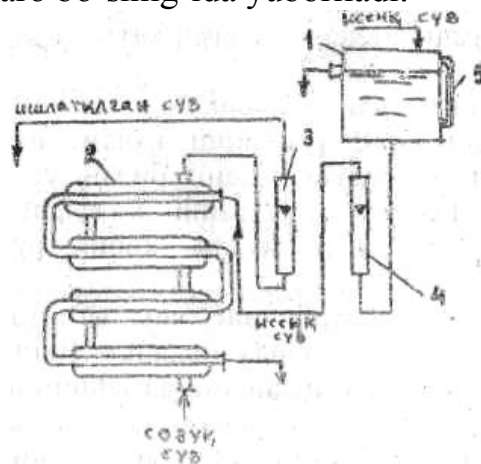
G'iloqli issiqlik almashinish qurilmalari konstruktiv jixatdan sodda, kuzatish va tuzatish qulay.

Ish o'tkazishdan maqsad - "truba ichisa truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasida isituvchi agentdan sovutuvchi agentga issiqlik o'tkazish ko'ffisientini aniqlash.

Ishni bajarish tartibi

5.2 - rasmda tajriba o'tkazish qurilmasi tasvirlangan eksperimental qurilma naporli bak "truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi 2, suyuqliklarning sarfini o'lchaydigan rotametr 3, 4 va temperatura o'lchash asbobi 5 lardan iborat.

Isituvchi agent sifatida issiq suv ($60-80^{\circ}\text{C}$) ishlatiladi va u isitkichning ichki trubasiga yo'naltiriladi. Sovutuvchi agent sifatida sovuq suv ($11-15^{\circ}\text{C}$) ishlatiladi va u isitkichning trubalararo bo'shlig'ida yuboriladi.



5.2.- rasm. Laboratoriya qurilmasini sxemasi.

Issiqlik o'tkazish koeffisienti tajriba qurilmasida quyidagi tartibda aniqlanadi: Naporli bak 1 issiq; suv bilan to'ldiriladi va uning temperaturasi (t_1) o'lchanadi. So'ngra issiq suv almashinish jarayoniga yuborilib, rotametr yordamida sarfi (G_1) aniqlanadi. Krandan kelayotgan sovuq suvning temperaturasi (t_1') aniqlanadi va isitkichga yuborilib, uning sarfi (G_2) rotametr yordamida topiladi. 30 minutdan keyin issiq (t_2) va sovuq (t_2') agentlarning temperaturasi, isitkichdan chiqish paytida o'lchanadi.

Tajriba natijalarini hisoblash

Issiqlik o'tkazish koeffisientlarining tajribadan olingan qiymatlari issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi orqali topiladi

$$K = \frac{Q}{F \cdot \Delta t_{ur}}$$

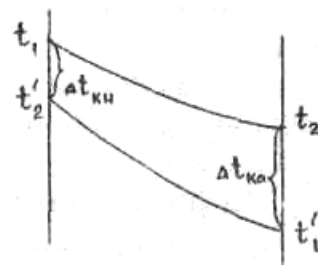
F - devorning yuzasi, $F=0,193m^2$

bu yerda Q_1 - issiq suvdagi issiqlik miqdori, Vt; Q_2 - sovuq suvdagi issiqlik miqdori, Vt; c_1 c_2 - o'rtacha temperaturadagi issiq va sovuq suvning solishtirma issiqlik sig'imi koeffisienti, J/kg·K.

$$\Delta t_{ur} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ki}}{2,3l \cdot g \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ki}}}$$

$$\Delta t_{ka} = (t_2 - t_1')$$

$$\Delta t_{ki} = (t_1 - t_2')$$



Issiqlik o'tkazish koeffisienti K ning hisobiy qiymatini quyidagi tenglamadan topiladi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \Sigma \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \left[\frac{Vt}{m^2 \cdot K} \right]$$

bu yerda δ – truba devorining qalinligi $\delta = 2$ mm; λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti, $\lambda=46,5$ Vt/m.K; $\alpha_1=600$ Vt/m·K; $\alpha_2=600$ Vt/m·K

So'ngra, tajribaviy va hisobiy issiqlik o'tkazish koeffisientlar taqqoslanib, tajribaning xatosi % larda aniqlanadi.

5.1-jadval

Issiq suv sarfi		Sovuq suv sarfi		Issiq suvning isitkich- ga kirish paytida- gi tempe- raturasi $T_1, ^\circ\text{C}$	Issiq suvning isitkichdan chiqish paytida-gi tempe- raturasi $t_2, ^\circ\text{C}$	Sovuq suvning isitkichga kirish paytidagi tempe- raturasi $t_1, ^\circ\text{C}$	Sovuq suvning isitkichdan chiqish paytidagi temperaturasi $t_2, ^\circ\text{C}$	Issiqlik o'tkazish koeffitsienti $K \frac{\text{Vt}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
	$\frac{m^3}{c}$		$\frac{m^3}{c}$					

Uslubiy ta'minot:

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi
Qurilma, naporli bak, termometr, issiqlik almashinishi apparati, rotametr,

Tekshirish uchun savollar

1. Issiqlik o'tkazish jarayoning fizik asosi.
2. Issiqlik o'tkazishning asosiy qonuni va uning fizik ma'nosi.
3. Issiqlik o'tkazish koeffitsienti va uning uning fizik ma'nosi.
4. Issiqlik tashuvchi agentlarning harakat yo'nalishi va issiqlik almashinish jarayonini harakatga keltiruvchi kuchini aniqlash.
5. Issiqlik almshinish qurilmalarining ishlash prinsipi va konstruksiyasi (qobiq trubali, spiralsimon, zmeevikli, plastinali, g'ilofli va boshqalar).
6. Issiqlik almashinish qurilmalarining solishtirma harakteristikasi.
7. Issiqlik almashinish qurilmalarini hisoblash.
8. Issiqlik berish va issiqlik o'tkazish koeffisientlarining fizikaviy ma'nosi bo'yicha farqi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar: Masala: 40% li atsetonni 30°C da issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsentini hisoblang.

$$\lambda_0 = 0.295 \text{ kkal/m.c.grad}$$

$$E = 2.2 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_t = ?$$

Yechish:

$$\lambda_0 = 0.295 \cdot 1.163 = 0.343 \text{ Vt/m.k}$$

$$\lambda_{30} = \lambda_0 [1 - E(t-0)] = 0.343 [1 - 2.2 \cdot 10^{-3} (30-0)] = 0.320 \text{ Vt/m.k}$$

masala: 20% li propil spirtining 28°C da issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsentini hisoblang.

$$\lambda_0 = 0.381 \text{ kkal/m.c.grad}$$

$$E = 1.4 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_{\tau}=?$$

Yechish:

$$\lambda_0=0.381 \cdot 1.163=0.443 \text{ Vt/m.k}$$

$$\lambda_{28}=\lambda_0 [1-E(t-0)]=0.443[1-1.4 \cdot 10^{-3}(28-0)]=0.425 \text{ Vt/m.k}$$

uslubiy ta'minot: naporli bak, truba ichida truba tipidagi issiqlik almashinish apparati, suyuqliklarning sarfini o'lchaydigan ratometrlar, issiq suv (60^0 - 80^0 C), sovuq suv (11^0 C- 15^0 C)

Blits o'yini Men "Truba ichida truba " tipidagi issiqlik almashinishi apparatining issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlash laboratoriya mashg'ulotini bajaraman.

1. Qurilma tekshiriladi.
2. Naporli bak 1 issiq suv bilan to'ldiridi
3. Uning temperaturasi (t_1) o'lchanadi.
4. Issiq suv issiqlik almashinishi apparatiga yuboriladi.
5. Rotametr yordamida sarfi (G_1) aniqlanadi
6. Krandan kelayotgan sovuq suvning temperaturasi (t^0) aniqlanadi.
7. Isitkichga yuboriladi uning sarfi (G_2) rotametr yordamida topiladi
8. 30 minutdan keyin issiq (t_2) va sovuq (t^0) elitkichlarning temperaturasi isitkichdan chiqish paytida o'lchanadi.

Blits – o'yin Men "Truba ichida truba" laboratoriya ishini bajaraman

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To'g'ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Guruh ishidan chetlash	Harakatlar mazmuni
						Hamma termoparalarning ko'rsatkichlari aniqlanadi va yozib olinadi
						Termopara 9 yordamida uning temperaturasi aniqlanadi
						Issiq suv beriladi, uning sarfi, rotametr 14 yordamida o'lchanadi
						Sovuq suv beriladi.
						5 minutdan so'ng qaytadan hamma termoparalar ko'rsatkichi aniqlanib yozib olinadi.
						Uning sarfi rotametr 13 yordamida o'lchanadi.
						Sovuq va issiq suvning sarfi ko'paytiriladi.
						Naporli bak 19 suv bilan to'ldiriladi.

ADABIYOTLAR

1. Kasatkin A.G. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. Kimyo 1973 – 727 b.
2. Salimov Z. To'ychiev I. Kimyoviy texnologiya protsesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi 1987 – 406 b.
3. Yusufbekov N.R., Nurmammedov H.S., Ismatullayev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar – Toshkent, Nisim, 1999 – 351 b.
4. Gelperin N.I. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Kimyo 1981 – kb 1. – 410 b.
5. Pavlov. K.F., Romankov P.G., Noskov A.A., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Kimyo, 1981 – 575 b.
6. V.A. Grigorev va boshqalar. Краткий справочник по теплообменным аппаратам. – М.Л., Energiya, 1962 – 395 b.
7. Vilemas Yu. V., Kalining E. K., Zokirov S. G. Интенсификация теплообмена. – Vilnyus, Mokslas, 1988- 2 t. – 188 b.

6- LABORATORIYA ISHI

ERITMALARNING TEMPERATURA DEPRESSIYASINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: suyultirilgan eritmalarning har xil bosim ta'sirida qaynash paytidagi temperatura depressiyasini tajriba yo'li bilan aniqlash.

Ishning ahamiyati: Ko'p sonli bug'latish qurilmalarida apparatlarning optimal sonini grafik usul bilan aniqlash.

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 nurlanish jarayoni qaynash temperaturasida past temperaturalarda, ya'ni suyuqlikning yuzasida ro'y bersa, bug'latish jarayonida bug' eritmaning butun hajmidan ajralib chiqadi. Bug'latish jarayoni bug'latuvchi qurilmada olib boriladi.

Kimyo sanoatida ishqor, tuz va boshqa moddalarning suvli eritmaları, 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 kuyuqlashtirilgan eritma kristallanish jarayonini amalga oshirish uchun maxsus bug'latish qurilmalariga yuboriladi.

Bug'latish jarayonlarida isituvchi agent sifatida asosan suv bug'i ishlatiladi, bunday bug' birlamchi bug' deb yuritiladi. Qaynayotgan eritmani bug'latish paytida hosil bo'lgan bug' ikkilamchi bug' deb ataladi. Bug'lagish jarayoni vakuum ostida, atmosfera va yuqori bosimlarda olib borilishi mumkin. Eritmalarning xossalari 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 isish yuzasi kamayadi, vakuum bilan bug'latish uchun nisbatan past parametrlı (temperatura va bosim) isituvchi agentlardai foydalanish mumkii. Vakuum ishlatilganda ikkilamchi bug'dan kaytadan birlamchi bug' sifatida foydalanish imkoni tug'iladi.

Kimyo sanoatida bug'latish jarayoni bir va ko'p korpusli qurilmalarda amalga oshiriladi. Ko'p korpusli, ya'ni bir necha qurilmalardan tashkil topgan bug'latish qurilmaları keng ishlatiladi. Ko'p korpusli qurilmalarniig 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 qurilmaları keng ishlatiladi. Natijada bu qurilmalarda bug'ning umumiy sarfi, bir korpusli bug'latish qurilmalariga nisbatan 3-4 marta kamayadi, har qanday issiqlik jarayonlaridek, bug'latish jarayonini harakatlantiruvchi kuchi

deb temperaturalar farki hisoblanadi. Ko'p korpusli bug'latish qurilmalarda jarayonni harakatlantiruvchi kuchi umumiy va foydali temperaturalar farqidir.

Ko'p korpusli bug'latish qurilmasiniig umumiy temperaturalar farqi Δt_u birinchi korpusni isituichi birlamchi bug'ning temperaturasi T_1 va kondensatorga tushgan ikkilamchi bug'ning to'yinish temperaturasi T_{kond} o'rtasidagi farqga teng:

$$\Delta t_u = T_1 - T_{kond} \quad (6.1)$$

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

Ko'p korpusli bug'latish qurilmasidagi temperaturalarning umumiy foydali farql Δt_f ni aniqlashga hamma qurilmalarda temperaturalar yo'qotilishining yig'indisi hisobga olinadi:

$$\Delta t_f = \Delta t_u - \Sigma \cdot \Delta \quad (6.2)$$

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

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

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

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

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

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

Δ'' - gidrostatik depressiya, gidrostatik bosim ta'sirida bug'latish qurilmalarning isitish trubalari ichidagi eritmaning pastki va ustki atamlaridagi qaynash temperaturalarining farqi. Isitish trubalarning pastki katlamida eritma, suyuqlik ustunining ta'sirida, ustki qatlamga nisbatan yuqori temperaturada qaynaydi. Gidrostatik depressiyaning qiymati aniq xisoblash qiyin, chunki Δ'' isitish trubalarning deyarli katta qismini egallantirgan bug'-suyuqlik emulsiyaning tsirkulyasiya tezligiga va uning o'zgaruvchan zichligiga, hamda isitish trubasining uzunligiga bog'liq. Eritma sirkulyasiya qilinadigan vertikal qurilmalar uchun Δ'' qiymatini 1 - 3 $^{\circ}\text{C}$ atrofida olish mumkin.

Δ'' - gidravlik depressiya, ikkilamchi bug' separator qurilmalari va truba orqali harakatlashanida o'z yo'lida gidravlik ishqalanish va mahalliy qarsxiliklarni yengish uchun ketgan vaqtidagi, ikkilamchi bug' bosimining kamayishini hisobga oladi. Bipa 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:

$$t_k = T' + \Delta' + \Delta'' + \Delta''' \quad (6.5)$$

bu yerda 1- ikkilamchi bug'ning temperaturasi.

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

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

Masalan:

$$\Delta t_f = T_1 - T'_{\text{kond}} - \Delta = 160 - 60 - 25 = 75^{\circ}\text{C}$$

ikki kurshshali qurilma uchun

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

har bir korpus uchun

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

Uch korpusli bug'latish qurilmasining har bir korpusi uchun

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

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

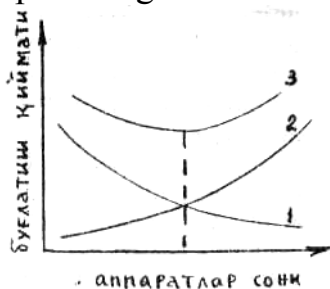
$$\Delta t_f = \frac{25}{3} = 8,3^{\circ}\text{C}$$

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

$$\Sigma \Delta t_f = 160 - 60 - 4 \cdot 25 = 0$$

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

Ko'p korpusli bug' qurilmalarida korpuslarning optimal sonini grafik usul bilan aniqlash mumkin. Vertikal o'qda bug'latishning qiymati, gorizonttal o'qda esa korpuslarning soni ko'rsatilgan (6.1 -rasm).



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

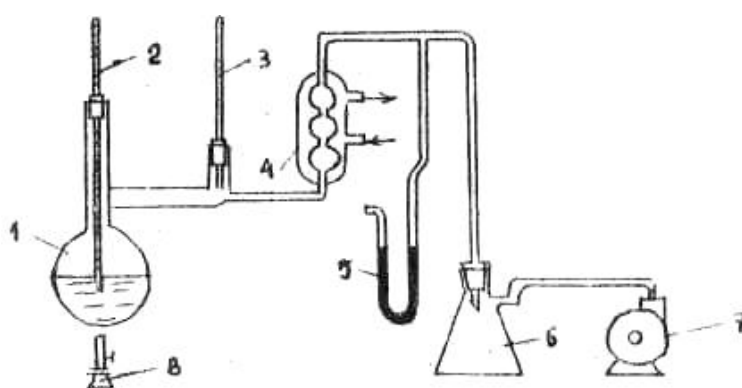
6.1 - rasm. Qurilmaning optimal sonini aniqlash.

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

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

Ishni bajarish tartibi

Laboratoriya tajriba qurilmasining sxemasi 6.2 - rasmda ko'rsatilgan.



6.2 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi

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

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

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

1. Qurilmaning holati 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 (I) va to'yingan bug'ning (ikkilamchi bug') temperaturasi (9) aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi.

5. Vakuum nasos hosil kilayotgan vakuum miqdorini asta-sekin minimumgacha kran vositasida kamaytirilib eritma qaynatiladi. Vakuum miqdori har xil bo'lganda, eritma qaynash paytida termometrlarning ko'rsatkichi aniqlab, hisoblash javalga 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:

$$\Delta'_f = t - 0 \quad (6.6)$$

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

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

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

Δatm – eritmaning konsentratsiyasi bo'yicha 9 jadvaldan aniqlanadi. Tajriba olingan Δ'_T qiymatini, A.I.Tishenko tenglamasi bilan hisoblangan Δ' qiymati bilan taqqoslab tajribaning xatosi % miqdorda aniqlanadi.

6.1-jadval

	Eritma va uning konsentratsiyasi			Atmosfera bosimidagi temperature depressiyasi $\Delta' atm$		
	Absolyut bosim $P_{abs}=P_{at}-P_{vak}$	Eritmaning qaynash temperaturasi $t, ^\circ C$	To'yingan bug'ning temperaturasi $\theta, ^\circ C$	Eritmaning temperature depressiyasi $\Delta'_t, ^\circ C$	Eritmaning hisoblanagn temperature depressiyasi $\Delta'_t, ^\circ C$	Tajribaning xatosi $\frac{\Delta'-\Delta'_t}{\Delta'}$
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Uslubiy ta'minot:

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi
Kolba; termometr; sovutkich; manometr; Bunzen kolbasi; vakuum-nasos; gaz
isitkich.

Tekshirish uchun savollar

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

Mustaqil bajarish uchun vazifalar: ko'p sonly bug'latish qurilmalarida apparatlarning optimal sonini grafik usul bilan aniqlash.

Uslubiy ta'minot:

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi
Kolba, termometr, sovutkich, simobli manometer, Bunzen kolbasi, vakuum – nasos, gaz isitkich, eritma.

Blits o'yini Men "Eritmaning temperaturada depressiyasini aniqlash" laboratoriya ishini bajaraman

1. Qurilmani holati aniqlanadi.
2. Laborant ishtirokida vakuum nasos elektr toki manbasiga ulanadi va gaz isitkich yoqiladi.
3. Vakuum nasos yordamida sistemada eng ko'p siyraklanish hosil qilib kolbadagi eritmani qaynaguncha qizdiriladi.
4. Eritmani qaynash paytida termometrlarning ko'rsatkichi bo'yicha eritmaning qaynash temperaturasi (t) va to'yingan bug'ning (ikkilamchi bug') temperaturasi (o) aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi.
5. Vakuum nasos hosil qilayotgan siyraklanish miqdori asta-sekin minimumigacha kran vositasida kamaytirib eritma qaynatiladi.
6. Siyraklanish miqdori xar-xil bo'lganda eritma qaynash paytida termometr ko'rsatkichini aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi.
7. Gaz isitgichi o'chiriladi.

8. Eritmani asta-sekin sovitib, sistemada asta-sekin siyraklanish miqdorini ko'paytirib tajribani qaytadan bajariladi.

Blits – o'yin Men “Eritmaning temperaturada depressiyasini aniqlash” laboratoriya ishini bajaraman

Guruq baqosi	Guruh xatosi	To'g'ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Guruh ishidan chetlash	harakatlar mazmuni
						Vakuu nasos hosil qilayotgan siyraklanish miqdori asta- sekin minimumigacha kran vositasida kamaytirib eritma qaynatiladi
						Laborant ishtirokida vakuum nasos elektr toki manbasiga ulanadi va gaz isitkich yoqiladi
						Qurilmani holati aniqlanadi.
						Vakuu nasos yordamida sistemada eng ko'p siyraklanish hosil qilib kolbadagi eritmani qaynaguncha qizdiriladi
						Eritmani qaynash paytida termometrlarning ko'rsatkichi bo'yicha eritmaning qaynash temperaturasi (t) va to'yingan bug'ning (ikkilamchi bug') temperaturasi (o) aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi.
						Siyraklanish miqdori xarxil bo'lganda eritma qaynash paytida termometr ko'rsatkichini aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi
						Eritmani asta-sekin sovitib, sistemada asta-sekin siyraklanish miqdorini ko'paytirib tajribani

						qaytadan bajariladi
						Gaz isitgichi o'chiriladi

ADABIYOTLAR

1. Kasatkin A.G. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. Kimyo 1973 – 727 b.
2. Salimov Z. To'ychiev I. Kimyoviy texnologiya protsesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi 1987 – 406 b.
3. Yusufbekov N.R., Nurmuhammedov H.S., Ismatullayev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar – Toshkent, Nisim, 1999 – 351 b.
4. Gelperin N.I. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Kimyo 1981 – kb 1. – 410 b.
5. Pavlov. K.F., Romankov P.G., Noskov A.A., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Kimyo, 1981 – 575 b.

7 -LABORATORIYA ISHI

QURITISH QURILMASIDA QURISH JARAYONINI TASVIRLASH

Ishning maqsadi: Materialni quritishda nam miqdorini aniqlash, issiqlikni va havoni solishtirma sarf miqdorini aniqlash.

Ishning ahamiyati: Quritish jarayonlari variantlarini I-x diagrammada tasvirlashni o'rganish.

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'shilib, bir jinsli aralashma hosil qiladi, qaysiki bunga termodinamikaning asosiy qonunlari qo'llaniladi.

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

Nam havoning asosiy xossalari quyidagi parametrlar bilan 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 $x = \text{const}$ sovutilsa, ma'lum temperaturaga yetgach, namlik shudring sifatida ajrala boshlaydi, bunday jarayonga shudring nuqtasi deyiladi. Bu sharoitda havo tarkibida maksimal miqdorda suv bug'i bo'ladi. 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. Havoning nisbiy namligi (to'yinish darajasi) foiz hisobida quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$\varphi = \frac{\rho_{sb}}{\rho_t} = \frac{P_{sb}}{P_t} \quad (7.1)$$

bu yerda: ρ_{sb} - tekshirilayotgan nam havodagi suv bug'larining parsial bosimi, Pa; ρ_t - berilgan temperatura va umumiy barometrik bosimda to'yingan suv bug'larining bosimi, Pa.

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

$$x = \frac{\rho_{sb} \cdot t_{sb}}{\rho_{kx} \cdot t_{kx}};$$

$$\frac{kg.bug}{kg.abs.kur.xavo} \quad (7.2)$$

$$\alpha = 1000 \cdot \frac{\rho_{s.b.}}{\rho_{k.x.}} \quad (7.3)$$

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

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

$$x = \frac{\rho_{sb}}{R_b \cdot T} \cdot \frac{R_b \cdot T}{\rho_t} = \frac{P_b \cdot P_t}{R_b \cdot R_t} \quad (7.4)$$

bu yerda: R_b - suv bug'i doimiysi; T - aralashmaning absolyut temperaturasi, K. Absolyut quruq havoning parsial bosimini $P_{k.xyu}$ umumiy aralashmaning bosimi P ga almashtirsak va Dalton qonuniga asosan: qaysiki $P_{ab} = \varphi \cdot P_t$ bo'lsa,

$$P_t = P - P_{sb} = P - \varphi \cdot P_t \quad (7.5)$$

unda

$$x = \frac{R_t}{R_b} \cdot \frac{\varphi \cdot P_t}{P - \varphi \cdot P_t} = \frac{29,27}{47,06} \cdot \frac{\varphi \cdot P_t}{P - \varphi \cdot P_t} \quad (7.6)$$

yoki

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_t}{P - \varphi \cdot P_t} \quad (7.7)$$

yoki agarda $x = d$

$$d = 0,66 \cdot \frac{\varphi \cdot P_t}{P - \varphi \cdot P_t}, \frac{kg.suv.bugi.}{kg.kur.havo.} \quad (7.8)$$

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

$$I = c_{k.x.} \cdot t + x \cdot i_{u.b.} \quad (7.9)$$

bu yerda: $c_{q.x}$ - quruq havoning solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K; t - havo temperaturasi, °C; $t_{o.b.}$ - o'ta qizdirilgan bug'ning entalpiyasi, J/kg;

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

$$i_{u.b.} = r + c_b \cdot t \quad (7.10)$$

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

Agar quruq havoning solishtirma issiqlik sig'imi 1000 J/kgK deb olinsa, (7.10) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$I = (1005 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot x \quad (7.11)$$

Shudring nuqtasi, bu aralashmaning temperaturasi sovishda ($x=const$) suv bug'ining tuyinishiga ($\varphi=100\%$) aytiladi. Namlik temperaturasining keyingi pasayishi tuman hosil bo'lishiga olib keladi. Ho'l termometr temperaturasi (t_x) - aralashma temperaturasi sovushida, entalpiyasi o'zgarmagan holda ($I=const$) suv

bug'ining tuyinishiga aytiladi. Shu temperaturada, gaz fazasidan suyuqlik fazasi yuzasiga o'tadigan issiqlik namlikning bug'lanishiga to'liq sarflanadi, bu holatni nam jismning sovish chegarasi deb yuritiladi.

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

$$\varepsilon = t_k - t_x \quad (7.12)$$

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

Diagrammaning asosiy o'qdagi oraliq idagi burchak: 135° Asosiy uqlarga nam havoning ikkita asosiy parametrlari -entalpiya I (J/kg quruq havo) va nam saklash x (kg/kg quruq havo) joylashtirilgan. Nam saqlashning qiymatlari diagrammadan foydalanish qulay bo'lishi uchun yordamchi gorizontal o'qqa joylashtirilgan. Bunda $I = \text{const}$ chiziqlar ordinata o'qiga nisbatan 135° burchak bilan ma'lum masshtabda joylashtirilgan. $x = \text{const}$ chiziqlar esa, yordamchi absissa o'qiga perpendikulyar qilib joylashtirilgan. I-x diagrammasiga asosiy chiziklardan tashqari quyidagi chiziqlar ham joylashtirilgan: o'zgarish temperatura chiziklari yoki izotermal ($t = \text{const}$) o'zgarish nisbiy namlik chiziklar $\varphi = \text{const}$, suv bug'ining parsial bosim chizi-i, $\varphi = 100\%$ chizig'i diagrammani ikki qismga bo'ladi. Bu chiziqning yuqori qismi diagrammaning ish yuzasi deb aytiladi va u to'yinmagan nam havoga tug'ri keladi.

I-x diagrammasi yordamyda nam xavoning istalgan ikkita parametri bo'yicha nam havoning qolgan parametrlari aniqlash mumkin. Suv bug'ining parsial bosimi chizig'i diagrammaning pastki qismiga joylashtirilgan. Agar diagrammada nam havoning xolatini belgilovchi nuqta ma'lum bo'lsa, suv bug'ining parsial bosimi qiymatining P_n aniqlash mumkin.

Quritish qurilmalarida issiqlik mikdorini hisoblash uchun havoning sarf mikdori na issiqlik mikdorini bilish zarur.

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

$$L \cdot x_2 = Lx_0 + W \quad (7.13)$$

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} \quad (7.14)$$

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

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

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0}, \quad \frac{\text{kg.quruq.havo}}{\text{kg.bug}} \quad (7.15)$$

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 havonish issiqligi, Q_n - isitkichda havoning bergan issikligi;
- 2) Material bilan G_1, c_1, θ_1 , bu yerda c_1 - nam materialning issiklik sigimi, θ_1 - materialning dastlabki temperaturasi;
- 3) Transport qurilmalari bilan $G_{mp}; s_{mp}; \theta_{mp}$, bu erda G_{mp} - transport surilmalarining massasi; s_{mp} - transport surilmalari materialining issislik sigimi; θ_{mp} - transport surilmalarining dastlabki temperaturasi;
- 4) Quritish kamerasiga kiritilgan qo'shimcha issiklik q_k .

Issiqlikni sarflanishi (kJ/soat)

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1) Quritkichdan chiqayotgan xavo bilan | - $L I_2$ |
| 2) Quritilgan material bilan | - $G_2 c_2 \theta_2$: |
| 3) Transport qurilmalari bilan | - $G_{mp} s_{mp} \theta_{mp}$ |
| 4) Issiqlik atrof-muhitga yo'qolishi | - Q_n |

Issiqlik balansini tuzamiz:

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

bundan

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

yoki

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

Oxirgi tenglamaning o'ng va chap tomonlarini W ga bo'lib quyidagi ifodani olamiz:

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

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

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

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 yerda asosiy kaloriferda isitilgan havo bilan kirgan chiqqan issiqliklar hisobga olinadi. Ko'pincha Δ quritish kamerasining ichki balansini deb ataladi. (7.11) 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 qurutuvchi agent entalpiyasi o'zgarmagan holda bo'ladi. Bu degan so'z materialni suvsizlantirish havoning sovub ketishi bog'likdir. Unda issiqlik miqdori havo bilan kelayotgan

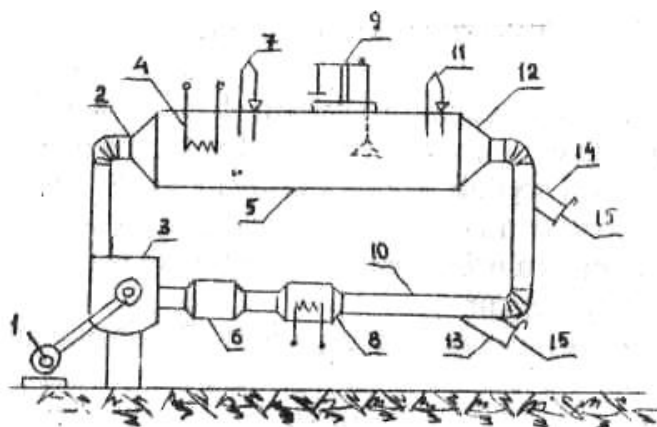
kuritilayo materialining namligi bilan qaytib ketadi. Agarda $\Delta > 0$ bo'lsa, ko'rish jarayonida entalpiyaning o'sishi kuzatiladi, ya'ni $I_2 > I_1$. Agarda $\Delta < 0$, bulsa $I_2 < I_1$ etalpiyaning kamayishidir. Issiqlik va havonng mnqdorini quritish jarayonida aniqlash katta ahamiyatga ega bo'lib, u texnologiyani hisoblashda qo'llaniladi. Bu hisoblash analitik yoki grafoanalitik usullarda olib boriladi va amaliyotda keng ko'llaniladi.

Grafoanalitik usuli 1-x diagrammaga asoslangan bo'lib, undan havoning nam saqlash va entalpiyasi aniqlanib, keyin esa quritish jarayoni diagrammada ko'riladi (nazariy yoki real quritish jarayonlari).

Ishdan maqsad - materialni quritishda namlik mikdorini aniqlash, issiqlikni va havoni solishtirma sarf miqdorlarini aniqlashdan iborat bo'lib, I — x diagrammasida qurish jarayoni tasvirlanadi.

Ishni bajarish tartibi

7.1- rasmda laboratoriya qurilmasi tasvirlangan.



7.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi

1. Elektrovigatelъ. 2. Diffuziya (trubaning birdan kengayishi). 3. Ventilyator. 4. Quritgichning qobig'i (400x400). 6. H_2SO_4 bilan to'ldirilgan idishcha uchun trubaniig kengaygan qismi. 7. Quruq val termometrlar (quritishdan oldin). 8. Elektr isitkich (asosiy) 9. Tarozi. 10. Havo oqimi harakatlanadgan truba $D = 700$ mm 11. Quruq va ho'l termometrlar (quritishdan keyin). 12. Konfuzor (trubaning birdan torayishi). 13. Xavo beriladigan patrubka. 14. 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 jamlangan material tortib olinadi.

3. Nomlangan material quritish uskunasiidagi kamera ichidagi tarozi pallasiga qo'yib quritiladi.
4. Xo'l va quruq termometrlarning birinchi ko'rsatkichlari yozib olinadi.
5. "Assman" psixrometri yordamida quruq va xo'l termometrlar ko'rsatkichi o'lchanadi (Ramzin diagrammasida havoning boshlang'ich nuqtasini aniqlash uchun).
6. Quritish apparati tok manbaiga ulanadi.
7. Ma'lum vaqtdan so'ng (o'qituvchi ko'rsatmasidan so'ng) quruq va ho'l termometrlar ko'rsatkichi o'lchaniladi.

Tajriba natijalarini xisoblash

Olingan natijalarga asosan 1-x diagrammada nazariy quritish jarayoni tasvirlanadi. 1-x diagrammaga bir bo'lak kalya kog'ozi qo'yib koordinatalar o'qi ko'chirib olinadi kalya qog'ozida tajribada aniqlangan havoing quritishdan avvalgi, quritkichga kirish va chiqish holati A, B, C, nuqtalar bilan tasvirlanadi.

Bug'langan namlikning mikdori W aniqlanadi

$$W = G_1 - G_2 \quad (7.16)$$

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

Xavo sarfi (6.15) tenglamasi yordamida aniklanadi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} \quad (7.17)$$

havoning solishtirma sarf miqdori:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (7.18)$$

Quritish uchun ketgan issiqlik sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = q \cdot W \quad (7.19)$$

bu yerda q - solishtirma issiqlik sarfi

$$q = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_0} \quad (7.20)$$

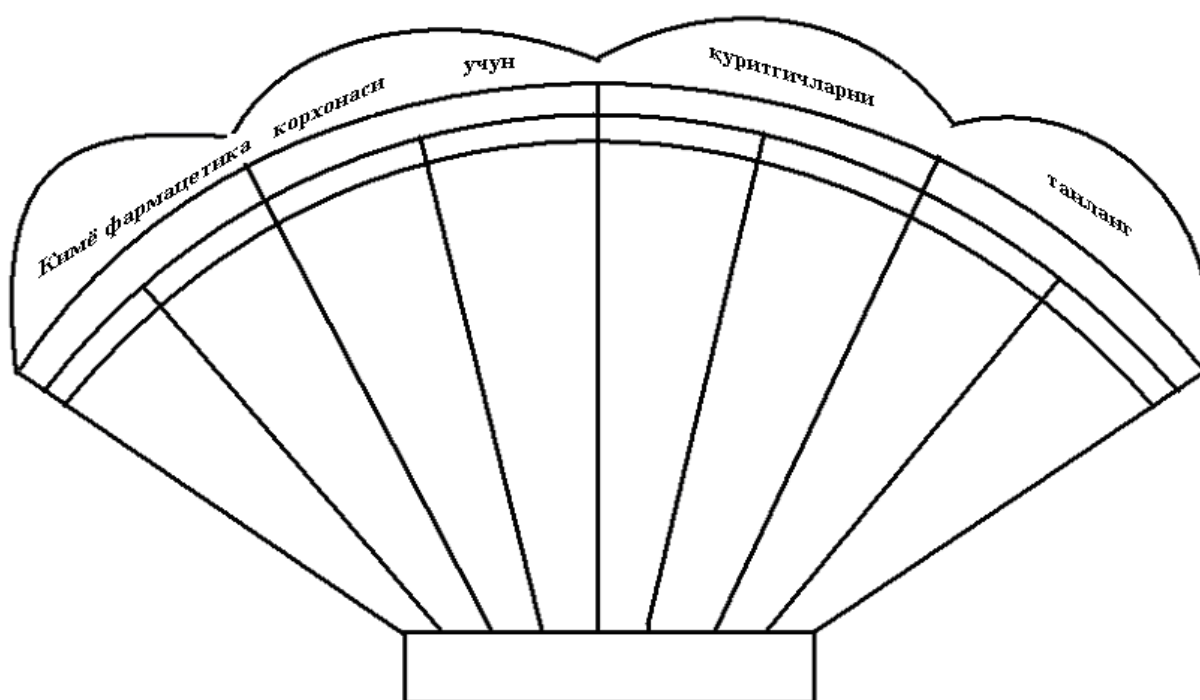
bu yerda I_1 I_2 - havoning quritkichga kirishi va chiqishi vaqtidagi entalpiyasining qiymati, kJ/kg I - x diagrammadan aniqlanadi.

7.1 - jadval

Havo muhitining temperaturasi		Havoning quritish kamerasigacha bo'lgan temperaturasi		Havoning quritish kamerasining keyingi temperaturasi		Nam materi alning miqdori, kg	Quritilgan materi alning miqdori, kg
Ho'l termometr, t°C	Quruq termometr, t°C	Ho'l termometr, t°C	Quruq termometr, t°C	Ho'l termometr, t°C	Quruq termometr, t°C		

Uslubiy ta'minot:

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi
 Elektrodvigatelъ, Diffuzor (trubaning birdan kengayishi), Ventilyator,
 Quritgichning qobig'i (400x400), H₂SO₄ bilan to'ldirilgan idishcha, Quruq va nam termometrlar, Elektr isitkich (asosiy), Tarozi, Havo oqimi harakatlanadigan truba D = 700 mm, Quruq va ho'l termometrlar (quritishdan keyin), Konfuzor (trubaning birdan torayishi), Xavo beriladigan patrubka, Ishlatilgan havo chiqadigan patrubka, Havo sarfini sozlovchi qurilma.

ELPIG'ICHLI

Blits – o'yin

Mavzu: “Men quritish qurilmasida qurish jarayonini tasvirlayman”

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To'g'ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Guruh ishidan chetlashish	Harakatlar mazmuni
						Tortib olingan material quritkichga joylashtiriladi
						Ventilyator to'xtatiladi
						Xo'l va quruq termometrlarning birinchi ko'rsatkichlari yozib olinadi
						Namlangan materil tortib olinadi
						Bug'langan namlikning miqdori aniqlanadi
						“Assman” spixrometri yordamida quruq va xo'l termometrlarning ko'rsatkichlari yozib olinadi
						quritgich va ventilyatorni ishga solish
						Xavo sarfi aniqlanadi
						Ma'lum vaqtdan keyin xo'l va quruq termometrlarning qiymatini aniqlash
						quritish uchun ketgan issiqlik sarfi aniqlanadi
						quritilgan maxsulot tortiladi
						Solishtirma issiqlik sarfi aniqlanadi

Tekshirish uchun savollar

- Nam havoning asosiy parametrlari:
a) absolyut namlik, b) nisbiy namlik, d) nam saqlash, e) nam havoning entalpiyasi, f) parsial bosim, g) shudring nuqtasi temperaturasi, h) ho'l termometr temperaturasi.
- I-x diagrammaning tuzilishi
- I-x diagrammada quritish jarayonini tasvirlang.
- Nazariy va rel quritkich jarayonlarining I-x diagrammada tasvirlanishi.

5. Quritish jarayonlari uchun issiqlik va havoning umumiy, solishtirma sarf miqdorlarini aniqlash.
6. Ko'rish jarayonlarini variantlarini I-x diagrammada tasvirlanishi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar: I-x diagrammada nazariy qurish jarayonini tasvirlash.

ADABIYOTLAR

1. Kasatkin A.G. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. Kimyo 1973 – 727 b.
2. Salimov Z. To'ychiev I. Kimyoviy texnologiya protsesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi 1987 – 406 b.
3. Yusufbekov N.R., Nurmuhammedov H.S., Ismatullayev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar – Toshkent, Nisim, 1999 – 351 b.
4. Gelperin N.I. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Kimyo 1981 – kb 1. – 410 b.
5. Pavlov. K.F., Romankov P.G., Noskov A.A., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Kimyo, 1981 – 575 b.

8 -LABORATORIYA ISHI

QURITISH JARAYONINING KINETIKASI

Ishning maqsadi: Quritish tezligini qisqa vaqt davomida material namligini kamayishi orqali aniqlash.

Ishning ahamiyati: quritish egri chizig'I yordamida havoning nisbiy namligini aniqlash.

Ishning nazariy asoslari

Materiallarni quritish jarayonida namligini yo'qotish murakkab masalalardan hisoblanadi. Avval namlik materialning ichki qismlaridan uning yuzasiga tarqaladi, so'ngra material yuzasidan tashqariga chiqib ketadi. Material tarkibidan namlikning bug'latib chiqarish intensivligi t material yuzasi birligi F dan, vaqt birligi ichida bug'langan namlikning miqdori bilan o'lchanadi:

$$m = \frac{W}{F \cdot \tau} \quad (8.1)$$

bu yerda W - quritish paytida materialdan ajralib chiqqan namlik massasi; g - quritish jarayonning umumiy vaqti.

Namlikning bug'lanish intensivligi, nam material va atrof-muxit o'rtasidagi issiqlik va massa almashinish mexanizmiga bog'liq. Bu mexanizm juda murakkab bo'lib, ikki bosqichdan iborat

- a) namlikning material ichida siljishi;
- b) material yuzasidan namlikning bug'lanishi.

Namlikning material yuzasidan bug'lanishi

Bu jarayon asosan bug'ning qattiq material yuzasidan havoning chegara qatlami orqali tashqi diffuziya yo'li bilan o'tishidan iborat. Tashqi diffuziya yordamida namlikniing taxminan 90% yo'qtiladi. Material yuzasidan atrof muxitga namlik bug' holatida o'tadi. Tashqi diffuziyaning harakatlantiruvchi kuchi material yuzasi va atrof-muxitdagi konsentrasiya yoki parsial bosimlar ayirmasi $R_m - R_x$ bilan ifodalanadi.

Diffuziya oqimidan tashqari, namlik termodiffuziya yo'li bilan ham tarqaladi. Termodiffuziya xodisasi, chegara qatlamida temperaturalar farqining ta'siri natijasida yuz beradi. Konvektiv quritish jarayoni nisbatan past temperaturalarda olib borilsa, termodiffuziya orqali tarqalgan namlikning miqdori juda kichik bo'ladi.

Quritish tezligi o'zgarmas bo'lgan davrda materialning namligi gigroskopik namlikdan katta bo'ladi, material yuzasidagi 6yg' esa, to'yingan bo'ladi ($R_m = R_t$). Bu davrda namlik materialning yuzasiga uning ichki qismlarsdan katta tezlik bilan siljiydi. Material yuzasidan namlikning berilishi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$m = \beta \cdot (P_m - P_x) \cdot 760 / B \quad (8.2)$$

bu yerda β - namlik berish koeffshtenti; R_m - material yuzasidagi to'yingan bug'ning parsial bosimi; R_x - bug'ning havodagi parsial bosimi; B - barometrik bosim.

R_m , R_x va V kattaliklar Pa (Paskal) yoki mm. simob ustuni hisobida o'lchanadi. Namlik berish koeffisienti β havoning tezligiga, issiqlik tashuvchi agentning material yuzasini aylanib o'tish sharoiti, materialning shakli va uning o'lchami, quritish temperaturasi va boshqa parametrlarga bog'liq.

Namlikning material ichida siljishi

Materialning tashqi yuzasidan namlikning bug'lanishi natijasida material ichida namlik gradienti paydo bo'ladi. Bu gradient ta'sirida materialning ichki qatlamlaridan uning yuzasiga qarab harakatlanadi. Namlikning bunday harakati ichki diffuziya deb ataladi. Quritishning birinchi davrida (quritish tezligi o'zgarmas bo'lganda) material ichidagi namlikning o'zgarishi katta bo'ladi, bunda quritish tezligiga asosan material yuzasidan namlikning bug'lanish tezligi (ya'ni tashqi diffuziya) ta'yoyr qiladi. Biroq material yuzasidagi namlik kamayib borib gigroskopik namlikka yetganda, ya'ni quritishning ikkinchi davrida jarayonning tezligiga asosan ichki diffuziya ta'sir qiladi. Quritishning ikkinchi davrida jarayonning tezligi doimo kamayib boradi.

Quritish jarayonining birinchi davrida material ichidagi namlik suyuqlik ko'rinishida tarqaladi. Ikkinchi davrning boshlanishida material yuzasining ayrim joylarida chuqur zonalar paydo bo'ladi va materialning ichida bug'lanish yuz beradi. Bunda kapillyarlardagi namlikning bir qismi materialning ichida bug'xolida siljiydi.

Keyinchalik bug'lanishning tashqi yuzasi borgan sari materialning geometrik yuzasidan kamayib ketadi.

Bunday sharoitda namlikning ichki diffuziya yordamida siljishining ahamiyati ortadi. Ikkinchi davrning quritish tezligi kamayadigan bosqichda material bilan bog'langan adsorbsion namlik qattiq fazalar ichida faqat bug'xolida tarqaladi. Bu xodisa namlik o'tkazuvchanlik deb ataladi. Namlik o'tkazuvchanlikning intensivligi yoki namlik oqimning zichligi, namlik konsentrasiyasi gradientiga proporsionaldir:

$$m = -D_m \cdot \frac{dc}{dn} \quad (8.3)$$

bu yerda D_m - namlik o'tkazuvchanlik koeffisienti.

Bu ifodaning o'ng tomonidagi minus ishora namlikning konsentrasiyasi katta bo'lgan qatlamdan, konsentrasiyasi kichik bo'lgan qatlamga qarab siljishini ko'rsatadi.

Namlik o'tkazuvchanlik koeffisienti D_m ning (m²/s) fizik ma'nosi namlikning materialdagi ichki diffuziya koeffisientining ma'nosi namlikning materialdagi ichki diffuziya koeffisientini ifodalaydi. Namlik o'tkazuvchanlik koeffisientining qiymati namlikning material bilan birikish turi,

quritish temperaturasi va materialning namligiga bog'liq, bo'lib, tajriba yuli bilan aniqlanadi.

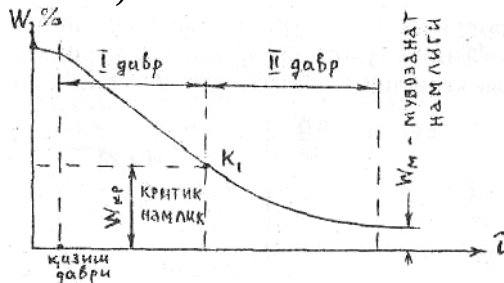
Quritish tezligi va davrlari

Quritgichlarni hisoblash va loyihalash uchun quritish tezligini bilish zarur. Quritish tezligi U cheksiz qisqa vaqt $d\tau$ davomida material namligining kamayishi dW orqali aniqlanadi:

$$U = \frac{dW}{d\tau} \quad (8.4)$$

Quritish tezligi tajriba yo'li bilan laboratoriya qurilmalarida topiladi (11.1-rasm). Bu qurilma ventilyator, elektr isitkich, quritish kamerasi va tarozidan tashkil topgan. Elektr isitkichda qizdirilgan havo ventilyator yordamida quritish kamerasiga uzatiladi. Kameraning eshikchasi orqali nam material taroziniig bir pallasiga joylashtiriladi. Quritish jarayoni davomida materialning massasi (namligi) kamayib boradi. Olingan tajriba natijalari asosida quritish egri chizigi quriladi. Quruq va ho'l termo-metrlar yordamida havoning nisbiy namligi aniqlanadi.

Material namligi W ning vaqt davomida havo parametrlari o'zgarmas bo'lganda ($t = \text{const}$, $\varphi = \text{const}$, $\omega = \text{const}$) olingan grafik bog'liqligi quritish egri chizig'i deb yuritiladi (9.1-rasm).



8.1 - rasm. Material - namligining vaqt davomida o'zgarishi.

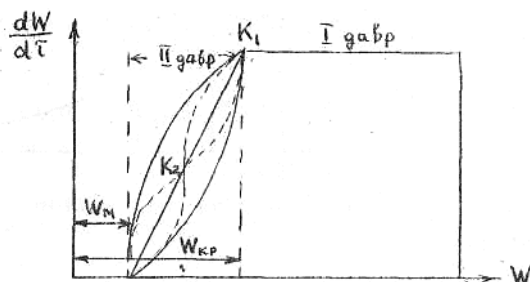
Quritish jarayonining boshlanishida namlik ajralib chiqishi bilan birga material qiziydi. Bu davr qisqa vaqtni tashkil etadi. Materialning qizishi tamom bo'lganidan so'ng, quritish jarayoni to'g'ri chiziq bo'yicha ketadi. Bu davrda quritish jarayoni o'zgarmas tezlikka ega bo'ladi. Bu davr K_1 nuqtada tugaydi va bu nuqtaga materialning kritik namligi W_{yr} to'g'ri keladi.

Birinchi davrda erkin bog'langan namlik ajralib chiqadi. K_1 nuqtadan so'ng quritishning ikkinchi davri boshlanadi. Bu davrda material tarkibidan bog'langan namlik ajralib chiqadi. Ikkinchi davrda quritish tezligi doimo kamayib boradi, materialning kamligi esa, muvozanat namlikka yaqinlashadi. Quritish jarayoni muvozanat namlikka qadar davom etishi mumkin.

Shunday qilib, quritish egri chiziri xosil qilinadi. Egri chiziqning istalgan nuqtasiga o'tkazilgan urinma og'ish burchagining tangensi quritish tezligi $d\varphi/d\tau$ ni tashkil qiladi (8.2 - rasm). Gorizont o'qqa material namligining qiymati (%)

hisobida), vertikal o'qga esa quritish tezligi $d\phi/d\tau$ ning qiymati (% /min) qo'yiladi. Hosil bo'lgan egri chizik quritish tezligini tasvirlaydi.

Birinchi davrda quritish tezligi gorizontall to'g'ri chiziq bo'ladi, chunki bu davrda quritish tezligi o'zgarmas qiymatga ega. Ikkinchi davrda quritish tezligining chizig'i materialning turiga va namlikning material bilan bog'lanish turiga qarab har xil ko'rinishga ega bo'ladi. Bu davrda quritish tezligi doimo kamayib boradi.



8.2- rasm. Quritish tezligining egri chizig'i.

8.2- rasmda turli materiallar uchun quritish tezligining egri chiziqlari keltirilgan. Hamma egri chiziqlar muvozanat namlikka tug'ri kelgan nuqtaga kelganda tugaydi. Quritish tezligi egri chiziklarining ayrimlarida ikkinchi kritik nuq'ta K_2 mavjud bo'ladi. Ko'pincha bu nuqta adsorbsion namlik ajralib chiqishining boshlanishiga tug'ri keladi.

Quritish va quritish tezligi egri chiziqlaridan shu narsa ko'rinib turibdiki, quritish jarayonni ikki davrga bulinar ekan.

Birinchi davrda quritish tezligi asosan tashqi diffuziyaga bog'liq bo'ladi. Materialning ichida namlikning diffuziyalanish tezligi katta qiymatga ega bo'ladi, biroq bu xolat namlikning material yuzasida berilish tezligini belgilaydi. Ikkinchi davrda quritilayotgan material ichidagi bog'langai namlik ajrala boshlaydi. Quritish tezligi asosan material ichidagi namlikning tarqalish tezligiga bog'lik.. SHu sababli ikkinchi davrda quritish tezligiga, material tarkibi bilan bog'liq bo'lgan parametrlar ta'sir ko'rsatadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Quritgich, ventillyator, elektr isitkich, quruq va ho'l termometrlarning xolati tekshiriladi.
2. 150 — 200 g nam material quritishga tayyorlanadi.
3. Nam material tortib, olinib, quritish kamerasiga joylashtiriladi.
4. Faqat laborant ishtirokida quritgich ishga tushiriladi.
5. Ma'lum vaqt ichida materialning og'irligini aniqlab, quritish jarayoni tekshiriladi.
6. Har 5 min. (4 marta) ventilyator to'xtatilib materialii og'irligi aniqlanadi, so'ng ventilyator yana ishga tushiriladi.
7. Materialning og'irligi har 10 minutda to'rt marta, so'ngra xar 15 minutda to'rt marta tortilib, og'irligi aniqlanadi.

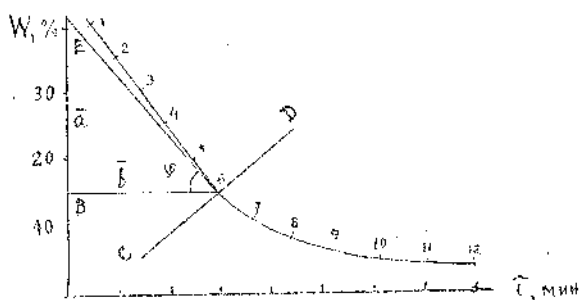
8. Material muvozanat namligiga yetguncha quritish jarayoni davom ettiriladi va tortilgan oxirgi materialning og'irligiga teng bo'ladi (demak, $G = \text{const}$)
9. Tajriba natijalari 12-1 jadvalga quyidagi shaklda yoziladi.

Tajriba boshlanish vaqtining o'zgarishi τ , min	Nam materialning og'irligi G , kg	Nam materialning og'irligining kamayishi $G_1 - G_2$, kg	Vaqt birligi ichida material namligini o'zgarishi, w , kg	Nam materialning quruq materialga nisbatan namlagi hisobida o'zgarishi $\frac{G_1 - G_n}{G_n} = w\%$

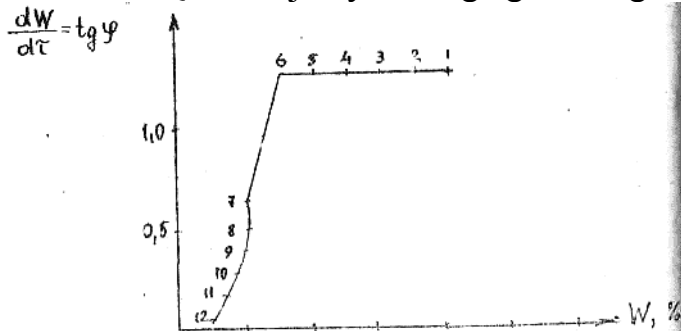
Tajriba natijalarini hisoblash

Quritish tezligining egri chiziri ikki boskichda chiziladi.

1. W - t oralaridagi borlanish asosida kurytishning egri chiziri chiziladi (9.3-rasm).



8.3-rasm. Quritish jarayonining egri chizig'i.



8.4-rasm. Quritish tezligining egri chizig'i.

2. Quritish egri chizig'i asosida quritish tezligi egri chizig'i quriladi. Buning uchun har hil vaqt birligida, material , namligining o'zgarishini, quritish egri chizig'idan differensial grafik usulida aniqlanadi. Bu vaqtda quritishning egri chizig'i 10-15

bo'lakka bo'linadi. Har bir nuqtaga urinma o'tkazib, og'ish burchagining tangensi aniqlanadi. Tangens burchagining qiymati, shu vaqt ichida, material namligining o'zgarishining tezlashga teng bo'ladi. Aniqlangan har bir bo'lak uchun og'ish burchaklarining qiymatlari asosida $tg\varphi - W$ koordinatalarida quritish tezligi egri chizig'i tasvirlanadi.

Tajribada olingan vaqt birligi ichidagi material namligining o'zgarishi qiymatlari 8.2 - hisoblash jadvalida berilgan.

Quritish egri chizig'idagi bo'laklardagi nuqtalar soni	Nuqtalardagi material namligini o'zgarishi, W , %	Shu nuqtalar uchun $W-\tau$ grafigidan aniqlangan og'ish burchagi, $tg\varphi$ qiymati, $tg\varphi_{10}=dw/F \cdot d\tau$
1.	W_1	$tg\varphi_1 = \bar{a}_1 / \bar{b}_1$
2.	W_2	$tg\varphi_2 = \bar{a}_2 / \bar{b}_2$
3.	W_3	$tg\varphi_3 = \bar{a}_3 / \bar{b}_3$
...	...	
10.	W_{10}	$tg\varphi_{10} = \bar{a}_{10} / \bar{b}_{10}$

Bu ikkita grafik asosida quritish jarayonining berilgan material uchun birinchi va ikkinchi quritish davrlarining davomiyligi aniqlanadi.

Uslubiy ta'minot:

Kompyuter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompyuter dasturi
Quritgich, ventillyator, elektr isitkich, quruq va ho'l termometrlar.

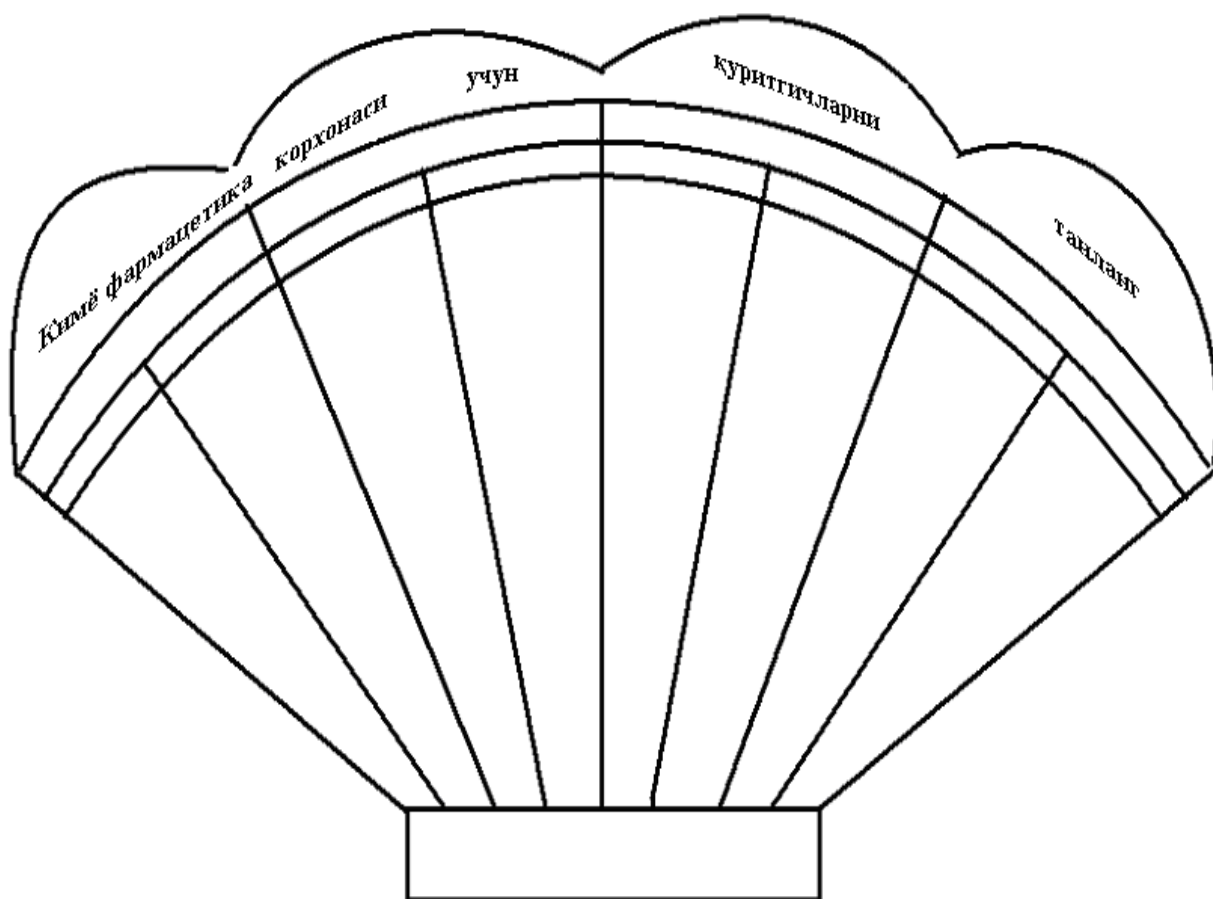
Tekshirish uchun savollar.

1. Quritish jarayoniniig harakteristikasi.
2. Namlikning materialga bog'lanish usullari.
3. Quritish jarayonining mexanizmi.
4. Quritish jarayonining egri chiziri.
5. Quritish tezligining egri chizig'i.
6. Quritish rejimining material sifatiga ta'siri.
7. Quritkichlarning turlari.
8. Uzluksiz ishlaydigan quritkichlarning asosiy konstruksiyalari.
9. Mavhum qaynash qatlamli quritkichlar.

Blits o'yini Men "quritish jarayoni kinetikasi " lobaratoriya ishini bajaraman

1. Quritkich, ventillyator, elektr isitkich, quruq va xo'l termometrlarning holati tekshiriladi.
2. 150-200 gr nam material quritishga tayyorlanadi.
3. Nam material tortib olinib quritish kamerasiga joylashtiriladi.

4. laborant ishtirokida quritkich ishga tushiriladi.
5. Ma'lum vaqt ichida materialning og'irligi aniqlab quritish jarayoni tekshiriladi.
6. Har daqiqada (4marta) ventillyatorni to'xtatib materialni og'irligi aniqlanadi, so'ngra ventillyator yana ishga tushiriladi.
7. Materialni og'irligi har 10 daqiqada 4 marta, so'ngra har 15 daqiqada 4 marta tortilib og'irligi aniqlanadi.
8. Material muvozanat namlikka kelguncha quritish jarayoni davom ettiriladi va tortilgan oxirgi materialning og'irligiga teng bo'ladi. (demak $G_q = \text{const}$)



ADABIYOTLAR

1. Salimov Z., To'ychiev I. Kimyoviy texnologiya protsesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi 1987 – 365-393 b.
2. Kasatkin A.G., Romankov P.G., Noskov A.A. "Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии" Л., "Кимфо", 1981 423-430 b.
3. Lebedev P.L., "Расчет и проектирование сушильных установок". – М.: ГЭИ, 1963-380 b.
4. Ginsburg A.S. "Основы теории и техники сушки пищевых продуктов". – М.: Пищевая промышленность, 1973-315 b.

9-LABORATORIYA ISHI

Nasadkali adsorberning xisobi

Ishning asosiy maqsadi: harakatchan nasadkali kolonnalarda modda berish va o'tkazish koeffitsientlari miqdorini aniqlash.

Ishning nazariy qismi

Ximiya va oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasida modda almashinish protsesslari muhim o'rin egallaydi. Bunday protsesslar bir fazadan ikkinchi fazaga moddalarning o'tishiga asoslangan. Modda o'tkazish protsessining mexanizmi o'zaro ta'sir qilayotgan fazalarning agregat xolatlariga bog'liq bo'ladi. Bu xususiyatlarga ko'ra faza sistemalari quyidagicha bo'ladi:

1. Gaz-suyuqlik; 2 - qattiq jism-gaz ; suyuqlik -bug'; suyuqlik - suyuqlik; qattiq jism-suyuqlik.

Bug', gaz yoki tutunli gazlarning hamda bug'-gaz aralashmalaridagi bir va bir necha komponentlarning suyuqlikda yutilish protsessi adsorbtsiya deyiladi. Adsorbtsiya protsessi gaz-suyuqlik sistemasida olib boriladi. Yutilayotgan gaz adsorbktiv, yutuvchi suyuqlik adsorbent deyiladi. Teskari protsess, ya'ni yutilgan komponentlarning suyuqlikdan ajralib chiqishi desorbtsiya deb ataladi. Sanoatda adsorbtsiya protsessi turli maqsadlarda qo'llaniladi:

Gaz aralashmalaridan qimmatbaxo komponentlarni ajratib olishda, komponentlarni har xil zaharli moddalardan tozalash uchun (mineral o'g'itlarni olishda hosil bo'lgan gaz aralashmalarini fitor birikmalaridan), tayyor mahsulotlar, masalan SO_3 va azot oksidlar, HCl ning suvda yutilishi natijasida sulfat., azot, xlorid kislotalar olishda va xokazo. Adsorbtsiya, quritish, ekstraktsiya modda almashinish protsesslari qattiq-jism, suyuqlik, qattiq - jisim bug' (gaz) fazalar sistemasida olib boriladi.

Gaz, bug' yoki suyuqlik aralashmalaridan bir xil yoki bir necha komponentlarning g'ovaksimon qattiq moddaga yutilishi protsessi adsorbtsiya deyiladi. Aktivyo'zagaega bo'lgan qattiq materiallar adsorbentlar deb ataladi. Yutiluvchi modda adsorbent yoki adsorbktiv deyiladi. Teskari protsess ya'ni desorbtsiya adsorbtsiyadan keyin olib boriladi va ko'pincha yutilgan komponentni bentdan ajratib olish uchun(yoki adsorbentni regeneratsiya qilish uchun) xizmat qiladi. Ion almashinish protsessi adsorbtsiyaning bir turi bo'lib, ayrim qattiq moddalar (ionitlar) o'zlarining harakatchan ioalarini elektrolit eritmalaridagi ionlarga almashtirish qobiliyatiga asoslangan. Har bir adsorbent murakkab aralashmalarda ma'lum komponentlarni yutib, aralashmaning boshqa komponentlariga ta'sir qilmaydi. Demak, adsorbentlar tanlovchanlik qobiliyatiga ega. Adsorbtsiya protsessi ko'pincha gaz va suyuqlik aralashmalaridagi yutilayotgan komponentning konsentratsiyasi kam miqdorda bo'lganda adsorbktivni butunlay ajratib olish uchun qo'llaniladi. Agar ajratilayogan

komponentning

kontsentratsiyasi yuqori bo'lsa, u xolda adsorvtsiya qo'llaniladi.

Adsorbtsiya protsessi gazlarni, eritmalarini tozalashda, eritmalaridan qimmatbaxo moddalarni ajratib olishda, neft mahsulotlaridan hosil bo'lgan aralashmalarni tozalashda, neftni qayta ishlash natijasida hosil bo'lgan gaz arashmalaridan vodorod va etilenni, benzin fraktsiyalaridan aromatik uglevodorodlarni ajratib olishda, yoglarni, vint mahsulotlarini, har xil mevasazavot sharbatlarini tozalashda ximiya va oziq-ovkat sanoatining barcha tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

Quritish - qattiq va pastasimon materiallarni qurituvchi agent yordamida namlikni bug'latish yo'li bilan ajratib chiqarishdir. Qurituvchi agent sifatida isitilgan havo, tutunli gazlar ishlatiladi. Quritish protsessida namlik qattiq fazadan gaz (yoki bug') fazasiga o'tadi.

Nam materiallarni quritish protsessini sanoatda tashkil etish katta ahamiyatga ega. Kuritilgan materiallarni transport vositasida o'zlash arzonlashadi, ularning tegishli xossalari yaxshilanadi, apparat va trubalarning korroziyaga uchrashi kamayadi.

Ekstraktsiya protsessi "suyuqlik-suyuqlik", qattiq jism suyuqlik fazalar sistemasida olib boriladi. Biror suyuqlikda erigan moddani boshqa suyuqlik yordamida ajratib olish protsessi suyuqlikni ekstraktsiyalash deb ataladi. Bunday protsessda bir yoki bir necha komponent bir suyuq fazadan ikkiinchi suyuq fazaga o'tadi. Suyuqlikli ekstraktsiyalash protsessi neftni qayta ishlash, koks ximiya sanoatida, mineral kislotalar ishlab chiqarish, oziq-ovkat sanoatida keng qo'llaniladi.

Ekstraktsiya protsessida qattiq-jism suyuqlik sistemasida olib borilganda - qattiq fazaning suyuqlikka (erituvchiga) o'tishi eritish protsessi deb ham ataladi. Bunday protsesslarda qattiq g'ovaksimon materiallar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlar erituvchilar yordamida ajratib olinadi. Agar eritish protsessida qattiq faza to'la suyuq fazaga o'tsa, ekstraktsiyalash paytida esa qattiq, faza amaliy jixatdan o'zgarmay koladi, faqat uning tarkibidagi tegishli komponent suyuq, fazaga o'tadi.

Qattiq, moddalarni ekstraktsiyalash protsessi sanoatning turli tarmoqlarida ishlatiladi. Ximiya sanoatida ishqor, kislota va to'zlarni, oziq-ovkat sanoatida qand, o'simlik moylari, soklar vitaminlarni, ximiya-farmatsevtika sanoatida turli dorivor moddalarni, gidrometallurgiyada esa rangli va nodir metallarni ekstraktsiyalash usullaridan keng foydalaniladi.

Suyuq va bug' fazalar orasida komponentlarni o'zaro almashinish yo'li bilan suyuqlik aralashmalarini ajratish protsessi xaydash deb ataladi. Bu protsess issiklik ta'sirida olib boriladi, oddiy xaydash (distillash) va murakkab xaydash (rektifikatsiya) protsesslari bor.

Aralashma komponentlarining uchuvchanligi urtasidagi farq ancha katta bo'lsa, bunda oddiy xaydash usulidan foydalaniladi. Oddiy xaydash paytida suyuqlikning bir marta qisman bug'lanishi yuz beradi. Odatda bu usul suyuq

aralashmalarni birlamchi ajratish hamda murakkab aralashmalarli keraksiz qushimchalardan tozalash uchun ishlatiladi.

Suyuq aralashmalarni komponentlarga to'la ajratish uchun rektifikatsiya usulidan foydalaniladi. Rektifikatsiya protsessi, aralashmani bug'latishda ajralgan bug' va bug'ning kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan suyuqlik o'rtasida ko'p marotabalik kontakt paytidagi modda almashinishiga asoslangan.

Rektifikatsiya protsessi spirt, neft va sintetik kauchuk ishlab chiqarishda keng ishlatiladi. Bundan tashqari spirt, vino, liker-arq, va efir moylari izotoplar, polimerlar, yarim o'tkazgichlar ishlab chiqarishda ham rektifikatsiya usuli keng qo'llaniladi.

Suyuq, eritmalar tarkibidagi qattiq, fazani kristallar xolatida ajratish protsessi kristallanish deyiladi. Bu protsess eritmalarini o'ta to'yintirish yoki o'ta sovitish natijasida sodir bo'ladi. Kristallanish paytida modda suyuq fazadan qattiq fazaga o'tadi.

Ximiya texnologiya sanoatida kristallanish protsessi teza moddalar olish uchun keng qo'llaniladi. Oziq-ovqat sanoatida kristallanish protsessi qand-shakar ishlab chiqarishda, glyukoza olishda, konditer sanoatida va boshqa soxalarda ishlatiladi.

Membrana usuli bilan ajratish modda almashinining yangi yo'nalishidir. Membrana yordamida ajratish yo'lidagi usullar bilan amalga oshiriladi: teskari osmos, ul'rabin, ultrafiltrlash, mikrofiltrlash, membrana orqali bug'lanish, dializ, elektrodializ, gazlarni diffuziya bilan ajratish. Yarim o'tkazuvchi membranalar yordamida uglevodorodlarni, yuqori va quyi molekulali birikmalar aralashmalarini ajratish, tabiiy gazlardan geliy va vodorodni, havodan kislorodni ajratib olish, sut mahsulotlarini, meva, sabzavot sharbatlarini va boshqa eritmalarini quyuqlashtirish, pivoni pasterizatsiya qilish, yuqori sifatli qand moddasi olish va shu kabi bir qator muhim vazifalarni bajarish mumkin.

Demak, sanoatdagi olib boriladigan turli xilli barcha texnologik protsesslar moddalarning fizik mexanik xususiyatlari va xossalari bilan bir-biridan keskin farqli bo'lganda, modda o'tkazish protsessi orqali amalga oshiriladi. Modda o'tkazish protsesslari uchun ikki fazaning bulishi harakterli bo'libi, modda bir fazadan ikkinchi fazaga, fazalar orasidagi chegara qatlam orqali o'tadi. Har bir fazada ikkita zona bor: fazaning yadrosi (yoki fazaning asosiy massasi) va fazaning chegarasida yupqa chegara qatlam.

Modda o'tkazish murakkab protsess bo'lib, u uch bosqichdan iborat:

1. Taqsimlanayotgan moddaniig molekulari fazaning yadrosidan shu fazaning chegarasiga o'tadi.
2. Chegara qatlamdan taqsimlanayotgan modda fazalararo chegara qatlamga o'tadi.
3. Fazalararo chegara qatlamdan taqsimlanayotgan modda molekulari ikkinchi fazaning yadrosiga o'tadi.

Fazalarni ajratuvchi yo'zadan moddani suyuq yoki gazsimon markaziga berilishi yoki aksincha faza markazidan ajratuvchi yo'zaga moddaning berilishi modda berish protsessi deyiladi.

Modda berish protsessi qaytar protsessdir, ya'ni modda ikkinchi fazadan ajratuvchi yuzaga o'tishi mumkin. Moddaning o'tish protsessi fazalar orasidagi muvozanat xolat vujudga kelguncha davom etadi. Muvozanat paytida "x" ning ma'lum kontsentratsiya qiymatiga boshqa fazada tegishli aniq bir qiymati muvozanat kontsentratsiyasi "u" tugri keladi. Xuddi shuningdek "u" ning ma'lum kontsentratsiya qiymatiga tegishli muvozanat kontsentratsiyasi "x" tugri keladi. Muvozanat paytida fazalardagi taqsimlanayotgan modda kontsentratsiyalari o'rtasidagi umumiy bog'liqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$\begin{aligned} y^* &= f(x) \\ x^* &= f(y) \end{aligned}$$

Moddaning o'tishida sistemadagi muvozanat xolatining o'zgarishi protsessining harakatlantiruvchi kuchi xisoblanadi. Sistemaning muvozanat xolati o'zgarganda taqsimlanayotgan komponent kontsentratsiyasi yuqori bo'lgan fazadan

kontsentratsiyasi past bo'lgan fazaga muvozanat xolat davom etguncha o'tadi.

Modda o'tkazish protsessining tezligi, sistema muvozanat xolati o'zgarishining darajasiga va fazalardagi modda almashinishning mexanizmiga bog'liq bo'ladi.

Moddalarning bir faza ichida tarqalishi va bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishi molekulyar diffuziya hamda turbulent diffuziya yo'li bilan boradi. Qo'zgalmas muhitda ko'pincha modda molekulyar diffuziya yordamida, harakatdagi muxitda esa modda konvektiv diffuziya yordamida tarqaladi. Turbulent oqimda modda turbulent diffuziya orqali tarqaladi, bu xolda molekulyar diffuziyaning ahamiyati juda kam bo'lib, chegara qatlamda esa moddaning tarqalishi molekulyar diffuziyaga bog'liq bo'ladi. Molekula atom, ion va kolloid zarrachalarning tartibsiz harakati ta'sirida moddaning tarqalishi molekulyar diffuziya deb ataladi.

Molekulyar diffuziya Fikning birinchi qonun bilan ifodalanib, quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$M = -D F \frac{dc}{dx} \tau$$

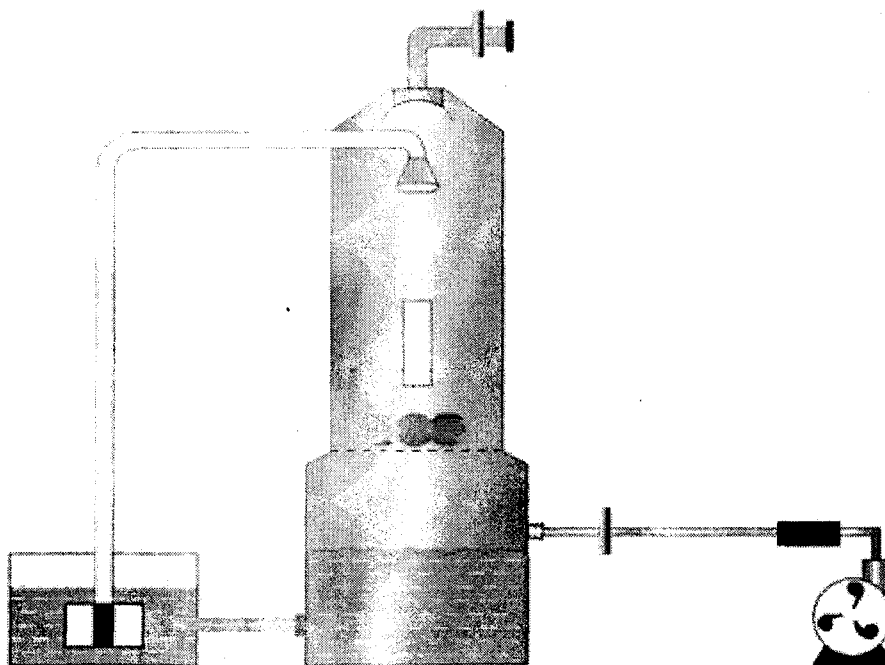
bu erda M - bir fazadan ikkinchi fazaga o'tayotgan moddaning miqdori, kg/s.

Ishni olib borish tartibi

Qurilma vertikal kolonna bo'lib, uning ichki kismiga ag'darilma tarelka o'rnatilgan. Tarelka elaksimom bo'lib, teshiklarining diametri $d=0.016$ m kolonna yo'zasini egallagan tarelkaning ozod kismi $F=20\%$ ga teng.

Nasadka sifatida tarelkaga diametri $d=37$ m bo'lgan sharlar solingan. Sharlarning orasidagi bo'sh ozod xajm $E = 0.4$ ga teng, sharlarning soni $p=90$ ta. Nasadka qatlamining balandligi $N_p=200$ mm. Kolonka ishlash xolatining balandligi $N_i=1200$ mm ga teng. Markazdan kochma nasos (4) orqali sochib bergichga (7) suv beriladi. Suvning sarfi ratometr (6) orqali o'lchanib, sarfi miqdori kran (5) bilan sozlanadi. Havo diametri $d=110$ mm bo'lgan truba orqali ventilyator vositasida berilgan. Havoning sarfi maxsus moslama bilan o'zartiriladi, uning sarflanish miqdori mikrometrغا (14) o'lchangan Pito-Prandtl (8) trubkasi bilan aniqlanadi.

Tajriba qurilmasi



9-rasm

1-kolonna, 2-ag'darilma tarelka. 3-tomchi ajratkich; 4- nasos. 5-suyuqlik sarfini sozlovchi kran; 6- suyuqlik sarfini o'lchovchi rotometr; 7- sochib bergich; 8-ventilyator. 9-Pito Prandtl trubkasi; 10- havoni miqdorini sozlovchi moslama; 11-suv to'ldirilgan bak; 12- nasadka; 13,4-mikromanometr; 15,16- psixrometr.

Psixrometr (15) (16) bilan kolonnaga kirayotgan va chiqayotgan havoning nam saqlashi, (U_b , U_o) quruq va xo'l termometrlar vositasida aniqlanadi.

Ushbu ishda gaz fazasidagi modda berish koeffitsientining By qiymati, suvni havoda parlanishi samaradorligiga qarab 2 xil sharoitda aniqlanadi.

1. $L = \text{const}$ bo'lganda, $By = f(w_0)$ boglanishini keltirib chiqarish.

2. $W = \text{const}$ bo'lganda, $By = f(L)$ boglanishini keltirib chiqarish.

Qurilmaning xolati tekshirilib, laborant ishtrokida markazdan qochma nasos ishga tushirilib, suvning temperaturasi o'zgarmas xolatga keltiriguncha tsirkulyatsiya qilinadi. Ratometriing kursatkichi buyicha suvning sarflanish miqdorini o'zgarmas (o'qituvchi ko'rsatmasiga asosan) qilib olinadi. Havoning sarf miqdorini 4 marta sozlovchi moslam (10) yordamida o'zgartirib, ventilyator (8) orqali havo beriladi hamda mikrometrning (14) ko'rsatkichi va psixrometrning (15) (16) kalonnadan oldingi va keyingi; ko'rsatkichini xisoblash jadvaliga yoziladi.

II usulda havoning sarflanish miqdorini o'zgarmas miqdorda suvning sarfini 4 marta ratometriing ko'rsatkichi oyii o'zgartirib, psixrometrning ko'rsatkichi xisoblash jadvaliga yoziladi.

Tajriba o'tkazilgandan so'ng modda berish koeffitsientini tenglama bilan, havoning tezligini va namlash zichligini L tenglamalari bilan hisj,kanadi.

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Modda o'tkazish protsessi va uning mohiyati.
2. Modda o'tkazish protsessining turlari.
3. Fazoviy muvozanat. Muvozanat chizig'I .
4. Moddiy balans.
5. Molekulyar va turbulent diffuziya .
6. Modda berish protsessi va uning tenglamasi.
7. Modda o'tkazish va uning tenglamasi .
8. Modda berish va o'tkazish koeffitsientlarining fizik ma'nosi va o'lchov birliklari.
9. O'xshashlik diffusion kriterriyalar va ularning fizik ma'nosi.
Protsessning o'rtacha xarakatlantiruvchi va uni aniqlash ma'nosi.
10. Fazalarning qarshiligi.

Uslubiy ta'minot

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi

Colonna, ag'darma tarelka. Nasos, suyuqlik sarfini sozlovchi kran, cuyuqlik sarfini o'chovchi ratometr, ventilyator, pito prandtl trubkasi, bak, nasadka, mikromanometr, pcixrometr.

ADABIYOTLAR

1. Kirilin B.A. Cichev V.V. Sheyidlin A.E. Texnikaviy termodinamika. "nergiotomizat", 1980 .
2. Jumaxov I.M. "Насосы, вентиляторы и компрессоры. М." Углетехизмат, 1959.
3. Нирмухамедов X.C. Ismatullaev P.R., Nig'matjonov C.K. va boshqalar. Issiqlik texnikasi fanidan laboratoriya ishlari.