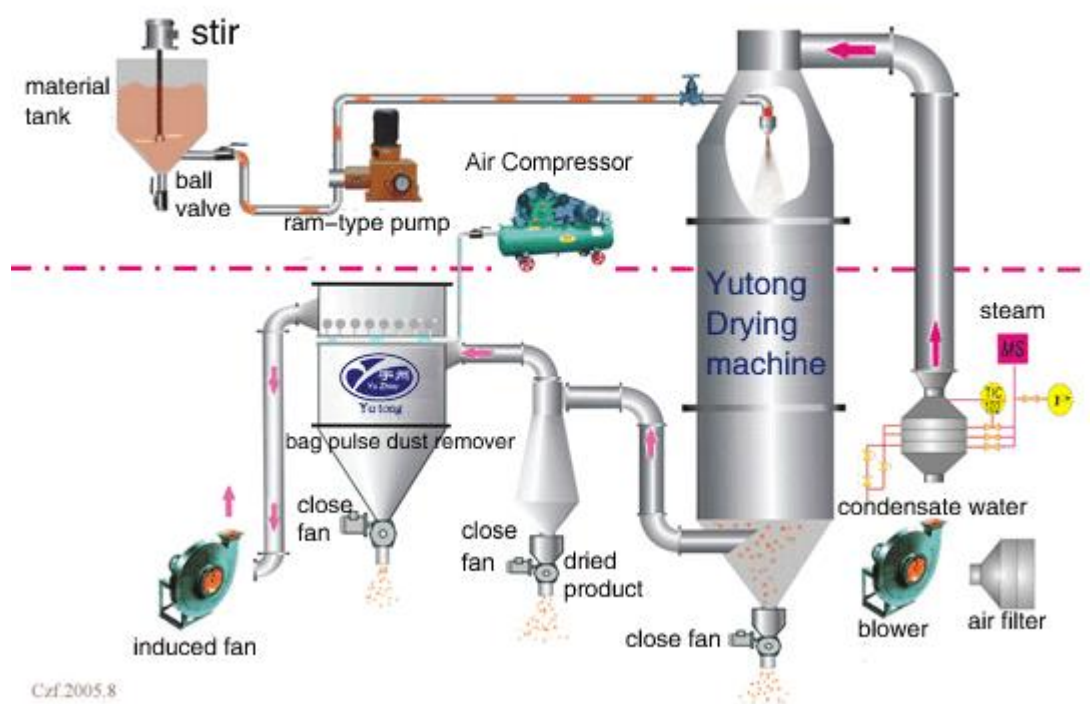


O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
SOG‘LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI
BIOTEXNOLOGIYA KAFEDRASI
“FARMATSEVTIK INGINERING”
FANIDAN
O‘QUV –USLUBIY MAJMUA



Toshkent -2020

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



**Toshkent farmatsevtika instituti
“Biotexnologiya” kafedrasi**

“TASDIQLAYMAN”

O‘quv ishlar bo‘yicha

prorektor

Z.A.Yuldashev_____

2020yil ____ ” _____

**“KIMYO FARMATSEVTIKA ISHLAB CHIQARISH
JARAYON VA APPARATLARI”**

FANIDAN

O‘Q U V – U S L U B I Y M A J M U A

Ta’lim sohasi: 510000 - Sog‘liqni saqlash sohasi

Ta’lim sohasi: 320000 – Ishlab chiqarish texnologiyalari

Ta’lim yo‘nalishi: 5320500 - Biotexnologiya

(Farmatsevtik biotexnologiya)

Toshkent- 2020

Tuzuvchilar:

Tuxtaev F.X	- Biotexnologiya kafedrasining katta o'qituvchisi, farmatsevtika fanlari nomzodi
Yunusova Z. X	- Biotexnologiya kafedrasida katta o'qituvchisi
Zaynutdinova G.F	- Biotexnologiya kafedrasida assistenti
Abdulaxadova G.Sh	- Biotexnologiya kafedrasida assistenti
Sayliyev M.O'.	- Biotexnologiya kafedrasida assistenti

Taqrizchilar:

To'xtaovunova. G.A	- Toshkent kimyo texnologiya instituti Kimyoviy jarayon va apparatlar kafedrasida dotsenti.
To'rayeva .G.M.	- Toshkent farmatsevtika instituti, Dori vositalari preparatlari texnologiyasi kafedrasida dotsenti, f.f.n.

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi "Biotexnologiya" kafedrasining 2018 yil "___" _____dagi - sonli majlisida muhokamadan o'tdi va fakultet kengashiga muhokama qilish uchun tavsiya etildi.

Kafedra mudiri:_____N.F. Yusupova

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi soxa uslubiy kengashida muhokama etildi va fakultet kengashiga tavsiya qilingi. (2020 yil "___" _dagi "___" -sonli bayonnoma).

Soxa uslubiy kengash raisi_____Xaydarov V.R.

O'quv uslubiy qo'llanma Markaziy uslubiy kengashda muhokama qilindi va tasdiqlandi."07 iyuldagi" 2020yil№ 12 -sonli bayonnomasi.

Rais:

Yo'ldoshev Z.A

MUNDARIJA

1. O'QUV MATERIALLARI.....	4
1.1. MA'RUZA MASHGULOTLARI.....	4
1.2. AMALIY MASHGULOTLAR.....	253
2. MUSTAQIL TA'LIM MASHGULOTLARI.....	506
3. GLOSSARIY.....	513
4. ILOVALAR.....	521
4.1. FAN DASTURI.....	521
4.2. ISHCHI O'QUV DASTURI	531
4.3. TARQATMA MATERIALLAR.....	545
4.4. BAHOLASH MEZONI.....	560
4.5. ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	565

O'QUV MATERIALLARI
MA'RUZA MASHGULOTLARI
MA'RUZA №1

Farmatsevtik injiniring fani va uning vazifalari. Asosiy jarayonlarning turi, o'xshashlik nazariyasining asoslari.

REJA

1. Farmatsevtik injiniring faniga kirish
2. Asosiy jarayonlarning turi.
3. O'xshashlik nazariyasining asoslari

O'zbekiston mustaqil milliy demokratik davlat sifatida rivojlanish yo'lida muhim qadamlaridan biri **“Ta’lim to’g’risida”** gi yangi Qonun, hamda **“Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi”** ning qabul qilinishi katta ahamiyatga ega.

Prezidentimiz **I.A.KARIMOV** “... ta’lim darslikdan boshlanadi,... “ va “darsliklarda millat fikrining tafakkuri va millat mafkurasining eng ilg’or namunalari aks etishi kerak” deb ta’kidladilar.

Mamlakatimiz farmatsevtik ishlab chikarish korxonalari uchun malakali mutaxassislar tayyorlashda “Farmatsevtik injiniring” fanining alohida o’rni bor.

Bu fan talabalarga ixtisoslik fanlarini chuqur o’zlashtirishga, qay yo’l bilan ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va texnologik qurilmalardan unumli foydalanish mumkinligini o’rgatadi.

Ma’ruzada keltirilgan jarayonlar nazariy asoslari, ularni hisoblash usullari va samarador qurilmalar bilan jihozlash prinsiplari ushbu fan asosini tashkil etadi.

Oxirgi yigirma yil ichida farmatsevtika va boshqa sanoatlarda keskin o’zgarishlar ro’y berib, yangi texnologiyalar amalda qo’llanib, rivojlanish boshlandi. Bunday o’zgarishlar jarayon va qurilmalar fanini yanada yuqori darajaga ko’tarilishiga sababchi bo’ldi. Ushbu fanning bunday yuqori saviyaga ko’tarilishiga hisoblash texnikasining gurkirab rivojlanishi ham o’z xissasini qo’shdi, chunki jarayon va qurilmalarni o’rganish, modellashtirish va hisoblash ishlarini misli ko’rilmagan imkoniyatlarini yaratdi.

Xar bir jarayonni o’rganishda uning statikasi va kinetikasiga, ya’ni o’rganilayotgan sistemaning muvozanat nisbatlari va jarayon mexanizmiga alohida e’tibor berish zarur.

Ma’ruza fanning tasdiqlangan dasturiga binoan tuzilgan bo’lib, talabalarning fizika, ximiya, matematika, energotexnologiya va boshqa fanlardan olgan bilimlarini hisobga olgan.

Fan bir necha boblardan iborat bulib, kuyidagicha kursatilgan.

1-bobda gaz, suyuqlik, xom-ashyo va mahsulotlarning asosiy fizik-mexanik va issiqlik-diffuzion xossalari, o’xshashlik nazariyasi asoslari, o’xshashlik teoremlari va shartlari, o’lchov birliklar tahlil usuli, hamda jarayon va qurilmalar tahlilining asosiy prinsiplari, mashina va qurilmalarga qo’yiladigan talablar keltirilgan.

2-bob gidravlika asoslari, ya'ni suyuqliklar gidrostatika va gidrodinamikasi, suyuqlik harakatining asosiy xarakteristikalar, truba quvurlaridagi gidravlik qarshilik, ularning optimal diametrini aniqlash, qattiq jismlarning suyuqlikdagi harakati, nasos va kompressor mashinalarining tuzilishi, ishlash prinsipi va ularni tanlashga bag'ishlangan.

Keyingi 3-bobda gidromexanik jarayonlar, ya'ni turli jinsli gazsimon va suyuqlik aralashmalarini ajratishga bag'ishlangan. Bunda tindirish va cho'ktirish, filtrlash, gazlarni tozalash, mavhum qaynash qatlami gidrodinamikasi, aralashtirish, teskari osmos va ultrafiltrlash kabi jarayonlar o'rganiladi. Xar bir bo'lim oxirida, ushbu jarayonni intensivlash yoki qurilmani hisoblash uslubi keltirilgan.

4-bob butunlay issiqlik almashinish jarayonlar nazariyasi, uni tashkil etish usullari va qurilmalariga bag'ishlangan. Undan tashqari, ushbu bobda isitish, sovitish, bug'latish va kondensatsiyalash jarayonlari, issiqlik eltkichlar turlari va ushbu jarayonlarning asosiy teorema va qonuniyatlari, hamda eritmalarni bug'latish usullari va qurilmalari ko'rib chiqilgan. SHu bilan birga, bu bobda issiqlik almashinish jarayonlarini intensivlash usullari, moslamalari va perspektiv issiqlik almashinish qurilmalari keltirilgan. Ushbu bobning yakunida turli issiqlik almashinish qurilmalarini hisoblash ketma-ketligi berilgan.

Massa almashinish jarayon va qurilmalari 5-bobda bayon etilgan. Unda jarayonning nazariy asoslari bilan birga, absorbsiya, haydash va rektifikatsiya, ekstraktsiya, adsorbsiya, quritish, kristallanish kabi jarayonlar va ularni qurilmalar bilan jihozlash tizimlari ko'rsatilgan.

Xar bob unga tegishli qurilmalarni hisoblash bilan yakunlanadi.

Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash empirik tenglamalari, qurilma qismlari va detallari to'g'risidagi to'liq ma'lumotlar quyidagi o'quv qo'llanmalarda batafsil keltirilgan:

- Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. «Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar». – Toshkent, Nisim, 1999. – 351 b;

- Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannanov U.V. «Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash». – Toshkent, Jahon, 2000. – 266 b.

Bu ikki kitoblarni ushbu darslikning amaliy qismi deb hisoblasa bo'ladi.

1.1.«Farmatsevtik injiniring» faninig mazmuni va mohiyati

«Farmatsevtik injiniring» fani bakalavrlarni tayyorlashda umummuxandislik bo'lim fanlaridan, maxsus fanlarni o'rganishga o'tishda eng muhim vazifani bajaruvchi zarur fandır.

Xozirgi kun fanining aniqlovchi va tavsiflovchi belgilaridan biri bu sanoat va texnikaning fan bilan uzviy bog'lanishining chuqurlashishi va kengayishidir.

Dunyoning ko'pchilik taniqli olimlari fan va uning amaliyotda qo'llanishi bir butun va uzviy bog'liq ekanligini ta'kidlashgan.

«Jarayonlar va apparatlar» fani haqidagi zamonaviy ta'lim kimyo, fizika, matematika, mexanika, issiqlik va sovuqlik texnikasi, elektrotexnika, kimyoviy kibernetika, materialshunoslik, sanoat iqtisodiyoti va boshqa sohalar fundamental fanlarining asosiy qonunlariga tayanadi. Lekin, jarayonlar va qurilmalar to'g'risidagi ta'lim fan sifatida aniq, alohida kurs bo'lib, o'zining tajriba, hisoblash uslublari, hamda nazariy qonuniyatlari bilan ajralib turadi.

Istalgan kimyoviy, kimyo-farmatsevtik yoki boshqa texnologik jarayon, uning turli uslublarda o'tkazilishidan qat'iy nazar, o'zaro bir-biriga bog'liq tipik texnologik bosqichlar majmuasidan iborat.

Ma'lumki, kimyo, farmatsevtika va boshqa sanoat texnologiyalari murakkab va ko'pincha bir necha jarayonlardan tashkil topgan bo'ladi.

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarish jarayonlarini loyihalashda «Jarayon va apparatlar» fanining ahamiyati katta. Bu fan asosida turli xil jarayonlarning hisoblash va tahlil qilish, ularning optimal parametrlarini aniqlash, zarur qurilmalarni hisoblash va loyihalash mumkin. Undan tashqari, ushbu kursda laboratoriya sharoitidagi jarayon va qurilmalardan sanoat jarayon va qurilmalariga **masshtab** usulida o'tish qonuniyatlari ham o'rganiladi. Bu qonuniyatlarni bilish, ko'p tonnalik sanoat jarayon va qurilmalarini loyihalashga yordam beradi va zarur.

Laboratoriya sharoiti va kichik sistemalarda olingan tajribaviy natijalardan sanoat va katta kimyoviy texnologik sistemalarda foydalanish qonuniyatlari **modellashtirish** deb yuritiladi.

Modellashtirish «jarayon va apparatlar» fanining muhim vazifalaridan biri va ajralmas qismi deb hisoblanadi. «Kimyoviy texnologiya va biotexnologiya», «Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi», «Don va don mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi», «Neft va neft mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi», «Atrof muhit muxofazasi», «Kasbiy ta'lim» yo'nalishlaridagi bakalavrlar keng muxandislik dunyoqarashga ega mutaxassislar bo'lishi kerak.

Undan tashqari, ular jarayonlarni texnologik qurilmalar bilan jihozlashning ilmiy prinsiplarini tushunishi, qurilmalarni texnik-iqtisodiy xarakteristikalarini tahlil qilish, baholash va eng optimal qurilmani tanlash, jarayonlar samaradorligini va tejamkorligini oshirish omillarini aniqlash, energiya sarfini va mahsulot tannarxini kamaytirish yo'llarini bilishlari kerak.

Undan tashqari, bakalavrlar sanoat samaradorligini oshirish uchun ilmiy tadqiqot usullarini mukammal bilishlari zarur.

1.2. «Jarayon va qurilmalar» fanining kelib chiqishi va rivojlanishi

«Jarayon va qurilmalar» fanining kelib chiqishi kimyo sanoatining rivojlanishi bilan bog'liq bo'lib, XVIII asr oxiri va XIX asrning boshlariga to'g'ri keladi va juda qisqa vaqt ichida ko'pchilik mamlakatlar xalq xo'jaligining muhim tarmoqlaridan biriga aylandi. Kimyo sanoatining rivojlanishi bilan turli sanoatdagi

jarayonlarni umumlashtiruvchi, mashina va qurilmalarning hisobini ratsional hal etuvchi fanga ehtiyoj kuchaydi.

Ushbu fanni kelib chiqishida Rossiya, AQSH olim va muxandislarining xissalari katta. Birinchi bo'lib, 1828 yilda kimyo sanoatining turli sohalarida qo'llaniladigan asosiy jarayon va qurilmalarning umumiy qatori to'g'risidagi g'oyani prof. F.A.Denisov bildirdi. So'ng esa, D.I.Mendeleev kimyoviy texnologiya asosiy jarayonlarining klassifikatsiyasini tuzib chiqdi. XIX asrning oxirida Sankt-Peterburg texnologiya institutining professori A.K.Krupskiy «Asosiy jarayonlar va qurilmalarni hisoblash va loyihalash» fani bo'yicha ma'ruza o'qiy boshladi.

Undan keyin, Moskva oliy texnika universitetida prof.I.A.Tishenko ushbu fan bo'yicha ma'ruza o'qiydi. SHuning uchun, professorlar A.K.Krupskiy va I.A.Tishenkolar «Jarayonlar va qurilmalar» fanining asoschilari hisoblanadi.

1923 yili AQSH olimlari Uoker, Lyuis va Mak-Adamslarning «Jarayon va qurilmalarning prinsiplari» nomli kitobi chop etiladi.

«Jarayon va qurilmalar» to'g'risidagi fanning ayrim bo'limlarini ishlab chiqishda prof.I.A.Tishenko (bug'latish qurilmalarini hisoblash nazariyasi), prof.D.P.Konovalov (cuyuq aralashmalarni haydashning nazariy asoslari), prof.L.F.Fokin va prof.K.F Pavlov (originalva chuqur mazmunli monografiyalari) katta xissa qo'shishdi. 1935 yilda prof.A.G. Kasatkin tomonidan «Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari» darsligining chop etilishi, uni fan sifatida tan olinishida va rivojlanishida muhim ahamiyatga ega bo'ldi.

Prof.D.P.Konovalov kimyoviy texnologiya fanining asosiy vazifasini quyidagicha «Kimyoviy texnologiyaning eng asosiy vazifasi shundakim, u jarayonlar o'tishi uchun eng qulay shart-sharoitlarni topish va ularga mos sanoat asboblari va mexanik uskunalari loyihalashtirish» - deb belgilagan.

Rossiyada jarayon va qurilmalar fani D.I.Mendeleev nomli kimyo-texnologiya institutida alohida rivoj topdi. Bu institutdagi ilmiy maktablarga A.G. Kasatkin, V.V Kafarovlar rahbarlik qilishgan; MIXMda - A.N. Planovskiy; M.V.Lomonosov nomli MITXTda - N.I. Gelperin.

Ilmiy maktablar Lensovet nomli LTI da (P.G.Romankov), KTIPP da (V.N.Stabnikov, V.M.Lisyanskiy) ham tashkil etilgan.

«Jarayon va qurilmalar» fani O'zbekistonda o'tgan asrda ilk bor rivoj topa boshladi. 1950-60 yillarda Abu Rayxon Beruni nomidagi Toshkent politexnika instituti (ToshPI)ning Kime-texnologiya fakultetida «jarayonlar va qurilmalar» faniga alohida e'tibor berildi.

ToshPIning etuk olimlari M.I.Niyozov, N.U.Rizaev, I.P.Levsh, O.B.Erofeeva va X.T.Toshpo'latovlar fanning turli bo'limlari bo'yicha ilmiy maktablar tashkil etishdi.

O'tgan asrning 70-80 yillarida shu darslik mualliflaridan tashqari Z.Salimov, O.K.Ubaydullaev, V.I.Levsh va boshqalar jarayon va qurilmalar fani bo'yicha yangi yo'nalishlarga ilmiy rahbarlik qilishdi, katta yutuqlarga erishishdi, o'z ilmiy maktablarini tashkil etishdi va shu kungacha faol ishlab kelishmoqda.

90-yillarda M.M.Yusipov (ion almashinish jarayonining nazariy asoslari), B.E.Muxamedov (paxta chigiti shrotidan erituvchini ajratish), SH.N.Nuritdinov (qattiq faza ishtirokidagi massa almashinish jarayonlarini modellash), U.V.Mannanov (murakkab reaksiya-ajratish jarayonlarida issiqlik va massa almashinish) lar doktorlik dissertatsiyalarini yoqlashdi va shu kungacha o'z izlanishlari bilan jarayon va qurilmalar fanining rivojlanishiga o'z xissalarini qo'shib kelishmoqda.

1.3. Asosiy texnologik jarayonlar klassifikatsiyasi

Jarayon va qurilmalar fanining rivojlanishi texnologik jarayonlarning ilmiy asoslangan klassifikatsiyasi va tushunchalar sistemasini yaratish imkonini berdi.

SHuning uchun sanoat jarayoni, texnologiya va texnologik qurilma, mashina kabi asosiy tushunchalarni ko'rib chiqamiz.

Sanoat jarayoni¹ - ma'lum natijaga erishish uchun amalga oshiriladigan ketma-ket harakatlarning majmuasi va yig'indisi.

Texnologiya – bu xom-ashyodan avvaldan belgilangan xossalarga ega mahsulot olish maqsadida o'tkaziladigan bir qator usullardir. Texnologiya fan sifatidagi maqsadi eng samarador va tejankor texnologik jarayonlarni aniqlash va amaliyotda qo'llash uchun fizik, kimyoviy, mexanik va boshqa qonuniyatlarini o'rganishdir.

Texnologik qurilma - texnologik jarayonlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan qurilma, uskuna yoki moslama yoki jihoz.

Mashina – energiya yoki materialni o'zgartirish uchun mexanik harakat qiladigan uskuna yoki moslama.

Kimyo, oziq-ovqat va boshqa texnologiyalarni ko'p qirrali, turli asosiy jarayonlarning o'tish qonuniyatlariga qarab asosan 6 guruhga ajratsa bo'ladi: 1) *gidromexanik* jarayonlar; 2) *issiqlik almashinish* jarayonlar; 3) *massa almashinish* jarayonlar; 4) *mexanik* jarayonlar; 5) *kimyoviy va biokimyoviy* jarayonlar; 6) *sovitish* jarayonlar.

GIDROMEXANIK JARAYONLAR – bu shunday jarayonlarki, ularning tezligi mexanika va gidrodinamika qonunlari bilan belgilanadi.

Ularga truba va qurilmalarda gaz va suyuqliklarni uzatish, suyuqliklarni aralashtirish, emulsiya va suspenziyalarni cho'ktirish, filtrlash, sentrifugalash kabi usullarida ajratish, teskari osmos va ultra-filtrlash, donador, sochiluvchan materiallarni mavhum qaynashi kabi jarayonlar kiradi.

Xar bir sanoatda qaysi jarayon bo'lishidan qat'iy nazar, uning tezligini oshirishga harakat qilinadi, chunki jarayon tezligini ko'payishi qurilmaning ish unumdorligini o'sishiga olib keladi. Gidromexanik, issiqlik va massa almashish, hamda kimyoviy jarayonlarning kinetik qonuniyatlari quyidagi umumiy qonun

¹¹Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, 2010, Informa, New York, USA, p.3

ko‘rinishida ifodalanishi mumkin: jarayonning tezligi harakatlantiruvchi kuchga to‘g‘ri va qarshilikka teskari proporsional.

Agar, qarshilikka teskari kattalikni tezlik koeffitsienti deb belgilasak, gidromexanik jarayonlar uchun kinetik tenglama ushbu ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\frac{dV}{F \cdot \tau} = \frac{\Delta P}{R} = K \Delta P \quad (1.1)$$

bu erda V - oqib o‘tadigan suyuqlik miqdori; F - ko‘ndalang kesim yuzasi; τ - vaqt; K_1 - jarayonning tezlik koeffitsienti; ΔP - harakatga keltiruvchi kuch (bosimlar farqi); R_1 - gidravlik qarshilik.

ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARI - bu shunday jarayonlarki, ularda, temperaturasi yuqori jism (yoki muhit) dan temperaturasi past jismga (yoki muhitga) issiqlik o‘tadi. Ularga isitish, pasterizatsiya, sterilizatsiya, sovitish, bug‘latish, kondensatsiyalash va boshqalar kiradi. Issiqlik almashinish jarayonlarining tezligi issiqlik o‘tkazish qonunlari bilan aniqlanadi va quyidagi kinetik tenglama orqali ifodalanadi:

$$\frac{dQ}{F \cdot \tau} = \frac{\Delta T}{R} = K \Delta T$$

bu erda Q - o‘tkazilgan issiqlik miqdori; F - issiqlik almashinish yuzasi; K_2 - issiqlik o‘tkazish koeffitsienti; R_2 - termik qarshilik; Δt - o‘rtacha temperaturalar farqi.

MASSA ALMASHINISH YOKI DIFFUZION JARAYONLAR - bu shunday jarayonlarki, bunda konsentratsiyasi yuqori fazadan konsentratsiyasi past fazaga turli agregat holatlarda massa o‘tadi.

Bu jarayonlarga absorbsiya va desorbsiya, haydash va rektifikatsiya, adsorbsiya, ekstraksiyalash, erish, kristallanish, namlash, quritish, ion almashinish va boshqalar kiradi.

Massa almashinish jarayonlarning tezligi massa o‘tkazish qonunlari bilan aniqlanadi va quyidagi kinetik tenglama orqali topiladi:

$$\frac{dM}{F \cdot \tau} = \frac{\Delta C}{R} = K \Delta T$$

bu erda M - o‘tkazilgan massa miqdori; ΔC - jarayonni harakatga keltiruvchi kuch, o‘rtacha konsentratsiyalar farqi; K_3 - massao‘tkazish koeffitsienti; R_3 - diffuzion qarshilik.

MEXANIK JARAYONLAR - bu shunday jarayonlarki, ularda jismlarning faqat mexanik o‘zaro ta’sirida o‘tadi. Ularga qattiq, sochiluvchan materiallarni maydalash, klassifikatsiyalash (sinflash), presslash, granullash va boshqalar kiradi.

KIMYOVIY VA BIOKIMYOVIY² JARAYONLAR - bu shunday jarayonlarki, ularda moddalarning kimyoviy tarkibi va xossalari o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Ushbu jarayonlarning tezligi kimyoviy kinetika qonunlari bilan aniqlanadi va quyidagi tenglama yordamida ifodalanadi:

$$\frac{dM}{V} = Kf(c)$$

bu erda M - kimyoviy jarayon paytida o'tgan massa miqdori; V - reaktor (qurilma) hajmi; K - kimyoviy jarayon tezligi koeffitsienti; $f(c)$ - jarayonni harakatga keltiruvchi kuch bo'lib, reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar konsentratsiyalarining funksiyasidir.

Shunday qilib, yuqorida ko'rib chiqilgan hamma kinetik tenglamalar quyidagi umumiy ko'rinishga keltirilishi mumkin:

$$I = l \cdot x$$

bu erda I - jarayonni o'tish tezligi; x - jarayonni harakatga keltiruvchi kuch, turli kattaliklar farqi (bosim, temperatura, konsentratsiya); l - o'tkazuvchanlik koeffitsienti, biror jarayon uchun skalyar kattalik bo'lib, qarshilikka teskari kattalik.

Turli jarayonlarning tezlik koeffitsientlari asosan material oqimlarining harakat tezligiga bog'liq. SHuning uchun, hamma kinetik qonuniyatlar material oqimlarining harakat qonunlariga asoslanadi.

Kinetik tenglamalar tahlili jarayonni intensivlashning umumiy prinsiplarini aniqlash imkonini beradi. Jarayon tezligini oshirish uchun harakatga keltiruvchi kuchni oshirish va qarshilikni kamaytirish kerak.

Istalgan jarayon tahlil qilinganda «harakatga keltiruvchi kuch» asosiy omildir.

Jarayonlarning kinetik qonuniyatlarini bilish va to'g'ri aniqlash turli xildagi qurilmalarning asosiy o'lchamlarini topishda asos bo'ladi.

Tayanch iboralar: gidrodinamika, issiklik almashinish, modda almashinish, qarshilik, diffuziya

Mavzuni mustahamlash uchun savollar:

1. Gidrodinamika nimani urgatadi?
2. Issiklik almashinish bu kanday jarayon?
3. Modda almashinish jarayonlarini turlari kanday?,
4. Okimning qarshilik nima?,
5. Diffuziya nima?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.

²²²Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, 2010, Informa, New York, USA, p.2

2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishcheyey proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David

Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for](#)

MA'RUZA №2

Gidrostatika. Gidromexanik jarayonlar. Muvozanat holatining differentsial tenglamasi. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi.

REJA

1. Gidrostatika.
2. Gidromexanik jarayonlar.
3. Muvozanat holatining differentsial tenglamasi.
4. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi

GIDRAVLIKA ASOSLARI

Gidravlika – bu mexanikaning bir bo‘limidir. Unda, suyuqliklar muvozanat va harakat qonunlari, hamda ularni amaliyotda qo‘llash o‘rganiladi. Hidravlika ikki bo‘limdan iborat: gidrostatika va gidrodinamika.

2.1. GIDROSTATIKA

Gidrostatika suyuqliklarning muvozanat qonunlarini, gidrodinamika esa - suyuqlik va gazlarning harakat qonuniyatlarini o‘rgatadi.

Gidromexanik jarayonlar asosida gidrodinamika qonuniyatlari yotadi va bu qonuniyatlar issiqlik va massa almashinish, hamda kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar samaradorligini belgilaydi.

2.1. Umumiy tushunchalar

Gidravlikada suyuqlik, gaz va bu²larni birlashtirib, umumiy bir nom - suyuqlik deb yuritilishi qabul qilingan. Bunga sabab, suyuqlik va gazlarning harakat tezliklari tovush tezligidan kam bo‘lganda, ularning xaraqat qonuniyatlari bir xil. SHuning uchun, gidravlikada suyuqlik ham, gazlar ham, bu²lar ham suyuqlik deb yuritiladi.

Suyuqlik va gazlarning ko‘pchilik xossalari bir-biriga yaqin va o‘xshash. Masalan, suyuqlik ham, gazlar ham biror shaklga ega emas. Undan tashqari, ularning qovushoqliklari orasidagi farq juda kichik. YAna, kritik temperaturadan yuqori temperaturalarda suyuqlik va gazlar orasidagi farq umuman yo‘qolib boradi.

Gidravlikaning asosiy qonuniyatlarini keltirib chiqarish uchun gipotetik *ideal* suyuqlik degan tushunchadan foydalaniladi.

Bosim ta'sirida absolyut siqilmaydigan, temperatura ortishi bilan zichligi o'zgarmaydigan va qovushoqlikka ega bo'lmagan suyuqlik **ideal** suyuqlik deb ataladi.

Lekin, amaliyotda suyuqliklar bosim ta'sirida siqiladi, temperatura ta'sirida esa - zichligi o'zgaradi va ma'lum qovushoqlikka ega bo'ladi. Bunday suyuqliklar **haqiqiy** (real) suyuqliklar deb nomlanadi.

Haqiqiy suyuqliklar tomchili va elastik (gaz va bu²) suyuqliklarga bo'linadi. Tomchili suyuqliklar amalda siqilmaydi va juda kichik hajmiy kengayish koeffitsientiga ega. Lekin, elastik suyuqliklarning hajmi, temperatura yoki bosim ta'sirida o'zgaradi.

2.2. Eylarning muvozanat differensial tenglamasi

Ushbu tenglama suyuqlik muvozanatining differensial tenglamasidan keltirib chiqariladi. Nisbiy tinch holatdagi suyuqlikning muvozanatini ko'rib chiqamiz. Bu holatda suyuqlikka massaviy kuchlar – o'irlik va enersiya kuchlari, hamda sirtiy kuchlar – gidrostatik bosim kuchi ta'sir etadi. Butun suyuqlik hajmidan elementar, cheksiz kichik **dv** parallelepiped hajmini ajratib olamiz.

Parallelepipedning **dx, dy, dz** qirralari **x, u, z** o'qlarga parallel joylashgan (2.1-rasm).

O'rtacha gidrostatik bosim kuchi, gidrostatik bosimning parallelepiped tomoni yuzasi ko'paytmasiga teng. 2.1 –rasmdan ko'rinib turibdiki **p=f(x,y,z)**. Ushbu funksional bo'liqlik ko'rinishini aniqlaymiz. Buning uchun elementar parallelepipedga ta'sir etuvchi hamma kuchlarning **x, y, z** o'qlardagi proeksiyalar yi²indisini topamiz. **x, y, z** o'qlardagi massaviy kuchlarni massa birligiga nisbatlarini **X, Y, Z** deb belgilaymiz. Hajmiy kuchlarning **x** o'qidagi proeksiyasi **dQ=Xdm** bo'ladi, bu erda **dm=rdxdydz** yoki **dQ = Xrdxdydz**. Statikaning asosiy qonuniga binoan, tinch holatdagi suyuqlikka ta'sir etuvchi hamma kuchlar proeksiyalari yi²indisi nolga teng. SHuning uchun, **x** o'qidagi kuchlar proeksiyasi

$$pd_xd_z - \left(p - \frac{\partial p}{\partial x} dx \right) d_yd_z + Xpd_xd_yd_z = 0 \quad (2.1)$$

bu erda **pdxdz** – chap tomonga ta'sir etuvchi gidrostatik bosim kuchi; **dp/dx**-xo'qi biror nuqtasidagi gidrostatik bosimning o'zgarishi; **(dp/dx)dx-dx** qirra bo'ylab gidrostatik bosimning o'zgarishi.

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

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

(2.1) tenglamada qavsni ochib, tegishli qisqartirishlarni amalga oshirsak, quyidagi ko‘rinishdagi tenglamani olamiz:

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

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

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

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

Olingan tenglamalarni sistemalashtirsak:

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho X &= 0 \\ -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho Y &= 0 \\ -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho Z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

Ushbu tenglamalar sistemasi Eylerning muvozanat holatining differensial tenglamasi deb ataladi.

2.3. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi

(2.2) ning har bir tenglamasini dx , dy , dz larga ko‘paytirib va hosil bo‘lgan tenglamalar sistemasini qo‘shib chiqsak, ushbu ko‘rinishga ega bo‘lamiz:

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

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

$$dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (2.3)$$

Agar, suyuqlik absolyut tinch holatda bo‘lsa, unda inersion va o‘zirlilik kuchlar pastga qarab yo‘nalgan bo‘ladi, ya’ni $Z = -g$; $X=0$; $Y=0$. Unda

$$dp = -\rho g dz \quad (2.4)$$

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

$$dz + \frac{1}{\rho g} \partial p = 0$$

Agar, **r = const** bo'lsa,

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

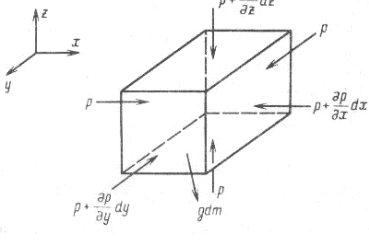
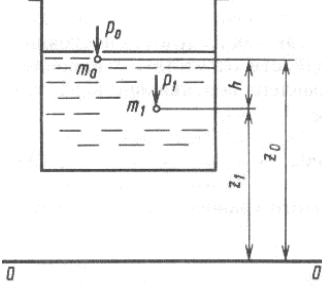
Oxirgi tenglamani integrallasak, unda

$$z + \frac{p}{\rho g} = \text{const}$$

bu erda **z** - geometrik napor yoki istalgan gorizontol yuzaga nisbatan olingan nuqtaning nivelir balandligi, m; **p/rg**- statik napor yoki pezometrik bosim kuchi, m.

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

Masalan, **z₀** balandlikdagi **m₀** suyuqlik zarrachasi va **z₁** balandlikdagi **m₁** suyuqlik zarrachasi uchun (2.5) tenglamani yozsak, u ushbu ko'rinishda bo'ladi (2.2-rasm):

	
2.1-rasm. Gidrostatika uchun Eylarning muvozanat differensial tenglamasini keltirib chiqarishga oid.	2.2-rasm. Paskal qonunini keltirib chiqarishga oid.

$$z_0 + \frac{p_0}{\rho g} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} \quad (2.6)$$

yoki

$$p_1 = p_0 + \rho g(z_0 - z_1) = p_0 + \rho g h \quad (2.7)$$

(2.7) tenglama **Paskal** qonunini ifodalaydi. Unga binoan, tinch holatdagi suyuqlikning istalgan nuqtasiga ta'sir etayotgan tashqi bosim suyuqlikning barcha nuqtalariga bir xilda uzatiladi.

Statik napor $p/\rho g$ istalgan nuqtadagi bosimning solishtirma potensial energiyasini xarakterlaydi. Nivelir balandlik z – solishtirish yuzasidan yuqorida joylashgan istalgan nuqta holatining solishtirma potensial energiyasini ifodalaydi. Ikkala energiya yig'indisi suyuqlik o'irligiga to'g'ri keladigan potensial energiyaga teng.

SHunday qilib, gidrostatikaning asosiy tenglamasi (2.5) energiya saqlanish qonunining xususiy holi bo'lib, tinch holatdagi suyuqlikning hamma nuqtalarida solishtirma potensial energiya qiymati o'zgarmas kattalikdir.

(2.3) tenglamadan foydalanib sath yuza yoki bir xil bosimli yuza tenglamasini keltirib chiqarish mumkin, ya'ni $dp=0$ va $Xdx+Ydy+Zdz=0$.

Absolyut tinch holatdagi suyuqlik uchun tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$-gdz = 0 \quad \text{yoki} \quad dz = 0; \quad z = \text{const}$$

SHunday qilib, absolyut tinch holatdagi suyuqlikning sathi tekis, gorizontal yuza ko'rinishida bo'ladi.

2.4. Gidrostatikaning asosiy tenglamasini amaliyotda qo'llash

Tutashgan idishlar. Ikkita yopiq **A** va **B** idishlar zichliklari har xil p_1 va p_2 aralashmaydigan suyuqliklar bilan to'ldirilgan (2.3-rasm).

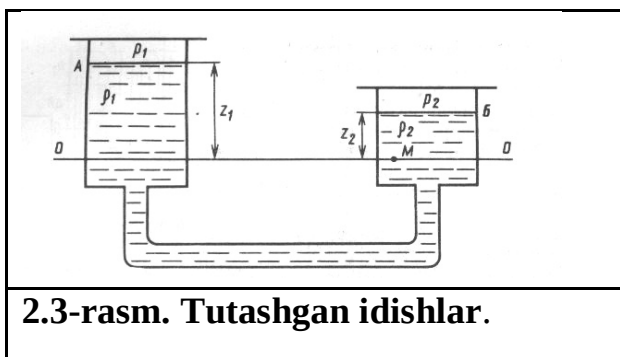
A idishdagi bosim p_1 , **B** dagi esa - p_2 . Ixtiyoriy **O-O** tekisligini o'tkazamiz va unda **M** nuqta tanlab, uning uchun muvozanat tenglamasini tuzamiz:

$$p_1 + \rho_1 g z_1 = p_2 + \rho_2 g z_2 \quad \text{yoki} \quad p_1 - p_2 = \rho_2 g z_2 - \rho_1 g z_1 \quad (2.8)$$

bu erda z_1 va z_2 – **A** va **B** idishlarda nisbatan **M** nuqta sathidan suyuqlik yuzasigacha, bo'lgan balandligi.

Agar ochiq yoki yopiq idishlarda bir xil zichlik ρ ga ega suyuqliklar bir bosim ostida, ya'ni $p_1 = p_2$ bo'lsa, unda, (2.8) tenglama quyidagi holatga keladi – $z_1 = z_2$.

SHunday qilib, tutashgan idishlar zichligi bir xil suyuqlik bilan to'ldirilgan va bir xil bosim ostida bo'lsa, unda idishlar shakli va ko'ndalang kesimidan qat'iy nazar, suyuqlik sathi bir xil bo'ladi.



2.3-rasm. Tutashgan idishlar.

Tutashgan idishlarning bu xossasidan texnikada qurilma va idishlarning ichidagi suyuqlik balandligini aniqlashda foydalaniladi.

Agar, idishlar bir xil suyuqlik bilan to'ldirilgan, lekin ulardagi bosimlar har xil bo'lsa, (2.8) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$z_2 - z_1 = \frac{P_1 - P_2}{\rho g}$$

Agar, idishlarda bosim bir xil, lekin turli hil suyuqliklar solingan bo'lsa, (2.8) tenglama ushbu holatga keladi:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Idish devori va tubiga suyuqlik bosimi suyuqlik ichidagi ixtiyoriy nuqta va tubidagi gidrostatik bosim gidrostatikaning asosiy tenglamasi (2.7) yordamida topiladi:

$$p = p_0 = \rho g(z_0 - z)$$

Ushbu holatda idishning gorizontal tubi uchun $z_0 - z = \text{const}$. Idish ichidagi suyuqlik balandligini H orqali ifodalasak, quyidagi formulani olamiz:

$$p = p_0 + \rho gH$$

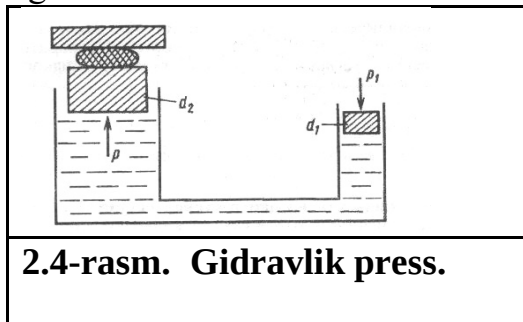
Idish tubidagi bosim kuchi $R = rF$ ga teng, bu erda F -idish tubining yuzasi.

Oxirgi formuladan, idishning gorizontal tubiga tushayotgan suyuqlikning bosim kuchi, uning shakli va ichidagi suyuqlik hajmiga bo'liq emasligi kelib chiqadi.

Gidravlik press. Kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoatlarda turli materiallarni presslash, granullash va briketlash uchun gidravlik presslar ishlatiladi. Bunday presslar ishlash prinsipi porshenning yuzasi bosim kuchining proporsionalligiga asoslangan.

Agar, d_1 diametrli porshenga r_1 kuch ta'sir ettirilib r gidrostatik bosim hosil qilinsa, Paskal qonuniga ko'ra, d_2 o'lchamli katta porshenga ham r kattalikda bosim ta'sir etadi (2.4-rasm)

d_2 o'lchamli porshenga ta'sir etuvchi bosim kuchi:



$$P_2 = \frac{p \cdot \pi \cdot d_2^2}{4}$$

d_1 o'lchamli porshenga esa,

$$P_1 = \frac{p \cdot \pi \cdot d_1^2}{4}$$

Birinchi tenglamani ikkinchisiga bo'lsak, quyidagi tenglamani olamiz:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Tayanch iboralar: Tutash idishlar, Paskal qonuni

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar:

- 1.Statikaning asosiy tenglamasining ma'nosini tushuntiring.
- 2.Idishdagi suyuqlik sathi qanday o'lchanadi&

Adabiyotlar ro'yxati

- 1.YusupbekovN.R.,NurmuxamedovX.S.,ZokirovS.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. YusupbekovN.R., NurmuxamedovX.S. IsmatullaevP.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. YusupbekovN.R., NurmuxamedovX.S. IsmatullaevP.R., ZokirovS.G., MannonovU.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

- 1.MirziyoevSh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
- 2.MirziyoevSh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. MirziyoevSh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" giPF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari.

Toshkent, "O'qituvchi" 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.

Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsion noykolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishchevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz

2. www.google.ru

3. www.biotehnolog.ru

4. www.Ziyonet.uz

5. www.edy.uz

6. www.nuuz.uz

7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090

2. Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Siirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RrocessValidation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA №3

Gidrodinamika. Bernulli tenglamasi. Oqimning uzluksizlik tenglamasi.
Suyuqlik harakatining Eyler differentsial tenglamasi

REJA

1. Gidrodinamika.
2. Bernulli tenglamasi.
3. Oqimning uzluksizlik tenglamasi.
4. Suyuqlik harakatining Eyler differentsial tenglamasi.

GIDRODINAMIKA

Suyuqliklarning truba quvurlari va kanallarda oqishi, harakatga keltiruvchi kuch, ya'ni bosimlar farqi ta'sirida ro'y beradi. Ushbu kuch nasos kompressorlar, ayrim hollarda suyuqliklar zichligi yoki sathining farqi yordamida hosil qilinadi.

Ma'lum miqdordagi suyuqlikni zarur tezlikda⁴ uzatish uchun bosimlar farqini aniqlash kerak. Undan tashqari, uzatish uchun kerakli energiya miqdorini yoki bosimlar farqi ma'lum bo'lsa, suyuqlik sarfi va tezligi topiladi. YUqorida ko'rsatilganlarni amalga oshirish uchun gidrodinamika qonuniyatlarini bilish darkor.

Gidrodinamikada tashqi va ichki masalalar bo'ladi. Truba va kanallar ichidagi suyuqlikning harakati - bu gidrodinamikaning ichki masalasidir. Turli jismlar yuzasida suyuqlikning harakati – bu gidrodinamikaning tashqi masalasidir.

2.5. Suyuqlik harakatining asosiy xarakteristikalari

Suyuqlik sarfi va tezligi. o'zgarmas ko'ndalang kesimli trubada suyuqlik harakatini ko'rib chiqamiz.

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

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

Quyida keltirilgan 2.13 - rasmga binoan, truba o'qi atrofida suyuqlik tezligi maksimal, uning devoriga yaqinlashgan sari minimal qiymatga teng bo'ladi. Lekin, ko'pchilik hollarda truba ko'ndalang kesimi orqali oqib o'tayotgan suyuqlik tezliklarining taqsimlanish qonuniyatlari noma'lum yoki uni aniqlash juda qiyin. Suyuqliklarning haqiqiy tezligini o'lchash juda murakkab bo'lgani uchun, muxandislik hisoblashlarda zarrachalar o'rtacha tezligi ishlatiladi. Suyuqlik hajmiy

⁴⁴⁴Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, 2010, Informa, New York, USA, p.8

sarfi Q (m^3/s) ning truba ko'ndalang kesim yuzasi F (m^2) nisbatiga *o'rtacha tezlik* (m/s) deb nomlanadi:

$$w = \frac{Q}{F} \quad (2.9)$$

Bundan hajmiy sarf,

$$Q = w \cdot F \quad (2.10)$$

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

$$G = \rho \cdot w \cdot F \quad (2.11)$$

bu erda ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3

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

Gidravlik radius va ekvivalent diametr. Dumaloq bo'lmagan, istalgan shakldagi ko'ndalang kesimli trubalardan suyuqlik oqib o'tganda, asosiy chiziqli o'lcham sifatida gidravlik radius yoki ekvivalent diametri qabul qilinadi.

Truba yoki kanal ichida harakat qilayotgan oqim ko'ndalang kesim yuzasining perimetriga nisbati *gidravlik radius* r_z (m) deb nomlanadi:

$$r_z = \frac{F}{\Pi} \quad (2.12)$$

bu erda F - suyuqlik oqimi ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ; Π - ho'llangan perimetr, m.

Ichki diametri d , ko'ndalang kesim yuzasi $F = \pi d^2/4$ va ho'llangan perimetri $\Pi = \pi d$ bo'lgan dumaloq truba uchun gidravlik radius ushbu formuladan topiladi:

$$r_z = \frac{F}{\Pi} = \frac{\pi \cdot d^2 / 4}{\pi d} = \frac{d}{4} \quad (2.13)$$

Gidravlik radius orqali ifodalangan *ekvivalent diametr* quyidagi ko'rinishga ega

$$d = d_{\text{eq}} = 4r_z$$

Agar, (2.12) tenglamani inobatga olsak,

$$d_s = \frac{4 \cdot F}{\Pi}$$

Tomonlari a va b bo'lgan to'rtburchak ko'ndalang kesimli suyuqlik bilan to'ldirilgan kanallar uchun gidravlik radius ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$r_z = \frac{F}{\Pi} = \frac{a \cdot b}{2a + 2b} = \frac{a \cdot b}{2 \cdot (a + b)}$$

ekvivalent diametr esa

$$d_s = 4r_z = \frac{4 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (a + b)} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$

Ichki diametri d_i va tashqi diametri d_t bo'lgan ikkita trubalar hosil qilgan halqasimon trubalararo bo'shliqning ko'ndalang kesim yuzasi uchun ekvivalent diametr quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$d_s = \frac{4 \cdot F}{\Pi} = \frac{4 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_t^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_u^2}{4} \right)}{\pi \cdot d_t + \pi \cdot d_u} = \frac{d_t^2 - d_u^2}{d_t + d_u} = d_t - d_u$$

Dumaloq truba uchun $d_e = d$.

Turg'un va turg'unmas (noturg'un) oqimlar. Suyuqlik harakat qonuniyatlariga qarab turg'un va noturg'un oqimlar bo'ladi.

Suyuqlik oqimining turg'un harakati davrida vaqt o'tishi bilan suyuqlik zarrachalarining tezligi va boshqa omillar (bosim, zichlik, temperatura va hokazolar) o'zgarmaydi ($dw/d\tau = 0$, $dp/d\tau = 0$ va hokazo), lekin oqimda kuzatilayotgan nuqta holatiga bog'liq:

$$w = f_1(x, y, z); \quad p = f_2(x, y, z); \quad h = f_3(x, y, z)$$

bu erda w - suyuqlik tezligi; p - bosim; h - oqim chuqurligi.

Turg'unmashaarakatdavridatezlik, bosim va oqim chuqurligi koordinata va vaqtga bog'liq bo'ladi:

$$w = f_1(x, y, z, \tau); \quad p = f_2(x, y, z, \tau); \quad h = f_3(x, y, z, \tau)$$

Oqimlarning turg'un harakati uzluksiz, noturg'un esa - davriy jarayonlar uchun xarakterlidir.

Turg'un harakat ikki xil bo'ladi: tekis va notekis.

Oqim uzunligi bo'yicha uning tezligi, bosimi, chuqurligi va shakli o'zgarmasa, suyuqlikning harakati tekis, lekin ularning aksisi bo'lsa - notekis harakati sodir bo'ladi.

Oqim o'rtasida (o'qida) suyuqlik harakatining tezligi maksimal, devor atrofidagi oqimchalarda esa - minimal bo'ladi. Oqimda tezliklar taqsimlanishi suyuqlik harakat rejimlariga bog'liq.

2.6. Oqimning uzluksizlik tenglamasi

Uzluksiz⁵ harakat qilayotgan sharoitda suyuqlik oqimidagi tezliklar orasidagi bog'liqlikni ko'rib chiqamiz.

Buning uchun oqimdan hajmi $dV = dx, dy, dz$ bo'lgan elementar parallelepipedni ajratib olamiz (2.5-rasm).

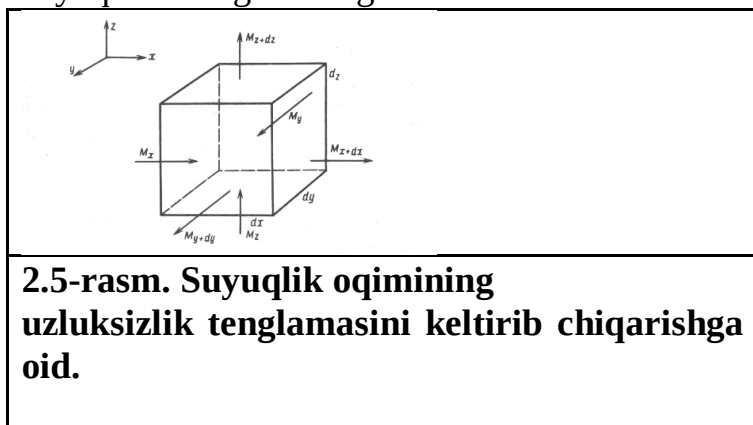
x o'qi bo'ylab harakat tezligining tashkil qilgan w_x deb belgilaymiz. Unda, parallelepipedning $dy \cdot dz$ chap tomonidan cheksiz qisqa vaqt ichida unga quyidagi miqdorda suyuqlik kiradi:

$$M_x = \rho w_x \cdot dy \cdot dz \cdot d\tau$$

bu erda ρ - suyuqlik zichligi.

Suyuqlik umumansiqilmaydidegantahminni qabul qilamiz. Unda, suyuqlik zichligi ρ o'zgarmas bo'ladi.

Unda,



Parallelepipedning qarama-qarshi tomonida suyuqlikning tezligi $w_x + \frac{\partial w_x}{\partial x} \cdot dx$ qiymatga farq qiladi va quyidagiga teng bo'ladi:

$$w_x + \frac{\partial w_x}{\partial x} \cdot dx$$

o'ng tomondan d vaqt ichida oqib chiqqan suyuqlik miqdori quyidagiga teng:

$$M_{x+dx} = \rho \left(w_x + \frac{\partial w_x}{\partial x} \cdot dx \right) \cdot dy \cdot dz \cdot d\tau$$

Parallelepipedda ortib borayotgan massa miqdori

⁵⁵⁵Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, 2010, Informa, New York, USA, p.10

$$dM_x = M_x - M_{x+dx} = -\rho \frac{\partial w_x}{\partial x} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot d\tau$$

ga teng bo'ladi.

u va **z** o'qlari bo'ylab, suyuqlik massasining o'zgarishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$dM_y = -\rho \frac{\partial w_y}{\partial y} \cdot dy \cdot dx \cdot dz \cdot d\tau$$

$$dM_z = -\rho \frac{\partial w_z}{\partial z} \cdot dz \cdot dx \cdot dy \cdot d\tau$$

Parallelepipedda dV vaqt birligi ichida suyuqlik massasi umumiy miqdorining o'zgarishi koordinata o'qlari bo'ylab, uning o'zgarishlari yig'indisiga teng:

$$dM = dM_x + dM_y + dM_z = -\rho \cdot \left(\frac{\partial w_x}{\partial x} + \frac{\partial w_y}{\partial y} + \frac{\partial w_z}{\partial z} \right) \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot d\tau$$

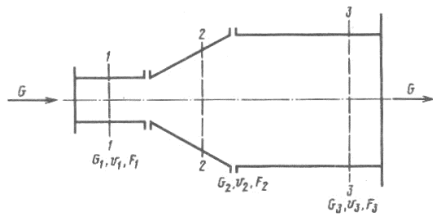
Agar, $\rho = \text{const}$ bo'lganda, parallelepiped ichidagi suyuqlik massasi o'zgarmas bo'lishi kerak. Demak, massaning umumiy o'zgarishi $dM=0$ yoki

$$\frac{\partial w_x}{\partial x} + \frac{\partial w_y}{\partial y} + \frac{\partial w_z}{\partial z} = 0 \quad (2.13)$$

yoki $\text{div} \mathbf{w} = 0$, bu erda $\frac{\partial w_x}{\partial x}, \frac{\partial w_y}{\partial y}, \frac{\partial w_z}{\partial z} - x, y, z$ o'qlari yo'nalishida tezliklarning o'zgarishi. Ushbu tenglama siqilmaydigan suyuqlik oqimi uzluksizligining differensial tenglamasi.

(2.13) tenglamani integrallagandan keyin, suyuqlikning turg'un harakati paytida truba quvurining har bir ko'ndalang kesimidan vaqt birligida bir xil miqdorda suyuqlik oqib o'tadi (2.6-rasm).

$$G_1 = G_2 = G_3 = \dots = \text{const} \quad (2.14)$$



2.6-rasm. Suyuqlik oqimining uzluksizligi

sizlik tenglamasini keltirib chiqarishga oid

bu erda G - massaviy sarf, kg/s; $G = \rho w F$.

Tomchili, siqilmaydigan suyuqliklar uchun $\rho = \text{const}$ bo'lgani uchun (2.14) tenglama ushbu ko'rinishni oladi:

$$w_1 F_1 = w_2 F_2 = w_3 F_3 = \text{const} \quad (2.15)$$

(2.15) tenglamadan ko'rinish turibdiki, tomchili suyuqlik harakatining tezligi trubaning ko'ndalang kesim yuzasiga teskari proporsionaldir:

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

SHunday qilib, (2.15) tenglama massa saqlanish qonunining xususiy holi bo'lib, suyuqlik oqimining moddiy balansini ifodalaydi.

Agar, suyuqlik tarkibida havo yoki suv bug'i, yoki havo bo'shliqlari paydo bo'lsa, oqim uzluksizligi buziladi.

2.7. Suyuqlik harakatining Eyler differensial tenglamasi

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

Ushbu tenglamani keltirib chiqarish uchun turg'un harakat qilayotgan ideal suyuqlik oqimidan $dV = dx dy dz$ hajmli elementar parallelepiped ajratib olamiz (2.1-rasm).

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

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

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

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

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

Parallelepiped hajmidagi suyuqlik massasi:

$$dm = \rho dx dy dz$$

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

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

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

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

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

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

$$\rho dx dy dz \frac{dw_x}{d\tau} = - \frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz$$

$$\rho dx dy dz \frac{dw_y}{d\tau} = - \frac{\partial p}{\partial y} dx dy dz$$

$$\rho dx dy dz \frac{dw_z}{d\tau} = - \left(\rho g + \frac{\partial p}{\partial z} \right) dx dy dz$$

Qisqartirishlardan so'ng esa, ushbu tenglamalar sistemasini olamiz:

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{dw_x}{d\tau} &= - \frac{\partial p}{\partial x} \\ \rho \frac{dw_y}{d\tau} &= - \frac{\partial p}{\partial y} \\ \rho \frac{dw_z}{d\tau} &= - \rho g - \frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (2.16)$$

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

2.8. Haqiqiy suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasi

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

Agar, (2.16) tenglamalar sistemasining chap va o'ng tomonlarini dx , dy , dz larga ko'paytirib va suyuqlik zichligi ρ ga bo'lsak, ushbu ifodalarni olamiz:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{d\tau} \cdot dw_x &= -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} dx \\ \frac{dy}{d\tau} \cdot dw_y &= -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} \cdot dy \\ \frac{dz}{d\tau} \cdot dw_z &= -qdz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz\end{aligned}\quad (2.17)$$

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

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

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

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

Ularning yig'indisi esa,

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

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

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

Demak,

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

Ushbu tenglamaning ikkala tomonini erkin tushish tezlanishi g ga bo'lsak va hamma ifodalarni chap tomonga o'tkazsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$d \cdot \left(\frac{w^2}{2g}\right) + \frac{dp}{\rho g} + dz = 0 \quad (2.18)$$

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

Tenglamadagi differensiallar yig'indisini yig'indilar differensial bilan almashtirilishi mumkin, ya'ni:

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

buerda

$$z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{w^2}{2g} = \text{const} \quad (2.19)$$

Ushbu ko'rinishdagi ifoda ideal suyuqliklar uchun **Bernulli tenglamasi** deyiladi. $\left(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{w^2}{2g}\right)$ kattalikka **to'liq gidrodinamik napor** yoki **gidrodinamik napor** deb nomlanadi.

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

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} \quad (2.20)$$

Bernulli tenglamasi energiya saqlanish qonunining xususiy holi bo'lib, oqimning energetic balansini xarakterlaydi. z -nivelir balandlik yoki geometric napor (h_g, m) deb ataladi va nuqta holatining solishtirma potensial energiyasini

$\frac{p}{\rho g}$ ifodalaydi. $\frac{p}{\rho g}$ - bosim nabori yoki pezometrik napor (h_c, m) deb nomlanadi va bosimning solishtirma potensial energiyasini ifodalaydi.

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

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

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

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

Haqiqiy suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_u \quad (2.21)$$

yoki

$$h_c + h_o + h_g + h_u = H$$

bu erda h_i - ishqalanish kuchini engish uchun sarflangan napor.

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

$$h_c + h_o + h_u = H \quad (2.22)$$

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

Mavzuni mustahamlash uchun savollar:

1. Dinamin napor, statik napor, geometrik balandlikni sxema chizib topib bering

2. Bernulli tenglamasidan suyuqlik sarfi qanday topiladi?

Tayanch iboralar: Dinamin napor, statik napor, geometrik balandlik, Bernulli tenglamasi, sarf

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G.,

Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsion noykolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishevi x proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011

MA'RUZA №4

Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llanilishi. Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqishi. Trubalardagi gidravlik qarshiliklar

REJA

1. Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llanilishi.
2. Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqishi.
3. Trubalardagi gidravlik qarshiliklar

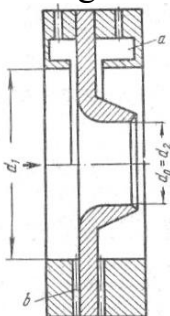
Bernulli tenglamasining amaliy qo'llanilishi

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

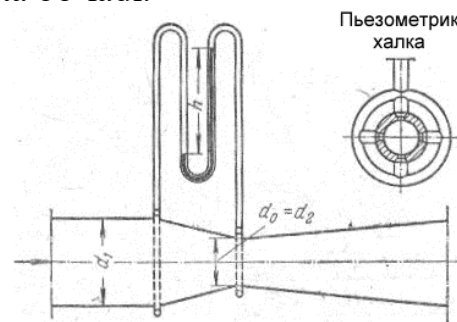
Suyuqlik tezligi va sarfini o'lchash prinsiplari. Sanoatda va ilmiy tadqiqotlarda suyuqlik tezligi va sarfini o'lchash uchun drossel asboblari va pnevmometrik trubalar ishlatiladi.

Pito-Prandtl pnevmometrik trubkasining tuzilishi 2.8-rasmda ko'rsatilgan.

Trubkalarining har bir ko'ndalang kesimida suyuqlik sathlarining farqi, uning o'qidagi nuqtaning tezlik nabori h_t ni ifodalaydi. Trubkalardagi ishchi suyuqlik sathlarini U-simon differensial manometr yordamida o'lchash qulay. U-simon difmanometr ichidagi suyuqlik ishchi suyuqlik bilan aralashmaydi va uning zichligi ishchi suyuqliknikidan ancha katta bo'ladi.



2.10-rasm o'lchov soplosi.



2.11-rasm. Venturi trubasi

Agar, trubadagi suyuqlik bir ortezlikka egabo'lsa, U-simon difmanometrda suyuqlik h balandlikka ko'tarilishidini dinamik nabori ko'rsatadi, ya'ni

$$h_0 = \frac{w^2}{2g}$$

Dinamik nabor qiymatidan tezlikni topish mumkin:

$$w = \sqrt{2gh} \quad (2.25)$$

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

$$w = \alpha \sqrt{2gh} \quad (2.26)$$

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

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

Suyuqlik sarfi esa sekundli sarf tenglamasidan topiladi:

$$V = wF$$

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

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

Bu asboblarning ishlash prinsipi trubalarning ko'ndalang kesimi o'zgarishi bilan dinamik bosimlar farqining o'zgarishiga asoslangan. Drossel asboblari sifatida o'lchov diafragmasi, soplosi va Venturi trubalari ishlatilishi mumkin.

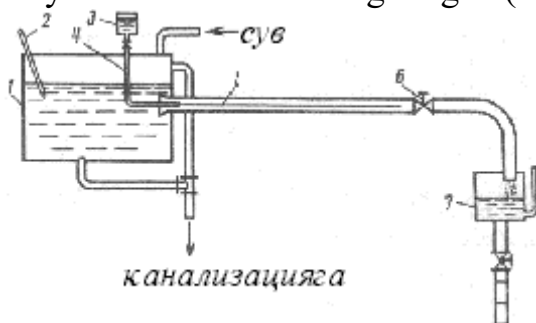
o'lchov diafragmasi yupqa diskdan yasaladi va o'rtasida dumaloq ko'ndalang kesimli teshik bo'ladi (2.9-rasm).

o'lchov soplosi nasadka bo'lib, kirish qismi asta-sekin torayib boradigan qayilishdan va chiqish qismi-silindrik shaklga ega. U -simon differensial manometr halqasimon a yoki b kanallarga ulanadi (2.10-rasm).

Venturi trubasida o'lchovchi diafragma va soplolarga nisbatan napor va bosimning yo'qotilishi kam bo'ladi (2.11-rasm). Bunga sabab, Venturi trubasida diametr d asta-sekin torayib, keyin esa asta-sekin kengayib, dastlabki holati d o'lchamiga qaytishdir. Lekin, bu asbobning kamchiligi shundaki, uning uzunligi juda katta. Bu esa, uning sanoatda keng qo'llanilishini ma'lum miqdorda cheklaydi.

2.11. Suyuqlik harakati rejimlari

Suyuqlik harakati rejimlari birinchi bor tajriba qurilmasida 1883 yili ingliz olimi Reynolds tomonidan o'rganilgan (2.12-rasm).



2.12-rasm. Reynolds qurilmasi.

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

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

Tajriba paytida truba 5 ga asosiy suyuqlik bilan birga rangli suyuqlik yuboriladi. Truba 5 ichida tezliklar kichik bo'lganda, rangli suyuqlik oqimchasi oqim o'qi bo'ylab ingichka chiziq bo'lib cho'ziladi va bir tekis harakat qilayotganini ko'ramiz. Agar, turli joylarda o'rnatilgan bir nechta turli kapillyar naychalardan asosiy oqimga o'rnatilgan rangli suyuqlik yuborsak, bir-biri bilan yo'nalishlari kesishmaydigan oqimchalarni kuzatamiz. Truba ichida suyuqlik oqimchalarining parallel yo'nalishbo'ylab, ya'ni texnikada **laminar rejim** deb nomlanuvchi, suyuqlikning oqimchali harakati sodir bo'ladi.

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

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

Ingliz fizik-olimi Reynolds tajribalarda suyuqlik tezligi, qovushoqligi, zichligi va truba diametrini o'zgartirdi. Tajribalar tahlili asosida olim quyidagicha xulosaga keldi: suyuqlik oqimining laminar rejimdan turbulent rejimga o'tishi suyuqlik massaviy tezligi $\propto \nu$, truba diametriga to'g'ri va suyuqlik qovushoqligi $\propto$ ga

teskari proporsionaldir. Olim tomonidan taklif etilgan o'lchamsiz kompleks Reynolds kriteriysi deb yuritiladi.

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} = \frac{wd}{\nu} \quad (2.27)$$

bu erda ν - kinematik qovushoqlik, m^2/s .

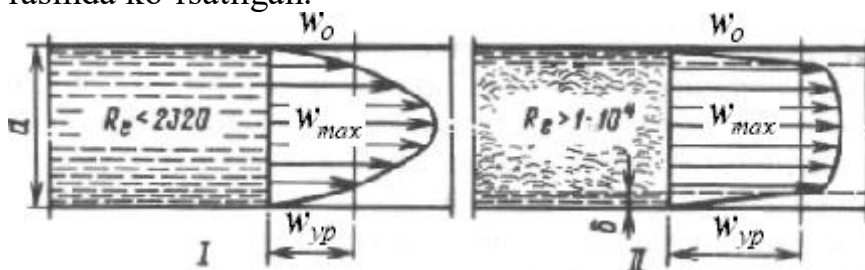
Reynolds kriteriysining son qiymatlariga qarab, suyuqlik harakat rejimi aniqlanadi. Undan tashqari, ushbu kriteriy qovushoqlik va inersiya kuchlarining o'zaro nisbatini xarakterlaydi. Bir xil truba diametri va suyuqlik tezligida, yuqori zichlik va kichik qovushoqlikka ega suyuqliklar turbulent rejimga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

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

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

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

Laminar va turbulent rejimlarda truba kesimida tezliklarning taqsimlanishi 2.13-rasmda ko'rsatilgan.



2.13-rasm. Laminar (I) va turbulent (II) harakat rejimlarida truba kesimida tezliklarning taqsimlanishi.

Nyuton ichki ishqalanish qonuniga bo'ysunmaydigan suyuqliklar harakatini modifikatsiyalashgan Reynolds kriteriysi xarakterlaydi:

$$Re^* = \frac{d^n \cdot w^{2-n} \cdot \rho}{8^{n-1} k} \quad (2.28)$$

bu erda n - oqim indeksi; k - konsistentlik ko'rsatkichi.

Suyuq oziq-ovqat mahsulotlari uchun turg'un laminar rejim $Re^* \ll 1$ bo'lganda sodir bo'ladi.

2.12. Laminar harakat qonunlari

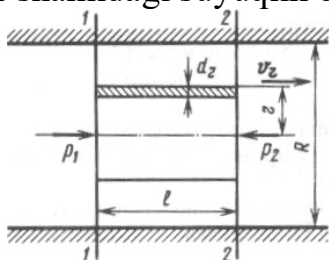
Oqimchali harakat gipotezasidan kelib chiqqan holda, shuni ta'kidlash mumkinki, qatlamlar orasidagi ishqalanish kuchlari ta'sirida har bir qatlamdagi suyuqlik zarrachasining tezligi avvalgidan farq qiladi.

Suyuqlik qatlamlari orasida urinma kuchlanishlar bo'lgani uchun ishqalanish kuchlari hosil bo'ladi. Nyuton qonuniga binoan:

$$\tau = \pm \mu \frac{dw_r}{dr}$$

Truba devorida urinma kuchlanish maksimal va oqim o'qida minimal qiymatga ega. Demak, truba devoridan suyuqlik oqimchasi qanchalik uzoqda bo'lsa, uning tezligi shuncha katta bo'ladi va maksimal qiymati oqim o'qiga to'g'ri keladi (2.13).

Suyuqlik oqimida tezliklar taqsimlanish qonunini aniqlash uchun oqim o'qidan r masofada joylashgan, uzunligi l va qalinligi dr bo'lgan elementlar silindr shaklidagi suyuqlik bo'lakchasini ajratib olamiz (2.14-rasm.)



2.14-rasm. Tezliklar taqsimlanish qonuniga keltirib chiqarishga oid.

Suyuqlik turg'un harakatida jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi $\Delta R = R_1 - R_2$ butunlay ichki ishqalanish qarshiligi T ni engishga sarflanadi:

$$P_1 - P_2 = T$$

lekin

$$P_1 - P_2 = (p_1 - p_2) \pi r^2$$

bu erda p_1 va p_2 – 1-1 va 2-2 kesimlardagi gidrostatik bosim.

YUqorida keltirilgan tenglamaga binoan ishqalanish kuchi quyidagiga teng:

$$T = -\mu F \frac{dw_r}{dr}$$

bu erda F - elementar silindr shaklidagi suyuqlikning tashqi yuzasi $F=2 \pi r l$.

Unda

$$(p_1 - p_2) \pi r^2 = -\mu 2 \pi r l \frac{dw_r}{dr}$$

o'zgaruvchilarni bo'lish va tegishli qisqartirishlardan so'ng ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{p_1 - p_2}{2 \mu l} r dr = -dw_r$$

Bu tenglamani integrallasak

$$\int_r^R \frac{p_1 - p_2}{2 \mu l} r dr = - \int_{w_r}^0 dw_r$$

Truba devori atrofida tezlik $w=0$ ekanligini inobatga olsak, $r=R$ bo'ladi. Integrallashdan so'ng quyidagi tenglamani olamiz

$$\frac{p_1 - p_2}{2 \mu l} \left(\frac{R^2}{2} - \frac{r^2}{2} \right) = w_r$$

bu erda R - truba radiusi.

Oxirgi olingan tenglamadan tezlikni aniqlasa bo'ladi:

$$w_r = \frac{p_1 - p_2}{4 \mu l} (R^2 - r^2)$$

Truba o'qidagi ($r=0$) maksimal tezlik ushbu tenglamadan topiladi:

$$w_{\max} = \frac{p_1 - p_2}{4 \mu l} \cdot R^2 \quad (2.30)$$

(2.29) tenglamani (2.30) ga bo'lib, quyidagi ko'rinishga erishamiz:

$$w_r = w_{\max} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \quad (2.31)$$

Ushbu tenglama Stoks qonuni bo'lib, trubada laminar rejimda harakatlanayotgan suyuqlik qatlamlarida tezliklarning parabolik taqsimlanishini ifodalaydi.

(2.29) tenglama yordamida Stoks laminar rejimidagi suyuqlik sarfini aniqlash mumkin. Buning uchun oqim o'qidan r masofa joylashgan, dr kenglikdagi elementar halqasimon kesimdan suyuqlikning oqib o'tishini ko'rib chiqamiz.

Halqasimon kesim yuzasi $df=2\pi r dr$ ga teng.

Ushbu ko'ndalang kesimdan oqim o'tayotgan suyuqlikning tezligi w_r bo'lsa, uning sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$dV_{cek} = w_r df = 2\pi w_r \cdot r dr \quad (2.32)$$

Tezlik w_r ni (2.29) tenglama orqali ifodalab (2.32) qo'ysak,

$$dV_{cek} = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l} (R^2 - r^2) 2\pi r dr \quad (2.33)$$

Integrallashdan so'ng ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$V_{cek} = \frac{p_1 - p_2}{8\mu l} \cdot \pi \cdot R^4 \quad (2.34)$$

yoki

$$V_{cek} = \frac{\pi d^4 \cdot \Delta p}{128\mu l} \quad (2.35)$$

bu erda d -truba diametri.

(2.35) tenglama silindrik trubadagi suyuqlik sarf uchun **Puazeyl tenglamasi** deb nomlanadi.

Ma'lumki, suyuqlik sarfini trubadagi suyuqlikning o'rtacha tezligi orqali aniqlash mumkin:

$$V_{cek} = \pi R^2 \cdot w_{yp} \quad (2.36)$$

(2.34) va (2.36) tenglamalarni solishtirib, ushbu tenglamani olamiz:

$$w_{yp} = \frac{p_1 - p_2}{8\mu l} \cdot R^2 \quad (2.37)$$

Agar, (2.30) tenglamani ham hisobga olsak:

$$w_{yp} = \frac{w_{\max}}{2} \quad (2.38)$$

2.13. Turbulent harakat rejimi

Sanoat qurilmalarida suyuqliklar turbulent harakati juda keng tarqalgan. Turbulent rejimda zarrachalarning xaotik, tartibsiz harakati tufayli oqimning asosiy qismida tezliklar ancha tekislanadi (2.13-rasm).

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, turbulent rejimda suyuqlikning o'rtacha tezligi $w_{o'r}$ laminar rejimdagi kabi maksimal tezlikning yarmiga teng bo'lmay, undan ancha katta bo'ladi, ya'ni Reynolds sonining funksiyasidir $w/w_{max}=f(Re)$. Masalan, $Re=10^4$ bo'lsa $w_{ur} \approx 0,8 w_{max}$, $Re=10^8$ da $w_{ur} \approx 0,9 w_{max}$.

Lekin shuni alohida ta'kidlash kerakki, turbulent rejim o'ta murakkab xarakterli bo'lgani uchun, nazariy usul bilan suyuqlik tezliklarining taqsimlanish profilini aniqlash qiyin. Bunga sabab suyuqlik zarrachalarining tartibsiz harakati va ularning intensiv aralashishidir. Oqibatda, suyuqlik ayrim zarrachalari tezligining yo'nalishi va kattaliklarining lokal o'zgarishlari juda tez sodir bo'ladi. Bunday fluktuatsiyalar xaotik xarakterga ega.

Oqimning istalgan nuqtasi uchun haqiqiy oniy tezlik w_x vaqt τ ga bog'liqligini ham 2.13-rasmda ko'rish mumkin. Turbulent rejimda tezlik qandaydir o'rta tezlik atrofida pulsatsiya qilib turadi. Ushbu nuqta uchun o'rtacha tezlik

$\bar{w}_x$ quyidagi ifodadan topiladi:

$$\bar{w}_x = \frac{\int_0^\tau w_x d\tau}{\tau} \quad (2.39)$$

bu erda w_x - x o'qi bo'ylab suyuqlik zarrachasining oniy tezligi.

Turbulent rejim har doim laminar rejim bilan barobar yuz beradi.

Nazariy va tajribaviy izlanishlar shuni ko'rsatdiki, turbulent rejimdagi harakatni oqim yadrosi va gidrodinamika chegaraviy qatlamdan tarkib topgan deb hisoblash mumkin. Bu qatlam ichida yupqa, millimetrning bir necha ulushiga teng qalinlikdagi laminar chegaraviy qatlam bor. Gidrodinamika chegaraviy qatlam qalinligi δ Reynolds soniga bog'liqdir va uning tahminiy qiymatini Levich tenglamasidan aniqlash mumkin:

$$\delta = \frac{30d}{Re \sqrt{\lambda}} \quad (2.40)$$

bu erda d -truba diametri.

Turbulent rejimda truba devorining g'adir-budurligi suyuqlik harakati qarshiligiga salmoqli ta'sir etadi. Trubalarning g'adir-budurligi absolyut geometrik va nisbiy g'adir-budurligi bilan xarakterlanadi. Truba devorlaridagi g'adir-budurliklar o'rtacha balandliklarining truba uzunligi bo'yicha o'lchanishi absolyut g'adir-budurlik deb ataladi.

Truba devorlaridagi g‘adir-budurliklar balandligi Δ ning ekvivalent diametri d_g nisbati (Δ/d_g) nisbiy g‘adir-budurlik deyiladi va u ushbu fomuladan aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{d_g}$$

Truba devori g‘adir-budurliklarining o‘rtacha balandligi truba materiali, uning yasash usuli va ishlatilish davomiyligiga bog‘liq:

Truba	Δ , mm
YAngi shisha va po‘lat trubalar	0,06 $\square$ 0,1
Ishlatilgan po‘lat trubalar	0,10 $\square$ 0,2
CHo‘yan va keramik trubalar	0,35 $\square$ 1,0
Korroziyaga uchragan po‘lat va cho‘yan trubalar	0,50 $\square$ 2,0

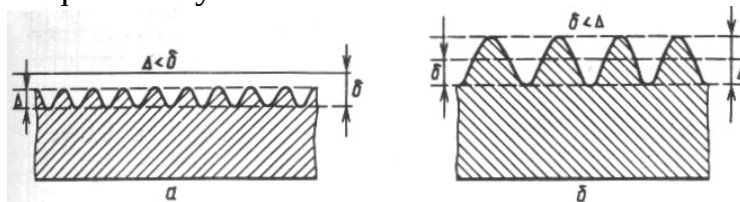
Reynoldskriteriysiqiymatigaqarabchegaraviyqatlamqalinligi δ o‘zgaradi.

Trubag‘adir-

budurliklarichegaraviyqatlamdanchiqibqolishholatijudako‘pnaporyo‘qotilishigaoli bkeladi.

δ va Δ nisbatlarining qiymatlariga qarab trubalar gidravlik silliq va g‘adir-budur bo‘ladi.

Agar $\Delta < \delta$ bo‘lsa, trubalar gidravlik tekis deb ataladi (2.15-rasm). Bunda, suyuqlik laminar yupqa qatlam bo‘ylab sirpanadi, ya’ni suyuqlikning suyuqlikka ishqalanishi yuz beradi.



2.15-rasm. Gidravlik silliq (a) va g‘adir-budur (b) trubalar.

Agar $\Delta > \delta$ bo‘lsa, trubalar gidravlik g‘adir-budur deb nomlanadi. Bunda naporning yo‘qotilishi truba devorining g‘adir-budurligi bilan belgilanadi, chunki suyuqlik g‘adir-budur truba devoriga ishqalanib, harakat qiladi.

Laminar rejimda naporning yo‘qotilishi suyuqlik tezligining birinchi darajasiga, rivojlangan turbulent rejimda esa-tezlik kvadratiga proporsionaldir.

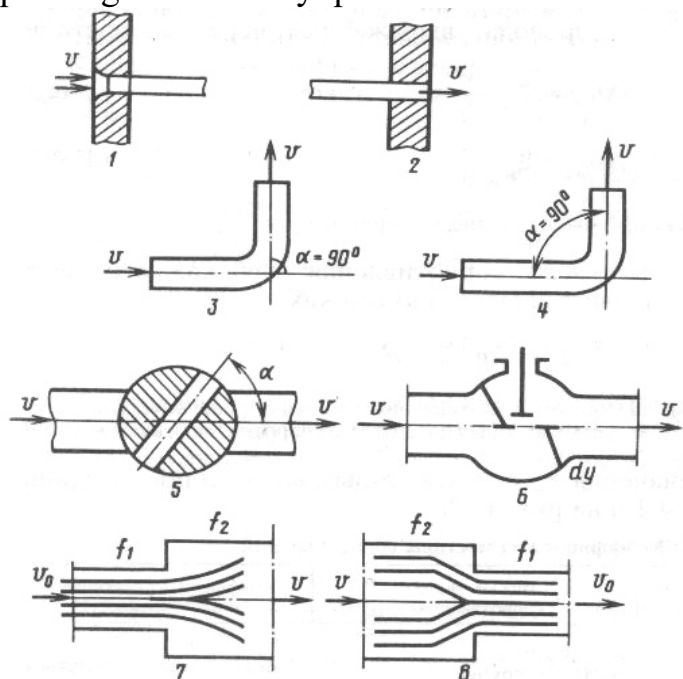
Laminar chegaraviy yupqa qatlamli turbulent va o‘tish rejimlarida, naporning yo‘qotilishi tezlikning kvadratidan kichikroq darajaga proporsional bo‘ladi. Har bir aniq holat uchun ushbu ko‘rsatkich tajribaviy usul bilan topiladi.

Truba quvurlaridagi gidravlik qarshilik

Amaliy gidrodinamikaning asosiy masalalaridan biri boʻlib haqiqiy suyuqlik harakatidagi gidravlik qarshilikni aniqlash hisoblanadi.

Chunki, yoʻqotilgan napor $h_{yo'q}$ (yoki $\Delta r_{yo'q}$) ni bilmasdan turib nasos, ventilyator, gazoduvka va kompressorlar yordamida suyuqliklarni uzatish uchun zarur boʻlgan energiya sarfini aniq hisoblab boʻlmaydi. Undan tashqari $h_{yo'q}$ (yoki $\Delta r_{yo'q}$) bilmasdan turib, haqiqiy suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasini qoʻllab boʻlmaydi.

Truba quvurlarida napor (yoki bosim)ning yoʻqotilishiga ishqalanish qarshiligi va mahalliy qarshiliklar sababchi boʻladi.



2.16-rasm. Mahalliy qarshiliklar.

Ishqalanish qarshiligi (yoki uzunlik boʻyicha qarshilik) — trubadan haqiqiy suyuqlik harakat qilganda, ichki ishqalanish qarshiligi, uning butun uzunligi boʻyicha mavjud (2.15-rasm). Ichki ishqalanish kuchining kattaligi suyuqlik oqimining rejimi (laminar, turbulent, turbulentlik darajasi)ga bogʻliq.

Mahalliy qarshiliklar — suyuqlik oqimi tezligi va harakat yoʻnalishi qiymatining istalgan oʻzgarishidir. Ularga qoʻyidagilar: keskin va asta-sekin toraygan va kengaygan qismlar, tirsaklar, joʻmrak, yopuvchi va rostlovchi uskuna (ventil, zadvijka, tiqinli kran) va boshqalar kiradi (2.16-rasm).

Ayrim mahalliy qarshiliklar uchun ξ ning oʻrtacha qiymatlari 2-1 jadvalda keltirilgan.

Trubadan haqiqiy suyuqlik harakat qilganda, naporning yo‘qotilishi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$h_{iyk} = h_{uk} + h_{mk} \quad (2.45)$$

bu erda h_{ik} va h_{mk} - ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni engish uchun yo‘qotilgan napor.

To‘g‘ri trubada laminar rejimda harakat qilayotgan suyuqlik uchun ishqalanish qarshiligini engishda yo‘qotilgan napor Puazeyl tenglamasidan (2.35) topilishi mumkin.

Bernulli tenglamasiga binoan gorizontal ($z_1=z_2$) va o‘zgarmas kesimli ($w_1 = w_2$) truba quvurlarida ishqalanish qarshiligini engishga yo‘qotilgan napor:

$$\frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \frac{\Delta p}{\rho g} = h_{uk}$$

2-1 jadval

Mahalliy qarshiliklar koeffitsientlari

2.16-rasmdagi mahalliy qarshilik tartibi	Mahalliy qarshilik turi	Mahalliy qarshilik koeffitsienti, ξ_{mq}
1.	Trubaga kirish	0,2–0,5
2.	Trubadan chiqish	1,0
3.	90° ga to‘g‘ri burchak ostida burilish $\alpha=90^\circ$ li	0,15
4.	tirsak	1,1–1,3
5.	Tiqinli kran:	0,05
6.	Butunlay ochiq $\alpha=20^\circ-50^\circ$	2–95
	Standart ventily	8
	$d_{sh}=20\text{mm}$	4–6
7.	$d_{sh}=40\text{mm}$ va undan ortiq	
	To‘satdan kengayish	0,50
	($Re \leq 3500$):	0,40
	$f_1/f_2=0,1$	0,35
	0,3	0,30
	0,4	0,25
	0,5	0,45
8.	To‘satdan torayish	0,40
	($Re \leq 10^4$):	0,35
	$f_1/f_2=0,1$	0,30

	0,3 0,4 0,5	0,25

Agar, $\Delta p = \Delta \rho gh$ ni (2.35) tenglamaga qo'ysak va hajmiy sarf V ni tezlik w ko'ndalang kesim yuzasiga ko'paytmasi bilan almashtirsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

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

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

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

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

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

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

SHundayqilib,
dumaloq ko'ndalang kesimli trubada suyuqlik laminar rejimda harakat qilganda yo'qotilgan napor:

$$h_{uk} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.46)$$

ya'ni, ishqalanish qarshiligini engishda yo'qotilgan napor tezlik naporini $h_t = \frac{w^2}{2g}$ qorqali ifodalanadi.

Ishqalanish qarshiligini engishda yo'qotilgan napor tezlik naporidan qanchalik farq qilish kattaligi **ishqalanish qarshiligi koeffitsienti** deb ataladiv ξ_{iq} harf bilan belgilanadi.

$$\xi_{uk} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l}{d}$$

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

Laminar ($Re \leq 2320$) rejimda gidravlik ishqalanish koeffitsienti faqat Reynolds kriteriysining son qiymatiga bog'liq. Bularni hisobga olsak, (2.46) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozsa bo'ladi:

$$h_{uk} = \xi_{uk} \frac{w^2}{2g} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.47)$$

Agar, $\xi_{iq} = \lambda$ h_{iq} ligini hisobga olsak, ishqalanish qarshiligini engishda yo'qotilgan bosim Δp_{iq} quyidagi tenglamadan hisoblanishi mumkin:

$$\Delta p_{uk} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2} \quad (2.48)$$

bu erda ρ - suyuqlik zichligi.

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

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

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

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

$$\lambda = 0,316 \cdot Re^{-0,25} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} \quad (2.49)$$

yoki Konakov formulasidan aniqlash mumkin:

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,5)^2} \quad (2.50)$$

çadir-budur trubalar uchun gidravlik qarshilik koeffitsienti ushbu funksiya ko‘rinishida ifodalanadi:

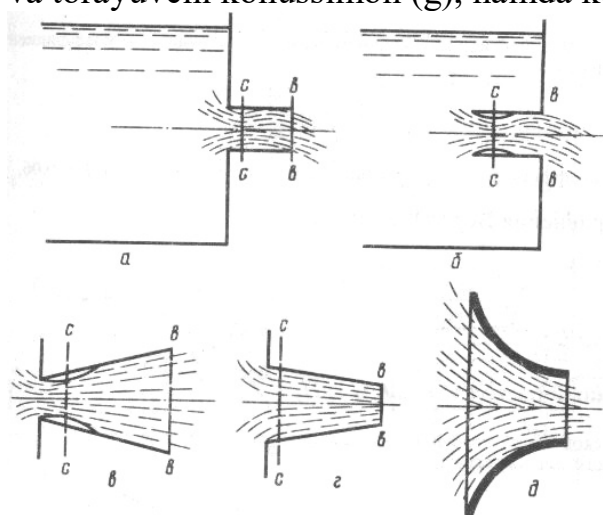
$$\lambda = f(Re, \Delta / d)$$

bu erda Δ / d – nisbiy g‘adir-budurlik.

Nasadka va teshiklar orqali suyuqlik oqib chiqishi

Texnologik qurilma, sisterna va boshqa idishlar bo‘shashi paytida teshik va nasadkalar orqali suyuqliklar oqib tushish jarayoni yuz beradi.

Nasadka deb yupqa devordagi teshikga mahkamlangan turli shakldagi kalta patrubkalarga aytiladi. Odatda nasadka uzunligi taxminan 3–4 diametriga teng bo‘ladi. Konstruksiyasiga qarab nasadkalar ichki (a), tashqi (b), kengayuvchi (v) va torayuvchi konussimon (g), hamda konoidal (d) shaklli bo‘ladi (2.18-rasm).

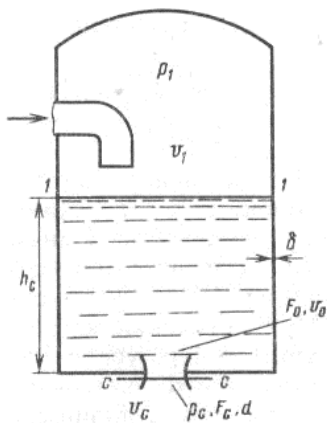


2.18-rasm. Nasadka turlari.

Suyuqlik oqib chiqish paytida nasadka ichida vacuum hosil bo‘ladi va natijada teshikning o‘zidan suyuqlik o‘tkazish qobiliyati ortadi. Kengayuvchi konussimon nasadkalarda silindrsimon nasadkalarnikidan ko‘proq miqdorda vacuum hosilbo‘ladi.

Agar, nasadkalardan chiqishda yuqori tezlikka erishish zarur bo‘lsa, torayuvchi konussimon nasadkalarda qo‘llaniladi. Konoidal nasadkalar oqimcha shaklida tayyorlanadi. SHuning uchun bunday nasadkalarda oqimcha siqilmaydi va energiya yo‘qotilishi minimal bo‘ladi.

Idishdagi suyuqlik balandligi o‘zgarmas bo‘lganda, idish tubidagi dumaloq teshikdan suyuqlik oqib chiqishi.



2.19-rasm. Idishda suyuqlik balandligi o'zgarmas bo'lganda, uning tubidagi dumaloq teshikdan oqib chiqishi.

YUpqa devordagi ($\square \square 2d$) teshik orqali suyuqlik oqib chiqmoqda, ya'ni teshik cheti o'tkir qirrali va uning qalinligi oqimcha shakliga ta'sir etmaydi (2.19-rasm).

Bu sharoitda oqib chiqishda faqat energiyaning mahalliy yo'qotilishi sodir bo'lmoqda. Idish tubidan ma'lum bir balandlikda oqimcha siqiladi va ushbu ko'ndalang kesimda parallel – oqimchali oqib tushish ro'y bermoqda deb tasavvur qilamiz.

1-1 va s-s ko'ndalang kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz. Rasmdan ko'rinib turibdiki, $w_1 \ll w_s$;

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

bu erda p_s , w_s – siqilgan kesimdagi suyuqlik bosimi va tezligi; α -oqimchanning notekislik koeffitsienti:

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

bu erda α - mahalliy qarshilik koeffitsienti, $\alpha=0,06$.

Bernulli tenglamasidan quyidagi formulani olamiz:

$$w_c = \sqrt{\frac{2g}{2 + \xi} \left(h_c + \frac{p_0 - p_c}{\rho g} \right)} \quad \text{yoki} \quad w_c = \varphi \sqrt{2gH} \quad (2.60)$$

bu erda

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

Hajmiy sarf esa

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

bu erda φ - tezlikkoeffitsienti, dumaloqteshik uchun $\varphi = 0,97$; F_c - oqimchako'ndalang kesimi yuzasi:

$$F_c = \varepsilon_0 F_0$$

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

Unda:

$$V = \varphi \varepsilon F_0 \sqrt{2gH} = \mu F_0 \sqrt{2gH} \quad (2.61)$$

bu erda $\mu = \varphi \varepsilon$ - sarf koeffitsienti.

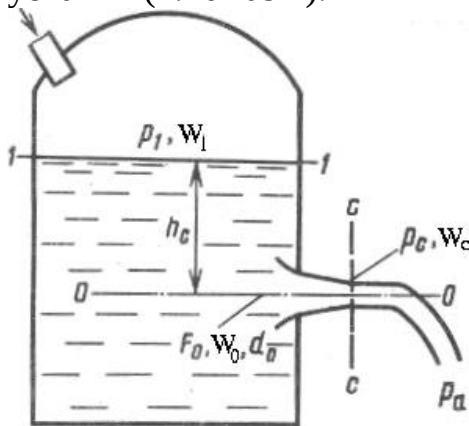
Sarf koeffitsienti μ teshik shakli, devor qalinligi va suyuqlik qovushoqligiga bog'liq. Suv uchun $\mu = 0,62 \dots 0,63$ bo'lib, boshqa suyuqliklar uchun $\mu = f(Re)$.

Agar, suyuqlik atmosfera bosimli idishga oqib tushsa $r_1 = r_c = r_a$;

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

Idishdagi suyuqlik balandligi o'zgarmas bo'lganda, yuqqayon devordagi dumaloqteshikdagi suyuqlik oqib chiqishi.

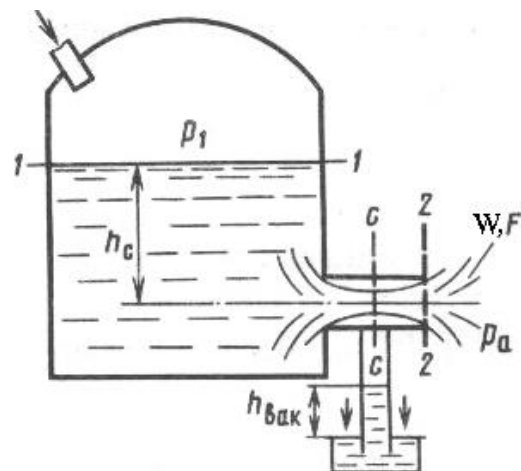
d_0 diametrli teshik og'irlik markazidan 0-0 taqqoslashtekisligini o'tkazamiz. Idish sath yuzasi 1-1 va siqilgan ko'ndalang kesim s-s lar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz (2.20-rasm).



2.20-rasm.

Idishdagi

suyuqlik



2.21-rasm.

Idishdagi

suyuqlik

balandligi o'zgarmas bo'lganda o'zgarmas bo'lganda silindrik
yupqa yon nasadkadan suyuqlik oqib chiqishi.
devordagi dumaloq
teshikdan suyuqlik oqib chiqishi.

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

bunda $r_s = r_a$ ekanligini inobatga olamiz.

Tenglamani w_c ga nisbatan echsak,

$$w_c = \sqrt{\frac{2g}{\alpha + \beta} \left(h_c + \frac{p_1 - p_a}{\rho g} \right)} = \varphi \sqrt{2gH} \quad (2.62)$$

Suyuqlik sarfi esa, $r_o = r_s = r_a$ quyidagicha topiladi:

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

buerda $\square = 0,6 \square 0,62$.

Idishdagi suyuqlik balandligi o'zgarmas bo'lganda, silindrik nasadkadan suyuqlik oqib chiqishi.

Bernulli tenglamasiga binoan siqilgan ko'ndalang kesimda vakuum hosil bo'ladi (2.21-rasm).

Silindrik nasadkadan suyuqlik oqib chiqish tezligi:

$$w = \sqrt{\frac{2gH}{\alpha + \xi_T/\varepsilon^2 + (1/\varepsilon - 1)^2 + \lambda l/d}} \quad (2.63)$$

bu erda $\square_t$ – toraygan ko'ndalang kesimdagi mahalliy qarshilik; $\square$ -gidravlik qarshilik koeffitsienti; nasadka uchun $\square_t = 1$ va $\square = \square$.

Nasadka orqali oqib o'tayotgan suyuqlik sarfi;

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

Hosil bo'layotgan vakuum esa:

$$h_{\text{вак}} = 2\varphi^2 H (1 - \varepsilon) / \varepsilon \quad (2.64)$$

Tashqi silindrik nasadka uchun $\square = 0,82$, $\square = 0,64$. Ushbu $\square$ va $\square$ qiymatlarida quyidagicha ko'rinishga ega bo'lamiz:

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

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

$$H_{\text{э,к}} = h_{\text{бак.э,к}} \frac{1}{2\varphi^2} \cdot \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon} \quad (2.65)$$

bu erda $h_{\text{vak.ek}} = 8 \text{ m.suv.ust.}$

$$H_{\text{э,к}} = 8 \frac{1}{2 \cdot 0,82^2} \cdot \frac{0,64}{1 - 0,64} \approx 10 \text{ м.сыв.у.с.м.}$$

Mavzuni mustahamlash uchun savollar:

Silindrli idishlardan suyqlikni oqish vaqtini aniqlang.

Tayanch iboralar: nasadka, ortiqcha bosim

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyani gissiqlik va modda mashinlash jarayonlarini o'rganish uchun laboratoriya ishlariga o'qitish. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati v ximicheskoy proizvodstvennoy tekhnologii. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013. A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering Chemistry Research. 52.22.7090

2. Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA’RUZA MASHGULOTLARI

MA’RUZA №5

Mavxum qaynash qatlamining gidrodinamikasi. Birinchi va ikkinchi kritik tezliklar haqida tushunchalar. Tahlilni diagrammalarda ifodalash. Suyuqlik muxitlarida aralashtirish. Aralashtirgichlar

REJA

1. Mavxum qaynash qatlamining gidrodinamikasi.
2. Birinchi va ikkinchi kritik tezliklar haqida tushunchalar.
3. Tahlilni diagrammalarda ifodalash.
4. Suyuqlik muxitlarida aralashtirish. Aralashtirgichlar

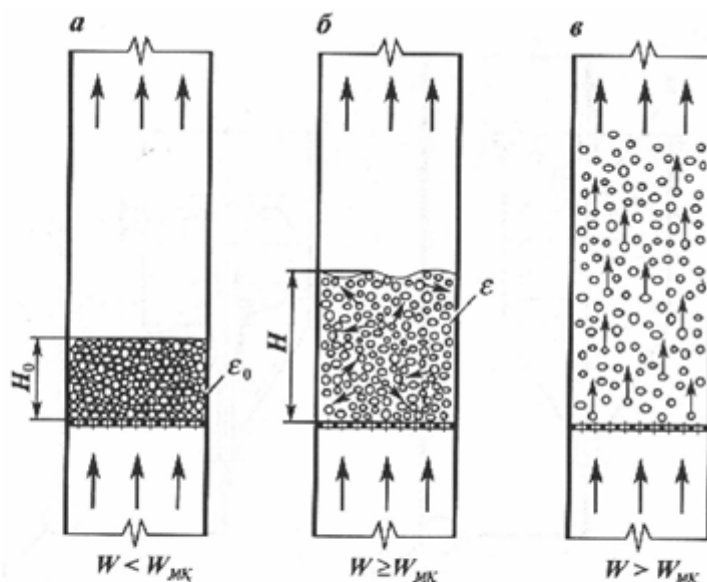
Mavhum qaynash jarayoni asoslari va gidrodinamikasi

Suyuqlik oqimi istalgan tezliklarda, faqat pastdan yuqoriga harakat qilgandagina, donador qatlam orqali suyuqlik harakati qonuniyatlari ushbu jarayon uchun taalluqlidir. Suyuqlik oqimining yuqori chegarasi qatlam qo‘zg‘almas holati bilan belgilanadi.

3.37-rasmda qattiq zarrachalar qatlamining pastdan yuqoriga ko‘tariluvchi oqim tezligiga bog‘liqlik 3 holati tasvirlangan.

Gaz taqsimlash to'ri orqali pastdan yuqoriga qarab kichik tezlik bilan gaz yoki suyuqlik oqimi yuborilsa, donador qatlam qo'zg'almas holatida qoladi (3.37a-rasm). Bunda oqim tezligi o'zgarishi bilan qatlam (solishtirma yuza, g'ovaklilik va hokazo) ning xarakteristikalari o'zgarmaydi. Qatlam orqali o'tayotgan gaz (yoki suyuqlik) oddiy, filtrlanib harakatlanadi.

Lekin, gaz (yoki suyuqlik) oqimining tezligi asta - sekin oshirib borilsa, tezlikning ma'lum bir kritik qiymatida qatlamdagi zarrachalar og'irligi bilan oqimning gidrodinamik bosim kuchi tenglashadi. Bunda qatlamning qo'zg'almas holati buziladi va uning g'ovaklili, balandligi ko'payib boradi. SHu vaqtda qatlam zarrachalari siljib boshlaydi va qatlam oquvchanlikka ega bo'lib boshlaydi. Agar gaz oqimi tezligi yanada oshirilsa, qatlam kengayadi, zarrachalar harakati faollashadi, lekin gidrodinamik muvozanat hali ham buzilmaydi. Bu hol qatlamning mavhum qaynash jarayoniga o'tganligini ko'rsatadi, ya'ni butun qatlam xuddi qaynayotgandek bo'lib ko'rinadi (3.37b-rasm). Qatlamning bunday holatida qattiq zarrachalar intensiv, tartibsiz, turli yo'nalishlarda harakat qiladi.

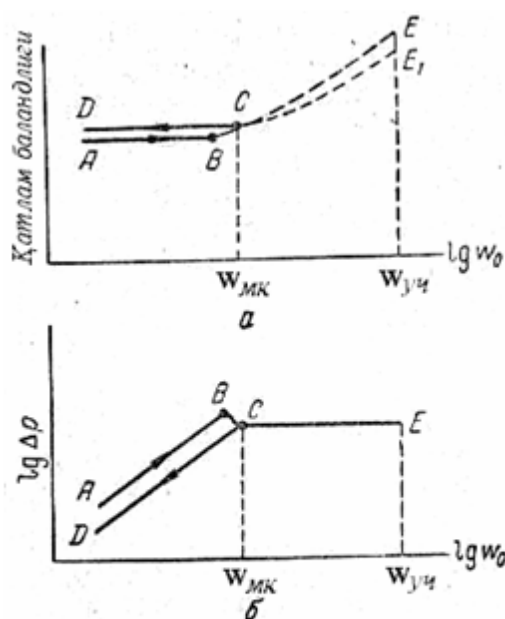


3.37-rasm. Qattiq zarrachalar qatlamini orqali gaz (suyuqlik) harakati.

a - qo'zg'almas qatlam; b - mavhum qaynash qatlam;
v - qattiq zarrachalarning oqim bilan chiqib ketishi.

Agar gaz oqimining tezligi yanada oshirilsa, qatlam g'ovaklili va balandligi keskin ko'payib boradi. Gaz tezligi ma'lum bir kritik qiymatga etganda mavhum qaynash qatlami buziladi. Bunda gidrodinamik bosim kuchlari qatlam zarrachalari og'irlik kuchidan oshib ketadi va qattiq zarrachalar gaz oqimi bilan birga uchib chiqa boshlaydi (3.37v-rasm). Gaz oqimi bilan qattiq zarrachalarning yoppasiga uchib chiqa boshlash hodisasi **pnevmotransport** deb nomlanadi va sanoatda sochiluvchan materiallarini uzatish uchun ishlatiladi.

3.38-rasmda donador qatlam balandligi va gidravlik qarshiligining oqim **sohta** (qurilma ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatan hisoblangan tezlik) **tezligidan** bog'liqlik grafiklari keltirilgan.



3.38- рasm. Донадор заррачалар қатлами баландлиги (а) ва гидравлик қаршиланиши (б) оқим tezligiga bog'liqligi.

Qatlam qo'zg'almasligi buzilib, mavhum qaynash holatiga o'tish paytidag itezlik **mavhum qaynashning boshlanish tezligi yoki birinchi kritik tezlik** deb nomlanadi va w_{mk} harfi bilan belgilanadi.

Agar, gaz oqimi tezligini w_{mk} gacha oshirib borilsa donador qatlam gidravlik qarshiligi ortib boradi (3.38b-rasm). Lekin, w_0 qiymati oshishi bilan qatlamning balandligi umuman o'zgarmaydi (3.38a-rasm AVS chiziq).

Oqimning gidrodinamik bosim kuchi qattiq zarrachalar qatlami og'irlik kuchiga teng bo'lganda mavhum qaynash jarayoni boshlanadi. Lekin, amalda V nuqtadagi tegishli bosimlar farqi bevosita mavhum qaynash boshlanishiga (S nuqta) oid $\square R$ dan, ya'ni qatlamni mavhum qaynash holatida ushlab turish uchun zarur gidrodinamik bosim kuchidan ko'proq bo'ladi.

Bunga sabab, qo'zg'almas qatlam holatidagi zarrachalar orasidagi tortishish kuchidir. Gaz oqimi tezligi w_{mk} bo'lganda, zarrachalar orasidagi tortishish kuchlarini engadi va gidrodinamik bosim kuchi ($\square R$) qatlam zarrachalari og'irligiga tenglashadi.

3.38b-rasmdan ko'rinib turibdiki, yuqorida aytilgan shartlar mavhum qaynash jarayonining hamma oraligida ($S-E$ chiziq) bajarilmoqda. Mavhum qaynash boshlanishi bilan oqimning gidrodinamik bosim kuchlari qatlamdagi qattiq zarrachalar og'irligini muvozanatda ushlaydi.

Gaz oqimi tezligi ortishi bilan qatlam zarrachalari og'irligi o'zgarmaydi. Demak, qatlamni mavhum qaynash holatida ushlab turish uchun zarur bo'lgan $\square R$ ham bir xil bo'ladi. Bu holat 3.38b-rasmda SE chizig'i bilan ifodalanadi. Agar tezlik yana oshirilsa, mavhum qaynash muvozanati buzilib, qurilmadan gaz oqimi bilan zarrachalar yoppasiga uchib chiqa boshlaydi. Ushbu holatga oid tezlik **uchib**

chiqish tezligi yoki **ikkinchi kritik tezlik** deb yuritiladi va w_{uch} belgi bilan ifodalanadi.

Bu holatda qatlamning g'ovakliligi juda katta bo'ladi, ya'ni $\square$ ni qiymati 1 yaqinlashib boradi. Agar, ishchi tezlik w_0 qiymati w_{uch} dan ozgina ortsa, zarrachalarning qurilmadan yoppasiga uchib chiqishi boshlanadi.

Agar, gaz oqimi tezligi asta - sekin kamaytirib borilsa, jarayon egri chizig'i **AVS** chiziq emas, balki **CD** chizig'i bilan ifodalanadi (3.38b-rasm). Ushbu hodisa **gisterezis** deb nomlanadi. Gisterezis hodisasining paydo bo'lishiga sabab, zarrachalar o'rtasidagi o'zaro tortishish kuchi, ya'ni ushbu kuchni engishga qo'shimcha energiya sarf bo'lishidir. Undan tashqari, mavhum qaynash jarayoni tugagandan so'ng, qo'zg'almas qatlam g'ovakliligi yoki balandligi mavhum qaynash jarayoni boshlashdan avvalgi qatlamnikidan bir oz ko'p bo'ladi (3.38-rasm). Buning isboti rasmdagi **CD** chiziqning **AV** dan tepada joylashganligidir.

Agarda jarayon yana qaytadan boshlansa, ya'ni gaz oqimi tezligi ortishi bilan qatlamning gidravlik qarshiligi **AV** chizig'i emas, balki **CD** chizig'i bilan ifodalanadi. Xulosa qilib aytganda, gisterezis hodisasi namoyon bo'lmaydi.

Mavhum qaynash jarayoni egri chizig'ining shakli qatlam holatini ifodalaydi. Mavhum qaynash jarayoni w_{mk} va w_{uch} tezliklar oraligi bilan chegaralanadi.

Ishchi tezlik w ning mavhum qaynash boshlanishi tezligi w_{mk} ga nisbati **mavhum qaynash soni** K_w deb ataladi va u quyidagi ko'rinishga ega:

$$K_w = \frac{w_0}{w_{mk}} \quad (3.89)$$

Mavhum qaynash soni zarrachalarning aralashish intensivligi va qatlam holatini ifodalaydi.

Ko'pchilik holatlarda zarrachalarning intensiv aralashishi $K_w=2$ da bo'lishi tajriba yo'li bilan aniqlangan. Aniq texnologik jarayon uchun K_w ning optimal qiymati keng oralikda o'zgaradi va u tajriba yo'li bilan topiladi.

SHarsimon shaklli ($f \square 1$), govakliligi $\square \square 0,4$ bo'lgan qatlamning mavhum qaynashning boshlanish tezligi prof. O.M.Todes formulasi yordamida aniqlanishi mumkin:

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad (3.90)$$

bu erda

$$Re_{mk} = \frac{w_{mk} d}{\mu}$$

Mavhum qaynash boshlanish tezligi:

$$w_{mk} = \frac{Re_{mk} \cdot \mu}{d\rho}$$

(3.90) formuladagi Arximed (**Ar**) kriteriysi ushbu formuladan topiladi:

$$Ar = \frac{gd_e^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_\kappa - \rho}{\rho}$$

bu erda: d_e – zarracha ekvivalent diametri, m; ν - muhit kinematik qovushoqligi, m^2/s ; ρ_κ va ρ – muhit va zarracha zichliklari, kg/m^3 .

$w_0 > w_{mk}$ bo‘lgan holatda tezlik ortishi bilan qatlam kengayadi va g‘ovakliligi (bo‘shhajmi) ko‘payadi.

Mavhum qatlam muvozanati buzilishi va zarrachalarning yoppasiga uchib chiqish tezligini ifodalovchi ikkinchi kritik tezlik ham prof. O.M.Todes tomonidan keltirib chiqarilgan formula yordamida hisoblash mumkin:

$$Re_{yq} = \frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \quad (3.91)$$

bunda

$$Re_{yq} = \frac{w_{yq} d \rho}{\mu}$$

Uchib chiqish tezligi esa:

$$w_{yq} = \frac{Re_{yq} \cdot \mu}{d \rho}$$

Qatlam g‘ovakliligi $0,4 < \varepsilon < 1$ oraliqda bo‘lganida **Re** ni hisoblash uchun quyidagi umumlashtirilgan formula taklif etiladi:

$$Re_0 = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,6\sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}} \quad (3.92)$$

Agar, w ma’lum bo‘lsa ε ni (3.92) formulada topish mumkin:

$$\varepsilon = \left(\frac{18 Re_0 + 0,36 Re_0^2}{Ar} \right)^{0,21} \quad (3.93)$$

O‘zgarmas qatlam N_q va mavhum qaynash qatlami balandliklari N_{mk} o‘rtasida quyidagi bog‘liqlik bor.

$$H_{mk}(1 - \varepsilon_{mk}) = H_\kappa(1 - \varepsilon_\kappa) \quad (3.94)$$

bu erda ε_q va ε_{mk} - qo‘zg‘almas va mavhum qaynash qatlamlarining g‘ovakliligi.

Qatlamdagi bosimlar farqi ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta p = g\rho(1 - \varepsilon)H \quad (3.95)$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\kappa}}{\rho_3} \quad (3.96)$$

bu erda ρ_{κ} - qatlam zichligi, kg/m^3 ; ρ_3 - qattiq zarrachalar zichligi, kg/m^3 .

Qoʻzgʻalmas qatlam gʻovakliligi esa:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_T}{\rho_3}$$

bu erda ρ_T - materialning «toʻkma» zichligi, kg/m^3 .

Qattiq zarrachalar qatlamidagi bosimlar farqini hisoblash uchun Erga formulasi qoʻllash mumkin:

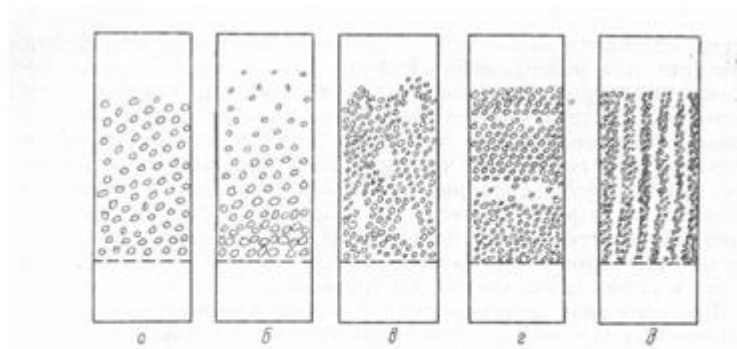
$$\Delta P = 150 \frac{(1 - \varepsilon_0)^2}{\varepsilon_0^3} \frac{\mu w}{d_s^2} H + 1,75 \frac{1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_0^3} \cdot \frac{\rho_n w^2}{d_s} H \quad (3.97)$$

Mavhum qaynash qatlami bir va turli jinsli boʻlishi mumkin.

Bir jinsli mavhum qaynash amalda faqat tomchili suyuqlik oqimida qattiq zarrachalar mavhum qaynash jarayonini sodir boʻladi.

Bunda oqim tezligi w_{mk} dan koʻpayib ketganda qatlam balandligi ortsa ham uni tepa chegarasi sezilarli darajada tebranmaydi (3.39a-rasm).

Ammo, sanoat korxonalarida asosan «qattiq jism – gaz» sistemasida mavhum qaynash jarayoni ishlatiladi (3.39b -rasm). Odatda, bu sistema koʻpincha, turli jinsli boʻladi. Baʼzi hollarda gaz pufakchalariga ega boʻlgan mavhum qaynash jarayoni sodir boʻladi. Bu pufakchalar qatlam tepa qismiga etganda yoriladi va natijada qatlam balandligining tebranishiga olib keladi (3.38a-rasm). SE va SE_1 nuqtali chiziqlar mavhum qaynash qatlami tebranish oraligʻini bildiradi.



3.39-рasm. Mavhum qaynash qatlamining turdari.
 а - бир жинсли; б - турли жинсли; в - бар-
 ботажли; г - поршеньли; д - каналли.

Turli jinsli qatlamning mavhum qaynash jarayoni uchun qatlamda har xil o'lchamli pufakchalar mavjudligi xarakterlidir. Agar, mavhum qaynash soni kichik bo'lsa, qatlamning turli jinsli ekanligi uning xarakteristikalariga ta'sir etmaydi. Aksincha, harakatlanuvchi pufakchalar qatlamidagi zarrachalar aralashishini jadallashtiradi. Lekin, K_w o'sishi bilan qatlamning turli jinsliligi ortadi, ya'ni pufakchalar o'lchami kattalashadi va qatlam tepa chegarasidan qattiq zarrachalar intensive ravishda ulotqiriladi. Pufakchalar ko'ndalang o'lchami qurilma o'lchamigacha yiriklashib boradi. Natijada **porshenli rejim** hosil bo'ladi (3.39-rasm). Bu rejimda qattiq jism va gaz o'rtasidagi o'zaro ta'sir yomonlashadi.

Agar, nam yoki juda mayda, hamda yopishqoq zarrachalar mavhum qaynash holatiga keltirilganda **kanalli** mavhum qaynash jarayoni paydo bo'ladi (3.39d-rasm). Kanal hosil qiluvchi qatlamning eng so'nggi holati bo'lib favvora qatlam hisoblanadi. Bunda, qurilma o'qi atrofidagi kanal orqali gaz oqimi qatlamdan otilib chiqadi.

ARALASHTIRISH

Umumiy tushunchalar

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

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

Aralashtirish sifati fazalarni qorishtirish darajasi bilan xarakterlanadi.

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

$$I = 1 - \frac{\sum_1^m \frac{\Delta x'}{100 - x_{ap}} + \sum_1^n \frac{\Delta x''}{x_{ap}}}{m + n} \quad (3.108)$$

bu erda m – tahlil uchun olingan namuna, $\Delta x > 0$; $\Delta x'$ - aralashtirgichdagi musbat konsentratsiyalar farqi va u ushbu formuladan topiladi $\Delta x' = x - x_{ar}$; x_{ar} - ideal qorishtirishda aralashmadagi zarrachalar konsentratsiyasi bo'lib, u quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$x_{ap} = \frac{100V_k \cdot \rho_k}{V_c \rho_c + V_k \rho_k}$$

Bu erda V_k - asosiy massada (suyuqlikda) taqsimlangan qattiq zarrachalar hajmi; Δ_k, Δ_s - aralashmadagi qattiq zarracha va suyuqlik zichliklari; V_c – suyuqlik hajmi; n – tahlil uchun olingan namunalar soni, $\Delta x'' < 0$; $\Delta x''$ – manfiy konsentratsiyalar farqi, $\Delta x'' = x - x_0$ formuladan hisoblab topiladi.

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

3.28. Suyuqlikni aralashtirish usullari

Suyuqliklarni aralashtirish pnevmatik, sirkulyasiyali, statik va mexanik usullarida olib boriladi.

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

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

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

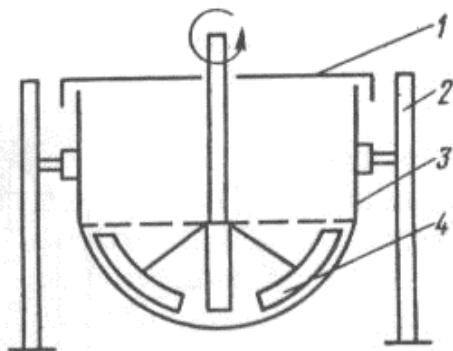
Sanoatda quyidagi gaz sarflari ishlatiladi:

3-3 jadval

t/r	Aralashtirish intensivligi	Gaz sarfi, m ³ /(m ² *min)
1.	Past	0,4
2.	O'rtacha	0,8
3.	YUqori	1,2

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

3.48-rasmda pnevmatik aralashtirgichlarning ayrim konstruksiyalari keltirilgan.



3.48-rasm. Siqilgan havo yordamida aralashtirish.

a - markaziy barboterli; b – gazlift (erlift) trubali;
v - gazlift va markaziy sirkulyasiya trubali qobiq -
trubali qurilma.

1 - gazlift trubalari; 2 - sirkulyasiya trubasi; 3 -teshikli
truba panjaralari; s – suyuqlik; g - gaz; ie - issiqlik eltkich

Agar, siqilgan havo qurilmaning pastki qismiga yuborilsa, unda erlift hosil bo'ladi (3.48a-rasm). Havo qurilmaning qanchalik yuqori qismiga uzatilsa, shunchalik siqish uchun energiya sarfi kam bo'ladi. SHuning uchun, havoni balandligi kam qatlamlarga yuborish kerak, ya'ni pnevmatik aralashtirish uchun diametri katta, balandligi kichik bo'lgan qurilmalarni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Pnevmatik aralashtirish jarayonini intensivlash uchun qurilmalarda gazlift (erlift) trubalari o'rnatiladi. Ushbu trubalar suyuqlikni ko'p marta sirkulyasiya qilishini ta'minlaydi (3.48b-rasm). Buning uchun, ikki tomoni ochiq gazlift truba qurilma markaziga joylashtiriladi. Siqilgan havo gazlift trubasi ichiga uzatiladi va ko'tariluvchi oqim qanchalik katta bo'lsa, aralashish shunchalik samarali bo'ladi.

Issiqlikni uzatish va ajratib olish uchun gazlift va markaziy sirkulyasiya trubali qurilmalar yaratilgan (3.48v-rasm).

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

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

Undan tashqari, turli sohalarda yo'naltiruvchi truba (diffuzor)li vintsimon aralashtirgichlar ham ishlatiladi (3.49-rasm).

Bu turdagi qurilmalarda yopiq sirkulyasion kontur hosil qilinadi. Nasos vazifasini odatda uch parrakli vintsimon aralashtirgich bajaradi. SHuning uchun, bunday aralashtirgichlar hisobi o'qli nasoslar hisobiga o'xshashdir.

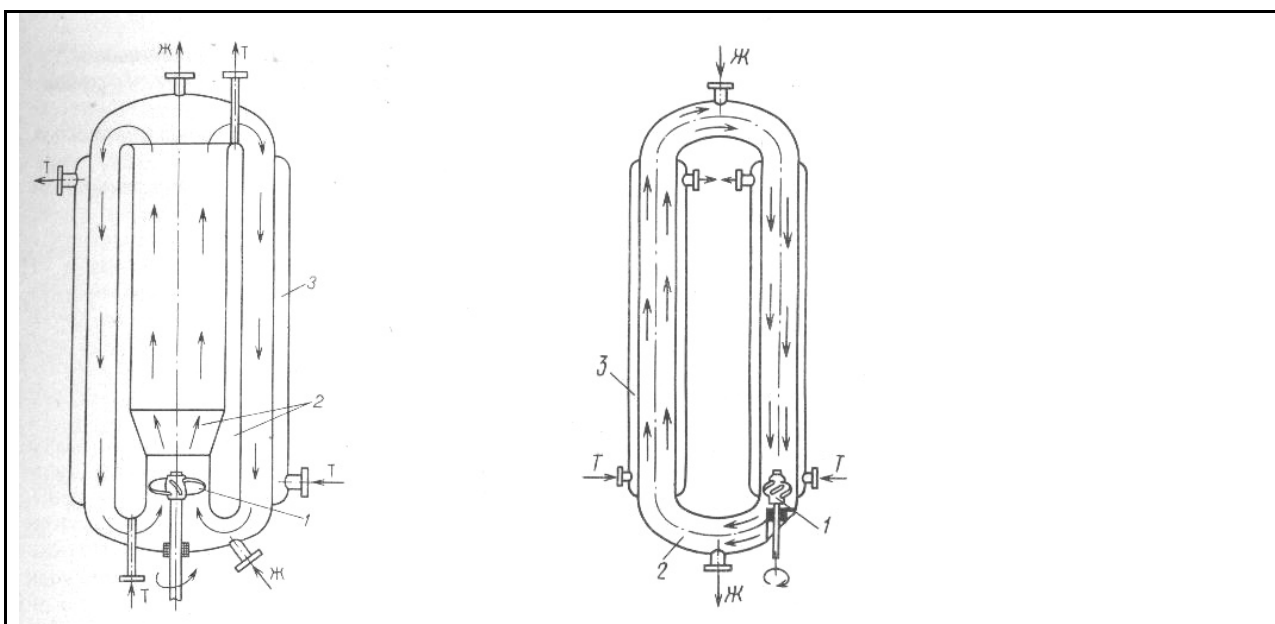
Statik aralashtirish. qovushoqligi o'rtacha suyuqlik, hamda gaz suyuqlik bilan aralashtirish birorta fazaning kinetik energiyasi hisobiga statik aralashtirgichlarda olib boriladi (3.50-rasm).

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

3.50a-rasmda gaz va suyuqliklarni aralashtirish uchun mo'ljallangan nosimmetrik, legirlangan po'lat plastinalarni burash yo'li bilan olingan yasama elementli aralashtirgich tasvirlangan.

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

3.50b-rasmda yog' - fosfatidli emulsiyasini ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan uyurmali emulsor ko'rsatilgan. Bosim 0,3...0,36 MPa bo'lganda, uyurmali emulsor yuqori samarali emulgatsiya qilishni ta'minlaydi. Bu turdagi qurilmalar sodda, tayyorlanishi oson va foydalanishda qulay. Ishlash prinsipi - markazdan qochma purkagich effektiga asoslangan. Olingan 3 mkm o'lchamli zarrachalardan tarkib topgan emulsiya 24 soat davomida ham qatlamlarga ajralmaydi.

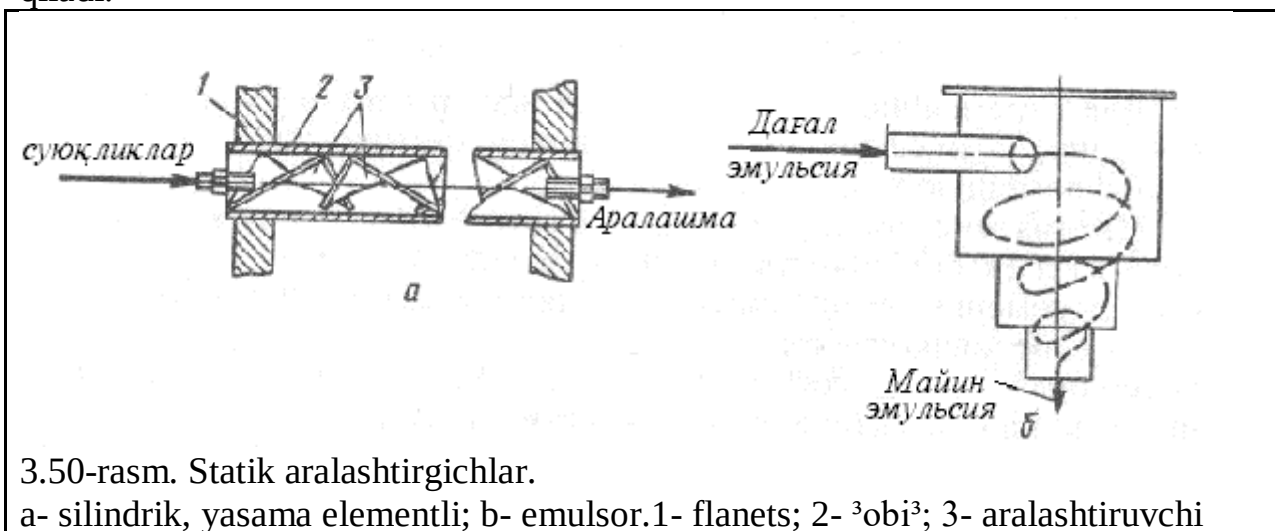


3.49-rasm. Diffuzorli va vintsimon aralashtirgichli qurilma.

1 - vintsimon aralashtirgich; 2 – issiqlik almashinish kamerali diffuzor;
3 - g'ilof; ie – issiqlik eltkich; s - aralashtirilayotgan suyuqlik.

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

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



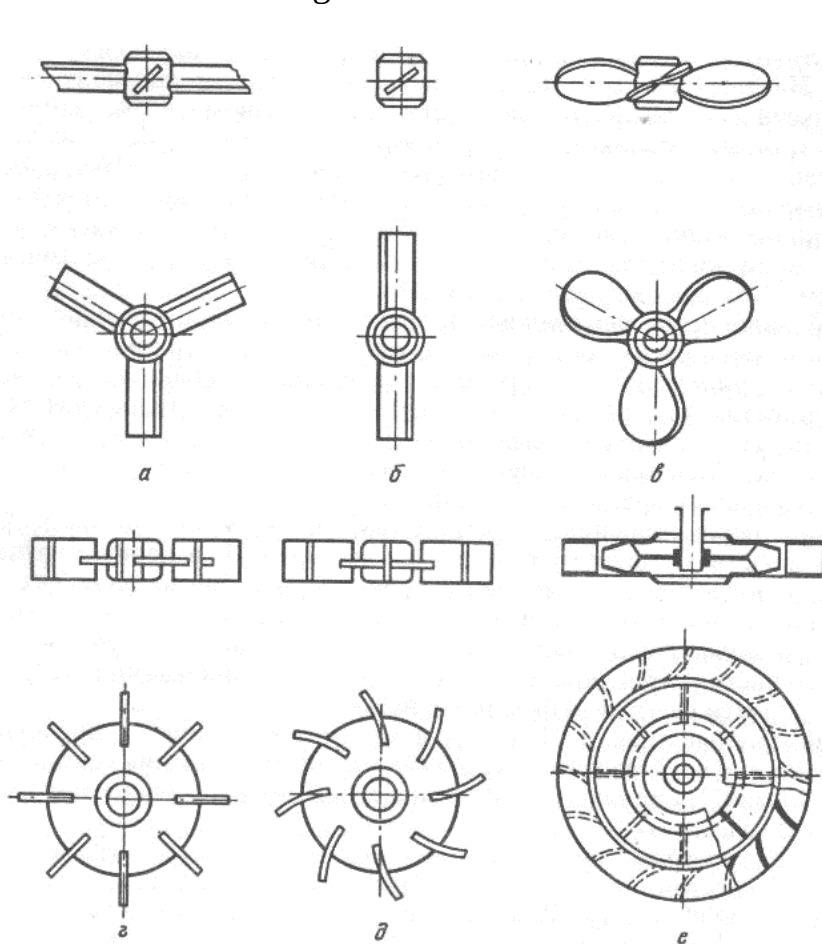
3.50-rasm. Statik aralashtirgichlar.

a- silindrik, yasama elementli; b- emulsor. 1- flanets; 2- 3obi^3 ; 3- aralashtiruvchi

Ishchi organining aylanish chastotasiga qarab aralashtirish moslamalari sekin va tez yurar guruhlarga bo'linadi.

Parrakli, lentali, yakorli va shnekli aralashtirgichlar sekin yurar moslamalar qatoriga kiradi (3.51a,b-rasm). Ularning aylanma chastotasi $30\ldots 90 \text{ min}^{-1}$, qovushoq muhitlarda parrak uchidagi aylanma tezligi - $2\ldots 3 \text{ m/s}$.

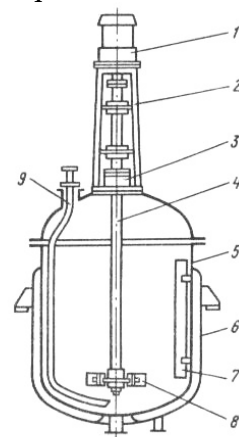
Parrakli aralashtirgichlar afzalliklari: moslama sodda va narxi qimmat emas.



3.51-rasm. Aralashtirgichlar turlari.

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

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



3.52-rasm.

Aralashtirgichli qorishtirgich.

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

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

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

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

Propellerli aralashtirgichlar 2 yoki 3 parrakli qilib yasaladi (3.51v-rasm). Ushbu moslamalarga nasos effekti xos bo'ladi va suyuqlikning intensiv sirkulyasiyasini hosil qilish uchun ishlatiladi. qovushoqligi 2 Pa 's bo'lgan suyuqliklarni aralashtirish uchun qo'llash mumkin.

Turbinali aralashtirgichlar turbina g'ildiraklari shaklida bo'lib, parraklari yassi, qiya va egri chiziqli bo'lishi mumkin (3.51g,d,e-rasm). Ular ochiq va yopiq turli bo'ladi. Turbina g'ildiragining ishlash prinsipi markazdan qochma kuchlar ta'siriga asoslangan. YOpiq aralashtirgich ikkita diskdan iborat bo'lib, suyuqlik o'tishi uchun teshigi bor. Ham radial, ham turbina o'qi bo'ylab oqimlar hosil qilish uchun qiya parrakli, turbinali aralashtirgichlardan foydalaniladi. Turbinali moslamalar qurilmaning butun hajmida suyuqlikni intensiv aralashtiradi. Suyuqlikning aylana bo'ylab harakatini kamaytirish va qurilmada o'rama hosil bo'lishini bartaraf qilish uchun silindrsimon qaytaruvchi to'siqlar o'rnatiladi.

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

Qopqoqli qobiq, uzatma va aralashtirgichlardan tashkil topgan tipik qorishtirgich 3.52-rasmda ko'rsatilgan.

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

Turbinali aralashtirgich diametri qurilma qobig'i diametrining $0,15...0,35$ ulushini tashkil etadi. Bu qurilmalar qovushoqligi $1...700 \text{ Pa}$'s ga teng suyuqliklarni aralashtirish uchun mo'ljallangan.

Tayanch iboralar:

Mavzuni mustahlamlash uchun savollar:

Adabiyotlar ro'yxati

- 1.YusupbekovN.R.,NurmuxamedovX.S.,ZokirovS.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. YusupbekovN.R., NurmuxamedovX.S. IsmatullaevP.R. Kimyo va oziq-ovqat

sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.

2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.

3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.

4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.

Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsion noykolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David Jm Ende 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №6

Suyuqlik va gazlarni uzatish. Suyuqliklarni uzatish. Nasoslarning turlari. Nasosning asosiy parametrlari. Nasoslarning umumiy napori va so'rish balandligi

REJA

1. Suyuqlik va gazlarni uzatish.
2. Suyuqliklarni uzatish.
3. Nasoslarning turlari.
4. Nasosning asosiy parametrlari.
5. Nasoslarning umumiy napori va so'rish balandligi

NASOSLAR

2.19. Umumiy tushunchalar

Qurilmalarda va quvur ichida suyuqlik uning boshi va oxiridagi bosimlar farqi tufayli harakat qiladi. Suyuqlikning quyi sathdan yuqori sathga uzatish uchun esa, nasoslardan foydalaniladi. Bunda suyuqlikga bosimning potentsial energiyasi ta'sir ettiriladi.

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

2.20. Nasoslar klassifikatsiyasi

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

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

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

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

2.21. Nasoslarning asosiy parametrlari

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

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

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

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

$$N_{\phi} = \rho g V H$$

Nasoso'qidagiquvvat N_e nianiqlashuchunfoydaliqvvatninasosfoydaliishkofefitsientigabo'lishkerakvaunasosningyo'qotganenergiyasinxarakterlaydi:

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

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

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

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

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

Nasos qurilmasining to'liq foydaliish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{N_{\phi}}{N_{\gamma o}} = \eta_H \cdot \eta_{y3} \cdot \eta_{\gamma o}$$

buerda N_{yu} – yuritkichiste'molquvvati; η_{uz} – uzatishf.i.k.; η_{yu} – yuritkichf.i.k.

YUritkichninganiqquvvati, nasosniishgatushirishonida (vaqtida)gi N_{yu} ortiqchayuklanishiniinobatgaolgan koldaaniqlanadi.

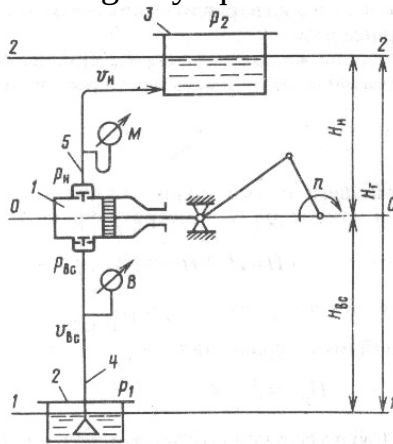
$$N_{aH} = \beta \cdot N_{\text{yo}}$$

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

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

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

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



2.25-rasm.

qurilmasi sxemasi.

Nasos

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = H_{\text{cyp}} + \frac{w_{\text{cyp}}}{2n} + \frac{p_{\text{cyp}}}{\rho g} + h_{\text{cypiyk}}. \quad (2.78)$$

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

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

$$\frac{p_{y3}}{\rho g} + \frac{w_{y3}^2}{2g} = H_{y3} + \frac{w_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + h_{y3iyk} \quad (2.79.)$$

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

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

(2.78) va (2.79) tenglamalarni hisobga olib nasosning naporini quyidagicha yozish mumkin:

$$H = \frac{P_{y3} - P_{cyp}}{\rho g} = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{w_{cyp}^2 + w_{y3}^2}{2n} + H_{cyp} + H_{y3} + h_{cyp.iy\kappa} + h_{y3.iy\kappa} \quad (2.79a)$$

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

$$H = \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + H + h_{iy\kappa} \quad (2.80)$$

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

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

$$H = H_z + h_{iy\kappa} \quad (2.81)$$

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

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

$$H = h_{iy\kappa} \quad (2.82)$$

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

$$H = H_m + H_v + h$$

bu erda h – manometr va vakuummetrlar orasida masofa.

(2.78) tenglamadan so‘rish balandligini ko‘rib chiqsak:

$$H_{cyp} = \frac{p_1 - p_{cyp}}{\rho g} - \frac{w_{cyp}}{2g} - h_{cyp, i_{yx}} \quad (2.83)$$

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

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

SHunday qilib, so‘rish balandligining chegaraviy qiymatini quyidagicha aniqlaymiz:

$$H_{cyp} \leq \frac{p_{am} - p_t}{\rho g} - \frac{w_{cyp}^2}{2n} - h_{cyp, i_{yx}}$$

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

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

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

2.22. Markazdan qochma nasoslar

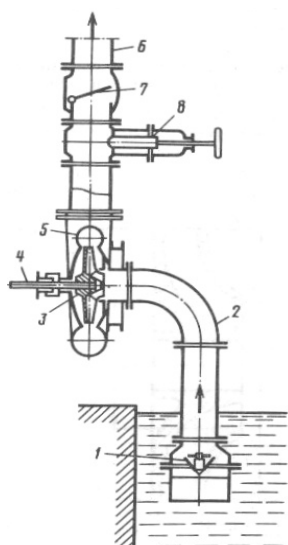
Ishlash prinsipi. Markazdan qochma nasoslar oqim kinetik energiyasini bosimning potensial energiyaga aylantirib berishiga asoslanib ishlaydi (2.26-rasm). Bu turdagi nasoslarda suyuqlikni so‘rish va uzatish markazdan qochma kuch ta’sirida bo‘lib, bu kuch nasos ishchi g‘ildiragiga joylashgan spiralsimon kurakchalarni aylanishidan hosil bo‘ladi. Kurakchalar suyuqlik oqib o‘tadigan kanalni hosil qiladi.

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

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

Natijada ishchi g‘ildiragiga kirishdagi bosim pasayib, suyuqlik beto‘xtov nasosga so‘rib boriladi. Markazdan qochma turdagi nasosni ishga tushirishdan

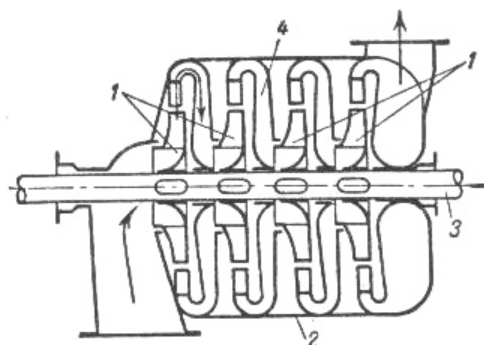
oldin nasos ichida siyraklanish hosil qilish uchun uning ichiga suyuqlik quyiladi. Nasosdan suyuqlik orqaga oqib ketmasligi uchun, qaytarish klapani soʻrish trubasiga oʻrnatilgan boʻladi. Gidravlik mashinalar bir va koʻp bosqichli nasoslarga boʻlinadi.



2.26-rasm. Markazdan qochma nasos

sxemasi.

1,7- klapan; 2- soʻrish quvuri; 3- ishchi gʻildirak; 4- oʻq; 5- qobiq; 6- haydash quvuri; 8- zadviyka.



2.27-rasm. Koʻp bosqichli, markazdan qochma

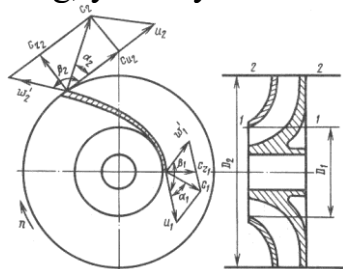
nasos sxemasi.

1-ishchi gʻildirak; 2-qobiq; 3- oʻq; 4- aylanma kanal.

Bir bosqichli nasosning bosimi 50 m suv ustunidan oshmaydi. SHuning uchun yuqori bosim hosil qilish uchun bir oʻqning oʻziga ketma-ket bir necha ishchi gʻildiragi oʻrnatiladi.

Koʻp bosqichli nasosning bosimi gʻildirak soniga proporsional. Koʻpincha gʻildiraklar soni beshtadan ortmaydi (2.27- rasm).

Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi (Eyler tenglamasi). Maʼlumki, aylanish oʻqiga nisbatan vaqt birligi ichida maʼlum bir suyuqlik massasi harakat miqdorining oʻzgarishi, hamma tashqi kuchlar momentlarining yigʻindisiga teng, yaʼni aylanish momentiga teng.



2.28-rasm. Markazdan qochma

**nasosning asosiy
tenglamasini keltirib
chiqarishga oid.**

Suyuqlikni g'ildirakka kirishdagi absolyut harakat tezligi C_1 tezlikli mos ravishda nisbiy tezliklar w_1 va w_2 va aylanma tezliklar u_1 va u_2 ning geometrik yig'indisiga teng bo'ladi (2.28-rasm). G'ildirak kuragi bo'ylab harakatlanayotgan elementar oqimcha uchun,

g'ildirakka kirishda:

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

g'ildirakdan chiqishda esa:

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

bu erda ρ - suyuqlik zichligi; ΔV – suyuqlik oqimchasi hajmi.

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

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

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

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

Harakat miqdori momenti elektr yuritkichdan beriladigan energiya hisobiga oshirish mumkin.

$\Delta t = 1$ vaqt ichida harakat miqdori momenti ortishi:
suyuqlik oqimchasi uchun:

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

suyuqlikning butun massasi uchun:

$$\sum \Delta M = \sum \rho \Delta V (C_2 r_2 \cos \alpha_2 - C_1 r_1 \cos \alpha_1) \quad (2.84)$$

Ideal oqim uchun hamma harakat energiyasi harakat miqdori momentining ortishiga sarflanadi. Tashqi aylantirish (burish) momenti:

$$M = \frac{N}{\omega} = \frac{\rho g V H}{\omega} \quad (2.85)$$

Tashqi chetki tezliklar $u_1=r_1\omega$ va $u_2=r_2\omega$ ni hisobga olib va (2.84) va (2.85) ni tenglatib va (2.85) tenglamani H_t ga nisbatan echganda, markazdan qochma nasos uchun Eyler tenglamasiga ega bo'lamiz:

$$H_{naz} = \frac{1}{g}(C_2 \cdot u_2 \cdot \cos \alpha_2 - C_1 \cdot u_1 \cos \alpha_1) \quad (2.86)$$

Suyuqlikni g'ildirakka urilmasdan kirishi va undan chiqishi shartini hisobga olib, $\alpha_1=90^\circ$ va $\alpha_2 =10...15^\circ$ qabul qilinsa, (2.86) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$H_{naz} = \frac{1}{g} \cdot u_2 \cdot C_2 \cdot \cos \alpha_2 \quad (2.87)$$

(2.87) rasmga qarab, tezliklar parallelogrammasidan $C_2 \cos \alpha_2 = C_{u2}$ bo'lganda:

$$H_{naz} = \frac{1}{g} \cdot u_2 \cdot C_{u2} \quad (2.88)$$

(2.88) tenglamasi ishchi g'ildiragining cheksiz sonli kurakchalari uchun olindi. SHuning uchun kurakchalar sonini hisobga oluvchi η koeffitsient (2.88) tenglamaga kiritiladi, uning qiymati $\eta =0,6...0,8$ ga teng.

Hakikiy xajmiy bosim nazariy bosimdan doimo kam bo'ladi. Chunki energiya nasosdagi gidravlik qarshiliklarni engish uchun sarflanadi:

$$H = \frac{1}{g} \varepsilon \cdot \eta_2 \cdot u_2 \cdot C_{u2} \quad (2.89)$$

bu erda η_r – gidravlik foydali ish koeffitsienti 0,8...0,95 ga teng bo'ladi.

Nasos bosimi ma'lum darajada kuraklarning shakliga ham bog'lik bo'lib, aylanma va nisbiy tezliklar vektori orasidagi α_2 burchak yordamida aniqlanadi (2.28-rasm).

Tezlik parallelogrammasidan:

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

Unda:

$$H = \frac{1}{g} \cdot \varepsilon \cdot \eta_2 (u_2^2 + u_2 \cdot C_{r2} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2) \quad (2.90)$$

$\alpha_2 \neq 90^\circ$ bo'lganda (kurakchalar ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishi bo'yicha egilgan bo'lsa): $C_r \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 > 0$ va $H > \frac{1}{g} \cdot \varepsilon \cdot \eta_r \cdot u_2^2$. $\alpha_2 \neq 90^\circ$ da esa

(kurakchalar ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi buklangan): $C_r \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 < 0$ va $H < \frac{1}{g} \cdot \varepsilon \cdot \eta_r \cdot u_2^2$ kurakchalar radial bo'lganda $\alpha_2 = 90^\circ$, $C_r \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 = 0$ va $H = \frac{1}{g} \cdot \varepsilon \cdot \eta_r \cdot u_2^2$.

Demak, eng katta bosim kurakchalar ishchi g'ildiragining aylanish yo'nalishi bo'yicha buklangan holatga to'g'ri keladi (2.29-rasm). G'ildirakdagi gidravlik yo'qotishlar kam bo'lishi uchun, kurakchalar quyidagicha buklanadi $\alpha_2 = 140 \dots 164^\circ$ va $\alpha_1 = 153 \dots 166^\circ$ bo'ladi (2.29-rasm).

Markazdan qochma nasoslarda unumdorlik ma'lum miqdorda ishchi g'ildirak kanallarining erkin kesim yuzalari yordamida aniqlanadi (2.28-rasmga qarang).

Nazariy unumdorlik ushbu tenglama yordamida hisoblanadi:

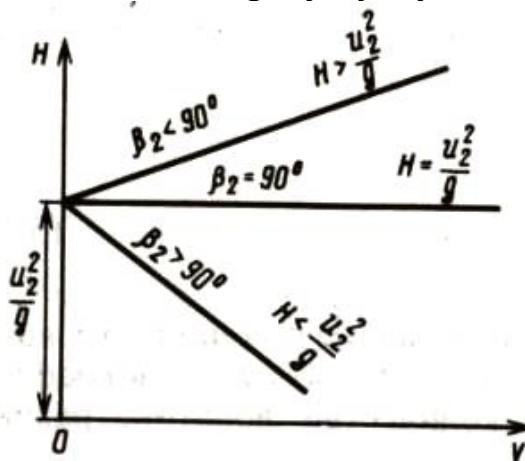
$$V_u = F_2 \cdot C_{r_2} = (\pi \cdot D_2 - z \cdot \delta) \cdot \varepsilon \cdot C_2 \cdot \sin \alpha_2 \quad (2.91)$$

bu erda F_2 –ishchi g'ildirakning tashqi aylana bo'yicha erkin kesim kanali yuzasi; S_{r_2} – suyuqlikning ishchi g'ildirakdan chiqishdagi absolyut tezligining radial tashkil etuvchisi; D_2 - g'ildirakning tashqi diametri; z -kurakchalar soni; α - kurakchalar qarshiligi; b - g'ildirak eni.

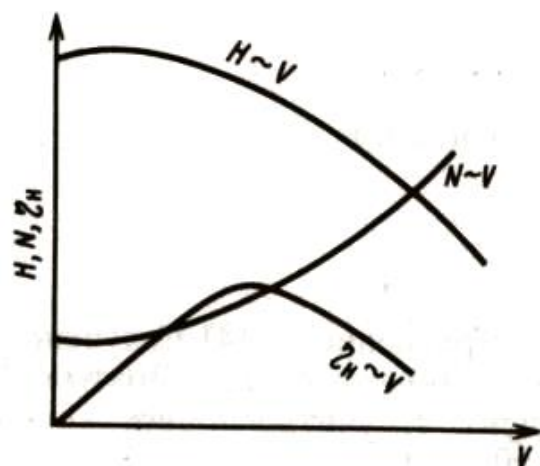
Nasosning haqiqiy unumdorligi:

$$V = \eta_v \cdot V_T$$

bu erda η_v –nasosning hajmiy foydali ish koeffitsienti.



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



2.30-rasm. Markazdan qochma nasosning xususiy xarakteristikasi.

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

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

Nasosning bosimini unumdorlik bilan bog'liqligini aniqlash uchun, tezlikning radial tashkil etuvchisi C_{r2} ni unumdorlik orqali (2.91) tenglamaga binoan quyidagi ko'rinishi:

$$C_{r_2} = \frac{V}{\eta_v \cdot F_2}$$

va (2.90) ga qo'yib ushbu tenglamani olamiz:

$$H = \eta_r \cdot \left(\frac{u_2^2}{g} + \frac{u_2 \cdot \operatorname{ctg} \beta_2}{g \eta_v \cdot F_2} \cdot V \right) \quad (2.92)$$

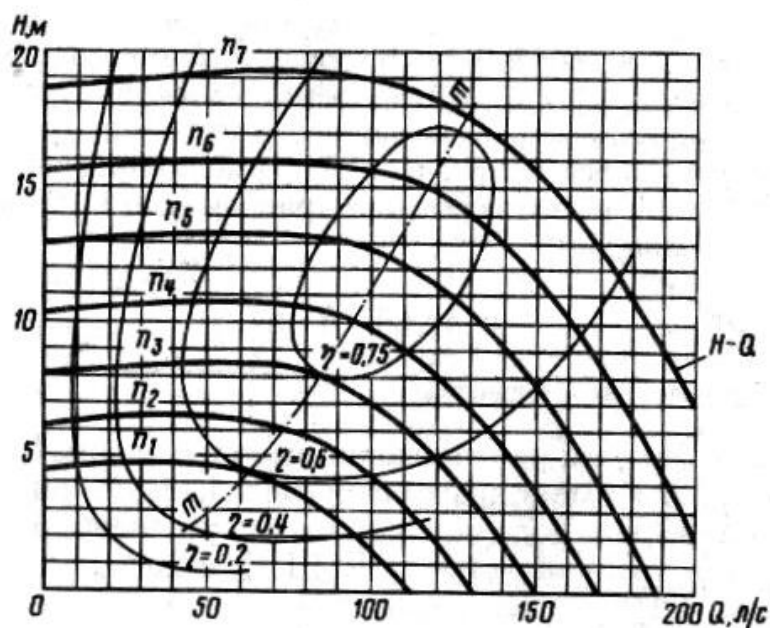
Ushbu nasos uchun U_2 , η_2 , η_v , F_2 lar o'zgarmas kattalik bo'lib, N ning V dan bog'liqligi (2.92) tenglamaga binoan to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi:

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

bu erda A va B - o'zgarmas koeffitsientlar.

Haqiqatda esa tajriba bo'yicha $n=const$ bo'lganda, N ning V ga bog'liqligi egri chiziqni beradi (2.30-rasm), ya'ni, unumdorlik oshgan sari nasos bosimi pasayadi, iste'mol quvvati esa ortadi. Foydali ish koeffitsientining qiymati esa maksimumdan o'tib ketadi. Ma'lumki, nasosning foydali ish koeffitsienti foydali quvvat ($N_\phi = \rho g V H$) ning nasos o'qidagi quvvati nisbatiga teng. Foydali quvvat suyuqlikka energiyasini berishga sarf bo'ladi. $V=0$ va $V=V_{maks}$ bo'lganda, foydali quvvat nolga teng, ya'ni $N=0$ bo'ladi. So'rish quvvuri lo'kidoni berk bo'lganda, ya'ni $V=0$ da, nasos eng kam quvvat iste'mol qiladi.

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

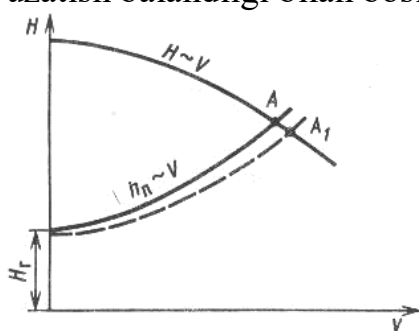


2.31 – rasm. Aylanish chastotasi n bo‘lganda markazdan qochma nasosning universal xarakteristikasi

Nasosning universal xarakteristikasi nasos ishining chegaraviy qiymatlari haqi damalumotlar va bunda foydali ish koeffitsientining maksimal qiymatini, uning optimal ish rejimini tanlashga imkoniyat beradi.

Nasos universal xarakteristikasi ishchi g‘ildiragining turli aylanish chastotalari uchun olinadi. Bunda $N - V$ bog‘liqlik bir necha marta olinadi. Har bir $N - V$ egri chiziqda o‘zgarmas foydali ish koeffitsientining ($\eta'_n, \eta''_n, \eta'''_n, \dots$) qiymatlariga tegishli nuqtalar ajratiladi. **$m-m$** chizig‘i foydali ish koeffitsientlarining maksimum qiymatlariga teng bo‘ladi (2.31-rasm).

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



2.32-rasm.
Nasosning tarmoq
xarakteristikasi.

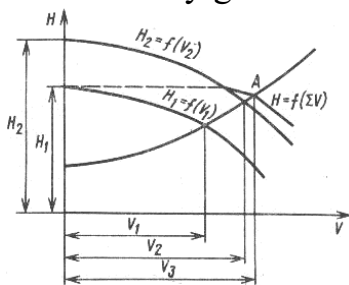
Darsi-Veysbax tenglamasidan $h_u = R \cdot V^2$ ekanligini aniqlash mumkin. Bundan xarakteristikaning parabola tenglamasini $H = H_r + R \cdot V^2$ ko'rinishida yozish mumkin.

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

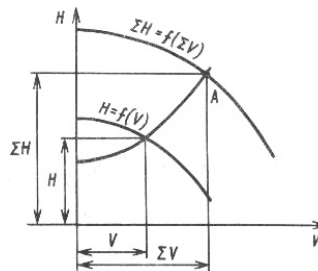
Tarmoqda bosim yo'qotilishi kamaytirilganda, ish nuqtasi (**A**₁) o'ngga suriladi. Agar, yuqorida qayd etilgan, uchchala usulda ham unumdorlik oshmasa, u holda nasos yanada quvvatli bilan almashtiriladi.

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

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



2.33-rasm. Parallel ulangan ikki nasosning birgalikda ishlashi.



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

2.33-rasmda **1** va **2** nasoslarning yig'ma xarakteristikalari ko'rsatilgan. Har bir nasos alohida **V**₁ va **V**₂ unumdorlikka ega. Parallel ulanganda yig'ma unumdorlik **V**₃ ga teng bo'ladi (**A** ish nuqtasi), lekin u nasoslarni alohida unumdorliklaridan kam bo'ladi. Bunda unumdorlikdan yutish tarmoq xarakteristikasining shakliga bog'liq bo'ladi. Agar tarmoq xarakteristikasi qiya bo'lsa (egri chiziq), yig'ma unumdorlik o'sadi. Bosimning o'sishi bunday hollarda sezilarli bo'ladi.

Bosimning ortishi uchun nasoslar ketma-ket ulanishi kerak. Bu holda yig'ma xarakteristika alohida nasoslarning xarakteristika ordinatalarini qo'shish yo'li bilan olinadi. Bu xarakteristika bilan tarmoq xarakteristikasi kesishgan nuqtasi yig'ma bosim va unumdorlikni aniqlab beradi (2.34-rasm). Tarmoqning xarakteristikasi tikka (qiya) bo'lsa sezilarli o'sishga erishiladi.

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

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

Nasos xarakteristikasini o'zgartirish uchun ishchi g'ildirak sonini oshirish yoki kurakchalarni burilish burchaklari α_1 va α_2 larni o'zgartirish bilan amalga oshirish mumkin. Burchakni o'zgartirganda nasos unumdorligini katta qiymatga oshirishga erishsa bo'ladi.

Proporsionallik qonuni. Markazdan qochma nasoslarning napori va unumdorligi nasos ishchi g'ildiragining aylanish chastotasi (soni)ga bog'liq bo'ladi. (2.89) tenglamaga muvofiq nasos napori aylanma tezlik kvadratiga bog'liq, ya'ni $N \propto c_2 u_2$.

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

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{u'_2}{u''_2} \right)^2 = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2, \text{ ya'ni } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 \quad (2.93)$$

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C'_{2r}}{C''_{2r}} = \frac{u'_2}{u''_2} = \frac{\pi D_2 n_1}{\pi D_2 n_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.94)$$

Nasos talab etadigan quvvat esa, unumdorlik va naporning ko'paytmasiga proporsional (2.89) va (2.91) tenglamalarga binoan quyidagi ko'rinishni hosil qilamiz:

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3 \quad (2.95)$$

(2.93) - (2.95) tenglamalar proporsionallik qonuni tenglamalari deyiladi. Biroq bu tenglamalarni tahminiy hisoblar uchun ishlatish mumkin. Aniq hisoblar uchun esa, nasos ish g'ildiragini aylanishlar chastotasi bilan foydali ish koeffitsienti inobatga olinishi kerak. SHuni qayd etib o'tish kerakki, proporsionallik qonunlari, aylanishlar soni bir-biridan 2 barobardan ortiq farq qilgandagina qo'llash mumkin.

Tayanch iboralar:

Mavzuni mustahamlash uchun savollar:

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat

sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.

2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.

3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.

4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.

Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsion noykolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering Chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David Jm Ende 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №7

Turli jinsli sistemalarni ajratish. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari. Suyuqlik sistemalarini ajratish. Cho'ktirish. Filtrlash

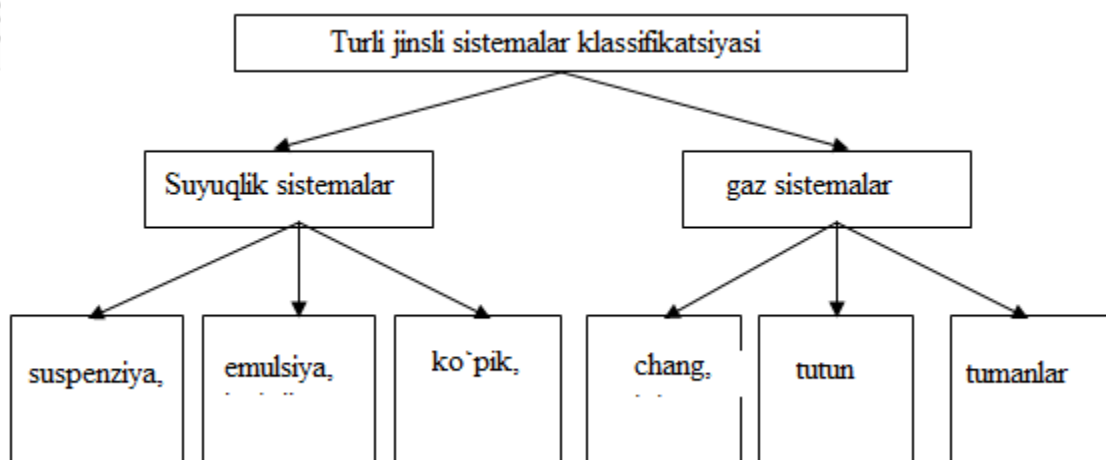
REJA

1. Turli jinsli sistemalarni ajratish.
2. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari.
3. Suyuqlik sistemalarini ajratish.
4. Cho'ktirish.
5. Filtrlash.

Turli jinsli sistemalar klassifikatsiyasi

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

Fazalarning fizik holatiga qarab turli jinsli sistemalar quyidagi guruhlariga bo'linadi: suspenziya, emulsiya, ko'pik, chang, tutun va tumanlar (3.1-rasm).



3.1-rasm. Turli jinsli sistemalar klassifikatsiyasi.

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

Biri ikkinchisida erimaydigan, dispers va dispersion fazalardan tashkil topgan aralashma sistemasi **emulsiya** deb nomlanadi. Dispers faza zarrachalarining o'lchami keng oralikda o'zgarishi mumkin. Odatda, emulsiya og'irlik kuchi

ta'sirida qatlamlarga ajraladi. Lekin, dispers faza tomchilari 0,4...0,5 mkm dan kichik bo'lsa yoki stabilizatorlar qo'shilgan hollarda emulsiyalar turg'un bo'ladi va uzoq muddat davomida qatlamlarga ajralmaydi. Dispers faza konsentratsiyasi ortishi bilan dispers faza dispersion fazaga o'tishi va teskarisi bo'lishi mumkin. Bunday o'zaro almashinish hodisasi fazalar **inversiyasi** deyiladi.

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

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

Gaz va unda taqsimlangan 3...70 mkm o'lchamli qattiq zarrachalardan tashkil topgan sistemalar **changlar** deb ataladi.

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

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

Tutun, chang va tumanlar - **aerozollar** deb yuritiladi.

3.2. Ajratish usullari

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

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

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

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

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

3.3. Ajratish jarayonining moddiy balansi

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

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

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

Agar ajratish jarayonida massa yo‘qotilishi bo‘lmasa, moddiy balans tenglamasini ushbu ko‘rinishda yozish mumkin:
moddalarning umumiy miqdori bo‘yicha

$$G_{ap} = G_{mc} + G_{uyk} \quad (3.1)$$

dispers faza (**b** modda) bo‘yicha

$$G_{ap}x_{ap} = G_{mc}x_{mc} + G_{uyk}x_{uyk} \quad (3.2)$$

(3.1) va (3.2) tenglamalarni birgalikda echsak, tozalangan suyuqlik miqdorini topamiz:

$$G_{mc} = G_{ap} \frac{x_{uyk} - x_{ap}}{x_{uyk} - x_{mc}} \quad (3.3)$$

va cho‘kma miqdorini:

$$G_{uyk} = G_{ap} \frac{x_{ap} - x_{mc}}{x_{uyk} - x_{mc}} \quad (3.4)$$

Ajratish jarayonining samaradorligi ajratish jadalligi bilan xarakterlanadi:

$$\eta_{ajp} = \frac{G_{ap} \cdot x_{ap} - G_{mc} \cdot x_{mc}}{G_{ap} \cdot x_{ap}} \quad (3.5)$$

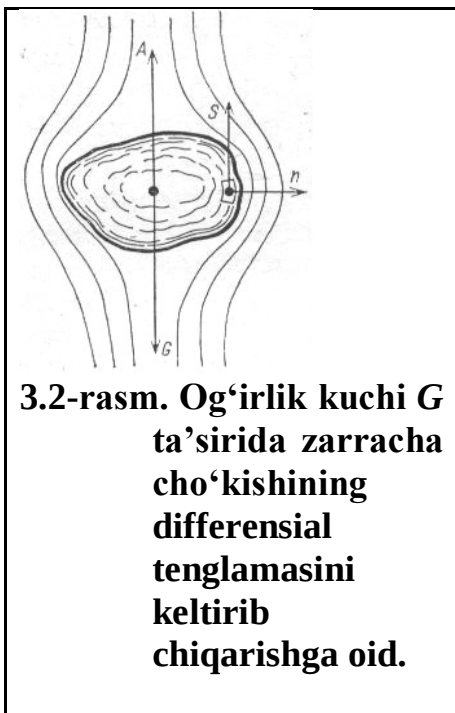
(3.3) va (3.4) tenglamalar yordamida aralashtirish jarayonini ham ifodalasa bo‘ladi. Undan tashkari, (3.3) tenglamadan aralashma tarkibidagi dispers faza konsentratsiyasini ham topish mumkin:

$$x_{ap} = \frac{G_{mc} x_{mc} + G_{uyk} \cdot x_{uyk}}{G_{ap}} \quad (3.6)$$

TINDIRISH VA CHO'KTIRISH

3.4. Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish

CHO'kish jarayonida qattiq jism turli kuchlar ta'sirida suyuqlikda harakat qiladi. Og'irlik kuchi ta'sirida uning suyuqlikdagi harakatini ko'rib chiqamiz. Bunda, qattiq zarrachaga og'irlik kuchi G , ko'taruvchi (Arximed) kuch A va ishqalanish kuchlari T ta'sir etadi (3.2-rasm).



Ixtiyoriy shakldagi zarrachani ko'rib chiqamiz. Uning hajmi chiziqli o'lchamining uchinchi darajasiga to'g'ri proporsionaldir.

$$V = \varphi_1 l^3 \quad (3.7)$$

bu erda l - zarracha gabarit o'lchami, diametri; φ_1 –shaklga bog'liq koeffitsient.

Agar, zarracha zichligi ρ_3 , suyuqlikniki ρ_s bo'lsa, unda zarrachaga og'irlik kuchi G va ko'taruvchi kuch A lar ta'sir etmoqda. Bu ikkala kuch qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

$$G = \varphi_1 l^3 \rho_3 g, \quad A = \varphi_1 l^3 \rho_s g \quad (3.8)$$

Ushbu kuchlarning farqi ta'siri ostida zarracha suyuqlikda harakat qiladi va uning tashqi yuza birligiga ishqalanish kuchi T ta'sir etadi.

Ishqalanish kuchi T Nyuton-Petrov qonuniga binoan aniqlanadi:

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

bu erda μ - dinamik qovushoqlik koeffitsienti; $\frac{\partial w}{\partial n}$ - tezlik gradienti.

Butun zarrachaga ta'sir etuvchi muhitning qarshilik kuchi uning yuzasiga bog'liq. Demak, muhitning qarshilik kuchi quyidagiga teng:

$$R = \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} \quad (3.9)$$

Mexanikaning ikkinchi qonuniga binoan, og'irlik, ko'taruvchi va ishqalanish kuchlarining teng ta'sir etuvchisi, zarracha massasining erkin tushish tezlanishiga ko'paytmasiga teng. Demak:

$$\varphi_1 l^3 (\rho_3 - \rho_c) g - \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} = \varphi_1 l^3 \rho_3 \frac{dw}{d\tau} \quad (3.10)$$

(3.10) tenglik og'irlik kuchi ta'sirida cho'kayotgan zarrachaning differensial tenglamasi deb nomlanadi.

O'xshashlik nazariyasi uslublarini qo'llab, (3.10) dan og'irlik kuchi ta'sirida zarrachaning cho'kish jarayonini ifodalovchi o'xshashlik tenglamalarini olish mumkin.

Buning uchun (3.10) tenglamani $\varphi_1 l^3 \rho_c \frac{dw}{d\tau}$ bo'lib:

$$g \frac{d\tau}{dw} \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_3} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_c} - \frac{c_2 \mu \partial w}{c_1 \rho_3 l \partial n dw} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_c} - \frac{\rho_3}{\rho_c} = 0 \quad (3.11)$$

Olingan natijani φ_k / φ_s ko'paytirib va tegishli qisqartirishlarni amalga oshirsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu \tau}{l \rho} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu}{\rho w l} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{1}{Re} \quad (3.12)$$

φ_2 / φ_1 - nisbat zarracha shakliga bog'liq va **shakl koeffitsienti** deb nomlanadi:

$$f = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \quad (3.13)$$

o'lchamsiz kompleks esa:

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

Reynolds soni deyiladi. Bu son suyuqlik oqimlari harakatining gidrodinamik o'xshashligini xarakterlaydi, zarrachaning cho'kish jarayonida esa – suyuqlikning zarracha atrofidan oqib o'tish gidrodinamik o'xshashligini ifodalaydi.

Xuddi shu yo'l bilan (3.11) ning birinchi ayiriluvchisidan quyidagi ko'rinishga kelimiz:

$$\frac{g \tau}{w} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{g l}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (3.14)$$

(3.14) tenglamani Re^2 ga ko'paytirsak, **Arximed** kriteriysini olamiz:

$$Ar = \frac{w^2 l^2}{\nu^2} \cdot \frac{g l}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (3.15)$$

Ushbu kriteriy og'irlik va ko'taruvchi kuchlar farqining ko'taruvchi kuchga nisbatini xarakterlaydi.

SHunday qilib, o'xshashlik nazariyasi uslublarini qo'llab, (3.10) tenglamadan zarrachalarning cho'kish jarayonini ifodalovchi o'xshashlik tenglamasini keltirib chiqarish mumkin:

$$Re = a(fAr)^n \quad (3.16)$$

CHO'kish jarayonini tajribaviy o'rganish natijasida quyidagi rejimlar aniqlangan: laminar ($Re \leq 0,2$), o'tish ($0,2 < Re < 50$) va turbulent ($Re > 500$). Amaliy hisoblar uchun quyidagi formulalardan foydalanish mumkin:

$Re < 1,85$ yoki $f \cdot Ar < 33$ bo'lganda

$$Re = \frac{f \cdot Ar}{18} = 0,056 f \cdot Ar \quad (3.17)$$

$1,85 < Re < 500$ yoki $33 < f \cdot Ar < 83 \cdot 10^3$ bo'lganda

$$Re = 0,152 \cdot (fAr)^{0,725} \quad (3.18)$$

$Re > 500$ yoki $f \cdot Ar > 83 \cdot 10^3$ bo'lganda

$$Re = 1,74 \cdot (fAr)^{0,5} \quad (3.19)$$

(3.17)...(3.19) formulalar yordamida aniqlangan Reynolds soni orqali og'irlik kuchi ta'sirida suyuqlikda cho'kayotgan zarracha tezligini topish mumkin:

$$w_{\text{чжк}} = \frac{Re \mu}{l \rho} \quad (3.20)$$

Laminar harakat rejimida cho'kish tezligini quyida keltirilgan usulda topiladi. d diametrli sferik shaklga ega zarrachalar uchun w_{chuk} (3.17) formuladan aniqlash mumkin:

$$\frac{w_{\text{чжк}} d \rho}{\mu} = \frac{1}{18} \frac{g d^3 (\rho_3 - \rho)}{v^2 \rho}$$

Agar, $\square\square\square\square$ ekanligini hisobga olsak, cho'kish tezligi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$w_{\text{чжк}} = \frac{g d^2 (\rho_3 - \rho)}{18 \mu} \quad (3.21)$$

(3.21) formula Stoks qonunini, ya'ni sharsimon zarrachalarning laminar rejimdagi cho'kish tezligi, ular diametrining kvadratiga, muhit va zarracha zichliklari farqiga to'g'ri proporsional va muhit qovushoqligiga teskari proporsionalligini ifodalaydi.

Noto'g'ri shakldagi zarrachalar uchun cho'kish tezligi sharsimonnikidan kam bo'ladi. Zarrachalarning shakl koeffitsienti qiymatlari maxsus adabiyotlarda keltirilgan.

Suyuqlikda tomchining cho'kish jarayonida uning shakli uzluksiz ravishda o'zgarib turadi. Bunday hollarda suyuqlik tomchisining cho'kish tezligi prof. Smirnov N.I. formulasi yordamida hisoblanadi:

$$w_{\text{чжк}} = \frac{g d^{2,5}}{\sigma} \left(\frac{\rho - \rho_T}{\rho_T} \right)^{1,5} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho g} \right)^{0,5} \quad (3.22)$$

bu erda d - tomchining o'rtacha diametri; $\square$ - fazalar chegarasidagi sirtiylaranglik; $\square_t$ - tomchi hosil qiluvchi suyuqlik zichligi; $\square$ - muxit zichligi; $\square$ - muhit qovushoqligi.

Stoks qonuniga binoan, cho‘kayotgan qattiq zarrachaning maksimal o‘lchami ushbu formuladan topiladi:

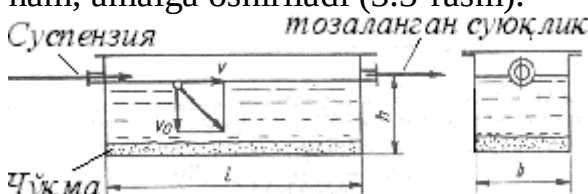
$$d_{\max} \approx 1,56 \sqrt{\frac{\mu^2}{\rho(\rho_3 - \rho)}} \quad (3.23)$$

Cho‘kish jarayonining kinetik qonuniyatlarini o‘rganish natijasida quyidagi umumiy qoida kelib chiqadi: zarracha o‘lchami va faza zichliklarining farqi ortishi bilan cho‘kish tezligi ko‘payadi, lekin muhitning qovushoqligi ko‘payishi bilan cho‘kish tezligi kamayadi.

3.5. Siqiq cho‘kish tezligi

3.4 paragrafda qattiq jismning suyuqlikda harakat qonunlari ko‘rib chiqilgan va zarrachaning og‘irlik kuchi ta’sirida erkin cho‘kish tezligi aniqlangan. Ushbu qonunlarni faqat dispers faza konsentratsiyasi past sistemalarga qo‘llash mumkin.

Lekin sanoatda dispers faza konsentratsiyasi yuqori bo‘lgan hollarda ham cho‘ktirish jarayonlari, ya’ni cho‘kayotgan zarrachalar bir-biri bilan to‘qnashganda ham, amalga oshiriladi (3.3-rasm).



3.3-rasm. Cho‘kish jarayoni sxemasi.

II

Ko‘pchilik tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, cho‘kma qatlami ustida kuyuqlashgan suspenziya zonasi hosil bo‘ladi va bu erda **siqiq** sharoitda zarrachalarning cho‘kishi ro‘y beradi. Bunda, zarrachalar o‘zaro to‘qnashadi va jarayon ishqalanish kuchi ishtirokida boradi. Natijada, mayda zarrachalar o‘zidan katta, yirik zarrachalar harakatini sekinlashtiradi. SHu paytning o‘zida yirik zarrachalarni o‘zi bilan birga mayda, kichik o‘lchamli zarrachalarni ilashtirib olib ketadi va ularning harakatini tezlashtiradi. Surilma tubiga yaqinlashgan sari zarracha tezligi pasayadi va cho‘kma asta-sekin zichlanib boradi. Zarracha tezligining pasayishi suyuqlikning to‘xtatish harakati, ya’ni zarracha siqib chiqarayotgan suyuqlik harakatining teskari yo‘nalishi bilan belgilanadi.

Zarrachaning siqiq cho‘kishi har doim erkin cho‘kish tezligidan kam bo‘ladi. Bunga sabab muhitning qarshiligi va qo‘shimcha qarshilik mavjudligi, ya’ni ishqalanish qarshiligi va zarrachalarning o‘zaro to‘qnashuvidir. Ushbu holatda muhit qarshiligining ortishi, cho‘kayotgan zarrachalar massasining suyuqlikka

dinamik ta'siri bilan xarakterlanadi. Bu hol, o'z navbatida, muhitda ko'tariluvchi oqimlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Gidrodinamik nuqtai nazaridan, zarrachalarning siqiq cho'kishi, qattiq zarrachalar qatlamining mavhum qaynash jarayoniga o'xshashligidir.

SHuning uchun, qo'zg'almas muhitda zarrachalarning bir tekisda cho'kishi, ularning ko'tariluvchi oqimda uchib yurishiga aynan o'xshashdir. Demak, siqiq cho'kish qonuniyatlarini, mavhum qaynash qatlamidagi ko'tariluvchi oqim harakati orqali o'rganish qulaydir. Bunda, siqiq cho'kish tezligi qattiq zarrachalar qatlamining mavhum qaynash holatidagi oqim tezligiga teng. Zarrachalar konsentratsiyasi nolga qarab intilganda, siqiq cho'kish tezligi maksimal qiymatiga, ya'ni erkin cho'kish tezligiga yaqinlashishi shubhasizdir.

SHunday qilib, hisoblash formulasining umumiy ko'rinishi mavhum qaynash qatlamida oqimning tezligini aniqlash kabi bo'lishi kerak, ya'ni quyidagi funksiya orqali ifodalanadi:

$$Re_{cuyk} = f(Ar, \varepsilon)$$

Hammarejimlar uchun siqiq holatdagi cho'kis tezligini aniqlash uchun quyidagi umumiy tenglamadan foydalaniladi:

$$Re_{cuyk} = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,6 \sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}} \quad (3.23)$$

buerda:

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} \quad \text{va} \quad Ar = \frac{gd^3}{\nu^2} \frac{\rho_3 - \rho}{\rho} \quad (3.24)$$

$$\varepsilon = \frac{V_0 - V}{V_0} \quad (3.25)$$

buerda: V_0 - suspenziyadagi suyuqlik hajmi, m^3 ; V - suspenziyadagi qattiq zarrachalar hajmi, m^3 .

SHarsimon qattiq zarrachalarning siqiq holatdagi cho'kish tezligini quyidagi tenglamalar yordamida topish mumkin:

agar $\square \square 0,7$ dan bo'lsa:

$$w_{cuyk} = w_{uyk} \cdot \varepsilon^2 \cdot 10^{-1,82(1-\varepsilon)} \quad (3.25)$$

agar $\square \square 0,7$ dan bo'lsa:

$$w_{cuyk} = w_{uyk} \frac{0,123 \cdot \varepsilon^2}{1 - \varepsilon} \quad (3.26)$$

3.6. Suspenziya konsentratsiyasi va zarrachalar shaklining cho'kish tezligiga tasiri

YUqorida qayd etilgandek, suyuq muhitda qattiq jism harakati paytida uning shakli cho‘kish tezligiga salmoqli ta’sir etadi. Og‘irlik kuchi ta’siridagi cho‘kish jarayonida ushbu ta’sir shakl koeffitsienti f orqali hisobga olinadi. SHar shaklidagi jismlar uchun $f = 1$. Odatda, shar shaklida bo‘lmagan jismlar uchun $f < 1$.

3-1 jadval

T/r	Zarracha shakli	Koeffitsient f
1	SHar	1,00
2	Dumaloq	0,77
3	Serqirra	0,66
4	CHo‘zinchoq	0,58
5	Plastinasimon	0,43

Agar, zarracha shakli sharsimon bo‘lmasa, uning nazariy cho‘kish tezligi suyuqlik oqimi rejimiga qarab tanlanadi. Formuladagi aniqlovchi o‘lcham sifatida zarrachaning ekvivalent diametri qo‘llaniladi. So‘ng esa, zarrachaning haqiqiy shakliga qarab, aniqlangan cho‘kish tezligi w_{chuk} tegishli shakl koeffitsienti f ga ko‘paytiriladi:

$$w'_{uyk} = w_{uyk} \cdot f \quad (3.28)$$

Keltirib chiqarilgan formulalarda cheksiz bo‘shliqda zarrachalar erkin cho‘kmoqda deb faraz qilingan. Bunday tahmin suspenziya konsentratsiyasi juda past bo‘lganda to‘g‘ri. Lekin, suspenziya konsentratsiyasi o‘rta va yuqori bo‘lsa, cho‘kish jarayonida zarrachalar bir-biri bilan to‘qnashadi va katta zarrachalar maydalarini ilintirib, o‘zi bilan olib ketadi. Zarrachalarning bunday to‘qnashuvi natijasida, ularning harakat energiyasi yo‘qotiladi, ya’ni muhitning qarshiligi ortadi va oqibatda cho‘kish tezligi kamayadi.

Agar, suspenziya konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo‘lsa, cho‘kish tezligiga siqqlik hodisasi shunchalik katta ta’sir qiladi. SHuning uchun, haqiqiy yoki nazariy cho‘kish tezligi, hajmiy konsentratsiyani hisobga oluvchi tuzatish koeffitsientiga ko‘paytiriladi.

3.7. Markazdan qochma kuch ta’sirida cho‘ktirish

Emulsiyadagi suyuqlik tomchilarini va suspenziyadagi qattiq zarrachalarni markazdan qochma kuchlar maydonida ajratish jarayoniga **sentrifugalash** deyiladi. Sentrifugalash jarayonini amalga oshiradigan qurilma **sentrifuga** deb nomlanadi.

Markazdan qochma kuch ta'sirida suspenziya **cho'kma** va **fugat** deb nomlanuvchi suyuqlik fazalarga ajraladi. Odatda cho'kma qurilma rotori ichida qoladi, fugat esa - tashqariga chiqariladi.

Sentrifuga ishlash paytida hosil bo'ladigan markazdan qochma kuch cho'ktirish jarayonidagi og'irlik va filtrlashdagi gidrostatik kuchlarga nisbatan ancha katta bo'ladi. SHuning uchun turli jinsli sistemalarni ajratish uchun qo'llaniladigan cho'ktirish va filtrlash jarayonlariga qaraganda sentrifugalash juda samarali hisoblanadi.

Sentrifuganing asosiy qismi gorizontaal yoki vertikal o'qqa o'rnatilgan va katta tezlikda aylanuvchi silindrik rotor bo'lib, u elektr yuritkich yordamida aylanma harakatga keltiriladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida turli jinsli sistemadagi qattiq zarrachalar cho'kmaga tushib, suyuqlikdan ajraladi.

Ajratish prinsipiga qarab, sentrifugalarda 2 xil bo'ladi: filtrlovchi va cho'ktiruvchi sentrifugalarda.

Cho'ktiruvchi sentrifuganing silindrik rotori yaxlit devorli bo'lib, emulsiya va suspenziyalarni cho'ktirish prinsipi asosida ajratadi. Bu qurilmada ajratish jarayonida og'irlik kuchi o'rniga markazdan qochma kuch ishlatiladi. Silindrik rotor aylanishi natijasida hosil bo'ladigan markazdan qochma kuch ta'sirida suspenziya yoki emulsiya rotor devoriga qarab harakat qiladi. Zichligi yuqori bo'lgan qattiq zarrachalar rotor devorida, zichligi kamrog'i esa - o'q atrofida yig'iladi.

Filtrlovchi sentrifuga rotori g'ovaksimon bo'lib, emulsiya va suspenziyalarni filtrlash prinsipi asosida ajratadi. Bu qurilmalarda, ajratish jarayonida bosimlar farqi o'rniga, markazdan qochma kuch ishlatiladi.

Bu turdagi sentrifugalarda suspenziya yoki emulsiya rotor devoriga qarab harakat qiladi va fazalarga ajraladi. Fazalarga ajratish jarayoni quyidagicha ro'y beradi: suyuq faza rotorning to'sig'idan o'tib, qurilma qobig'iga yig'iladi va shtutser orqali chiqariladi. Qattiq faza esa, filtrlovchi to'siqda ushlanib qoladi va undan so'ng rotordan tushiriladi.

Ishlash prinsipiga ko'ra sentrifugalarda davriy va uzluksiz bo'ladi. Rotor o'qining o'rnatilishiga qarab, gorizontaal va vertikal sentrifugalarda bo'ladi. Davriy ishlaydigan sentrifugalarda cho'kma qo'l, og'irlik kuchi yoki pichoq yordamida tushiriladi. Uzluksiz sentrifugalarda cho'kma shnek yordamida inersion va pulsatsion kuchlar yordamida tushiriladi.

Filtrlovchi va cho'ktiruvchi sentrifugalarda ajratish jarayonlarining tahlili shuni ko'rsatadiki, cho'ktirish va filtrlash jarayonlar bilan sentrifugalash orasida o'xshashlik ko'p va hamma jarayonlarning umumiy qonuniyatlari ham o'xshashdir.

Sentrifugalarda hosil bo'ladigan markazdan qochma kuch ushbu tenglik bilan ifodalanadi:

$$c = \frac{mw^2}{r} = \frac{Gw^2}{gr} \quad (3.29)$$

bu erda: m - aylanuvchi jism massasi, kg; G - aylanuvchi jism og'irligi, H; w - rotorning aylanish tezligi, m/s; g - erkin tushish tezlanishi, m²/s; r - aylanish radiusi, m.

Rotorning aylanish tezligi ushbu tenglikdan topiladi:

$$w = \omega \cdot r = \frac{2\pi n}{60} r \quad (3.30)$$

bu erda: ω - burchak tezligi, rad/s; n - aylanish soni, ayl/min.

(3.29) va (3.30) tengliklardan markazdan qochma kuchni aniqlaymiz:

$$C = \frac{G}{rg} \left(\frac{2\pi n}{60} r \right)^2 \quad (3.31)$$

yoki

$$C \approx \frac{Grn^2}{900} \quad (3.32)$$

SHunday qilib, rotor diametrini ko'paytirishga qaraganda, uning aylanish sonini oshirish, markazdan qochma kuchning o'sishiga olib keladi.

Sentrifugalarning ish unumdorligi ajratish koeffitsientiga bog'liq. Sentrifugalarda ajratish koeffitsienti markazdan qochma kuchlar maydonida hosil bo'lgan kuchlanish bilan xarakterlanadi. Sentrifugada hosil bo'layotgan markazdan qochma kuchlar miqdorining og'irlik kuchi tezlanishidan necha marta ko'pligini ko'rsatuvchi kattalik **ajratish koeffitsienti** deb nomlanadi:

$$K_a = \frac{w^2}{rg} \quad (3.33)$$

Sentrifuga rotori aylanish chastotasining ortishi va uning diametri kamayishi bilan markazdan qochma kuch maydonida ajratish samaradorligi ortadi. Agar, aylanish tezligini aylanish chastotasi orqali, ifodalasak ajratish koeffitsientini aniqlash uchun ushbu ko'rinishdagi formulani olamiz:

$$K_a \approx \frac{n^2 r}{900} \quad (3.34)$$

Ajratish koeffitsienti sentrifugalarning muhim xarakteristikasi bo'lib, uning ajratish qobiliyatini aniqlovchi ko'rsatkichdir.

3.8. Tindirish va cho'ktirish qurilmalari

Cho'ktirish jarayoni turli konstruksiyali qurilmalarda, ya'ni cho'ktirgichlarda amalga oshiriladi.

Cho'ktirgichda suspenziya harakati tufayli cho'ktirish jarayoni sodir bo'ladi: qattiq zarrachalar qurilma tubiga cho'kadi va cho'kma qatlami hosil qiladi.

Odatda, cho'ktirgichlarni hisobi o'z ichiga eng mayda zarrachalarni cho'ktirishni ko'zda tutadi.

Cho'ktirgichning solishtirma ish unumdorligini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$V = \frac{lbh}{\tau_0} \quad (3.36)$$

bu erda: l, b, h - qurilmaning geometrik o'lchamlari, m; τ_0 - zarrachalarning o'rta cho'kish davomiyligi, s.

Agar, cho'ktirgichning ish unumdorligi ma'lum bo'lsa, cho'ktirish yuzasini ushbu formuladan aniqlash mumkin:

$$F = \frac{G}{\rho \cdot w} \quad (3.37)$$

bu erda: $G = G_m / \tau$ - cho'ktirgich ish unumdorligi, kg/s; ρ - mahsulot zichligi, kg/m³.

Tindirish va cho'ktirish uchun mo'ljallangan qurilmalar ishlash prinsipiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi: gravitatsion cho'ktirgich, sentrifuga, gidrotsiklon va separatorlarga.

Tindirgichlar uzlukli, yarim uzluksiz va uzluksiz ishlaydigan bo'ladi.

Uzlukli ishlaydigan tindirgich. Bu turdagi qurilma aralashtirgichi bo'lmagan, yassi suv havzasidan iborat. Suv havzasi suspenziya bilan to'ldirilgandan so'ng, to'liq ajralish sodir bo'lguncha, cho'ktirish jarayoni davom etadi.

Undan keyin, cho'kma qatlamidan yuqorida joylashgan shtutserdan tozalangan suyuqlik chiqarib olinadi. Qurilma tubidagi qattiq zarrachalardan bo'lgan cho'kma qo'l yordamida olib tashlanadi.

Cho'ktirgich o'lchamlari va shakli turli jinsli sistema zarrachalari diametri va suspenziya konsentratsiyasiga bog'liq. Cuspenziya zichligi va zarrachalarining diametri ortishi, tindirgich o'lchamlarini kamaytirish imkonini beradi.

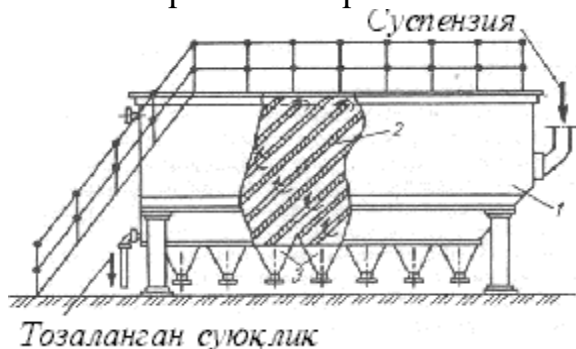
Tindirish jarayonining davomiyligi dispersion faza qovushoqligiga bog'liq. Ma'lumki, temperatura o'sishi bilan suyuqliklar qovushoqligi pasayadi. SHuning uchun, cho'ktirish jarayonini intensivlash maqsadida suspenziyalar qizdiriladi (agar texnologiyaga zid bo'lmasa).

Ўйя то'сиqli, yarim uzluksiz tindirgich. Suspenziya shtutser orqali qurilmaga kiritiladi va qiya o'rnatilgan to'siq 2 lar yordamida galma-gal yuqoridan pastga va pastdan yuqoriga qarab yunaltiriladi (3.4-rasm).

Ўйя то'сиqlar qurilmada suspenziyaning harakat davomiyligi va tindirish yuzasini oshiradi. Hosil bo'ladigan shlam esa, bunker 3 larda yig'iladi va to'lib chiqqandan so'ng kranlar yordamida chiqazib yuboriladi.

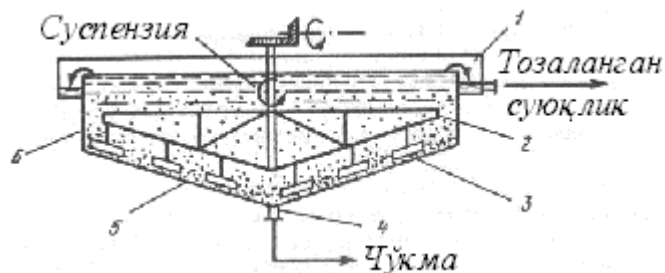
Tozalangan suyuqlik tindirgichning tepa qismida o'rnatilgan shtutser orqali chiqariladi.

Kimyo va oziq - ovqat sanoatlarida uzluksiz ishlaydigan tindirgichlar keng ko'lamda qo'llanilmoqda.



3.4-rasm. Ўйя то'сиqli yarim uzluksiz tindirgich.

1 - qobiq; 2 - qiya to'siqlar;
3 - bunkerlar.

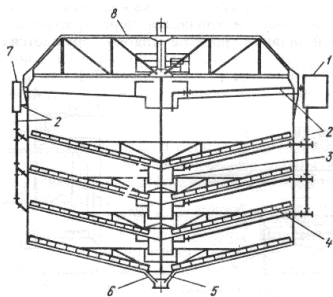


3.5-rasm. Eshkak aralashtirgichli uzluksiz ishlaydigan tindirgich.

1 - halkasimon tarnov; 2 - aralashtirgich; 3 - eshkak; 4 - lyuk;
5 - konussimon tub; 6 - silindrik qobiq

Eshkak aralashtirgichli, uzluksiz ishlaydigan tindirgich. Odatda bunday turdagi tindirgich konussimon tub 5 va silindrik qobiq 6 dan, hamda qurilmaning tepa qismidagi halqasimon tarnov 1 dan tarkib topgan bo'ladi (3.5-rasm). CHiqarish lyuki 4 ga cho'kmani uzatish uchun qiya parrakli aralashtirgich 2 da bir necha eshkaklar o'rnatilgan bo'ladi. Aralashtirgich $0,02...0,5 \text{ min}^{-1}$ chastota bilan aylanadi. Truba yordamida suspenziya silindrik qobiq o'rtasiga uzluksiz ravishda uzatiladi. Tozalangan suyuqlik halqasimon tarnovga quyiladi va so'ng tindirgichdan chiqariladi. Hosil bo'lgan shlam diafragmali nasos yordamida qurilmaning pastki qismidan so'rib olinadi. Agar, shlam tarkibidagi dispers faza qimmatli yoki kelgusi texnologik jarayonlar uchun yaroqli bo'lsa, u qayta ishlanishga yuboriladi.

Bu turdagi tindirgichlarda zichligi bir tekisda bo'lgan cho'kmalarga va uni samarali suvsizlantirishga erishsa bo'ladi. Eshkakli tindirgichlar kamchiligi, bu ularning qo'polligidir.



3.6-rasm. Ko'p qavatli tindirgich.

1 – taqsimlovchi moslama; 2 – trubalar; 3 – stakan; 4 – eshkakli aralashtirgich; 5 – to'kish konusi; 6 – qirg'ich; 7 – kollektor; 8 – rom.

Ko'p qavatli tindirgich. Bunday qurilmalar uzluksiz ishlaydi va bir-biri ustiga o'rnatilgan bir nechta eshkakli tindirgichlardan iborat (3.6-rasm). Har bir qavatlar orasida konussimon to'siqlar joylashtirilgan. Bu to'siqlar tufayli tindirgich yuzasi anchaga ko'payadi va natijada qurilma ixchamroq bo'ladi.

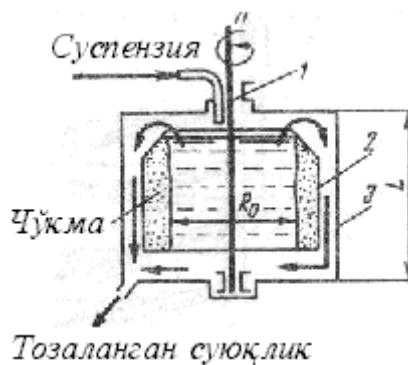
Tindirgich umumiy o'qga ega bo'lib, unga aralashtiruvchi eshkaklar joylashtiriladi. Suspenziya esa taqsimlovchi moslamadan trubalar orqali har bir qavat stakaniga uzatiladi. Tozalangan suyuqlik halqasimon tarnovlardan o'tib, kollektorda yig'iladi. Har bir yarus shlamni chiqarib yuborish stakanlari bilan ulangan. Yuqorida joylashgan har bir qavat stakanining pastki uchi quyi qavat shlamini ichiga kirib turadi. Shunday qilib, tindirgichning qavatlar shlam bo'yicha ketma-ket ulangan. Hosil bo'layotgan shlam faqat eng pastki qavatning ichida qirg'ich o'rnatilgan to'kish konusidan chiqariladi.

Emulsiyalarni uzluksiz ajratish tindirgichi bir necha qismdan iborat (3.7-rasm). Emulsiya qurilmaning chap qismiga beriladi va u erdan o'rta separatsion kameraga uzatiladi.

Chap to'siq 2 aralashma sathi balandligini rostlash imkonini beradi. Separatsion qismda boshlang'ich aralashma og'irlik kuch ta'sirida fazalarga ajraydi. Engil faza tepaga ko'tariladi va tindirgichning yuqorisidagi shtutserdan oqib chiqadi. Og'ir faza esa, o'ng



3.7-rasm. Emulsiyalarni uzluksiz ajratish uchun tindirgich.



1 - qobiq; 2 - chap to'siq;
3 - o'ng to'siq.

3.8-rasm. CHo'ktiruvchi sentrifuga.
1 – o'q; 2 - rotor; 3 – qobiq.

Tayanch iboralar: ko'pil, emulsiya, suspenziya, markazdan qochma kuch

Mavzuni mustahamlash uchun savollar:

1. Suspenziya qanday fazalardan iborat?
2. Ko'pik qanday ajratiladi?

Adabiyotlar ro'yxati

-
1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
 2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
 3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
 2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
 3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
 4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
 5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
 6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
 7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protssesi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
 8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
 9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishla

rigaqo'llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniypraktikum pogidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessy i apparatiximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonny: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessy i apparatipishevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8 th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering , 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David Jm Ende 2010
5. Guidance for Industry Process Validation ; General Principles and practices 2011

6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. Proceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №8

Turli jinsli sistemalarni ajratish. Turli jinsli sistemalarni filtrlash. Filtrlash usullari.
Filtr qurilmalari.

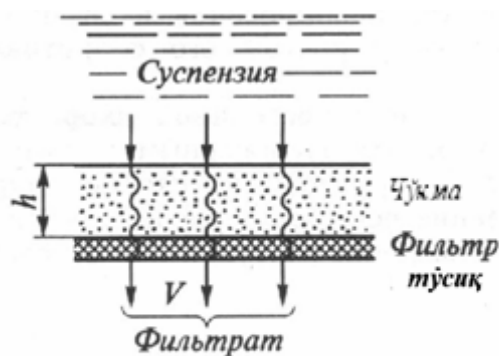
REJA

1. Turli jinsli sistemalarni ajratish.
2. Turli jinsli sistemalarni filtrlash.
3. Filtrlash usullari.
4. Filtr qurilmalari.

FILTRLASH

3.9. Umumiy tushunchalar

Turli jinsli sistemalarni g'ovak filtr to'siqlar yordamida fazalarga ajratish jarayoniga **filtrlash** deyiladi. Filtr to'siqlar aralashmaning qattiq (dispers) fazasini ushlab qoladi, suyuq (dispersion) fazasini o'tkazib yuborish qobiliyatiga ega. Filtr to'siqlar yoki bundan buyon filtrlar sifatida g'ovakli materiallar qo'llaniladi (masalan, to'r pardalar, karton, gazlamalar, sochiluvchan materiallar, shag'al, qum, g'ovak polimer materiallar, keramika, metallokeramika va boshqalar).



**ФИЛЬТР ТЎСИҚ ВА ЧҲҚМА ҚАТЛАМИ
ОРҚАЛИ СУЮҚЛИКНИНГ ҲҲНИН СХЕМАСИ.**

Filtrlash jarayonibosimlarfarqiyokimarkazdan qochmakuchlarmaydonita'sirida amalgaoshiriladi.

Filtrlashintensivligisuspenziyasifati, ya'nidispersfazacho'kmasiqarshiliginingmiqdoriga, shilimshiqvakolloidmoddalarbor-yo'qligabog'liqdir. karton,

Turlijinslisistemalarniajratishpaytidafiltrkonstruksiyasiyokifiltrlovchisentrifuga, filtrto'siqva filtrlash rejimlarinitanlashzaruratitug'iladi.

Kimyo, oziq - ovqat va boshqa sanoatlarda cho'kma hosil qilish yo'li bilan filtrlash keng tarqalgan.

Masalan, shakarpazlikda filtrlash qiyomlarni tozalash, cho'kmani saturatsion sharbatdan ajratish uchun qo'llaniladi. Pivo pishirishda esa, ushbu jarayon suslodan **qattiq fazani** ajratish va tayyor mahsulotni tindirish uchun ishlatiladi. Undan tashqari, vinopazlik, liker – aroq va sharbatlar ishlab chiqarish sanoatlarida filtrlash jarayonidan keng miqyosda foydalaniladi.

Kimyo, non pishirish, tegirmon va spirt sanoatlarida gazlarni tozalash uchun filtrlash jarayoni ishlatiladi.

Filtrlash jarayonida siqiluvchi va siqilmaydigan cho'kmalar hosil bo'ladi. Siqiluvchi cho'kma zarrachalari bosim ortishi bilan qatlam deformatsiyaga uchraydi va uning o'lchami kamayadi. Siqilmaydigan cho'kmada bosim ko'payishi bilan qatlam shakli va o'lchami uzgarmaydi.

Amalda filtrlashdan keyin quyidagi qo'shimcha jarayonlar qo'llaniladi:

- a) cho'kmani yuvish;
- b) cho'kmani havo yoki inert gazlar oqimi bilan tozalash;
- v) cho'kmani quritish;

Filtrlash jarayonining unumdorligi va olingan filtratning tozaligi filtr to'siqlar xususiyatlariga bog'liq. Filtr to'siqlar g'ovak, teshiklari katta va gidravlik qarshiligi kichik bo'lishi kerak. Filtr to'siqlar tuzilishiga qarab egiluvchan va egilmas bo'ladi.

Filtr to'siqlar tepa va ostki qismidagi bosimlarning farqi filtrlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi deb hisoblanadi.

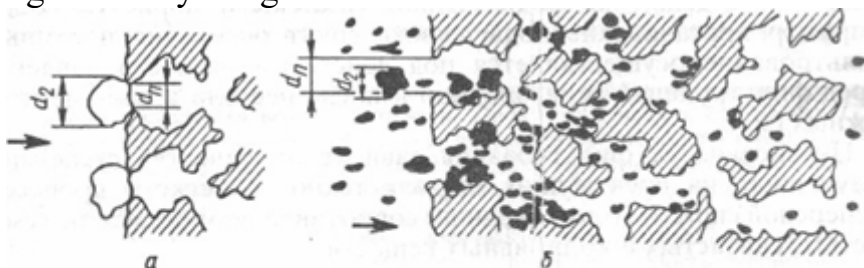
Harakatlantiruvchi kuchlar turiga qarab filtrlash jarayoni ikki guruhga bo'linadi: a) bosimlar farqi ta'sirida ajratish (filtrlash); b) markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish (sentrifugalash).

3.10. Filtrlash turlari

Turli jinsli sistemalarni ajratish paytida filtr to'siq turi va suspenziya xossalariga qarab, filtr to'siq yuzasida cho'kma hosil qilish, filtr kovaklarini to'ldirish va ham birinchi, ham ikkinchi hodisalar birgalikda kelgan (oralik) holatlarda filtrlash jarayoni sodir bo'lishi mumkin.

Filtr to'siq yuzasida cho'kma hosil qilib filtrlash jarayoni qattiq jism zarrachalarining diametri d_e , kovak diametri d dan katta bo'lganda ro'y beradi (3.14a-rasm).

Bu usul suspenziya tarkibidagi qattiq faza konsentratsiyasi 1% (mass) dan ortiq bo'lganda qo'llaniladi, chunki bunda filtr to'siq kovagiga kirish joyida gumbazchalar hosil bo'lishi uchun qulay sharoitlar yaratiladi. Gumbazchalar hosil bo'lishi, cho'kish tezligi va suspenziya konsentratsiyasining ortishiga imkoniyat tug'diradi.



3.14-расм. Фильтрлаш схемаси.

- 1 - чўкма ҳосил қилиб филтрлаш;
- 2 - тўсиқ ковакларини тўлдириб

Kovaklarni to'ldirish usulida filtrlash (3.14b-rasm) filtr to'siq kovaklariga qattiq zarrachalar kirib to'ldirganda ro'y beradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, filtrlash jarayonining boshlang'ich davridayoq, qattiq zarrachalar to'siq kovaklarini to'ldirib boshlaydi. Bu hodisa, albatta filtr qurilmalar ish unumdorligini pasaytiradi. Jarayonni kerakli darajada ushlab turish uchun filtr to'siqni birinchi holatini tiklash, ya'ni filtrlashga yaroqli qilish kerak. Buning uchun to'siqlar suyuqlik oqimi bilan yuviladi yoki to'siq metallardan yasalgan bo'lsa, qizdirib kuydiriladi.

Oraliq filtrlash usuli bir vaqtning o'zida ham filtr to'siq yuzasida cho'kma hosil qilish, ham kovaklarni to'ldirib, filtrlash usullari ro'y berganda amalga oshadi.

Ushbu usulda kichik konsentratsiyali suspenziyalarni filtrlash jarayoni tezligini oshirish uchun qo'shimcha moddalar ishtirokida olib boriladi. Jarayondan avval filtr to'siq yuzasi qo'shimcha modda bilan qoplanadi. Qo'shimcha moddalardan qilingan qoplama to'siq kovaklarini to'lib qolishdan

saqlaydi. ʁoʻshimcha moddalar sifatida oʻta mayin koʻmir, perlit, asbest, kizelgur, fibroflo, askanit va boshqa materiallar qoʻllanilishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, filtrlash jarayoni intensivligi va filtr qurilmaning ish unumdorligi filtrlash tezligiga bogʻliqdir.

3.11. Filtrlash jarayonining nazariy asoslari

Filtr toʻsiqning pastki va tepa qismlaridagi bosimlar farqiga yoki markazdan qochma kuchga filtrlash jarayonini harakatga keltiruvchi kuchi deb aytiladi.

Bosimlar farqini turli usullar: filtr toʻsiqning tepa boʻshligʻida ortiqcha bosim barpo etish yoki pastki qismini vakuum trubaga ulash yoʻli bilan hosil qilish mumkin. Bunday holatlarda filtrlash oʻzgarmas bosimlar farqida boradi va jarayon tezligi bosimlar farqiga toʻgʻri va choʻkma qatlami qarshiligiga teskari proporsionaldir.

Filtrlash jarayoni esa quyidagi kinetik tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu(R_q + R_{\phi m})} \quad (3.40)$$

bu erda V - filtrat hajmi, m^3 ; F - filtrlash yuzasi, m^2 ; τ - filtrlash vaqti, s; Δp - bosimlar farqi, N/m^2 ; μ - dinamik qovushoqlik, $Pa \cdot s$; R_{ch} , R_{ft} - choʻkma va filtr toʻsiqlar qarshiligi, m^{-1} .

1 m^3 filtrat olinganda x_{ch} (m^3) miqdorda choʻkma hosil boʻladi deb qabul qilamiz. Unda,

$$x_q \cdot V = h_q F \quad (3.41)$$

bu erda h_{ch} - choʻkma qatlami balandligi, m.

Bu formuladan:

$$h_q = \frac{x_q \cdot V}{F}$$

Choʻkma qatlamining qarshiligi uning balandligiga proporsional deb faraz qilamiz.

$$R_0 = r_0 h_0 = \frac{r_0 x_0 V}{F} \quad (3.42)$$

bu erda r_0 - choʻkmaning solishtirma qarshiligi, m^{-2} .

Agar (3.42) ni (3.40) ga qo‘ysak, ushbu ko‘rinishga ega bo‘lamiz:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu \cdot \left(\frac{r_q x_q V}{F} + R_{\phi m} \right)} \quad (3.43)$$

(3.43) tenglik filtrlash jarayonining asosiy tenglamasi deb ataladi.

Filtr to‘siq qarshiligi hisobga olinmasa, quyidagi tenglama holatiga kelamiz

$$r_q = \frac{\Delta p}{\mu h_q \cdot w} \quad (3.44)$$

bu erda w - filtrlash tezligi.

Filtrlash jarayonining boshlang‘ich fursati uchun, ya‘ni $V = 0$ da, $R_{ft} = \square r / (\square w)$.

$\square r = \text{const}$ bo‘lgan holat uchun (3.43) tenglamani integrallasak ($0 - V$ va $0 - \square$ oralikda), ushbu tenglama kelib chiqadi:

$$V^2 + 2 \frac{R_{\phi m} \cdot F}{r_0 x_0} \cdot V = 2 \frac{\Delta p F^2}{\mu r_q x_q} \cdot \tau \quad (3.45)$$

Olingan ushbu tenglama siqiladigan va siqilmaydigan cho‘kmalar uchun qo‘llasa bo‘ladi va u filtrat hajmi ortishi bilan filtrlash tezligi kamayishini ko‘rsatadi.

(3.45) tenglamani filtrlash vaqti $\square$ ga nisbatan echsak, ushbu ifodaga erishiladi:

$$\tau = \frac{\mu x_q r_q}{2 \Delta p} \left(\frac{V}{F} \right)^2 + \frac{R_{\phi m} \cdot V}{\Delta p \cdot F} \quad (3.46)$$

yoki (3.41) ni hisobga olsak

$$\tau = \frac{\mu r_q}{2 \Delta p x_q} h_q^2 + \frac{R_{\phi m}}{\Delta p x_q} h_q \quad (3.47)$$

SHunday qilib, filtrlash vaqti olingan filtrat hajmi kvadratiga to‘g‘ri proporsionaldir.

Oxirgi tenglamani filtrning solishtirma ish unumdorligi ($V_f = V/F$) ga nisbatan echsak, quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lamiz:

$$V_f = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\mu x_q r_q} \tau + \left(\frac{R_{\phi m}}{\mu x_q r_q} \right)^2} - \frac{R_{\phi m}}{\mu x_q r_q} \quad (3.48)$$

Qzgaras tezlik $w = \text{const}$ holat uchun (3.43) dan ushbu tenglamani olamiz:

$$V^2 \mu x_q r_q + R_{\phi m} V F \mu = \Delta F^2 \tau \quad (3.49)$$

yoki

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

bu tenglamadan:

$$\Delta p = \mu x_q r_q \left(\frac{V}{F} \right)^2 \frac{1}{\tau} + \mu R_{\phi m} \left(\frac{V}{F} \right) \frac{1}{\tau} \quad (3.50)$$

yoki

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

SHunday qilib, filtrlash vaqti ortishi bilan bosimlar farqi ko'payadi:

$$\tau = \frac{\mu x_q r_q}{\Delta p} \left(\frac{V}{F} \right)^2 + \frac{R_{\phi m}}{\Delta p} \frac{V}{F} \quad (3.51)$$

ya'ni olingan filtrat hajmi kvadratiga to'g'ri proporsional.

Filtrning solishtirma ish unumdorligi (m^3/m^2):

$$V_f = \sqrt{\frac{\Delta p}{\mu x_q r_q} \tau + \left(\frac{R_{\phi m}}{2 \mu x_q r_q} \right)^2} - \frac{R_{\phi m}}{2 \mu x_q r_q} \quad (3.52)$$

Amalda cho'kma hajmining filtrat hajmiga nisbati x_{ch} , cho'kma qatlamining solishtirma hajmiy qarshiligi r_{ch} va filtr to'siq qarshiliklari tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Agar, $F = 1 \text{ m}^2$ bo'lgan hol uchun (3.45) tenglamani ushbu ko'rinishda yozish mumkin:

$$V^2 + 2CFV = 2KF^2\tau \quad (3.53)$$

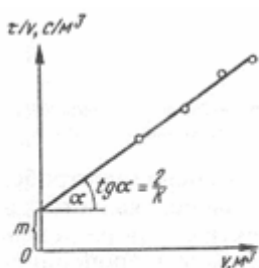
bu erda S - filtr to'siq gidravlik qarshiligini xarakterlovchi filtrlash konstantasi, m^3/m^2 ; K - filtrlash rejimi va suyuqlikdagi cho'kmaning fizik-kimeviy xossalarini hisobga oluvchi filtrlash konstantasi, m^2/s .

$$C = \frac{R_{\phi m}}{r_u \cdot x_u} \quad (3.54)$$

$$K = \frac{2\Delta p}{\mu r_u x_u} \quad (3.55)$$

Agar, (3.53) tenglamaga o'zgartirish kiritsak, ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{\tau}{V} = \frac{2V}{K} + \frac{2C}{K} \quad (3.56)$$



**3.15-рasm. Фильтрация
константасини
аниқлашга доир.**

Ko'rinib turibdiki, (3.56) tenglik abssissaga $\square$ qiya burchak ostida joylashgan to'g'ri chiziqli tenglamasi. Ushbu burchak tangensi $tg \square = 2/K$ teng va u ordinata o'qida $m = 2S/K$ kesmani ajratadi (3.15-rasm).

Ushbu to'g'ri chiziqli qurish uchun abssissa o'qiga o'lchangan $V_1, V_2, \dots, V_n$ qiymatlari, ordinata o'qiga esa - $\square_1/V_1, \square_2/V_2, \dots, \square_n/V_n$ larning tegishli qiymatlari qo'yiladi.

So'ng, aniqlangan K va S qiymatlar yordamida (3.54) va (3.55) tenglamalardan r_{ch} va R_{ft} lar topiladi. Cho'kma va filtrat hajmlarini o'lchash natijasida esa - x_{ch} qiymati topiladi.

3.12. Filtrlar

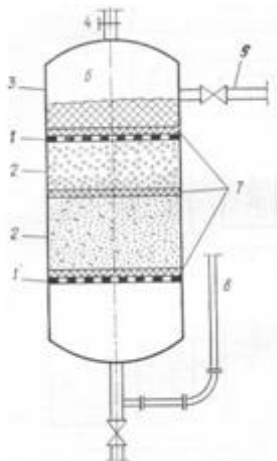
Ishlash prinsipiga qarab, filtrlar quyidagilarga bo'linadi: o'zgarmas bosimlar farqi yoki o'zgarmas filtrlash tezligida ishlaydigan filtrlar; filtr to'siqda hosil qiladigan bosimlar farqiga qarab, vakuum yoki ortiqcha bosim ostida ishlaydigan qurilmalar; jarayonni tashkil etishga qarab, uzlukli yoki uzluksiz ishlaydigan qurilmalar.

Bosim ostida ishlaydigan qurilma bir necha turga, ya'ni gidrostatik bosim, nasos yoki kompressor yordamida hosil qilingan, vakuum va markazdan qochma kuch ta'sirida hosil bo'lgan bosimlarda ishlaydigan filtrlarga bo'linadi.

Texnologik maqsadlarga qarab, qurilmalar ikki turga bo'linadi: a) suyuqliklarni tozalash filtrlari; b) gazlarni tozalash filtrlari.

Filtr to'siqlarning turiga qarab, donasimon materiallar, turli gazlamalar va qattiq materiallar (keramika, to'r) yordamida turli jinsli sistemalarni tozalaydigan **filtrlarga** bo'linadi.

Ёumli filtr. Bu qurilma donasimon materialli filtrlar guruhiga oid (3.16-rasm).



3.16-рasm. Кумли филтр.

1 - турли дисклар; 2 - қум; 3 - қобик; 4 - ҳаво жўмрағи; 5 - суспензия кириш трубаси; 6 - пахта; 7 - филтрловчи тўқима; 8 - филтратни чиқариш трубаси.

Bu turdagi filtrlar suspenziya tarkibida qattiq faza miqdori kam bo'lgan hollarda, ya'ni oziq-ovqat sanoatida suvni filtrlash va liker-arok korxonalarida keng ko'lamda ishlatiladi.

Filtrning silindrik qobig'ida ikkita to'rli disk bo'lib, ular qurilmani 3 qismga ajratadi: yuqori - suspenziya oqibkiruvchi, o'rta - filtrllovchiva quyi - yig'uvchi. Ikkaladiskorasidafiltrllovchiqumqatlamijoylashganbo'lib, uyirikvamaydafraksiyalardaniboratbo'ladi. Fraksiyalar filtr to'qima bilan ajratilgan. YUqori va quyi disklar ham filtr to'qima bilan qoplangan bo'ladi. Filtrlanuvchi suyuqlik0,02....0,03 MPa bosimda qurilma tepasidan yuboriladi, filtrat esa pastki qismdan chiqariladi.

Filtrlash tezligi $250...750 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{soat})$.

Ushbu filtr tuzilishi sodda, filtrlash sifati esa – yuqori.

Lekin, hajm birligida filtrllovchi yuza kam va jarayon tezligi past bo'lgani uchun, filtrning ish unumdorligi juda kichik. Undan tashqari, filtr - qumni almashtirish qiyin va ko'p vaqt talab qiladi.

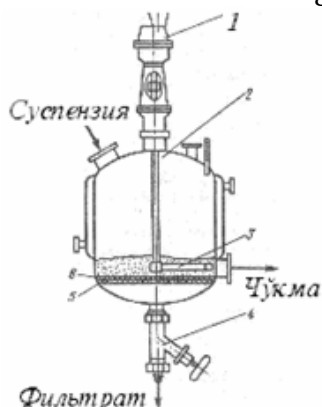
Nutch - filtr vakuum yoki ortiqcha bosim ostida ishlashi mumkin (3.17-rasm). Choʻkmani chiqarib tashlash uchun filtrga bir parrakli aralashtirgich oʻrnatilgan.

Suspenziya va siqilgan havo alohida shtutserlar orqali uzatiladi. Olingan filtrat esa, toʻkish jumragi 4 orqali chiqariladi. Undan tashqari, filtrga saqlovchi joʻmrak ham oʻrnatilgan.

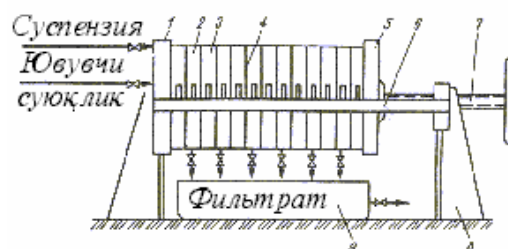
Filtrning ish sikli quyidagi bosqichlardan iborat: suspenziya bilan toʻldirish; bosim ostida filtrlash; filtr toʻsiqdan choʻkmani tushirish; filtr toʻsiqni qayta tiklash. Bunday filtrlarda choʻkmani yuvish jarayonini ham bir vaqtda oʻtkazsa boʻladi.

Suspenziyalarni filtrlash paytida filtr toʻsiq sifatida karton, belting va sintetik tolalarni qoʻllash mumkin. Sintetik tolalarning afzalligi shundaki, ular yuqori mexanik mustahkamlik, termik va kimyoviy chidamlilikka ega. Sintetik tolalardan, zichligi asta - sekin oʻzgaradigan, filtr toʻsiqlar tayyorlash mumkin.

Bunday filtr qattiq faza miqdori kam boʻlgan suspenziyalarni filtrlashda juda qoʻl keladi, chunki zarrachalar uning butun balandligi boʻylab choʻkadi. Filtrning tashqi qatlamida yirik, ichki qatlamlarida esa mayda zarrachalar ushlanib qoladi. Bunday selektiv filtrlash jarayon tezligi yuqori boʻlishi, kovakchalar yuzasini toʻlib qolish oldini oladi va filtrning xizmat muddatini uzaytiradi.



3.17-расм. Аралаштиригич нутч - филтр.
1-узатма; 2-филтр қобиги; 3-аралаштиригич; 4-тўқиб жўмраги; 5-филтр тўсиқ; 6-филтрловчи тўқима.

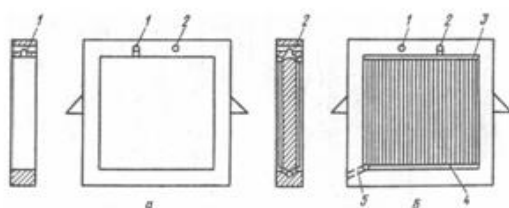


3.18-расм. Ромли филтр-пресс.
1 - таянч плита, 2 - ром; 3 -плита; 4 - филтр тўсиқ; 5 - ҳаракатчан плита; 6 - горизонтал йўналтирувчи; 7 - винт; 8 - станина; 9 - тарнов.

Romli filtr - press. Bunday filtrlar suspenziyalar (masalan: vino, pivo, sut mahsulotlar) ni tozalash uchun qoʻllaniladi (3.18-rasm).

Filtrlovchi blok orasida filtr toʻqima yoki karton joylashgan almashuvchi rom va plitalardan tashkil topgan. Rom va plitalar yoʻnaltiruvchi 6 da siquvchi vint 7 yordamida qisib qoʻyiladi. Odatda filtr metall stanina 8 da oʻrnatiladi.

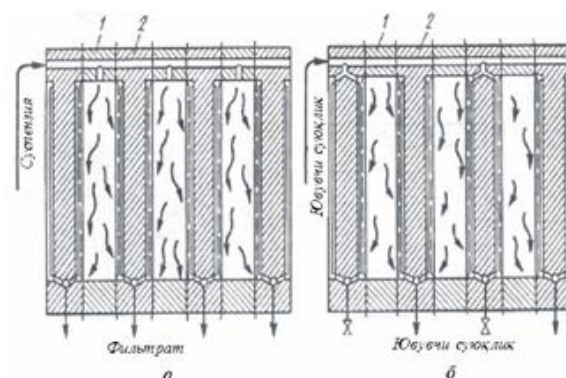
Har bir rom va plitada suspenziyani kiritish va yuvish suyuqligini chiqarish kanallari bor (3.19-rasm).



3.19-расм. Филтр - пресс ромн (а)

ва плитаси (б).

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



3.20-расм. Ромли филтр - пресс плитаси схема.

а - филтрлаш; б - чўкма ювиш;

1 - пом; 2 - плита.

Plitalarning ikkala tomonida yig'uvchi kanallar 4 bo'lib, yuqori qism drenaj va pastki qismi esa, aylanma kanallar bilan ulangan.

Suspenziya bosim ostida kanal orqali romning ichkarisiga filtr materialdan o'tadi (3.20 a-rasm), keyin esa yuzasidagi kanalchalar orqali pastga tushadi.

Filtrat plitaning pastki qismida joylashgan kanalcha orqali chiqib, umumiy tarnovga tushadi. Romning ikkala tomoni cho'kma bilan to'lganda, filtrlash jarayoni to'xtatiladi va teskari yo'nalishda yuqori bosimli suyuqlik yuborilib, cho'kma yuviladi va aylanma kanallar orqali chiqariladi. SHundan keyin yuvish uchun suv yuboriladi va jarayon tugagach plita chapga surilib, cho'kma to'kiladi. (3.20 b-rasm)

Filtr - pressning ish sikli ushbu jarayonlardan iborat: ishga tayyorlash; filtrlash; yuvish; cho'kmani to'kish. Davriy ishlaydigan filtr qurilmalarda yordamchi jarayonlarni bajarish uchun ish siklining 30% ga yaqin vaqti sarflanadi va cho'kmani to'kish ko'p mehnat talab qiladi. Bu turdagi filtrlarda filtr to'qimalar sarfi katta va ularni almashtirish qiyin. Uzlüksiz ishlaydigan qurilmalarda ushbu kamchiliklar bartaraf etilgan, chunki bu filtrlarda filtrlash, cho'kmani quritish, yuvish, ajratish jarayonlari bir vaqtda sodir bo'ladi.

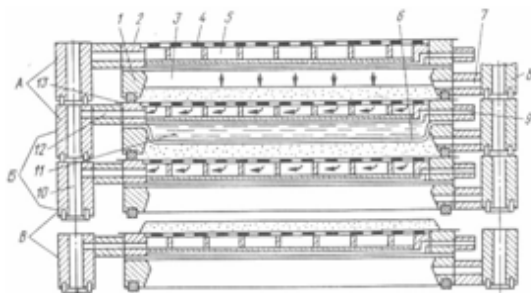
Filtr - press (FPAKM). Bunday filtrda cho'kmani to'kish mexanizatsiyalashgan. Ushbu qurilma kamerali, avtomatlashtirilgan filtr bo'lib, temperaturasi 80°S, konsentratsiyasi 10...500 kg/m³ li mayin dispers suspenziyalarni ajratish uchun qo'llaniladi. Bu turdagi filtr davriy ishlaydigan bo'ladi.

Ko'pincha bu filtr - presslarda bir - biriga zich joylashgan bir qator to'rtburchak shakldagi filtrlardan iborat (3.21-rasm).

To'rtburchak filtrlarning bunday joylashuvi solishtirma filtrlash yuzasining ko'payishiga olib keladi.

Agar filtr A holatda bo'lsa, kollektor 8 dan kamraga ajratish uchun suspenziya, yuvish uchun suyuqlik va cho'kmani qisman quritish uchun siqilgan havolar ketma - ket keladi. So'ng filtrat, yuvish suyuqligi va havo kanallar 12 orqali kollektor 10 ga chiqariladi.

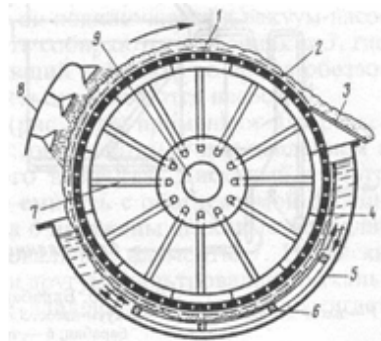
Filtrning **B** holatida kanallar 9 orqali bo'shliq 11 ga bosim ostida suv uzatiladi. Natijada egiluvchan elastik diafragma **G** yordamida cho'kma siqiladi. Undan keyin, **V** holatda plitalar suriladi va hosil bo'lgan tirqishlardan cho'kma to'kiladi.



3.21-рasm. Горизонтал камералли

фильтр - пресс (ФПКМ).

1-пастки плита; 2-тепа плита; 3-суспензия ва чўкма учун бўшлиқ; 4-тешикли диск; 5-филтрат учун бўшлиқ; 6-эгиловчан диафрагма; 7, 9, 12-каналлар; 8-суспензия учун коллектор;



3.22-рasm. Барабанли вакуум - фильтр.

1-тешикли барабан; 2-фильтр тўқима; 3-чўкмани кесиб турувчи пичок; 4-секция; 5-торора; 6-аралаштиргич; 7-труба; 8-суюқлик пўркагич;

Barabanli vakuum - filtr. Bu turdagi filtrlar konsentratsiyasi 50 ... 500 kg/m³ bo'lgan suspenziyalarni uzluksiz ravishda ajratish uchun ishlatiladi (3.22-rasm). Qattiq zarrachalar kristall, tolali amorf va kolloid tuzilishga ega bo'lishi mumkin. Filtr ish unumdorligi qattiq zarrachalar tuzilishiga bog'liq va yuqorida keltirilgan ketma - ketlikda pasayib boradi.

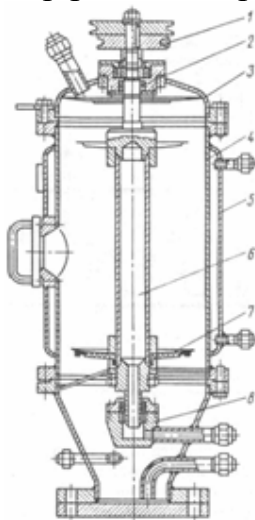
Filtrning asosiy qismi gorizontal baraban bo'lib, u elektr yuritkich yordamida asta - sekin aylantiriladi. Odatda uning 0,3...0,4 qismi suspenziyali tog'oraga tushib turadi. Tog'ora ichida silkinib turuvchi aralashtirgich suspenziya tarkibini bir xil bo'lishini ta'minlaydi, ya'ni uning tarkibidagi zarrachalarni cho'kmaga tushishiga to'sqinlik qiladi. Baraban ikkita silindrdan tuzilgan bo'ladi. Tashqi silindr elaksimon bo'lib, uning ustiga sim to'r tortilgan.

Sim to'rning usti esa, filtr to'qima bilan qoplangan. Barabanning filtrlovchi to'siqlaridan filtrat vakuum ostida so'rib olinadi. Filtrning ustida suspenziyadagi qattiq zarrachalar cho'kma qatlamini hosil qiladi. Bu cho'kma pichoq yordamida barabanning ustki qismidan uzluksiz ravishda kesib olinadi. Barabanning ichki qismi to'siqlar yordamida alohida sektorlarga bo'lingan. Kanallar esa filtrlash jarayonining hamma sikllarini bevosita filtr ishlashini boshqaruvchi bosh taqsimlagich bilan birlashtirilgan. Bosh taqsimlagichda ikkita disk bo'lib, biri aylanma harakat qilsa, ikkinchisi - qo'zg'almasdir. Qo'zg'almas diskdagi teshiklar trubalar orqali vakuum - nasos, hamda filtratni ajratib oluvchi va yuvuvchi suyuqlik bilan cho'kmani ajratish va filtr to'qimani tozalash uchun siqilgan havo beruvchi kompressor bilan ulangan bo'ladi.

Aylanuvchi diskning har bir teshigi birin-ketin qo'zg'almas diskning teshiklari bilan ulanadi. SHuning uchun baraban bir marta aylanganida, filtrlash jarayonining hamma bosqichlari bajariladi. Birinchi bosqichda baraban seksiyalari vakuum – nasos bilan ulanadi va filtrat idishga tushadi. Keyingi bosqichda baraban seksiyalari yuvuvchi suyuqlik bilan ulanadi va cho'kma yuviladi. Oxirgi bosqichda baraban seksiyalari siqilgan havo trubalari bilan ulanib, cho'kma quritiladi va filtrlash yuzasi tozalanadi.

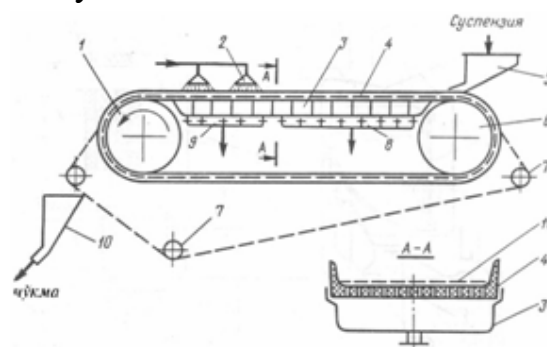
Bu turdagi filtrlarning ishchi yuzasi $5...150 \text{ m}^3$ bo'ladi. Kamchiliklari: filtrlash yuzasi katta bo'lgani uchun ko'p joy egallaydi; filtrning narxi qimmat bo'ladi.

Diskli filtr. Bu filtrlar mayin dispers suspenziyalarni ajratish uchun mo'ljallangan bo'lib, qo'shimcha moddalar o'tirindi qatlami bilan bosim ostida ishlaydi. Isitadigan g'ilofli vertikal idish ko'rinishiga ega bo'lgan diskli filtrlarda ishchi bosim - 0,5 MPa, g'ilof ichidagi bosim esa – 0,3 MPa. Filtr ichida g'ovak o'q 6 bo'lib unga metalldan yasalgan teshikli disk filtr element 7 lar o'rnatilgan (3.23-rasm). Disk-lar, o'z navbatida, polipropilen yoki boshqa filtr to'qima bilan qoplanib, halqasimon qiskichlar yordamida mahkamlanadi.



3.23-rasm. Diskli filtr.

1 - шкив; 2 - сальники
кristirma;
3 - қопқоклар; 4 - фильтр
қобик; 5 - филоф; 6 - ғовак ўқ;



3.24-rasm. Ленталы вакуум - фильтр.

1 - узатувчи барабан; 2 -
пуркагич; 3 - вакуум-
камера; 4 - резина лента; 5 -
нов; 6 - тарангловчи
барабан; 7 - тарангловчи
филдиракчалар; 8 -
фильтрат чикариш
коллектори; 9 - ювувчи

Diskli filtrlarda qisman quritilgan cho'kmani markazdan qochma kuch yordamida to'kish imkoniyati bor. Filtrlovchi disklar o'rnatilgan ichi bo'sh o'q elektr - yoki gidravlik yuritkich yordamida aylantiriladi. O'qning aylanish chastotasi 250 min^{-1} bo'lib, teflon salnik yordamida zichlanadi.

Filtrlashdan avval suspenzatorida qo'shimcha moddalardan suspenziya tayyorlanadi va filtrlovchi elementlarga o'tirindi cho'kma hosil qilinadi. Buning uchun, filtrlovchi elementlarda 15...30 mm qalinlikda o'tirindi cho'kma paydo bo'lmaguncha, nasos yordamida tayyor suspenziya uzatiladi.

Filtrat filtrlovchi diskdan o'tib, g'ovak o'qdagi teshiklar orqali ichi bo'sh o'qga tushadi va filtrdan suspenzatorga chiqariladi. Xuddi shu yo'sinda suspenziya filtrlanadi. Jarayon tugagandan so'ng, cho'kma yuviladi va havo yordamida qisman quritiladi.

Lentali filtr. Bu filtr rom, uzatuvchi 1 va taranglovchi 6 barabanlardan, hamda ikki baraban orasiga tortilgan teshikli, cheksiz uzunlikdagi rezina lenta 4 dan tarkib topgan (3.24-rasm).

Teshikli rezina lenta ostida vakuum - kamera 3 bo'lib, u pastki qismi bilan filtrat 8 va yuvuvchi suyuqlik chiqarish kollektorlari 9 bilan ulangan. Hosil qilinayotgan vakuum hisobiga lenta vakuum - kameraning tepa qismiga yopishib turadi.

Filtr to'qima esa, taranglovchi g'ildirakchalar 7 yordamida cheksiz rezina lentaga siqib qo'yiladi.

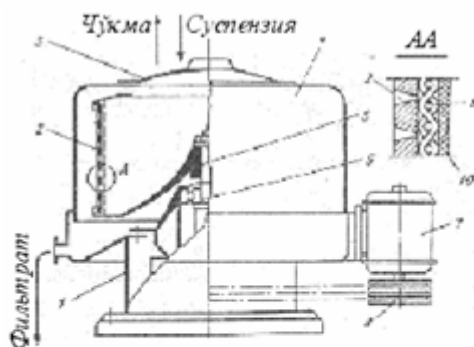
Filtr to'qimaga nov 5 dan suspenziya uzatiladi. Filtrat vakuum ostida kameralarga va kollektor orqali yig'gichga yuboriladi. Hosil bo'lgan cho'kmaga purkagich 2 dan yuvuvchi suv beriladi va kameralarga so'rib olinib, so'ng kollektor 9 orqali yig'gich 10 ga chiqariladi.

Uzatuvchi barabanda filtr to'qima rezina lentadan ajraydi va yo'naltiruvchi g'ildirakchani aylanib o'tadi. SHunda, cho'kma filtr to'qimadan sirpanib tushadi va cho'kma yig'gichga to'kiladi. Filtr to'qima ikkita g'ildirakcha 7 lar orasidan o'tguncha yuviladi, quritiladi va tozalanadi.

Filtrlovchi sentrifugalar davriy va uzluksiz ishlaydigan bo'lib, o'qining joylashiga qarab vertikal va gorizontal bo'ladi. Jarayon mobaynida hosil bo'ladigan cho'kmani to'kishiga qarab - qo'lda to'kadigan, gravitatsion, markazdan qochma va uzilib - uzilib to'kadigan sentrifugalarga bo'linadi.

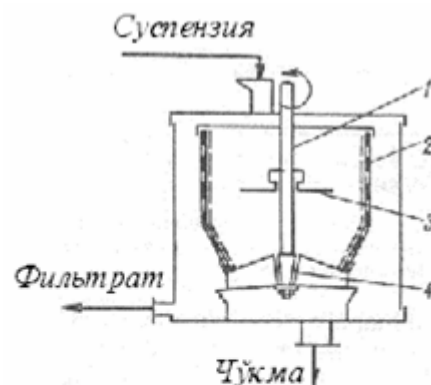
Davriy ishlaydigan filtrlovchi sentrifugada suspenziya baraban tepasidan yuklanadi (3.25-rasm). Suspenziya yuklangandan so'ng baraban harakatga keltiriladi, ya'ni aylantirib boshlanadi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suspenziya baraban devoriga uloqtiriladi. Suyuq dispersion faza filtr to'siq orqali o'tadi, cho'kma esa unda ushlanib qoladi. Filtrlash sikli tugaganda so'ng, cho'kma qopqoq 3 orqali qo'l yordamida olib tashlanadi.

CHO'kmani o'zi to'kadigan sentrifugada cho'kma gravitatsion kuch ta'sirida qurilmadan chiqarib yuboriladi (3.26-rasm).



**3.25-расм. Даврий ишлайдиган
фильтрловчи центрифуга.**

1 - станина; 2 - тешикли
барабан; 3 - қопқоқ; 4 -қобик; 5
- гупчак; 6 - подшипник; 7 -
электр юриткич; 8 - камар



**3.26-расм. Чўкmani гравитацион куч
таъсирида тўкадиган
центрифуга.**

1 - ўқ; 2 - барабан; 3 -
тақсимловчи диск; 4 -
таянч втулка.

Odatda bunday sentrifugalар teshikli baraban oʻrnatilgan vertikal oʻqli qilib yasaladi. Baraban kichik chastota bilan aylanganda suspenziya yuklovchi diskka beriladi. Barabanning pastki qismi konussimon shaklda boʻlib, konuslik burchagi choʻkmaning tabiiy qiyalik burchagidan ortiq qilinadi. Filtrlash sikli tamom boʻlganda va baraban toʻliq toʻxtaganidan soʻng ogʻirlik kuchi taʼsirida choʻkma baraban devoridan sirpanib tushadi va qurilma tubidagi shtutser orqali chiqariladi.

Uzluksiz ishlaydigan, markazdan qochma kuch taʼsirida choʻkmani toʻkadigan sentrifuga konussimon teshikli baraban va uning ichida aylanuvchi shneklardan tarkib topgan. SHnekning aylanish tezligi barabannikidan ozgina kam boʻladi. SHnek aylanishi davrida uning oʻramlari barabanda oʻtirib qolgan choʻkmani pastga olib tushadi. CHOʻkmani toʻkish markazdan qochma kuch taʼsirida amalga oshiriladi. SHuni alohida taʼkidlash kerakki, markazdan qochma kuch taʼsirida toʻkish paytida choʻkma maydalanmaydi va uning tuzilishi buzilmaydi.

Tayanch iboralar

Filtr, filtr toʻsiqlar, filtrat, filtrlash tezligi

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Filtrlash tezligi qanday topiladi?
2. Qanday qarshiliklar filtrlashga taʼsir koʻrsatadi?

Adabiyotlar roʻyxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G.,

Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsion noykolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishevi x proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. proceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №9

Issiqlik almashinish jarayonlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Temperatura maydani va gradienti. Fur'e qonuni.

REJA

1. Issiqlik almashinish jarayonlari.
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik.
3. Temperatura maydani va gradienti.
4. Fur'e qonuni.

Issiqlik o'tkazish

4.1. Umumiy tushunchalar

Temperaturasi yuqori bo'lgan jismdan temperaturasi past jismga issiqlikning o'z - o'zidan, qaytmas o'tish jarayoniga issiqlik almashinish deyiladi.

Jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi, bu har xil temperaturali bo'lgan jismlarning temperaturalar farqidir. Termodinamikaning 2-qonuniga binoan, issiqlik har doim temperaturasi yuqori jismdan temperaturasi past jismga o'tadi.

Issiqlik (issiqlik miqdori) – bu issiqlik almashinish jarayonining energetik xarakteristikasi bo'lib, jarayon mobaynida uzatilgan yoki olingan energiya miqdori bilan belgilanadi.

Issiqlik almashinish jarayonida ishtirok etuvchi jismlar issiqlik tashuvchi eltkich yoki issiqlik eltkich deb nomlanadi.

Issiqlik o'tkazish – issiqlik energiyasining tarqalish jarayonlari to'g'risidagi fan.

Issiqlik almashinish jarayonlariga isitish, sovitish, kondensatsiyalash, bug'lanish va bug'latishlar kiradi. Ushbu jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan qurilmalar issiqlik almashinish qurilmalari deb ataladi.

Ma'lumki, issiqlik almashinish jarayonlarida kamida 2 ta turli temperaturali muhitlar ishtirok etadi. O'z issiqlik energiyasini uzatuvchi, yuqori temperaturali muhit - issiqlik eltkich deb atalsa, issiqlik energiyasini qabul qiluvchi past temperaturali muhit esa-sovuqlik eltkich deb ataladi.

Issiqlik va sovuqlik eltkichlar kimyoviy bardoshli bo'lishi, qurilmalarini emirmasligi va uning devorlarida qattiq, g'ovak, quyqa hosil qilmasligi kerak. SHuning uchun, issiqlik yoki sovuqlik eltkichlarni tanlashda jarayon temperaturasi, narxi va ularni qo'llanish sohalari kabi ko'rsatgichlarga katta ahamiyat berish kerak.

Temperaturasi turli bo'lgan muhitlar orasida issiqlik o'tkazish turg'un va noturg'un sharoitlarda amalga oshishi mumkin.

Turg'un jarayonlarda qurilmaning temperatura maydoni vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi. Noturg'un jarayonlarda esa, vaqt o'tishi bilan temperatura o'zgaradi.

Uzluksiz ishlaydigan qurilmalarda jarayonlar turg'un boradi, uzlukli (davriy) ishlaydigan qurilmalarda esa – jarayonlar noturg'un bo'ladi. Undan tashqari, davriy ishlaydigan qurilmalarni yurgizish va to'xtatish, hamda ish rejimlari o'zgargan hollarda noturg'un jarayonlar sodir bo'ladi.

Issiqlik o'tkazish jarayonining asosiy kinetik xarakteristikalari bo'lib, o'rtacha temperaturalar farqi, issiqlik o'tkazish koeffitsienti va uzatilayotgan issiqlik miqdorlari hisoblanadi.

4-1 jadval

Issiqlik (sovuqlik) eltkichlarning eng keng tarqalgan turlari

t/r	Issiqlik eltkichning nomi	Ishchi sharoitlar	
		Temperatura, °S	Bosim, MPa
1.	Geliy	□ -272	□ 0,1
2.	Vodorod	□ -257	□ 1,0
3.	Azot, kislorod, havo	□ -210	□ 20,0
4.	Metan	-100...-160	□ 4,0
5.	Etan, etilen, freonlar	-70...-150	□ 4,0
6.	Ammiak, oltingugurt va uglerod	0...-70	□ 1,5
7.	dioksidi, freon -12,22	0...-65	□ 0,1
8.	Etilenglikol	0...-50	□ 0,1
9.	Kalsiy xlorid eritmasi	0...-10	□ 0,3
10.	Freon –11, 21, 113, 114	0...-100	0,1
11.	Suv	100...374	0,1...22,5
12.	To'yingan suv bug'i	0...250	0,1...4,0
13.	Gazoyl	200...300	0,1
	Difenil, difeniloksid, difenil	260...350	0,1...0,6
14.	aralashmalari (yuqori temperaturali	320	0,1
15.	organik issiqlik eltkichlar)	400	0,1
16.	Silikonlar (yuqori molekulali kremniy	150...530	0,1
17.	organik birikma)	420...1000	0,1
18.	Qalay va surmalarning qo'rg'oshin	□ 1500	0,1
19.	bilan qotishmasi	□ 3500	0,1
	HTS quyuq eritmasi (40% NaNO ₂ , 17% NaNO ₃ va 53% KNO ₃)		
	Tutun gazlari		
	Qattiq issiqlik eltkichlar (shamot, alund va hokazo)		
	Gazlardan elektr razryadi o'tganda hosil bo'lgan gazlar		

Issiqlik almashinish qurilmalarini hisoblashda quyidagi parametrlar topiladi:

1. Issiqlik oqimi (qurilmaning issiqlik yuklamasi), ya'ni issiqlik miqdori Q hisoblanadi. Issiqlik oqimini aniqlash uchun issiqlik balansi tuziladi va u Q ga nisbatan echib topiladi;

2. Berilgan vaqt ichida zarur issiqlik miqdorini uzatishni ta'minlovchi qurilma-ning issiqlik almashinish yuzasi aniqlanadi.

Buning uchun issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan foydalaniladi.

Issiqlik asosan 3 usulda uzatilishi mumkin. Issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va issiqlik nurlanishi.

4.1.1. Issiqlik balansi

Temperaturasi yuqori issiqlik eltkichdan berilayotgan issiqlik miqdori Q_1 temperaturasi past eltkichni isitish uchun Q_2 va ma'lum bir qismi qurilmadan atrof muhitga yo'qotilayotgan issiqlik o'rnini to'ldirish uchun $Q_{yo'q}$ sarf bo'ladi. Odatda, issiqlik qoplamali qurilmalar uchun $Q_{yo'q}$ miqdori foydali issiqlik miqdorining 3...5% ni tashkil etadi. SHuning uchun, bu turdagi qurilmalarni hisoblashda $Q_{yo'q}$ ni e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Unda, issiqlik balansi quyidagi tenglik bilan ifodalanishi mumkin:

$$Q = Q_1 = Q_2 \quad (4.1)$$

bu erda Q - qurilmaning issiqlik yuklamasi.

Agar, issiqlik eltkichning massaviy sarfi G_1 , uning qurilmaga kirish entalpiyasi I_{1b} va chiqishdagisi esa I_{1ch} , sovuqlik eltkichning sarfi G_2 qurilmaga kirishdagi entalpiyasi I_{2b} v chiqishdagisi I_{2ch} bo'lganda (4.1) tenglikni ushbu ko'rinishda yozish mumkin:

$$Q = G_1(I_{1\sigma} - I_{1u}) = G_2(I_{2u} - I_{2\sigma}) \quad (4.2)$$

Agar, issiqlik almashinish jarayonida issiqlik eltkichning agregat holati o'zgarmasa, unda uning entalpiyasi ushbu ko'rinishda ifodalanadi:

$$\begin{aligned} I_{1\sigma} &= c_{1\sigma} t_{1\sigma} & I_{1u} &= c_{1u} t_{1u} \\ I_{2u} &= c_{2u} t_{2u} & I_{2\sigma} &= c_{2\sigma} t_{2\sigma} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Odatda, texnik hisoblarda ma'lum temperatura uchun entalpiya qiymati jadval va diagrammalardan topiladi.

Agar, ikkala eltkichning solishtirma issiqlik sig'implari (S_1 va S_2) temperaturaga bog'liq emas deb hisoblansa, unda issiqlik balansining tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$Q = G_1 c_1 (t_{1o} - t_{1u}) = G_2 c_2 (t_{2u} - t_{2o}) \quad (4.4)$$

4.1.2. Temperatura maydoni va gradienti

Muhitlarda issiqlik oqimi va temperaturaning taqsimlanishi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash issiqlik almashinish nazariyasining asosiy vazifalaridan biridir.

Tekshirilayotgan muhitning hamma nuqtalari uchun istalgan biror vaqtdagi temperatura qiymatlari majmuiga *temperatura maydoni* deyiladi.

Eng umumiy holatda ma'lum bir nuqtadagi temperatura t shu nuqtaning koordinatalari (x, y, z) bog'liq bo'ladi va vaqt τ o'tishi bilan o'zgaradi. Demak, temperatura maydonini ushbu funksiya bilan ifodalash mumkin:

$$t = f(x, y, z, \tau) \quad (4.5)$$

Ushbu bog'liqlik turg'un temperatura maydonini ifodalovchi tenglamadir.

Xususiyl holatda (4.5) tenglama faqat fazoviy koordinatalar funksiyasi bo'ladi, ya'ni:

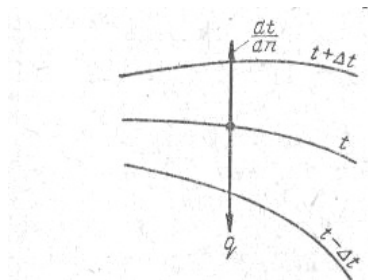
$$t = f(x, y, z) \quad (4.6)$$

va unga tegishli turg'un temperatura maydonini ifodalaydi.

Agar, jismda biror tekislik o'tkazilsa va ushbu tekislikdagi bir xil temperaturali nuqtalarni birlashtirsak, o'zgarmas temperaturali chiziq (izoterma) ga ega bo'lamiz. Temperaturasi bir xil nuqtalardan tashkil topgan jismning yuzasi izotermik yuza deb nomlanadi.

Ikkita bir-biriga yaqin joylashgan izotermik yuzalarning temperaturalar farqi Δt bo'lsa, ular orasidagi eng qisqa masofa Δn bo'ladi (4.1-rasm). Agar,

ikkala izotermik yuzalar bir-biriga yaqinlashib borsa $\frac{\Delta t}{\Delta n}$ nisbat ushbu chegaraga intiladi:



$$\lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{\partial t}{\partial n} = \text{grad } t \quad (4.7)$$

4.1-rasm. Temperatura gradientini aniq-lashga oid.

Izotermik yuzaga normal bo'yicha yo'nalgan temperatura hosilasi temperatura gradienti deb nomlanadi.

Temperatura gradienti vektor kattalikdir.

Temperatura gradienti nolga teng bo'lmagan ($gradt \neq 0$) sharoitdagina issiqlik oqimi hosil bo'lishi mumkin. Ma'lumki, issiqlik oqimi har doim temperatura gradienti chizig'i bo'ylab harakat qiladi. Lekin, uning harakat yo'nalishi temperatura gradientiga qarama-qarshi bo'ladi.

4.2. Issiqlik o'tkazuvchanlik

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

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau \quad (4.8)$$

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

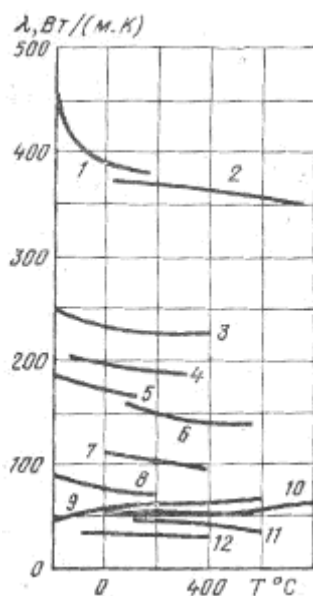
$$[\lambda] = \left[\frac{dQ \partial n}{\partial t dF \cdot d\tau} \right] = \left[\frac{K \cdot M}{K \cdot M^2 \cdot c} \right] = \left[\frac{Bm}{M \cdot K} \right]$$

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

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

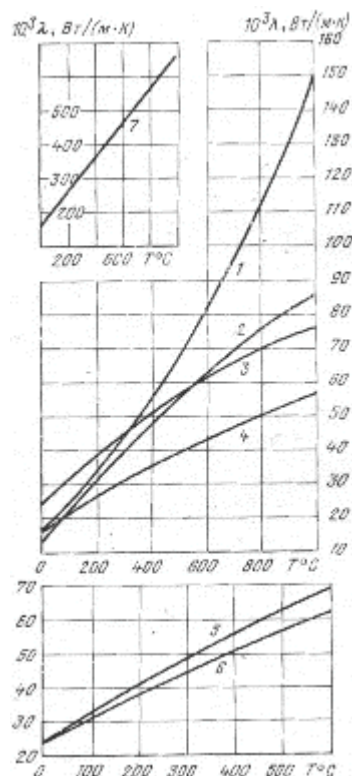
- gazlar uchun $0,005 \div 0,5 \text{ Vt/(m}^2\text{K)}$;
- suyuqliklar uchun $0,08 \div 0,7 \text{ Vt/(m}^2\text{K)}$;
- issiqlik qoplama va qurilish materiallari uchun $0,22 \div 3,0 \text{ Vt/(m}^2\text{K)}$;

- metallar uchun $2,3 \times 458,0 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$.



4.2- rasm. Ayrim metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari.

1-toza mis; 2-mis 99,9%; 3-alyuminiy 99,7%; 4-alyuminiy 99,0%; 5-toza marganets; 6-marganets 99,6% ; 7- rux 99,8%; 8-toza platina; 9-nikel 99%; 10-nikel 99,2%; 11-temir 99,2%; 12-texnik toza qo'rg'oshin.



4.3- rasm. Turli gazlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari.

1- suv bug'i; 2- uglerodli; 3- havo; 4- argon; 5- kislorod; 6- azot; 7- vodorod.

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida qo'llaniladigan ayrim metallar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi qiymatlarga ega: legirlangan po'lat - 14×23 ; qo'rg'oshin - 35; uglerodli po'lat - 45; nikel - 58; cho'yan - 63; alyuminiy - 204; mis - 384; kumush - $458 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$. Sanoatda eng ko'p qo'llaniladigan metallar va suyuqliklar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari 4.2 va 4.3 –rasmlarda keltirilgan.

4.2.1. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi

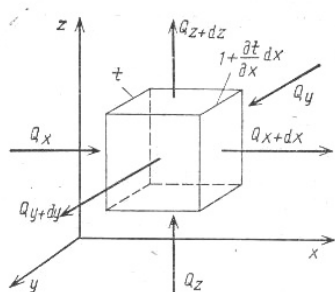
Issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlikning tarqalishi matematik usulda differensial tenglama bilan ifodalanishi mumkin. Ushbu tenglama energiyaning

saqlanish qonuni asosida keltirib chiqariladi va issiqlik tarqatayotgan jism yoki muhitning fizik xossalari (zichlik ρ , issiqlik sig‘im s , issiqlik o‘tkazuvchanlik λ) hamma yo‘nalishlarda va vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmaydi deb qabul qilinadi. Issiqlik o‘tkazuvchanlikning differensial tenglamasini keltirib chiqarish uchun qattiq jismdan qirralari dx , dy va dz bo‘lgan elementar parallelepiped ajratib olinadi (4.4-rasm).

Agar, parallelepipedning chap orqa va ostki tomonlaridan $d\tau$ vaqt mobaynida Q_x , Q_y va Q_z miqdorda issiqlik kirs, qarama-qarshi - o‘ng, old va ustki – tomonlaridan esa o‘z navbatida Q_{x+dx} , Q_{y+dy} va Q_{z+dz} miqdorda issiqlik chiqadi.

Biror $d\tau$ vaqt ichida parallelepipedga kirgan va undan chiqqan issiqliklarning farqi ushbu ifodadan topiladi:

$$dQ = (Q_x - Q_{x+dx}) + (Q_y - Q_{y+dy}) + (Q_z - Q_{z+dz}) \quad (4.9)$$



4.4-rasm. Furening issiqlik o‘tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

Fure qonuniga binoan (4.9) tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$Q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau$$

$$Q_{x+dx} = -\lambda \frac{\partial \left(t + \frac{\partial t}{\partial x} dx \right)}{\partial x} dydzd\tau = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau - \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dydzd\tau$$

Demak,

$$Q_x - Q_{x+dx} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dydzd\tau \quad (4.10)$$

YUqoridagi usuldan foydalanib, qolgan qirralar orqali o‘tgan issiqlik miqdorlari aniqlanadi:

$$Q_y - Q_{y+dy} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} dx dy dz d\tau \quad (4.11)$$

$$Q_z - Q_{z+dz} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} dx dy dz d\tau \quad (4.12)$$

(4.11) va (4.12) tenglamalarning chap va o'ng tomonlarini qo'shib, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$dQ = \lambda \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) dx dy dz d\tau \quad (4.13)$$

Energiya saqlanish qonuniga binoan, dQ issiqlik miqdorining farqi d vaqt ichida parallelepiped entalpiyasining o'zgarishiga sarflanayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi, ya'ni:

$$dQ = c \rho dx dy dz \frac{\partial t}{\partial \tau} d\tau \quad (4.14)$$

bu erda s – materialning solishtirma issiqlik sig'imi.

(4.13) va (4.14) ifodalarni solishtirish natijasida Furening issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c \rho} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (4.15)$$

(4.15) tenglamadagi $\lambda/(c \rho)$ proporsionallik ko'paytmasi temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsienti deb nomlanadi va u quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[a] = \left[\frac{\lambda}{c \rho} \right] = \left[\frac{\frac{Bm}{M \cdot K}}{\frac{\mathcal{K}}{\kappa \mathcal{L} \cdot K} \cdot \frac{\kappa \mathcal{L}}{M^3}} \right] = \left[\frac{\frac{\mathcal{K}}{c \cdot M \cdot K}}{\frac{\mathcal{K}}{\kappa \mathcal{L} \cdot K} \cdot \frac{\kappa \mathcal{L}}{M^3}} \right] = \left[\frac{M^2}{c} \right]$$

Ushbu koeffitsient jismning issiqlik o'tkazish qobiliyatini xarakterlaydi. Odatda, Furening issiqlik o'tkazuvchanlik differensial tenglamasini ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad \text{yoki} \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 \cdot t$$

Issiqlik almashinish qurilmalarining isitish yuzalari tekis, silindrik yoki sferik shaklda bo'lishi mumkin.

SHuning uchun, yuqorida qayd etilgan geometrik shaklli devorlarda issiqlikning tarqalishi muhim amaliy ahamiyatga ega.

4.2.2. Tekis devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

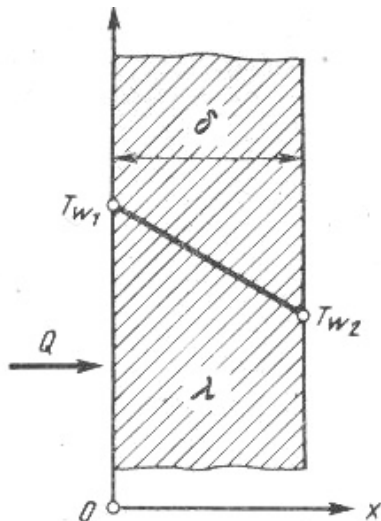
Bir jinsli, devorning qalinligi δ va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ bo'lgan bir qatlamli tekis devordan issiqlik o'tishini ko'rib chiqamiz. Devorning tashqi yuza temperaturasi t_{w1} , ichki yuzasini esa t_{w2} ga teng, lekin $t_{w1} > t_{w2}$ (4.5-rasm).

Bir qatlamli, tekis devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqarish uchun Furening differensial tenglamasi (4.16) dan foydalanamiz.

Ma'lumki, turg'un issiqlik rejimda devorning turli nuqtalaridagi temperatura, vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi, ya'ni $dt/d\tau = 0$. Undan tashqari, temperatura maydoni bir o'lchamli bo'ladi.

Demak, temperatura faqat bir yo'nalish (x o'qi) bo'ylab o'zgaradi, ya'ni:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0$$



4.5-rasm. Tekis bir qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

SHunday qilib, turg'un jarayonda bir qatlamli tekis devor uchun (4.16) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = 0 \quad (4.17)$$

(4.17) tenglamani integrallasak, quyidagi tengliklarni olamiz:

$$\frac{dt}{dx} = C_1; \quad t = C_1 x + C_2 \quad (4.18)$$

Integrallash konstantalari S_1 va S_2 larni chegaraviy ($x=0$ va $x=\delta$) shartlardan aniqlaymiz:

$$C_2 = t_{w1}; \quad C_1 = \frac{dt}{dx} = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{\delta} \quad (4.19)$$

Agar, (4.19) ni (4.18) ga qo'ysak, quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$t = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{\delta} \cdot x + t_{w1} \quad (4.20)$$

Oxirgi (4.20) tenglamani tahlil qilsak, ushbu xulosaga kelish mumkin: turg'un issiqlik jarayonida tekis devorning qalinligi bo'ylab temperatura to'g'ri chiziq qonuniga binoan o'zgaradi va temperatura gradienti o'zgarmas qiymatini saqlaydi.

Aniqlangan temperatura gradienti qiymatini (4.8) tenglamaga qo'ysak, issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalovchi tenglamani olamiz:

$$dQ = \lambda \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\delta} dF d\tau$$

yoki

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) F \tau \quad (4.21)$$

bu erda $\frac{\lambda}{\delta}$ - devorning issiqlik o'tkazuvchanligini, unga teskari kattalik δ / λ - devorning termik yoki issiqlik qarshiligini ifodalaydi.

Agar, tekis devor n ta (bir-biridan farqli) qatlamdan iborat bo'lsa, turg'un issiqlik jarayonida har bir qatlam orqali bir xil miqdorda issiqlik o'tadi (4.6-rasm) va u turli qatlamlar uchun quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$Q = \frac{\lambda_1}{\delta_1} (t_{w1} - t_a) F \tau \quad \text{yoki} \quad Q \frac{\delta_1}{\lambda_1} = (t_{w1} - t_a) F \tau$$

$$\begin{array}{ccc}
 Q = \frac{\lambda_2}{\delta_2} (t_a - t_b) F \tau & \text{yoki} & Q \frac{\delta_2}{\lambda_2} = (t_a - t_b) F \tau \\
 \dots\dots\dots & \dots & \dots\dots\dots \\
 Q = \frac{\lambda_n}{\delta_n} (t_n - t_{w2}) F \tau & \text{yoki} & Q \frac{\delta_n}{\lambda_n} = (t_n - t_{w2}) F \tau
 \end{array}$$

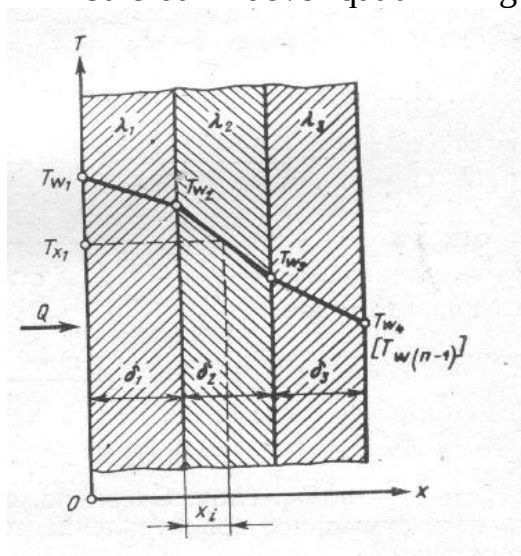
Tenglamalar o'ng va va chap qismlarini qo'shish natijasida ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$Q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right) = (t_{w1} - t_2) F \tau$$

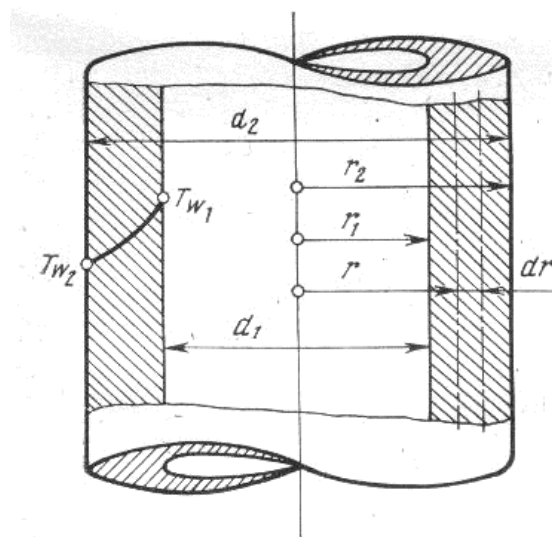
Bunda

$$Q = \frac{(t_{w1} - t_{w2}) F \tau}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (4.22)$$

bu erda i - devor qatlamining tartib raqami; n - qatlamlar soni.



4.6-rasm. Tekis, ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqarishga oid.



4.7-rasm. Silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

4.2.3. Silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

Uzunligi L , ichki radiusi r_i va tashqi radiusi r_t bo'lgan silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligini ko'rib chiqamiz (4.7-rasm). Issiqlik o'tkazish turg'un jarayonda amalga oshayotgani uchun devorning ichki va tashqi yuzalaridagi

temperaturalari o'zgarmasdir, ya'ni $t_{w1} = t_{w2}$. Ammo, ichki va tashqi yuzalar bir-biriga teng bo'lmagani uchun (4.21) tenglamani qo'llash o'rinli emas.

Temperatura faqat radius bo'ylab o'zgarmoqda va $t_{w1} \neq t_{w2}$ debqabul qilamiz. Silindrik devorning biror r radiusdagi yuzasi $F = 2\pi rL$ bo'lsin. Agar, F ning qiymatini (4.8) tenglamaga qo'ysak, bir o'lchovli maydon uchun Q ni topish mumkin:

$$Q = -\lambda 2\pi L \tau \frac{dt}{d\delta}$$

bu erda $\delta = r_t - r_i$.

Agar $d\delta$ o'rniga dr ni qo'ysak, unda

$$Q = -\lambda 2\pi L \tau \frac{dt}{dr}$$

yoki

$$\frac{dr}{r} = -\lambda \frac{2\pi L \tau}{Q} dt$$

ushbu tenglamani r_i dan r_t va t_{w1} dan t_{w2} oralikda integrallasak, quyidagi ko'rinishga erishamiz:

$$\ln \frac{r_m}{r_u} = -\frac{2\pi L \tau}{Q} (t_{w2} - t_{w1})$$

yoki $r_t/r_i = d_t/d_i$ ekanligi hisobga olsak, ushbu formulani olamiz:

$$Q = \frac{2\pi L \tau (t_{w1} - t_{w2})}{\frac{1}{\lambda} 2,3 \lg \frac{d_t}{d_u}} \quad (4.23)$$

Keltirilib chiqarilgan (4.23) formuladan ko'rinib turibdiki, silindrik devorlarning qalinligi bo'yicha temperatura logarifmik (egri chiziq) qonuni asosida o'zgaradi. Ushbu tenglama turgun issiqlik o'tish jarayoni uchun silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligini ifodalaydi.

Xuddi shu yo'l bilan n - qatlamli silindrik devor orqali issiqlik o'tkazuvchanlik usulida uzatilgan issiqlik miqdorini aniqlash mumkin:

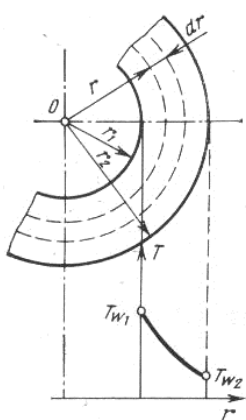
$$Q = \frac{2\pi L \tau (t_{w1} - t_{w2})}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda_i} 2,3 \lg \frac{d_{i+1}}{d_i}} \quad (4.24)$$

4.2.4. SHarsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

Devori materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ , ichki radiusi r_1 va tashqi radiusi r_2 bo'lgan sharsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanligini ko'rib chiqamiz (4.8-rasm)

Bunday shakldagi jismlarda temperatura tarqalishi bir o'lchovli bo'lgani uchun, temperaturaning devorda taqsimlanishi sharning faqat radiusiga bog'liq. SHuning uchun sferik koordinatalar sistemasida issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{d^2 t}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dt}{dr} = 0 \quad (4.25)$$



4.8-rasm. SHarsimon devorda temperaturaning taqsimlanishi.

Devorning istalgan qalinligidagi temperatura ushbu formuladan topiladi:

$$t(r) = -\frac{C_1}{r} + C_2 \quad (4.26)$$

Agar, sharsimon devorda temperaturaning taqsimlanishi giperbola egri chizig'i shaklida, tashqi temperaturasi t_{w1} va ichki temperaturasi t_{w2} bo'lganda integrallash konstantalari S_1 va S_2 ushbu tenglamalar sistemasidan topiladi:

$$t_{w1} = -\frac{C_1}{r_1} + C_2; \quad t_{w2} = -\frac{C_1}{r_2} + C_2 \quad (4.27)$$

ya'ni

$$C_1 = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}}; \quad C_2 = \frac{r_2 t_{w2} - r_1 t_{w1}}{r_2 - r_1} \quad (4.28)$$

Olingan S_1 va S_2 larning qiymatlarini (4.26) ga qo'ysak, ushbu ifodani olamiz:

$$t(r) = \frac{t_{w1} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_2} \right) + t_{w2} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r} \right)}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} \quad (4.29)$$

Turg'un jarayonda to'liq issiqlik oqimi ushbu formuladan aniqlanadi:

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dr} 4\pi r^2 \quad (4.30)$$

(4.28) va $dt/dr = S_1/r^2$ lardan foydalanib, sharsimon devor orqali issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan o'tgan issiqlik miqdorini topish formulasini keltirib chiqarish mumkin:

$$Q = \frac{4\pi\lambda}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} (t_{w1} - t_{w2}) \quad (4.31)$$

Ko'p qatlamli sharsimon devor uchun esa, Q ni hisoblash formulasi ushbu ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = \frac{4\pi(t_{w1} - t_{w(n+1)})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_{i+1}} \right)} \quad (4.32)$$

bu erda λ_i va r_i – i qatlamning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti va ichki radiusi.

4.2.5. Murakkab shaklli jismlar issiqlik o'tkazuvchanligi

YUqorida keltirilgan paragraflarda eng sodda jismlarning turg'un jarayonda issiqlik o'tkazuvchanligi ko'rib chiqildi. Lekin, ayrim hollarda murakkab jismlarning issiqlik o'tkazuvchanligini bilishga to'g'ri keladi. Buning uchun ushbu bobda keltirib chiqarilgan formulalarning umumlashtirilgan ko'rinishidan ham foydalanish mumkin, ya'ni:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) \cdot F_x \quad (4.33)$$

bu erda F_x —jismning biror sohta (hisoblangan) issiqlik berish yuzasi.

Tekis devorlar uchun

$$F_{xtek} = \frac{2F}{2} = \frac{F_1 + F_2}{2} \quad (4.34)$$

bu erda F_1 va F_2 — issiq va sovuq holatlardagi yuzalari (tekis plastina uchun $F_1=F_2$).

Silindrik devorlar uchun

$$F_{xuyu} = \frac{2\pi r_2 - 2\pi r_1}{\ln\left(\frac{2\pi r_2}{2\pi r_1}\right)} = \frac{F_2 - F_1}{\ln\left(\frac{F_2}{F_1}\right)} \quad (4.35)$$

SHarsimon devorlar uchun

$$d_1 = \sqrt{\frac{F_1}{\pi}} \quad \text{va} \quad d_2 = \sqrt{\frac{F_2}{\pi}}$$

ya'ni

$$F_{xuap} = \sqrt{F_1 \cdot F_2} \quad (4.36)$$

Agarda, jismlar o'ta murakkab bo'lsa, har qaysi holatda alohida yondashuv zarur

Tayanch iboralar:

Issiqlik o'tkazuvchanlik, Fur'e qonuni, termik qarshilik

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar:

1. Termin qarshilik nima?
2. Yoqotilgan issiqlik miqdori qanday topiladi?

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsion noykolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

-
1. www.google.uz
 2. www.google.ru
 3. www.biotehnolog.ru
 4. www.Ziyonet.uz
 5. www.edy.uz
 6. www.nuuz.uz
 7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
- 9.Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
- 10.Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №10

Issiqlik almashinish asoslari. Konvektiv issiqlik almashinish. Nyuton qonuni.
Konvektiv issiqlik almashinishning differentsial tenglamasi

REJA

1. Issiqlik almashinish asoslari.
2. Konvektiv issiqlik almashinish.
3. Nyuton qonuni.
4. Konvektiv issiqlik almashinishning differentsial tenglamasi

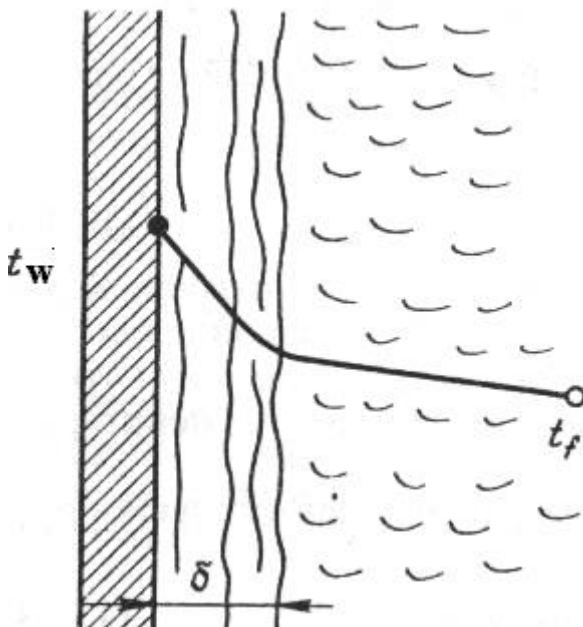
Konvektiv issiqlik almashinish

Suyuqlik massasi turbulentsligi qanchalik yuqori va uning zarrachalari jadal ravishda aralashtirilsa, konveksiya usulida issiqlik almashinish shunchalik intensiv buladi. SHunday qilib, konvektiv issiqlik almashinish, issiqlikning mexanik uzatilishi va suyuqlik harakati gidrodinamikasiga qattiq bog'liqdir.

Issiqlik almashinish jarayonida qatnashayotgan suyuqlik ikki qatlamdan tashkil topgan, ya'ni chegaraviy qatlam va oqim o'zagi (yadrosi) dan.

Oqim o'zagi issiqlik o'tish vaqtining o'zida ham konveksiya, ham issiqlik o'tkazuvchanlik usullarida amalga oshadi. Bunday issiqlik almashinish **konvektiv issiqlik almashinish** deyiladi (4.11-rasm).

Issiqlikning qattiq jism yuzasidan suyuqlik (yoki gaz) ga yoki suyuqlik (yoki gaz) dan qattiq jism yuzasiga o'tishi **issiqlik berish** deb nomlanadi.



4.11-rasm. Konvektiv issiqlik almashinish sxemasi.

Devor yuzasidan chegaraviy qatlam orqali energiya issiqlik o'tkazuvchanlik usuli bilan o'tadi. CHegaraviy qatlamlardan esa, suyuqlik o'zagiga energiya asosan konveksiya usulida uzatiladi. Issiqlik energiyasining devor yuzasidan suyuqlikka uzatilish jarayoniga oqimning harakat rejimi katta ta'sir qiladi.

Konvektiv issiqlik almashinish asosan 2 xil bo'ladi, ya'ni **erkin** (yoki **tabiiy**) va **majburiy** konveksiya.

Suyuqlik hajmining turli nuqtalaridagi zichliklarning farqi tufayli ro'y beradigan issiqlik almashinishga **erkin konveksiya** deyiladi. Bu jarayonga suyuqlikning fizik xossalari, uning hajmi, sovuq va issiq zarrachalari orasidagi temperaturalar farqi katta ta'sir ko'rsatadi.

Butun suyuqlik hajmining tashqi kuchlari ta'siri natijasida ro'y beradigan issiqlik almashinishga **majburiy konveksiya** deyiladi. Suyuqlikning harakati nasos, aralashtirgich, ventilyatorlar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayonga suyuqlikning fizik xossalari, uning tezligi, kanalning shakli va o'lchamlari salmoqli ta'sir etadi.

Suyuqlikning turbulent harakat rejimida laminar rejimdagiga qaraganda issiqlik almashinish ancha intensiv bo'ladi.

4.4.1. Nyuton qonuni

Issiqlik berishning asosiy qonuni – bu Nyutonning sovitish qonunidir.

Issiqlik almashinish yuzasi va suyuqlik (gaz) yoki suyuqlik (gaz) va issiqlik almashinish yuzasi orasida energiya o'tishiga **issiqlik berish** deb nomlanadi.

Issiqlik berish jarayoni issiqlik berish koeffitsienti α bilan belgilanadi.

Ushbu qonunga binoan, issiqlik almashinish suyuqlik (gaz) ga uzatilgan issiqlik miqdori dQ , devorning yuzasi dF , yuza t_w va muhit temperaturalar t_f ning farqi $(t_w - t_f)$, hamda jarayonning davomiyligi $d\tau$ ga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} dQ &= \alpha (t_w - t_f) \cdot dF \cdot d\tau \\ dQ &= \alpha (t_f - t_w) \cdot dF \cdot d\tau \end{aligned} \right\} \quad (4.51)$$

(4.51) tenglamadan issiqlik berish koeffitsientining o'lchov birligini keltirib chiqarish mumkin:

$$\alpha = \left[\frac{dQ}{(t_w - t_f) dF d\tau} \right] = \left[\frac{\mathcal{K}}{M^2 \cdot coam \cdot K} \right] = \left[\frac{Bm}{M^2 \cdot K} \right]$$

Agar, issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab issiqlik berish koeffitsientining qiymati o'zgarmas ($\alpha = \text{const}$) bo'lsa, (4.51) tenglama ushbu ko'rinishni oladi:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \alpha (t_w - t_f) \cdot F \cdot \tau \\ Q &= \alpha (t_f - t_w) \cdot F \cdot \tau \end{aligned} \right\} \quad (4.52)$$

Demak, issiqlik berish koeffitsienti α devorning 1 m^2 yuzasidan suyuqlikka 1 s vaqt davomida, devor va suyuqlik temperaturalarining farqi 1 K bo'lganda uzatilgan issiqlik miqdorini bildiradi. Ushbu, issiqlik berish koeffitsientining miqdori bir nechta parametrlarga bog'liqdir, ya'ni suyuqlikning harakat rejimi w , uning zichligi ρ , qovushoqligi μ , solishtirma issiqlik sig'imi c , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ , hajmiy kengayish koeffitsienti β , devorning shakli va o'lchamlari (truba diametri d va uzunligi L), hamda g'adirbudurligi e va hokazolarga.

YUqorida aytilganlarni quyidagi funksiya holatida yozish mumkin:

$$\alpha = f(w, \rho, \mu, c, \lambda, \beta, d, L, e, \dots) \quad (4.53)$$

Umumiy ko'rinishga ega bo'lgan issiqlik berish koeffitsienti tenglamasi ko'rinishidan sodda bo'lsa ham, α ni aniqlash juda murakkab. Chunki, (4.53) dan ko'rinish turibdiki, α juda ko'p parametrlarga bog'liq. SHuning uchun, tajriba natijalarini o'xshashlik nazariyasi yordamida umumlashtirish yo'li bilan issiqlik berish koeffitsientini hisoblash kriterial formulasini keltirib chiqarish mumkin.

Issiqlik berish koeffitsientini aniqlash uchun suyuqlikda temperatura taqsimlanishini bilish zarur. Undan tashqari, issiqlik almashinish jarayonini hisoblash uchun issiqlik berish koeffitsientini o'zgaruvchi parametrlar bilan bog'liq tenglamasiga ega bo'lishi kerak.

Bunday tenglama bo'lib konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasi xizmat qiladi. Lekin, ushbu tenglama devor va suyuqlik chegarasidagi shartlarni xarakterlovchi tenglama bilan to'ldirilgan bo'lishi kerak.

4.4.2. Konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasi (Fure - Kirxgof tenglamasi)

Ma'lumki, konvektiv issiqlik almashinish jarayonida suyuqlikda issiqlik ham, issiqlik o'tkazuvchanlik, ham konveksiya usullarida uzatiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik (4.16) tenglama bilan ifodalanadi va ushbu ko'rinishga ega:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$$

Ushbu tenglamaning chap tomonidagi nisbat suyuqlik (gaz)dan ajratib olingan qo'zg'almas element temperaturasining lokal (mahalliy) o'zgarishini ifodalaydi.

Konvektiv issiqlik almashinishda ushbu element suyuqlikning bir nuqtasidan ikkinchisiga ko‘chadi. Bu holatdagi elementning temperatura o‘zgarishi substansional hosila yordamida ifodalanishi mumkin. Agar, elementning fazodagi x, y, z o‘qlar bo‘yicha ko‘chishini w_x, w_y, w_z deb belgilasak, unda element temperaturasining to‘liq o‘zgarishini xarakterlovchi substansional hosila quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z \quad (4.54)$$

(4.54) tenglikdagi $\partial t / \partial \tau$ temperaturaning lokal (mahalliy) o‘zgarishi, qolgan qo‘shiluvchilar yig‘indisi esa - temperaturaning konvektiv o‘zgarishini ifodalaydi.

Agar, (4.16) tenglamaning temperaturadagi lokal o‘zgarishini to‘liq o‘zgarishiga (4.54) almashtirsak, Fure - Kirxgofning konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (4.55)$$

Ushbu tenglama harakatdagi suyuqlikda issiqlik energiyasining bir vaqtda issiqlik o‘tkazuvchanlik va konveksiya usullarida uzatilishining matematik ifodasi. Konvektiv issiqlik almashinish jarayonini to‘la matematik ifodalash uchun (4.55) tenglama devor yuzasi va harakatdagi suyuqlik chegarasidagi sharoitlarni xarakterlovchi tenglama bilan to‘ldirilishi zarur.

Ma’lumki, harakatlanuvchi suyuqlikda joylashgan qattiq jism yuzasida har doim δ qalinlikka ega chegaraviy qatlam mavjud bo‘lib (4.11-rasm), u orqali issiqlik energiyasi issiqlik o‘tkazuvchanlik usulida tarqaladi. Chegaraviy qatlam orqali suyuqlik oqimining o‘zagiga uzatilgan issiqlik miqdori Fure qonuni asosida topiladi:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau$$

O‘tgan dQ issiqlik miqdorini Nyuton qonuni yordamida ham hisoblasa bo‘ladi:

$$dQ = \alpha (t_w - t_f) dF d\tau$$

Oxirgi ikki tenglamaning o‘ng qismlarini tenglashtirib, «devor-suyuqlik» chegara sharoitlarini xarakterlovchi tenglamani olamiz:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha (t_w - t_f) \quad (4.56)$$

(4.55) va (4.56) tenglamalar konvektiv issiqlik almashinish jarayonini to'liq ifodalaydi.

4.11-rasmdan ko'rinib turibdiki, eng katta temperatura gradienti chegaraviy qatlamda hosil bo'lib, issiqlik berish jarayonining intensivligini, asosan, uning termik qarshiligi belgilaydi.

4.4.3. Konvektiv issiqlik almashinishning o'xshashlik kriteriy va tenglamalari

Ma'lumki, yuqorida keltirib chiqarilgan (4.55) va (4.56) tenglamalar murakkab konvektiv issiqlik almashinish jarayonlarini ifodalaydi.

Ushbu tenglamalarni amalda uchraydigan jarayonlarga qo'llash mumkin emas, chunki echimini topish qiyin.

Issiqlik almashinish jarayonlarini amaliy hisoblashda o'xshashlik nazariyasi usullari yordamida (4.55) va (4.56) tenglamalardan keltirilib chiqarilgan kriterial tenglamalari keng miqyosida ishlatiladi.

Agar, (4.56) tenglamaning ikkala qismini chap qismiga bo'lsak, ushbu o'lchamsiz kompleksni olish mumkin:

$$\frac{\alpha (t_w - t_f)}{\lambda \partial t} \frac{\partial n}{\partial n} = \frac{\alpha \cdot \Delta t}{\lambda \partial t} \quad (4.57)$$

Olingan o'lchamsiz kompleksda differensiyalash belgilarini o'chirib, n ni l ga almashtirib va qisqartirish yo'li bilan **Nusselt sonini** olamiz:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad (4.58)$$

bu erda α - issiqlik berish koeffitsienti, $\text{Wt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; l – geometrik o'lcham, m; λ - muhitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $\text{Wt}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Nusselt kriteriysi devor va suyuqlik o'rtasidagi chegarada issiqlik almashinish jarayoni intensivligini xarakterlaydi.

Ushbu kriteriy chegaraviy qatlam qalinligi δ ning aniqlovchi geometrik o'lcham (truba uchun uning diametri d) ga nisbatini xarakterlaydi.

Konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasidan:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \dots = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \dots \right)$$

uning hamma qo'shiluvchilarini $a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}$ ga bo'lish yo'li bilan ushbu o'lchamsiz kompleksni olish mumkin:

$$\frac{\partial t \partial x^2}{\partial \tau a d^2 t} \quad \text{va} \quad \frac{\partial t w_x \partial x^2}{\partial x a \partial^2 t}$$

Differensiallash belgi va yo'nalishlarini o'chirish va qisqartirish yo'li bilan Fure kriteriysini :

$$Fo = \frac{a \tau}{l^2} \quad (4.59)$$

va Pekle kriteriysini

$$Pe = \frac{wl}{a} \quad (4.60)$$

keltirib chiqaramiz.

Fure kriteriysi noturg'un issiqlik almashinish jarayonlarida temperatura maydonining o'zgarish tezligi, muhitning o'lchami va fizik kattaliklari o'rtasidagi bog'liqliklarni xarakterlaydi.

Pekle kriteriysi suyuqlik oqimida konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik usullari bilan issiqlik tarqalish nisbatini xarakterlaydi.

Odatda, Pekle kriteriysi ikkita o'xshashlik kriteriylarining ko'paytmasi ko'rinishida keltiriladi:

$$Pe = \frac{wl}{a} = \frac{wl}{v} \cdot \frac{v}{a} = Re \cdot Pr$$

Prandtl kriteriysi suyuqlik qovushoqligi va temperatura o'tkazuvchanligi xossalari nisbatini ifoda etadi. Ushbu kriteriy faqat suyuqliklarning diffuzion – issiqlik parametrlari yordamida aniqlanadi:

$$Pr = \frac{v}{a} = \frac{\mu}{a \rho} = \frac{\mu g}{a \gamma} \quad (4.61)$$

Grasgof kriteriysi tabiiy konveksiya jarayonidagi suyuqlik oqimining gidrodinamik rejimini xarakterlaydi:

$$Gr = \frac{gl^3}{v^2} \beta \cdot \Delta t \quad (4.62)$$

bu erda Δt – devor va suyuqliklar o'rtasidagi temperaturalar farqi, K; β – suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsienti; g – erkin tushishi tezlanishi, m/s².

Ayrim hollarda Nusselt kriteriysi o'rniga konvektiv issiqlik almashinish kriteriysi, Stenton kriteriysini, ham qo'llash mumkin:

$$St = \frac{Nu}{Pe} = \frac{\alpha}{c_p \rho w} \quad (4.63)$$

Ushbu kriteriy issiqlik berish intensivligini suyuqlik issiqlik oqimiga nisbatini aniqlaydi.

YUqorida keltirib chiqarilgan o'xshashlik kriteriylari konvektiv issiqlik almashinishning o'xshashlik tenglamasini aniqlash imkonini beradi:

$$f(Re, Nu, Pr, Fo, Gr) = 0 \quad (4.64)$$

Ushbu tenglamada faqat Nusselt **Nu** soni aniqlovchi bo'lganligi uchun, (4.64) tenglama quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, Fo) \quad (4.65)$$

Issiqlik almashinish jarayonining aniq masalalarini echishda (4.65) tenglamani ancha soddalashtirish mumkin.

Turg'un issiqlik almashinish jarayonida tenglamadan **Fo** kriteriysi tushirilib qoldiriladi va ushbu ko'rinishni oladi:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr) \quad (4.66)$$

Suyuqlikning majburiy harakati davrida tabiiy konveksiyani inobatga olmasa ham bo'ladi va unda tenglama **Gr** kriteriysi kiritilmaydi:

$$Nu = f(Re, Pr) \quad \text{yoki} \quad Nu = A Re^n \cdot Pr^m \quad (4.67)$$

Suyuqlikning erkin harakati (tabiiy konveksiya) davrida tenglamadan Reynolds kriteriysi tushurib qoldiriladi:

$$Nu = f(Gr, Pr) \quad \text{yoki} \quad Nu = A Gr^n \cdot Pr^m \quad (4.67)$$

4.4.4. Erkin konveksiya davrida issiqlik berish

Ma'lumki, issiq va sovuq suyuqlik qatlamlari zichliklarining farqi ta'siri ostida erkin konveksiya mavjud bo'ladi. Zichliklarning ushbu farqi, devor va suyuqlik temperaturalar farqiga bog'liqdir. Devor shaklining jarayonga ta'siri ikkilamchi bo'lgani uchun, issiqlik berishning o'xshashlik tenglamasi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$Nu = c(Gr \cdot Pr)^n \quad (4.69)$$

bu erda **s** va **n** - suyuqlik harakati rejimiga, ya'ni **Gr** va **Pr** ga, bog'liq bo'lgan konstantalar.

4-3 jadval

Rejimlar		s	N
Laminar	$(Gr \cdot Pr \leq 10^3)$	0,45	0
	$(Gr \cdot Pr = 10^3 \div 5 \cdot 10^2)$	1,18	0,125
o'tish	$(Gr \cdot Pr = 5 \cdot 10^2 \div 2 \cdot 10^7)$	0,54	0,25
Turbulent	$(Gr \cdot Pr \geq 2 \cdot 10^7)$	0,135	0,33

Grasgof kriteriysida aniqlovchi geometrik o'lcham sifatida quyidagilar qabul qilingan: silindrik va sferik jismlar uchun – diametr; tekis plitalar uchun – balandlik.

Aniqlovchi temperatura - chegaraviy qatlamning o'rtacha temperaturasi $t = 0,5 \cdot (t_w + t_f)$ qabul qilingan. Bu erda t_w – devor temperaturasi, t_f - suyuqlik o'zagidagi temperatura. Grasgof kriteriysidagi temperaturalar farqi $\Delta t = t_w - t_f$ formulada hisoblanadi.

4.4.5. Majburiy konveksiya davrida issiqlik berish

Truba ichida issiqlik eltkichning issiqlik berish koeffitsienti quyidagi tenglamalardan aniqlanadi:

turbulent rejim uchun ($Re \geq 10000$)

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.70)$$

o'tish rejimi uchun ($2320 \leq Re \leq 10000$)

$$Nu = 0,008 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad (4.71)$$

laminar rejim uchun ($Re \leq 2320$)

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.72)$$

Trubalar o'rami majburiy harakatdagi ko'ndalang issiqlik eltkich bilan yuvilib turgan sharoitda issiqlik berish quyidagi formulalar yordamida hisoblanishi mumkin:

$Re \leq 10^3$ bo'lganda

$$Nu = 0,56 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.73)$$

$Re \geq 10^3$ bo'lganda

$$Nu = 0,28 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.74)$$

Ushbu tenglamalarda aniqlovchi geometrik o'lcham bo'lib, kanallarning ekvivalent diametri hisoblanadi.

Nu, **Re** va **Pr** kriteriylaridagi fizik parametrlar suyuqlikning o'rtacha temperaturasida, **Pr_g** esa – devorning o'rtacha temperaturasida hisoblanadi.

$(Pr/Pr_g)^{0,25}$ issiqlik oqimi yo'nalishi va temperaturalar farqining issiqlik berishga ta'sirini hisobga oluvchi parametr.

Issiqlik eltkichning zmeevikda harakat qilganda issiqlik berish koeffitsienti χ ni (4.70) formuladan hisoblangan qiymati zmeevik o'lchamlarini inobatga oluvchi koeffitsient χ ga ko'paytiriladi:

$$\chi = 1 + 3,54 \frac{d}{D} \quad (4.75)$$

bu erda **d** – zmeevik trubasining ichki diametri, m; **D** – zmeevik o'ramining diametri, m.

Havo uchun (4.70) formula quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = 0,018 \cdot Re^{0,8} \quad (4.76)$$

chunki **Pr/Pr_g** = 1

Issiqlik eltkich halqasimon kanallarda harakat qilgan davrida (masalan, “truba ichida truba” issiqlik almashinish qurilmasida) issiqlik berish ushbu formuladan hisoblab aniqlanishi mumkin:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \left(\frac{D_u}{d_T} \right)^{0,45} \quad (4.77)$$

bu erda **d_T** – ichki trubaning tashqi diametri, m; **D_u** – tashqi trubaning ichki diametri, m.

Issiqlik eltkich qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasining trubalararo bo'shlig'ida harakat qilganda, issiqlik berish eng keng tarqalgan jarayondir. Ushbu holatda issiqlik berish koeffitsienti quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Nu = C(Re^{0,6} \cdot Pr^{0,23} \cdot d_s) \quad (4.78)$$

bu erda **S** = 1,16 va 1,72 qiymatlarga teng bo'lishi mumkin. Birinchi qiymat qurilmada ko'ndalang segment to'siqlar bo'lmagan hol uchun, ikkinchi esa – segment to'siqlar o'rnatilgan hol uchun.

Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalarida trubalar shaxmatli yoki yo‘lakli qilib joylashtiriladi.

Issiqlik eltkich oqimi trubalar o‘ramini tashqi tomonidan yuvib o‘tganda, issiqlik berish koeffitsienti ushbu formuladan hisoblab topilishi mumkin: trubalarning shaxmatli joylashishida

$$Nu = 0,4 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.79)$$

trubalarning yo‘lakli joylashishida

$$Nu = 0,27 \cdot Re^{0,63} \cdot Pr^{0,36} \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (4.80)$$

(4.79) va (4.80) tenglamalar $Re = 200 \div 2 \cdot 10^5$ bo‘lgan oralikda qo‘llanilishi mumkin va aniq natijalar beradi.

Tayanch iboralar

Issiqlik eltkich oqimi, Qobiq-trubali issiqlik almashinish, Majburiy konveksiya

Mavzuni mustahamlash uchun savollar

1. Magburiy va erkin konveksiya qanday o‘tadi?
2. Magburiy va erkin konveksiya termik qarshilik qanday topiladi?

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta‘minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-

4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.

Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova M.A.
Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishevizproduktov. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektron ta’lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
- 9.Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
- 10.Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №11

Issiqlik jarayonlari va ularning turlari. Suv bilan isitish. O'tkir bug', kuchsiz bug' va issiq suv bilan isitish. Yuqori temperaturali moddalar bilan isitish.

REJA

1. Issiqlik jarayonlari va ularning turlari.
2. Suv bilan isitish.
3. O'tkir bug', kuchsiz bug' va issiq suv bilan isitish.
4. Yuqori temperaturali moddalar bilan isitish.

Isitish, bug'latish, sovitish va kondensatsiyalash

4.7. Umumiy tushunchalar

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

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

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

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

Issiqlik eltkichlarni tanlashda ularning quyidagi xossalriga e'tibor berish zarur:

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

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

4.7.1. Bug' bilan isitish

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

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

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

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

4.7.2. Issiq suv bilan isitish

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

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

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

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

4.7.3. YUqori temperaturali organik suyuqlik va ularning bug'lari bilan isitish

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

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

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

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

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

$$G_c c_c t_{c\phi} + G_m c_m t_{m\phi} = G_c c_c t_{cox} + Q_{iyk} \quad (4.112)$$

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

(4.112) dan suvning sarfini topish mumkin:

$$G_c = \frac{G_m c_m (t_{mox} - t_{m\phi}) + Q_{iyk}}{c_c (t_{c\phi} - t_{cox})} \quad (4.113)$$

4.7.4. To'yingan suv bug'i bilan isitish

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

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

o'tkir bug' sarfi issiqlik balansidan topiladi:

$$G c t_{\delta} + D i'' = G c t_{ox} + D c t_{ox} + Q_{iyyk} \quad (4.114)$$

o'tkir bug' sarfi:

$$D = \frac{G c \cdot (t_{ox} - t_{\delta})}{i'' - c t_{ox}} \quad (4.115)$$

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

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

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

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

$$G c t_{\delta} + D_1'' = G c t_{ox} + D i' + Q_{iyyk} \quad (4.116)$$

Kuchsiz bug' sarfi:

$$D = \frac{G c \cdot (t_{ox} - t_{\delta}) + Q_{iyyk}}{i'' - i'} \quad (4.117)$$

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

4.7.5. Tutun gazlari bilan isitish

Tutun gazlari bilan isitish turli sanoat sohalarida ancha vaktdan beri qo'llanilib kelinayotgan usullardan biridir. Tutun gazlari suyuq, gazsimon va qattiq yoqilgilarni maxsus o'txonalarida yondirish natijasida hosil bo'ladi. Ushbu gazlar yordamida 1000□1100⁰S temperaturagacha isitish mumkin.

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

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

4.7.6. Elektr toki bilan isitish

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

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

Elektr qarshiligi yordamida 1000...1100⁰S gacha isitish mumkin. Atrof-muhitga issiqlik yo'qotilishini bartaraf qilish uchun o'txona issiqlik qoplamasi bilan o'raladi. O'txonaning asosiy isitish elementlari sim yoki lentasimon qilib nixrom qotishmasidan yasaladi.

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

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

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

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

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

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

$$Q_{\gamma} + Gct_{\delta} = Gct_{ox} + Q_{iyk} \quad (4.118)$$

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

(4.118) tenglamadan

$$Q_s = Gc \cdot (t_{ox} - t_s) + Q_{iyk} \quad (4.119)$$

Isituvchi elementlar quvvati esa ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$N = \frac{Q}{3600} \quad (4.120)$$

4.8. Kondensatsiyalash

Bug‘ yoki gazlarni, suv yoki havo yordamida sovitib, suyuq agregat holatiga o‘tkazish jarayoniga **kondensatsiyalash** deyiladi. Kondensatsiyalash jarayoni kondensatorlarda amalga oshiriladi. Ushbu jarayon kimyo va oziq - ovqat sanoatlarida turli moddalarni suyultirish uchun qo‘llaniladi. Bug‘ning kondensatsiyalanishida hosil bo‘lgan kondensatning hajmi bug‘ hajmiga nisbatan tahminan 1000 marta kichik. Bu hodisa kondensatorlarda vakuum hosil bo‘lishiga olib keladi.

Sovitish usuliga qarab kondensatsiyalanish jarayoni 2 turga bo‘linadi: sirtiy va issiqlik eltkichlarni aralashtirish yo‘li bilan kondensatsiyalash.

Kondensatsiyalash jarayonida ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori ushbu formuladan aniqlanadi:

$$Q = D r \quad (4.121)$$

bu erda D - kondensatsiyalanayotgan bug‘ massasi, kg; r - kondensatsiyalanish issiqligi, kJ/kg.

Masalan, 1 kg suv bug‘ining atmosfera bosimida kondensatsiyalanishida 2264 kJ miqdorda issiqlik ajralib chiqadi.

Sirtiy kondensatsiya issiqlik almashinish qurilmalarida amalga oshiriladi. Bunday qurilmalar **sirtiy kondensator** deb nomlanadi.

o‘ta qizdirilgan bug‘ni suv bilan kondensatsiyalash jarayonining issiqlik balansi:

$$Di + Wc_c t_{c\phi} = Dc_{kon} t_{kon} + Wc_c t_{cox} + Q_{iyk} \quad (4.122)$$

bu erda D - kondensatorga kirayotgan bug'ning massaviy sarfi, kg/soat; i – bug' entalpiyasi, kJ/kg; s_s va s_{kon} - suv va kondensatning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); t_{sb} , t_{sox} - suvning boshlang'ich va oxirgi temperaturasi, °S; $Q_{yo'q}$ - atrof muhitga yo'qotilayotgan issiqlik miqdori, kJ/soat.

(4.122) dan sovutuvchi suvning massaviy sarfini aniqlaymiz (kg/soat):

$$W = \frac{D \cdot (i - c_{kon} t_{kon}) - Q_{iyk}}{c_c (t_{cox} - t_{co})} \quad (4.123)$$

o'ta qizdirilgan bug'ning solishtirma entalpiyasi (kJ/kg) ushbu tenglama orqali hisoblanadi:

$$I = c_{\delta yz} (t_{\delta yz} - t_{myu}) + r + c_{kon} \cdot t_{myu} \quad (4.124)$$

bu erda S_{bug} - o'ta qizdirilgan bug' solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K); t_{bug} - o'ta qizdirilgan bug' temperaturasi, °S; t_{uy} - bug'ning to'yinish temperaturasi, °S; r - bug'ning kondensatsiyalanish issiqliligi, kJ/kg.

Kondensatorning issiqlik o'tkazish yuzasi 3 ta zona uchun alohida hisoblanadi:

- o'ta qizdirilgan bug'ni sovitish zonasining yuzasi F_1 ;
- kondensatsiyalash zonasining yuzasi F_2 ;
- kondensatni sovitish zonasi F_3 .

Kondensatorning umumiy issiqlik almashinish yuzasi $F_{um} = F_1 + F_2 + F_3$. Har bir zonaning yuzasi issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan hisoblab topiladi.

Issiqlik eltkichlarni aralashtirish yo'li bilan kondensatsiyalash ho'l va quruq kondensatorlarda olib beradi.

Ho'l kondensatorlarda suv, kondensat va kondensatsiyalanmagan gazlar (masalan, havo) qurilmaning pastki qismidan maxsus, nam - havoli nasos yordamida chiqariladi.

Quruq kondensatorlarda sovutuvchi suv va kondensat qurilmaning pastki qismidan, havo esa – yuqori qismidan vakuum - nasos yordamida so'rib olinadi.

Kondensatorlar issiqlik eltkichlarning harakatiga qarab parallel va qarama - qarshi yo'nalishli bo'ladi.

4.9. Atrof muhit temperaturasi gacha sovitish

Materialdan issiqlik olish yo'li bilan temperaturasini pasaytirish jarayoni **sovitish** deb nomlanadi.

Sanoat miqyosida gaz, bug' va suyuqliklar temperaturasini 15...20 °S gacha sovitish uchun havo va suv qo'llaniladi. Mahsulotlarni past temperaturalargacha

sovitish uchun past temperaturali sovuqlik eltkichlar - freonlar, ammiak, uglerod dioksidi, sovutuvchi eritmalar va hokazolar - ishlatiladi.

Suv bilan sovitish issiqlik almashinish qurilmasida amalga oshiriladi. Bu qurilmalarda issiqlik eltkichlar ajratuvchi devor orqali yoki bevosita aralashtirish natijasida issiqlik almashadi. Masalan, suvni gazlarga to'g'ridan – to'g'ri purkash yo'li bilan sovutiladi.

Odatda sovitish uchun 15...25°S temperaturali oddiy suv yoki 8...12°S artezion suvi ishlatiladi. Suvni tejash maqsadida ishlatib bo'lingan suvning temperaturasi gradirnyalarda sovutiladi va qaytadan issiqlik almashinish jarayonida qo'llash uchun qaytariladi.

Sovitish uchun zarur suvning massaviy sarfi issiqlik balansidan aniqlanadi:

$$Gct_{\delta} + Wc_c t_{c\delta} = Gct_{ox} + Wc_c t_{ox} + Q_{iyrk} \quad (4.124)$$

bundan:

$$W = \frac{Gc \cdot (t_{\delta} - t_{ox}) - Q_{iyrk}}{c_c(t_{ox} - t_{\delta})} \quad (4.125)$$

bu erda G – sovutilayotgan issiqlik eltkichning massaviy sarfi, kg/soat; s, s_s - issiqlik eltkich va suvning solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K); t_b, t_{ox} – issiqlik eltkichning boshlang'ich va oxirgi temperaturasi, °S; $Q_{yo'q}$ - atrof muhitga yo'qotilayotgan issiqlik miqdori, kJ/soat.

Muz bilan sovitish bir qator mahsulotlar temperaturasini nolgacha sovitish uchun qo'llaniladi. Ma'lumki, muz mahsulotga issiqligini berish natijasida 0°S gacha isiydi va erib boshlaydi. SHu paytda sovutilayotgan mahsulotdan issiqlik ajratib olinadi. Sovitish jarayoni davomiyligi tajriba o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi.

Muz yordamida bevosita sovitish jarayonida mahsulot olib kirilayotgan sovuqlik miqdori ushbu tenglamadan topiladi:

$$Q = L(-r) \quad (4.126)$$

bu erda L - muz massasi, kg; r - muzning erish issiqligi, kJ/kg.

Sovutuvchi suyuqlik bilan olib kirilayotgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$Q_{sc} = Gct_{\delta} \quad (4.127)$$

bu erda G - sovutilayotgan suyuqlik massasi, kg; s – suyuqlik solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K); t_b - suyuqlikning boshlang'ich temperaturasi, °S.

Muzning erish temperaturasida hosil bo'lgan suv va sovutilayotgan suyuqlikning oxirgi temperaturasi t_{ox} deb qabo'l qilamiz. Unda, issiqlik balansi ushbu ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Gct_{\delta} - Lr = Gct_{ox} + Lc_c t_{ox} \quad (4.128)$$

bu erda s_s - suvning solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K.

(4.128) dan muzning sarfini aniqlaymiz:

$$L = \frac{Gc \cdot (t_{\delta} - t_{ox})}{c_c t_{ox} - r} \quad (4.129)$$

Havo bilan sovitish tabiiy va sun'iy usullarda amalga oshiriladi. Issiq mahsulotlarni tabiiy usulda sovitish jarayoni atrof muhitga issiqlik tarqatilishi hisobiga sodir bo'ladi. Bu usulda sovitish qish faslida samarali o'tadi.

Suvlarni havo yordamida gradirnyalarda sovitish sun'iy sovitish usulida amalga oshiriladi. Gradirnyada sovutilayotgan suv yuqoridan pastga qarab purkalsa, sovutuvchi havo esa pastdan yuqori yo'nalgan bo'ladi. Bunda suyuqlik temperaturasining pasayishi faqat issiqlik almashinish hisobiga bo'lmay, balki suyuqlik bir qismining bug'lanishi hisobiga ham sovutiladi.

Tayanch iboralar

Muz bilan sovitish, Havo bilan sovitish, Suv bilan sovitish

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Qanday usullarda 1000 C li harorat hosil qilish mumkin?
2. Kondensatorning umumiy issiqlik almashinish yuzasi qanday topiladi?

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga

quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.

4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.

Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlariga bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishevizproduktov. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta’lim resurslari

1. www.google.uz

2. www.google.ru

3. www.biotehnolog.ru

4. www.Ziyonet.uz

5. www.edy.uz

-
6. www.nuuz.uz
 7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
- 9.Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
- 10.Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №12

Buglanish va distillash. Buglanish. Tabiiy aylanuvchi buglatgichlar. Plenkali buglatgichlar. Moddiy balans. Issiqlik balansi. Isitish yuzasi. Temperaturaning yuqotilishi.

REJA

1. Buglanish va distillash.
2. Buglanish.
3. Tabiiy aylanuvchi buglatgichlar.
4. Plenkali buglatgichlar.
5. Moddiy balans.
6. Issiqlik balansi.
7. Isitish yuzasi.
8. Temperaturaning yuqotilishi.

Bug'latish

4.14. Umumiy tushunchalar

Qattiq, uchuvchan bo'lmagan yoki uchuvchanligi yomon bo'lgan moddalar eritmalarini qaynatish davrida erituvchisini va hosil bo'lgan bug'larni chiqarib yuborish jarayoniga **bug'latish** deyiladi.

Odatda, sanoat miqyosida bug'latish jarayoni eritmalarini qaynatish yo'li amalga oshiriladi.

Eritmalarni bug'latishdan maqsad ularning konsentratsiyasini orttirish bo'lib, ya'ni eritmalarini quyuqlashtirishdir. Agarda, quyuqlashtirilgan eritmalaridan yana erituvchi chiqarilsa, qattiq moddalar kristallana boshlaydi va kristallar ajralib chiqadi.

Suyultirilgan eritmalar konsentratsiyasini oshirish yoki ulardan erigan moddalarni kristallash usulida ajratib olish uchun bug'latish jarayoni qo'llaniladi.

Kimyo, oziq - ovqat va boshqa sanoatlarda bug'latish jarayonidan keng ko'lamda foydalaniladi. Masalan, tuz, ishqor kabi moddalarning suvli eritmalarini, mineral va organik kislotalar, ko'p atomli spirtlar, shakar va konserva mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyasida tomat, sut va sharbatlarni konsentrlashda bu jarayonsiz texnologiyani tasavvur qilib bo'lmaydi. SHu bilan birga, ushbu jarayonni toza erituvchi ishlab chiqarish uchun ham qo'llasa bo'ladi.

SHuni alohida qayd etish kerakki, agar **bug'lanish** jarayoni qaynash temperaturasidan past, istalgan temperaturada eritma yuzasida sodir bo'lsa, **bug'latish** esa - qaynash temperaturasidan yuqori temperaturada, eritmaning butun hajmida yuz beradi.

Ushbu jarayonlar bug‘latish qurilmasi deb nomlanadigan qurilmalarda amalga oshiriladi. Ma‘lumki, uzluksiz va uzlukli bug‘latish jarayonlarini tashkil etish mumkin. Uzlukli ishlaydigan qurilmalar, odatda kam miqdorda mahsulot ishlab chiqaradigan texnologiyalarda qo‘llaniladi.

Yirik sanoat korxonalarida uzluksiz ishlaydigan bug‘latish qurilmalaridan foydalaniladi va ularning issiqlik almashinish yuzalari 600...1000 m² bo‘ladi. Bunday qurilmalarning tejamliligini aniqlovchi asosiy omil bo‘lib, undagi bug‘ va suv sarfi hisoblanadi.

Bug‘latish vakuum, atmosfera va yuqori bosim ostida olib borilishi mumkin.

Vakuum ostida bug‘latish paytida ikkilamchi bug‘ni maxsus kondensatorda kondensatsiyalash yo‘li bilan qurilmada vakuum hosil qilinadi va nasos yordamida kondensatsiyalanmagan gazlar so‘rib olinadi. Bu usulda jarayon olib borilsa, eritmaning qaynash temperaturasi pasaytirishga erishsa bo‘ladi. Natijada yuqori temperaturaga o‘ta ta‘sirchan mahsulotlar sifatini saqlab qolish imkoniyati tug‘iladi. Undan tashqari, vakuumni jarayonda qo‘llash, harakatga keltiruvchi kuch miqdorini oshiradi va bug‘latish qurilmasining issiqlik almashinish yuzasini, hamda metall sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Vakuum ostida bug‘latishning yana bir afzalligi shundaki, past temperatura va bosimli issiqlik eltkichlardan foydalanish mumkin. Bu usulda bug‘latilganda, hosil bo‘lgan ikkilamchi bug‘ni, keyingi korpusda birlamchi bug‘ sifatida qo‘llash mumkin.

Albatta, bu usulning kamchiliklari ham bor: jarayonda vakuumni qo‘llash uning narxini oshiradi; bug‘latgichdan tashqari bir nechta qo‘shimcha qurilma va moslamalar ishlatish kerak.

Atmosfera bosimida bug‘latish jarayonida hosil bo‘lgan ikkilamchi bug‘ atrof muhitga chiqarib yuboriladi. Bunday usul eng sodda deb hisoblansa ham, lekin u iqtisodiy jihatdan eng tejamsizdir.

YUqori bosim ostida bug‘latish jarayonida hosil bo‘lgan ikkilamchi bug‘ qaytadan bug‘latish jarayonida, hamda boshqa maqsadlar uchun ham ishlatish mumkin. Bu usulda jarayon yuqori bosimda olib borilgani uchun, eritmalarning qaynash temperaturasi ancha ko‘tariladi.

Boshqa maqsadlar uchun ishlatiladigan ikkilamchi bug‘ - *ekstra bug‘* deb nomlanadi. YUqori bosim ostida bug‘latish jarayonida ajralib chiqqan ikkilamchi bug‘ni qaytadan qo‘llash, vakuum ostida bug‘latishga nisbatan issiqlikdan to‘la miqdorda foydalanish imkonini beradi. SHuning uchun, ushbu usul faqat issiqlikka bardosh eritmalarini bug‘latish uchun ko‘llaniladi. Undan tashqari, yuqori bosim ostida bug‘latish jarayoni uchun yuqori temperaturali issiqlik eltkichlarni ishlatish kerak. Bu hol albatta uning eng asosiy kamchiligidir.

Atmosfera bosimi, ayrim hollarda vakuum ostida jarayon olib borilganda, bir korpusli bug‘latkichlardan foydalaniladi. Lekin, sanoat miqyosida ko‘pincha bir necha qurilmadan yig‘ilgan ko‘p korpusli bug‘latish qurilmalarida jarayonni olib borish keng tarqalgan. Bunday qurilmalarda faqat birinchi korpusda birlamchi bug‘ ishlatiladi. Ikkinchi, uchinchi va keyingi korpuslarda esa, oldingi korpusda ajralib

chiqqan ikkilamchi bug' ko'llanilsa, eltkich tejalishiga sababli bo'ladi va bug' sarfining kamayishiga olib keladi.

Bir korpusli bug'latish qurilmalarida ham, birlamchi bug' sarfini kamaytirish mumkin. Buning uchun, qurilmadan chiqayotgan ikkilamchi bug' issiqlik nasosi yordamida birlamchi bug' temperaturasi to'g'ri keladigan bosimgacha siqiladi va qaytadan eritmani bug'latish uchun qurilmaga yo'naltiriladi.

4.15. Bug'latishning nazariy asoslari

Bug'latish jarayonida eritmalarining konsentratsiyasi ortadi va natijada uning fizik va issiqlik xossalari o'zgaradi.

Bug'latish qurilmalarini hisoblash, loyihalash va ekspluatatsiya qilish uchun muhim bo'lgan eritmalarining ba'zi bir xossalarini ko'rib chiqamiz.

Temperatura depressiyasi - □□. Eritma T_e va erituvchilar T qaynash temperaturalarini o'rtasidagi farqdir, ya'ni $\Delta t = T_e - T$ temperatura depressiyasi deb nomlanadi. Eritmalar nazariyasidan ma'lumki, bir xil T temperaturada toza erituvchi ustidagi bug'larining bosimi r , eritma ustidagi bug'larning bosimi r_e dan har doim ko'p bo'ladi. YOki bir xil bosimda toza erituvchining qaynash temperaturasi eritmaning qaynash temperaturasidan past bo'ladi.

Eritmalarining temperatura depressiyasi erituvchi va erigan moddalar xossalari bog'liqdir. Bosim va konsentratsiya ortishi bilan temperatura depressiyasi oshadi. Ko'pincha ushbu ko'rsatkich tajribaviy yo'l bilan aniqlanadi.

Ma'lumki, bug'latkichlarda issiqlik yo'qotilishi oqibatida temperaturalarining pasayish hodisasi yuz beradi. Natijada temperaturalar farqi kamayadi va jarayon intensivligi susayadi. Temperaturalar yo'qotilishi □, temperatura depressiyasi □□, gidrostatik □□□ va gidravlik depressiya □□□□ lar yig'indisiga teng, ya'ni: $\Delta = \Delta_{\text{stat}} + \Delta_{\text{hid}} + \Delta_{\text{atm}}$.

Agar, eritmaning atmosfera bosimdagi temperatura depressiyasi Δ_{atm} ma'lum bo'lsa, istalgan boshqa bosimlardagi depressiya Tishenko formulasidagi taxminan hisoblab aniqlanish mumkin:

$$\Delta' = 1,62 \cdot 10^{-2} \frac{T^2}{r} \Delta'_{\text{atm}} \quad (4.165)$$

bu erda T - ma'lum bosimdagi toza erituvchining qaynash temperaturasi, K; r - ma'lumki bosimdagi toza erituvchining bug'latish issiqligi, kJ/kg; Δ_{atm} - atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi, °S.

Agar, Δ_{atm} kattaligi bo'yicha tajribaviy ma'lumotlar yo'q bo'lsa, uni bir nechta usul bilan taxminan hisoblab topish mumkin. Biror bosimda eritmaning bitta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa - Babo, ikkita temperaturasi ma'lum bo'lganda esa - Dyuring yoki Kireev qoidasiga binoan aniqlash imkoni bor.

Babo qoidasiga binoan, biror konsentratsiyali eritma ustidagi bug' bosimining pasayishi $(r_1 - r_2)/r_1$ yoki r_2/r_1 temperaturaga bog'liq emas va o'zgarmas qiymatga tengdir:

$$\frac{p_2}{p_1} = K = \text{const} \quad (4.166)$$

bu erda r_1 va r_2 - erituvchi va eritma bug'larining bosimlari.

Gidrostatik depressiya - □□□. Bug'latkich qaynash trubalarining bir qismi suyuqlik bilan to'lib turgan bo'ladi va uning ustida bug' - suyuqlikdan iborat emulsiya qatlamida yuqoriga qarab ko'tarilgan sari bug'ning miqdori oshib boradi.

Agar, qaynash trubasidagi suyuqlik va emulsiyani shartli ravishda suyuqlik deb nomlasak, unda gidrostatik bosimlar farqi hisobiga trubaning pastki qismidagi suyuqlikning qaynash temperaturasi tepa qismini-kidan yuqori bo'ladi.

Gidrostatik effekt hisobiga eritma qaynash temperaturasining ortishi **gidrostatik depressiya** deb ataladi.

Bug'latish jarayoni vakuum ostida olib borilganda, gidrostatik depressiya salmoqli bo'ladi.

To'yingan suv bug'i t_c va ikkilamchi bug' temperatura T lari orasidagi farq gidrostatik depressiyani beradi:

$$\Delta'' = t_c - T'' \quad (4.167)$$

Ushbu tenglik eritma harakatini inobatga olmagan uchun uning xatoligi katta. SHuning uchun □□□ ning qiymatlari tajribaviy usulda topiladi.

Vertikal bug'latkichda intensiv harakatlanayotgan eritmalar uchun □□□ miqdori $1...3^{\circ}\text{S}$ oralikda qabul qilinishi mumkin.

Gidravlik depressiya - □□□□. Ushbu depressiya ikkilamchi bug'ning separator va quvurlar orqali harakati davrida ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni engishi tufayli vujudga keladigan temperatura yo'qotilishlar.

Ushbu gidravlik qarshiliklarni engish vaqtida bosimning kamayishi, temperatura pasayishiga sababchi bo'ladi.

Demak, gidravlik qarshiliklar tufayli eritma qaynash temperaturasining ko'payishi **gidravlik depressiya** deb nomlanadi. Odatda □□□□ ning qiymati $0,5...1,5^{\circ}\text{S}$ oralig'ida bo'ladi.

YUqorida qayd etilgan depressiyalarni hisobga olsak, eritmaning qaynash temperaturasi quyidagicha hisoblanadi:

$$t_k = T' + \Delta' + \Delta'' \quad (4.168)$$

bu erda T - ikkilamchi bug' temperaturasi, K

Eritmalar issiqlik sig'imi temperatura va erigan moddalar konsentratsiyasining funksiyasidir.

Ko'pchilik eritmalar issiqlik sig'imi additivlik qoidasiga bo'ysinmaydi. SHuning uchun eritmaning ushbu xossasini erigan modda va erituvchilar issiqlik sig'implari yordamida aniqlab bo'lmaydi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, eritma konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, uning issiqlik sig'imi shunchalik additivlik qoidasiga kam bo'ysinadi. Eritmaning ushbu xossasi maxsus adabiyotlarda keltirilgan.

Eritish issiqligi eritmaning konsentratsiyasi, erituvchi va erigan moddalar xossalriga bog'liq. Qo'shimcha qattiq moddalar erishi davrida kristallik panjara buziladi. Albatta, buning uchun energiya sarflanadi va oqibatda eritmaning sovishi ro'y beradi. Agar, erituvchi va eriydigan moddalar o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishsa, gidratlar hosil bo'lib, jarayon natijasida issiqlik ajrab chiqadi. SHunday qilib, eritish issiqligi erish va kimyoviy o'zaro tasir issiqliklari yig'indisiga teng.

Oson gidrat hosil qiladigan moddalar musbat eritish issiqligiga (suvda), ega; gidrat hosil qilmaydigan moddalar - manfiy eritish issiqligiga ega.

4.16. Bug'latish usullari

Sanoatda mavjud texnologiyalarda asosan quyidagi bug'latish usullaridan foydalaniladi:

- oddiy bug'latish (uzlukli va uzluksiz);
- ko'p korpusli qurilmalarda bug'latish (faqat uzluksiz);
- issiqlik nasoslarini qo'llab bug'latish.

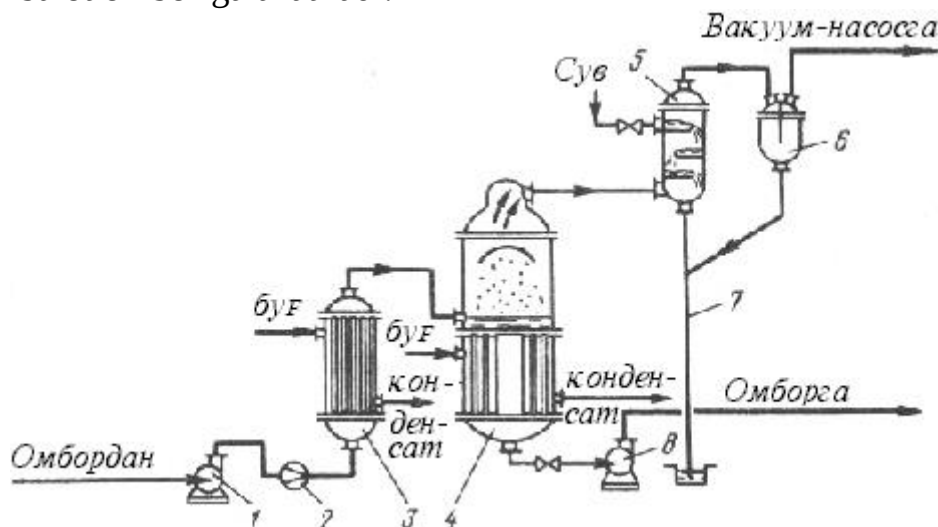
Eritmalar va isituvchi bug' xossalriga qarab hamma 3 ta bug'latish usullari vakuum va bosim ostida o'tkazilishi mumkin. Issiqlik eltkich sifatida, deyarli har doim, to'yingan suv bug'i ishlatiladi. Kamdan - kam hollarda eritmalar elektr toki yoki oraliq issiqlik eltkichlari yordamida isitiladi.

Oddiy bug'latish. Issiqlik tejalishi katta ahamiyatga ega bo'lmagan va unumdorligi kichik bo'lgan qurilmalarda oddiy bug'latishdan foydalaniladi. Undan tashqari, temperatura depressiyasi yuqori eritmalarinigina uzlukli ishlaydigan, bir korpusli bug'latish qurilmasida amalga oshirish iqtisodiy jihatdan to'g'ri va maqsadga muvofiqdir. Uzlukli bug'latishni ikki xil yo'l bilan olib borish mumkin: boshlang'ich eritmani dastavval yuklash va oz-oz miqdorda yuklash.

Uzluksiz ishlaydigan oddiy bug'latish qurilmasi 4.47-rasmda keltirilgan.

Boshlang'ich konsentratsiyali eritma nasos 1 yordamida sarf o'lhagich 2 orqali isitkich 3 ga uzatiladi. U erda eritma qaynash temperaturasigacha isitiladi va so'ng bug'latkich 4 ga bug'latish uchun yuboriladi. Qurilma 4 ning pastki qismida eritma suv bug'i yordamida isitiladi, natijada erituvchi bug'latadi. Hosil bo'lgan ikkilamchi bug' qurilma 4 ning yuqori qismi bo'lmish separatsion bo'limida mayda tomchilardan ajratiladi va barometrik kondensator 5 ga yo'naltiriladi. Undan ikkilamchi bug' kondensatsiyalanadi.

Kondensatsiyalanmagan inert gazlar ushlagich 6 orqali vakuum - nasos 8 yordamida so'rib olinadi. Sovutuvchi suv bilan hosil bo'lgan kondensat barometrik truba 7 orqali yig'gichga tushuriladi. Quyuqlashtirilgan eritma nasos 8 yordamida tayyor mahsulot omboriga uzatiladi.



4.47-rasm. Bir korpusli, uzluksiz ishlaydigan bug'latish qurilmasining sxemasi.

1, 8 - nasoslar; 2 - sarf o'lchagich; 3 - isitkich; 4 – bug'latkich; 5 - barometrik kondensator; 6 - ushlagich; 7 - barometrik truba.

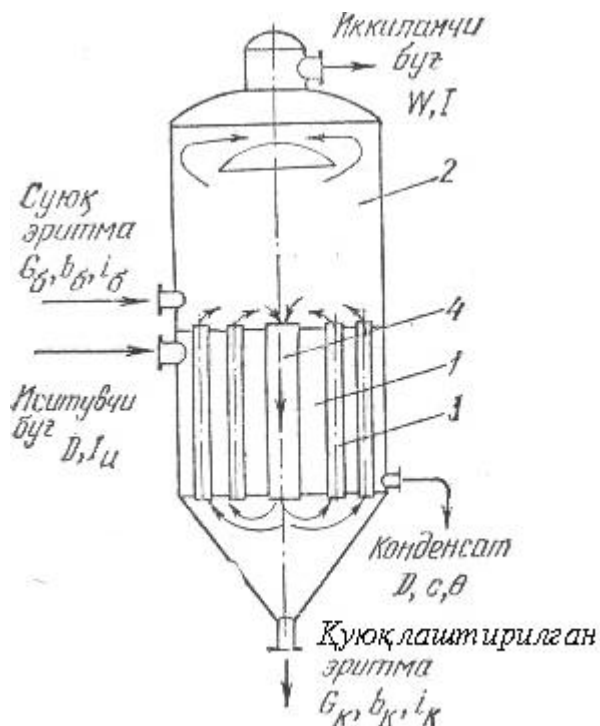
Vakuu ostida eritmalarini bug'latish jarayonini tashkil etishning bir qator afzalliklari bor: eritma qaynash temperaturasi pasayadi; past bosimli bug'larni issiqlik eltkich sifatida qo'llash mumkin.

Markaziy sirkulyasiya trubali, uzluksiz ishlaydigan bug'latkich 4.48-rasmda ko'rsatilgan.

Bug'latkich asosan ikki qismdan, ya'ni isituvchi kamera 1 va separator 2 dan iborat bo'ladi.

Kamera 1 ko'pincha to'yingan suv bug'i bilan isitiladi. Suv bug'i kameraning trubalararo bo'shlig'iga yo'naltiriladi, u erda truba devori orqali o'z issiqligini eritmaga uzatadi va sovitish natijasida kondensatsiyalanadi. Hosil bo'lgan kondensat kameraning pastki qismidagi shtutser orqali tashqariga chiqariladi.

Trubalarda isitilayotgan eritmaning temperaturasi ortishi bilan zichligi kamayadi. Natijada, eritma truba bo'ylab yuqoriga ko'tariladi va devor orqali o'tayotgan issiqlik ta'sirida qaynash boshlanadi. Qaynash jarayonida hosil bo'layotgan ikkilamchi bug' eritmadan ajraydi va separator 2 ga qarab harakatlanadi. U erda bug' mayda eritma tomchilaridan ajratiladi va bug' tashqariga chiqariladi. Separatorda ajratilgan tomchilar yana qaytadan bug'latayotgan eritmaga qo'shiladi.



4.48-rasm. Markaziy sirkulyasiya trubali bug‘latkich.

1 - isituvchi kamera; 2 - separator; 3 - isituvchi trubalar;
4-sirkulyasiya trubasi.

Eritmaningma'lum qismi (zichligi yuqori) sirkulyasiya trubasi orqali bug‘latishning pastki qismiga tushadi. Ushbu trubada g‘irritma va isituvchi trubalardagi «bug‘ - suyuqlik» aralashmasi zichliklari o‘rtasidagi farq ta'sirida beto‘xtov ravishda sirkulyasiya qilib tura di. Konsentratsiyasi oshgan, ya'ni quyushlangan eritma, qurilmaning pastki qismidan chiqarib olinadi.

4.16.1. Oddiy bug‘latishning moddiy balansi

Oddiy bug‘latish jarayonining moddiy balansi ushbu tenglamalar yordamida ifodalanadi:

$$G_{\text{б}} = G_{\text{ок}} + W \quad (4.169)$$

bu erda $G_{\text{б}}$ – boshlang‘ich eritma sarfi, kg/soat; $G_{\text{ок}}$ - quyushlashtirilgan eritma sarfi, kg/soat; W – bug‘latilgan suv miqdori, kg/soat.

Eritmadagi quyush moddaga nisbatan moddiy balans ushbu ko‘rinishiga ega:

$$\frac{G_{\text{б}} \cdot x_{\text{б}}}{100} = \frac{G_{\text{ок}} \cdot x_{\text{ок}}}{100} \quad (4.170)$$

bu erda x_b va x_{ox} - eritmaning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalari, % (mass).

Agar, (4.169) va (4.170) tenglamalardan bug'latilgan suv miqdorini topish mumkin:

$$W = G_{\delta} \left(1 - \frac{x_{\delta}}{x_{ox}} \right) \quad (4.171)$$

Eritmaning oxirgi konsentratsiyasi esa:

$$x_{ox} = G_{\delta} \frac{x_{\delta}}{G_{\delta} - W} \quad (4.172)$$

Quyuqlashtirilgan eritma bo'yicha bug'latkichning ish unumdorligi quyidagi tenglamadan topiladi:

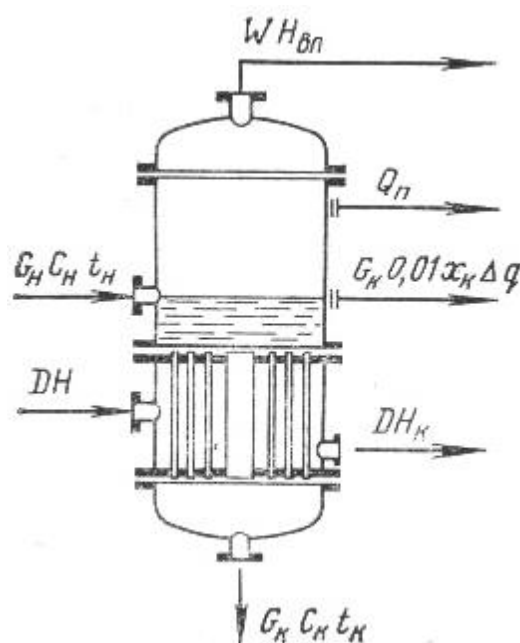
$$G_{ox} = \frac{G_{\delta} \cdot x_{\delta}}{x_{ox}} \quad (4.173)$$

4.16.2. Oddiy bug'latishning issiqlik balansi

Oddiy bug'latish jarayonining issiqlik balansi 4.49-rasmda keltirilgan issiqlik oqimlari asosida bitta tenglik yordamida yozilishi mumkin:

$$G_{\delta} c_{\delta} t_{\delta} + DI = G_{ox} c_{ox} t_{ox} + G_{ox} 0,01 x_{ox} \Delta q + W \cdot I_{u\delta} + D \cdot I_{\kappa} + Q_{iy\kappa} \quad (4.174)$$

bu erda D - isituvchi bug' sarfi, kg/soat; I - isituvchi bug' entalpiyasi, kJ/kg; t_b va t_{ox} - eritmaning boshlang'ich va oxirgi temperaturalari, °S; I_k - kondensat entalpiyasi, kJ/kg; Δq - eritmani x_b va x_{ox} gacha quyuqlashtirish issiqligi, kJ/kg; Q_{yuk} - issiqlikning atrof muhitga yo'qotilishi, kJ/soat.



4.49-rasm. Oddiy bug‘latish jarayonidagi issiqlik oqimlar sxemasi

- $G_b c_b t_b$ - boshlang‘ich eritma bilan issiqlik kirishi;
 DI - isituvchi bug‘ bilan issiqlik kirishi;
 $G_{ox} c_{ox} t_{ox}$ - quyushtirilgan eritma bilan issiqlik chiqishi;
 WI_{ib} - ikkilamchi bug‘ bilan issiqlikning chiqishi;
 DI_k - isituvchi bug‘ kondensati bilan issiqlikning chiqishi;
 $G_{ox} 0,01 x_{ox} \Delta q$ - quyushtirish issiqligi;
 Q_{yuk} - atrof muhitga issiqlik yo‘qotilishi.

Agar, (4.169) tenglamani (4.174) ga qo‘ysak, ushbu ko‘rinishga erishamiz

$$G_{\theta} c_{\theta} t_{\theta} + W c_{\theta} t_{\theta} + DI = G_{ox} c_{ox} t_{ox} + G_{ox} 0,01 x_{ox} \cdot \Delta q + W \cdot I_{u\theta} + D \cdot I_k + Q_{yuk} \quad (4.175)$$

bundan

$$D = G_{ox} \frac{c_{ox} t_{ox} - c_{\theta} t_{\theta} + 0,01 x_{ox} \Delta q}{I - I_{ox}} + W \frac{I_{u\theta} - c_{\theta} t_{\theta}}{I - I_{ox}} + \frac{Q_{yuk}}{I - I_{ox}} \quad (4.176)$$

(4.176) tenglamadan ko‘rinib turibdiki, bug‘latish uchun zarur bo‘lgan isituvchi bug‘ sarfi, uchta qo‘shiluvchi yordamida aniqlanadi:

- birinchisi, bug‘latilayotgan eritma entalpiyasini o‘zgartirish uchun zarur bug‘ sarfi;
- ikkinchisi, ikkilamchi bug‘ hosil qilish uchun zarur bug‘ sarfi;
- uchinchisi, atrof muhitga yuqotilayotgan issiqlikni qoplash uchun zarur bug‘ sarfi.

Birinchi va uchinchi qo‘shiluvchilar qiymati, ikkinchisiga qaraganda, juda kichikdir. SHuning uchun, tahminiy hisoblashlarda $H_{u\theta} - c_{\theta} t_{\theta} \approx I - I_k$ ekanligini

inobatga olib, eritmadan 1 kg suvni bug‘latish uchun 1,1...1,2 kg isituvchi bug‘ kerak deb qabul qilinadi.

Tayanch iboralar:

Birlamchi bug‘, ikkilamchi bug‘, ekstra bug‘

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar:

1. Bug sarfi qanday topiladi?
2. Moddiy balans tenglamasi nima uchun kerak?

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
 2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta‘minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
 3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
 4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
 5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
 6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1987.
 7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protssesi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
 8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
 9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishla

rigaqo'llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniypraktikum pogidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessy i apparatiximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonny: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protssesi i apparatipishevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz

2. www.google.ru

3. www.biotehnolog.ru

4. www.Ziyonet.uz

5. www.edy.uz

6. www.nuuz.uz

7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090

2. Proceedings of the 8 th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering , 34

3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .

4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David Jm Ende 2010

5. Guidance for Industry Process Validation ; General Principles and practices 2011

6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)

7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №13

Ko'p apparatli bug'latish qurilmalari. Ularning sxemalari. Moddiy, issiqlik balanslari

REJA

1. Ko'p apparatli bug'latish qurilmalari. Ularning sxemalari.
2. Moddiy, issiqlik balanslari

Isitish yuzasi

Zarur issiqlik almashinish yuzasi issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi, yani $Q = KF\Delta t$ dan.

Unda, uzluksiz ishlaydigan bug'latkichning isitish yuzasi quyidagi ifodadan topiladi:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}$$

bu erda Δt - temperaturalarning foydali farqi, isituvchi to'yingan suv bug'i va qaynayotgan eritma temperaturalari farqiga teng.

Temperaturalarning foydali farqi temperaturalar umumiy farqi va temperatura depressiyalari orqali aniqlanadi.

Isituvchi va ikkilamchi bug' temperaturalari orasidagi farqqa temperaturalarning umumiy farqi deyiladi va ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\Delta t_{ym} = t_{u\sigma} - t_{kon\sigma} \quad (4.177)$$

bu erda t_{ib} - isituvchi bug' temperaturasi, °S; t_k - kondensatorga kirishdagi ikkilamchi bug' temperaturasi, °S.

Temperaturalarning foydali farqi t_{um} dan temperaturalar yo'qotilish yig'indisi $\Sigma \Delta t$ ga kamroq bo'ladi, yani

$$\Delta t = \Delta t_{ym} - \Sigma \Delta t \quad (4.178)$$

bu erda

$$\Sigma\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta'''$$

Ko'p korpusli qurilmalarda bug'latish. Bu turdagi qurilmalarda isituvchi bug' sifatida ikkilamchi bug' ishlatiladi. Natijada juda katta miqdorda issiqlik tejaladi. Eritmadan 1 kg suvni bug'latish uchun isituvchi, to'yingan suv bug'ining solishtirma sarfi quyidagicha :

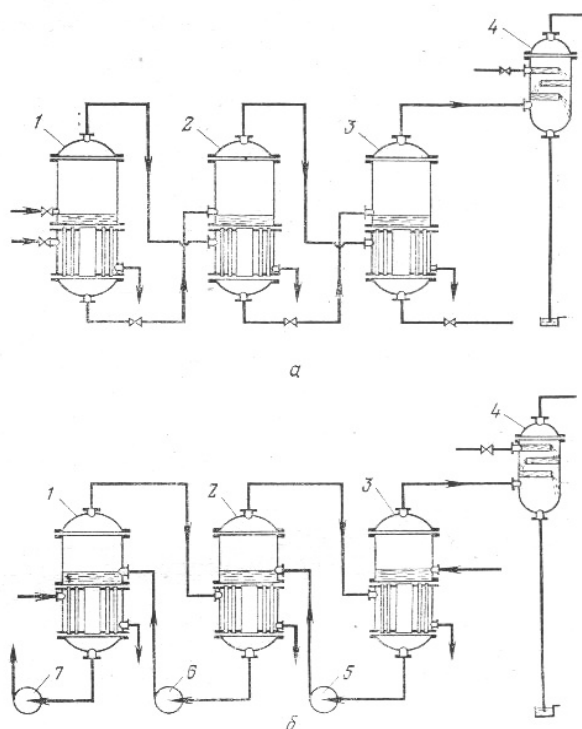
- bir korpusli qurilma uchun 1,1...1,2 kg;
- ikki korpusli qurilma uchun 0,55 kg;
- uch korpusli qurilma uchun 0,40 kg;
- to'rt korpusli qurilma uchun 0,30 kg.

Ko'p korpusli qurilmalarda bug'latish jarayonini yuqori bosimli isituvchi bug' yoki vakuum yordamida amalga oshirish mumkin.

Bug'latish korpuslaridagi bosim shunday bo'lishi kerakki, unga uzatilayotgan bug' temperaturasi, shu korpusdagi eritmaning qaynash temperaturasidan yuqori bo'lishi ta'minlanishi kerak. Oxirgi korpusdagi isituvchi bug'ning bosimi texnik – iqtisodiy hisoblar asosida aniqlanadi.

Isituvchi bug' va eritmaning harakat yo'nalishiga qarab parallel (bir xil), qarama - qarshi va kombinatsiyalangan yo'lli ko'p korpusli bug'latish qurilmalariga bo'linadi. 4.50a-rasmda uch korpusli parallel yo'nalishli bug'latish qurilmasi keltirilgan.

Boshlang'ich eritma korpus 1 ga yuboriladi, so'ng korpus 2 va 3 ga uzatiladi va kerakli konsentratsiyagacha quyuqlashtirilgandan so'ng korpus 3 ning pastki qismida chiqariladi. Korpus 1 dan korpus 3 ga qarab bosim pasayib boradi. SHuning uchun, eritma bosimlar farqi ostida korpusdan korpusga o'tib boradi. Isituvchi bug' eritma kabi usha yo'nalishda bir korpusdan keyingisiga harakat qiladi. YA'ni, korpus 1 da hosil bo'lgan ikkilamchi bug' 2-korpusga isituvchi bug' bo'lib, 2-korpusda hosil bo'lgan ikkilamchi bug' esa, 3-korpusga



4.50-rasm. Bug‘latish qurilmalarining prinsipial sxemalari.

a - bir xil (parallel) yo‘nalishli;

b - qarama-qarshi yo‘nalishli;

1-3 – korpuslar; 4- barometrik kondesator; 5-7 – nasoslar.

isituvchibug‘ bo‘lib, 3- korpusdahosilbo‘lganikkilamchibug‘ kondensatsiyanishuchunbarometrik kondensator 4 gayuboriladi.

4.50b-rasmda uch korpusli qarama - qarshi yo‘nalishli bug‘latish qurilmasi tasvirlangan. YAngi isituvchi bug‘ 1-korpusga haydaladi, ikkilamchi bug‘lar esa 1-korpusdan 3-ga qarab harakat qiladi. Boshlang‘ich eritma esa, avval 3-korpusga yuklanadi, so‘ng esa 3-korpusdan 1-korpus tomon qarab uzatiladi. Quyuqlashtirib bo‘lingan eritma 1-korpusning pastki qismidan chiqarib olinadi. Har bir keyingi korpusdagi bosim avvalgi korpusnikidan kam bo‘lgani uchun, eritmani uzatish uchun nasos 5, 6, 7 lar xizmat qiladi.

Kombinatsiyalashgan bug‘latish qurilmalarida eritmani kiritish va chiqarish variantlari turlicha bo‘lishi mumkin.

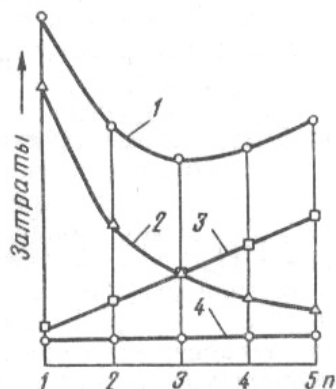
Parallel yo‘nalishli bug‘latish qurilmasining afzalliklari: eritmani korpusdan korpusga uzatish uchun nasos kerak emas.

Har bir keyingi korpusda, yuqori konsentratsiyali eritma, nisbatan pastroq bosimda bug‘latiladi.

SHu oxirgi korpusdagi issiqlik o‘tkazish koeffitsienti birinchisiga qaraganda ancha kichik bo‘ladi.

Qarama - qarshi yo'nalishli bug'latish qurilmasining afzalliklari: juda yuqori konsentratsiyalargacha quyuqlashtirish mumkin; bir yo'nalishli qurilmalarga nisbatan kichik isitish yuzasi talab etiladi. Kamchiligi: eritmani korpusdan korpusga uzatish uchun nasoslar zarur.

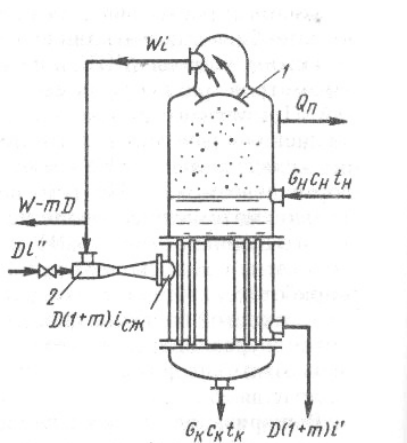
4.51-rasmda bug'latish qurilmalari sonining ortishi bilan turli sarflar o'zgarishi ko'rsatilgan.



4.51-rasm. Bug'latish korpuslari n ning optimal

sonini aniqlashga oid.

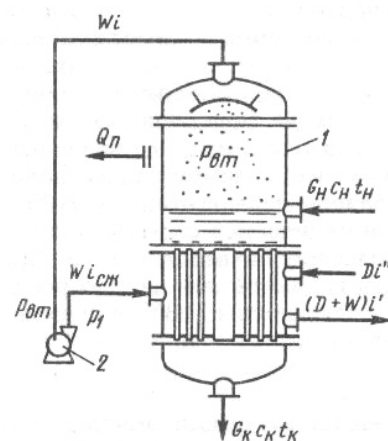
1 - umumiy sarflar; 2 - energetik (isituvchi bug'ga bo'lgan) sarflar; 3 - kapital va amortizatsiya sarflari; 4 - ekspluatatsiya sarflari.



4.52-rasm.

Turbokompressor li bug'latish qurilmasi.

1 - bug'latgich;
2 - turbokompressor.



4.53-rasm. Injektor issiqlik nasosli bug'latish qurilmasi.

1- bug'latgich;
2- issiqlik nasosi.

YUqoridaqaydetilgandanma'lumki, qurilmalar soni o'sish bilan eritma tarkibidagi 1 kg suvni bug'latish uchun isituvchi bug' sarfi keskin kamayib boradi. Lekin, qurilmalar soni ortishi bilan temperatura yo'qotilishlar ko'payadi. Issiqlik almashinish jarayoni samarali o'tishi uchun temperaturalarning foydali farqi ma'lum qiymatga ega bo'lishi kerak. Tabiiy sirkulyasiyalı qurilmalar uchun ushbu farq $5...7^{\circ}\text{S}$ va majburiy sirkulyasiyalı uchun esa 3°S dan kam bo'lmashligi zarur.

Bug'latish qurilmalarining soni ko'p bo'lsa, bunda temperaturalar yo'qotilishining yig'indisi, temperaturalarning umumiy farqiga teng yoki undan ortib ketishi mumkin. U holda eritmalar ni bug'latish qiyinlashadi va jarayonni o'tkazish imkoni bo'lmay qoladi.

Qurilmalarning optimal sonini texnik-iqtisodiy hisoblashlar yo‘li bilan aniqlash maqsadga muvofiqdir.

Grafikdagi egri chiziq 1 ning minimumiga to‘g‘ri keladigan minimal umumiy sarflar, ko‘p korpusdagi bug‘latish qurilmasining optimal sonini ko‘rsatadi. Sanoat miqyosida ko‘p korpusli bug‘latish qurilmalarining optimal soni 3 –4 ta bo‘ladi.

Issiqlik nasosini qo‘llab bug‘latish. Ushbu usul, shu qurilmada olingan ikkilamchi bug‘ni qaytadan o‘sha bug‘latgichda qo‘llashga asoslangan. Buning uchun ikkilamchi bug‘ temperaturasi isituvchi bug‘ temperaturasigacha ko‘tarish zarur. Ikkilamchi bug‘ temperaturasini oshirish uchun u kompressor yoki injektorli issiqlik nasosda siqiladi. Odatda, kompressor sifatida turbokompressor qo‘llaniladi (4.52-rasm).

Bug‘latgichdan chiqayotgan bosimi r_{ib} va entalpiyasi i ikkilamchi bug‘ turbokompressor yordamida so‘rib olinadi va u erda r bosimgacha siqiladi. Siqish natijasida bug‘ning entalpiyasi i gacha o‘sadi. SHunday qilib, siqilish natijasida bug‘ $\Delta i = i_c - i$ miqdorda issiqlik oladi. Turbokompressordan chiqayotgan siqilgan bug‘ bug‘latish qurilmasining isitish kamerasiga yo‘naltiriladi.

Jarayonning issiqlik balansi:

$$G_{\delta} c_{\delta} t_{\delta} + D \cdot i'' + W \cdot i_c = G_{ox} \cdot c_{ox} \cdot t_{ox} + W \cdot i + (D + W) \cdot i' + Q_{i\gamma\kappa} \quad (4.179)$$

bundan isituvchi bug‘ sarfi:

$$D = G_{ox} \frac{c_{ox} t_{ox} - c_{\delta} t_{\delta}}{i'' - i'} + W \frac{i - c_{\delta} t_{\delta} - i_c}{i'' - i'} + \frac{Q_{i\gamma\kappa}}{i'' - i'} \quad (4.180)$$

bu erda i_s - ikkilamchi bug‘ning turbokompressorda siqilgandan keyingi solishtirma entalpiyasi, kJ/kg.

(4.176) va (4.180) tenglamalarni taqqoslashdan ko‘rinib turibdiki, ikkilamchi bug‘lar entalpiyasini oshirish hisobiga isituvchi bug‘ sarfi i_s qiymatga kamroq sarflanadi:

$$D = W \frac{i - c_{\delta} t_{\delta} - i_c}{i'' - i'} \quad (4.181)$$

Turbokompressorda sarflanayotgan quvvat miqdori ushbu tenglamadan topiladi:

$$N = \frac{W(i_c - i)}{3600 \eta_{ad} \cdot \eta_{Mex}} \quad (4.182)$$

bu erda $\square_{ad}$ - turbokompressorning adiabatik f.i.k.; $\square_{mex}$ – elektr yuritkich va yuritmalarning mexanik f.i.k.

Bug‘-injektor issiqlik nasosli bug‘latgichda isituvchi bug‘ injektorga uzatiladi (4.53-rasm). Bug‘-injektor Venturi trubasi tipidagi moslama bo‘lib, uni yasashga ko‘p metall sarflanmaydi. Injektor ishlashi paytida vakuum hosil bo‘ladi va bug‘latgichda ajralib chiqqan, bosimi p_{ib} va entalpiyasi i bo‘lgan, ikkilamchi bug‘ni u so‘rib oladi.

Isituvchi bug‘ni har bir massaviy birligi ikkilamchi bug‘ning m massaviy birligini so‘rib oladi. Natijada $D (1+m)$ miqdorda isituvchi bug‘ olinadi, lekin uning bosimi birlamchi bug‘ning bosimidan past, ikkilamchi bug‘nikidan esa yuqori bo‘ladi. $W-mD$ miqdordagi bug‘ qurilmadan boshqa maqsadlar uchun ajratib olinadi.

Jarayonning issiqlik balansi ushbu tenglik bilan ifodalanadi:

$$D \cdot (1+m) \cdot i_c + G_{\delta} c_{\delta} t_{\delta} = G_{ox} c_{ox} t_{ox} + W \cdot i + D \cdot (1+m) \cdot i' + Q_{iyk} \quad (4.183)$$

bundan bug‘ sarfi:

$$D = G_{ox} \frac{c_{ox} t_{ox} - c_{\delta} t_{\delta}}{(1+m) \cdot (i_c - i')} + W \frac{i - c_{\delta} t_{\delta}}{(1+m) \cdot (i_c - i')} + \frac{Q_{iyk}}{(1+m) \cdot (i_c - i')} \quad (4.184)$$

bu erda $m = 0,5 \dots 1,0$ - injeksiya koeffitsienti.

(4.184) tenglamaning tahlili shuni ko‘rsatadiki, issiqlik nasos yordamida bug‘latish jarayonida, isituvchi bug‘ sarfi oddiy bug‘latishga qaraganda $(1+m)$ marta kam bo‘ladi.

Injektorli bug‘latkichlar temperatura depressiyasi past va ikkilamchi bug‘ bosimi yuqori bo‘lgan eritmalarini bug‘latish uchun qo‘llaniladi. Agar, ikkilamchi bug‘ bosimi kamayib ketsa, injeksiya koeffitsienti m ham kamayadi. Bunday hollarda isituvchi bug‘ sarfi ko‘payib ketadi va issiqlik nasosli bug‘latkichlarni ishlatish maqsadga muvofiq emas.

4.17. Bug‘latkichlar tuzilishi va ishlash prinsiplari

Bug‘latish qurilmalarini klassifikatsiyalash usullari ko‘p. Lekin, bug‘latish qurilmalarini ishlash intensivligini xarakterlovchi eritma sirkulyasiyasining turi va karraligi klassifikatsiyalashning asosiy belgilari deb hisoblash mumkin. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida uch xil bug‘latish qurilmalari keng tarqalgan:

1. Erkin (tabiiy) sirkulyasiyal bug‘latish qurilmalari;
2. Majburiy sirkulyasiyal bug‘latish qurilmalari;
3. YUpqa qatlamli (plyonkali) bug‘latish qurilmalari.

Zamonaviy bug‘latish qurilmalarining isitish yuzalari 10...1800 m². Bug‘latkichlar konstruksiyalarini tanlashda eritmalarning fizik va issiqlik xossalari, kristallinishga moyilligi, yuqori temperaturalarga chidamliligi, har bir korpusdagi foydali temperaturalar farqi, issiqlik almashinish qurilmasining yuzasi, texnologik xususiyatlari hisobga olinishi zarur.

Bug‘latish qurilmalari uglerodli, legirlangan va ikki qatlamli po‘latlardan tayyorlanadi.

Quyida, sanoatda eng keng tarqalgan, tipik bug‘latkichlar konstruksiyalari keltiriladi.

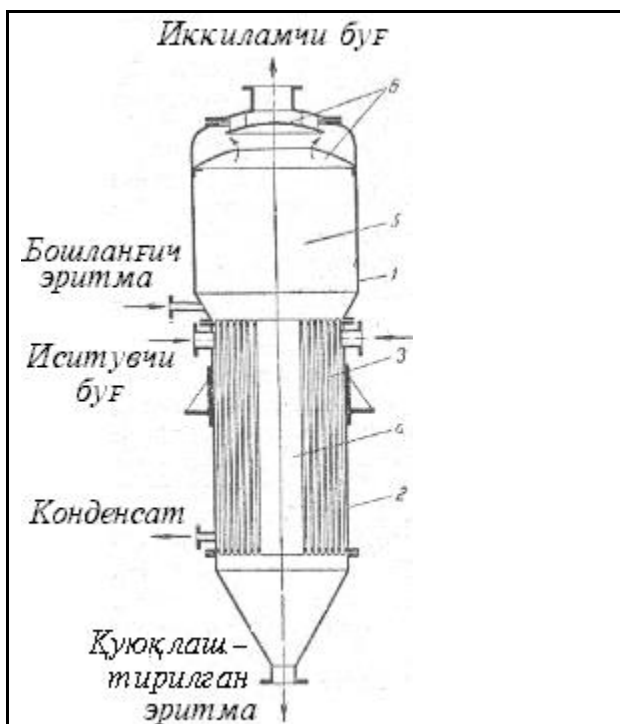
Ichki isituvchi kamerali va markaziy sirkulyasion trubali bug‘latkich. Vertikal qobiq 1 ning pastki qismida isitish kamerasi 2 joylashgan. Ƨz navbatida isitish kamerasi ikkita teshikli panjara va unga razvalsovka usulida mahkamlangan qaynash trubalari 3 dan tarkib topgan. Isitish kamerasining o‘rtasiga qaynash trubalariga qaraganda diametri kattaroq sirkulyasion truba 4 o‘rnatilgan bo‘ladi.

Isitish kamerasining trubalararo bo‘shlig‘iga issiqlik eltkich, ya’ni suv bug‘i yuboriladi.

Eritma esa qurilmaning teshikli truba panjarasi ustiga uzatiladi va sirkulyasion truba orqali pastga oqib tushadi. So‘ngra, isitish natijasida zichligi kamayib, qaynash trubalari bo‘ylab tepaga ko‘tariladi va truba ichidan ma’lum bir masofada qaynaydi. Hosil bo‘lgan ikkilamchi bug‘ separatsion bo‘shliq 5 ga ko‘tariladi va tomchi ushlagich 6 da inersion kuch ta’sirida mayda eritma tomchilaridan ajratiladi. Undan keyin, ikkilamchi bug‘ qurilmadan chiqib ketadi.

Quyuqlashtirilgan eritma konussimon tubdagi shtutser orqali oraliq yoki tayyor mahsulot sifatida chiqariladi.

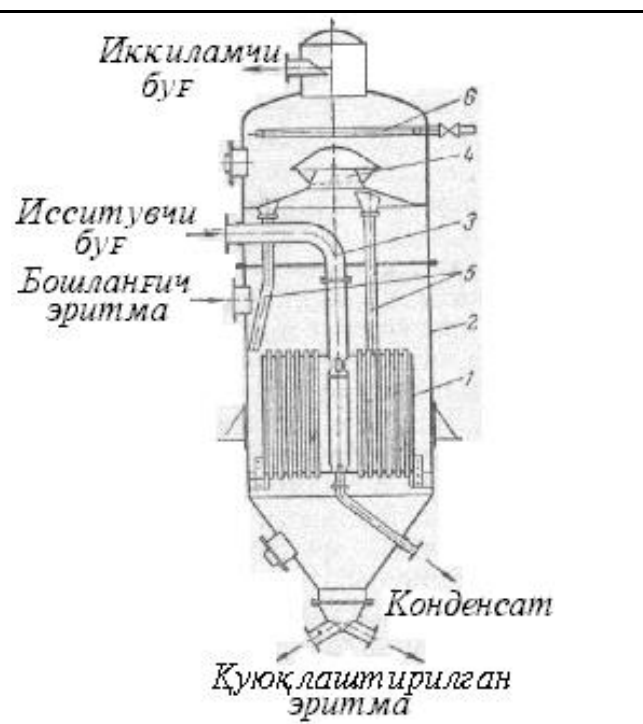
YUqorida qayd etilgandek qaynash va markaziy (sirkulyasion) trubada eritmaning sirkulyasiyasi uning zichliklari farqi ostida ro‘y beradi. Eritma zichligi farqining hosil bo‘lishiga sabab, isitish kamerasi yuzasining markaziy trubanikidan ancha kattaligidir.



4.54-rasm. Ichki isituvchi kamera va markaziy sirkulyasion trubali

bug‘latish qurilmasi.

1 - qobiq; 2 - isituvchi kamera;
3 - qaynash trubalari; 4 - sirkulyasion truba; 5 - separatsion bo‘shliq; 6 - tomchi ushlagich.



4.55-rasm. Osmo isituvchi kamerali bug‘latish

qurilmasi.

1 - isituvchi kamera; 2 - qobiq;
3 - bug‘ trubasi; 4 - tomchi ushlagich;
5 - to‘kish trubasi; 6 - yuvish uchun teshikli truba.

Ma’lumki, isituvchi kamera trubalarida eritmadan bug‘ ajralib chiqishi, markaziy trubaga qaraganda ancha intensiv bo‘ladi. Demak, qaynash trubalarida eritmaning zichligi, markaziy trubanikidan pastroq bo‘ladi. Natijada, zichliklar farqi ta’siri ostida eritma erkin sirkulyasiya qiladi va issiqlik o‘tkazish jarayoni jadallashadi. Undan tashqari, eritma sirkulyasiyasi truba yuzasiga sopolsimon, g‘ovak qatlam (nakip) o‘tirib qolishiga qarshilik ko‘rsatadi.

Bu turdagi qurilmalar vakuum ostida ishlaganda, qaynash temperaturasi pasayadi. Demak, past bosimli issiqlik eltkichlardan foydalanish mumkin. Ushbu usulda yuqori temperaturalarga bardosh berolmaydigan eritmalarni bug‘latish tavsiya etiladi.

Bug‘latish jarayonida vaqt o‘tishi bilan eritmaning fizik va issiqlik-diffuzion xossalari o‘zgaradi. Bu hol issiqlik berish jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Qurilmaning kamchiliklari: trubalar teshikli panjaralarga qattiq, qo'zg'almas qilib mahkamlanganligi uchun qobiq va trubalarning temperatura ta'sirida uzayishiga yo'l qo'ymaydi; markaziy truba isitish kamerasining ichida o'rnatilgani uchun temperatura farqi kam bo'ladi, natijada zichliklar farqi ham oz bo'ladi, ya'ni sirkulyasiya karraligi kamayadi.

Osma isituvchi kamerali bug'latgich. Ushbu turdagi qurilmalarda isituvchi kamera 1 o'z obechaykasiga ega bo'lib, qobiq 2 ning pastki qismiga erkin, qo'zg'aluvchan qilib o'rnatilgan. Isituvchi bug' truba 3 orqali uzatiladi va kamera 1 ning trubalararo bo'shlig'iga yuboriladi. Issiqligini bergan bug' kondensat holida hamda isituvchi kameraning pastki qismidan chiqariladi. Isigan eritma esa, qaynash trubalaridan yuqoriga ko'tariladi va erkin sirkulyasiya ta'sirida bug'latish jarayoni sodir bo'ladi (4.55-rasm).

Ikkilamchi bug' tomchi ushlagich 4 dan o'tib qurilmaning tepasidan chiqib ketadi. Ikkilamchi bug'dan ajratib olingan suyuqlik truba 5 orqali pastga oqizib tushiriladi. Qurilmaning qaynash trubalarining ichki va tashqi yuzalarida hosil bo'luvchi kovakli qatlam (nakip) vaqti – vaqti bilan suv bilan yuvilib turiladi.

Bu qurilmada markaziy sirkulyasion truba isituvchi kamera tashqarisida o'rnatilgan bo'lib, katta ko'ndalang kesimga ega. SHuning uchun ham eritma sirkulyasiyasiga ijobiy ta'sir etadi.

Isituvchi kamera erkin, harakatchan holda o'rnatilgani uchun trubalarning teshikli panjaralardagi zichligi buzilmaydi. Undan tashqari, osma holatdagi kamerani demontaj qilish oson.

Osma isituvchi kamerali bug'latkich afzalliklari: eritmalar bug'latishi intensiv; isitish kamerasi osma holda o'rnatilgani uchun, temperaturalar farqi katta bo'lganda ham trubalar zichligi o'zgarmaydi; isituvchi kameraning yaroqsiz trubalarini almashtirish oson; eritma sirkulyasiyasining karraligi katta; qattiq, kovakli qatlam kam hosil bo'ladi.

Bug'latkich kamchiliklari: isituvchi eltkich va kondensatning trubalar orqali kirishi va chiqishi qiyin; metall sarfi katta; qovushoqligi yuqori eritmalarini bug'latish samardorligi past; eritma trubalarga yopishib qoladi.

Erkin sirkulyasiyalik bug'latkichlar tuzilishi sodda va kristallanmaydigan, o'rtacha qovushoqlik suyuqliklarni bug'latish uchun qo'llaniladi (4.56-rasm).

Bug'latish qurilmasi separator, isituvchi kamera va sirkulyasion trubadan tashkil topgan. Separator elliptik qopqoqli silindrik qobiqdan iborat bo'lib, isituvchi kameraga boltlar yordamida birlashtirilgan. Unda, ikkilamchi bug'ni tomchilardan ajratish uchun turli konstruksiyali qaytargichlar o'rnatiladi (4.56a-rasm), Isituvchi kamera esa, vertikal qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasi tipida yasalgan bo'lib, trubalararo bo'shlig'iga bug' yuboriladi va trubalar ichida eritma qaynatiladi.

Separator va isituvchi kameralar pastki qismlari sirkulyasion truba bilan birlashtirilgan. Sirkulyasion va qaynatish trubalaridan tarkib topgan tutashgan sistemada tabiiy sirkulyasiya hosil bo'ladi.

Agar, trubalarda eritma qaynash darajasigicha isitilsa, undagi bir qism suyuqlik bug‘latishi natijasida trubalarda bug‘ - suyuqlik aralashmasi hosil bo‘ladi. Albatta, bu aralashma zichligi suyuqlik zichligidan kichikdir. SHunday qilib, sirkulyasion trubadagi suyuqlik massasi, qaynash trubadagi suyuqlikdan katta bo‘lishi aniq. Natijada, qaynash trubasi – bug‘ bo‘shlig‘i - sirkulyasion truba - trubular va hokazo yo‘li bo‘yicha eritma sirkulyasion harakatlanadi.

Sirkulyasiya paytida qaynayotgan suyuqlik tomonidagi issiqlik berish koeffitsienti ortadi va truba yuzasida qattiq, kovakli ifloslik qatlami hosil bo‘lishi kamayadi.

Tabiiy sirkulyasiya bo‘lishi uchun ikkita shart bajarilishi zarur:

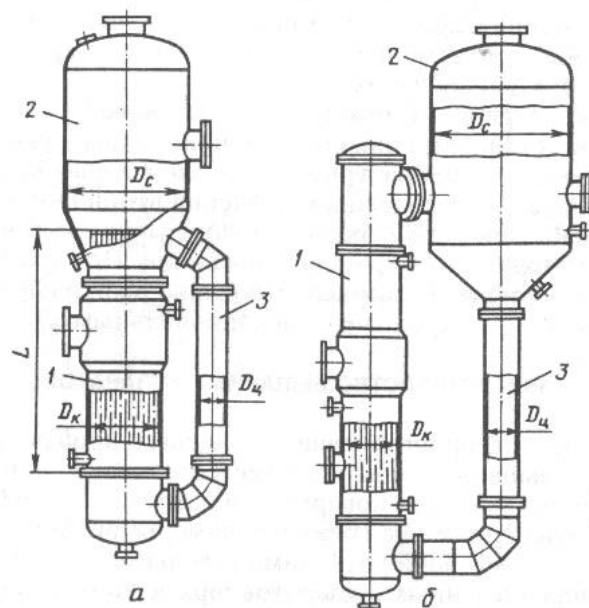
1) Bug‘ - suyuqlik aralashma qatlamini muvozanatda ushlab turish va zarur tezlik hosil qilish uchun sirkulyasion trubadagi suyuqlik sathining baladligi etarli bo‘lishi kerak;

2) Bug‘ - suyuqlik aralashmasi iloji boricha kam zichlikli bo‘lishi uchun qaynash trubalarida bug‘ ajralib chiqish intensivligi etarli miqdorda bo‘lishi darkor.

Eritma va bug‘ orasidagi temperaturalar farqi ko‘p va qaynash zonasida naporning yo‘qotilishi kam bo‘lgani uchun, sirkulyasiya tezligi 1,8...2 m/s ni tashkil etadi.

Agar, sirkulyasiya tezligi yuqori bo‘lsa, bug‘latgichning ish unumdorligi va issiqlik almashinish jarayonining intensivligi katta bo‘ladi.

4.56-rasmda eskirib qolgan markaziy sirkulyasiya trubali bug‘latgichdan tubdan farq qiladigan qurilma keltirilgan. Ma’lumki, markaziy sirkulyasion trubali bug‘latkichlarda temperaturalar farqi kichik va sirkulyasiya intensivligi past bo‘ladi. Qaynash trubalarida bug‘ hosil bo‘lishi eritmaning fizik xossalari, truba devori va suyuqlik o‘rtasidagi temperaturalar farqi bilan belgilanadi. Eritmaning qovushoqligi qanchalik kam bo‘lsa, shunchalik bug‘ ajralib chiqishi va sirkulyasiya tezligi ko‘p bo‘ladi. Intensiv sirkulyasiyaga erishish uchun isituvchi bug‘ va eritma orasidagi farq 10°S dan kam bo‘lmasligi kerak.



4.56-rasm. Eritmasi erkin sirkulyasiya qiladigan bug'latkichlar.

a - isituvchi kamerasi ajratilgan bug'latkich; b - isituvchi kamerasi tashqariga o'rnatilgan bug'latkich: 1- isituvchi kamera; 2-separator; 3- sirkulyasion truba. D_s , D_k , D_s - separator, isituvchi kamera va separatsion truba diametrlari; L - kamera uzunligi.

4.56-rasmda keltirilgan bug'latkichlarning issiqlik almashinish yuzasi 10...1200 m², diametriga qarab qaynash trubalarning uzunligi 3...9 m bo'ladi. Qaynash trubalarning diametri 25, 38 va 57 mm bo'lishi mumkin. Isituvchi kameradagi ortiqcha bosim 0,3...1,6 MPa, separatoridagi vakuum esa - 93,0 kPa. Sirkulyasion truba ko'ndalang kesim yuzasining isituvchi kamera yuzasiga nisbati 0,3 dan kam bo'lmasligi zarur.

Tayanch iboralar

Uch korpusli bug'latkichlar, parallel oziqlantiruvchi uch korpusli bug'latkichlar

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Vakuumli bug'latkichlar afzalligi nimada?
2. Bug'latkichlarning issiqlik almashinish yuzasi qanday topiladi?

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov

U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta‘minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya” , 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiye rascheti rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskiye ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishchevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiyafitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
- 9.Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
- 10.Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices (SSD), Chemnitz, Germany 1-6.

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №14

Modda almashinish jarayonlari. Muvozanat qoidalari. Fazalar qoidasi. Fazaviy muvozanat. Moddiy balans

REJA

1. Modda almashinish jarayonlari.
2. Muvozanat qoidalari.
3. Fazalar qoidasi.
4. Fazaviy muvozanat.
5. Moddiy balans

MASSA ALMASHINISH JARAYONLARI

Massa almashinish asoslari

Bir yoki bir necha komponentlarni binar yoki murakkab aralashmalarda bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishida ro'y bergan jarayonlar **massa almashinish** jarayoni deb yuritiladi (masalan, gazdan gazga, suyuqlikdan gazga, qattiq jismdan suyuqlik yoki gazga). Odatda, komponentlarning bir fazadan ikkinchisiga o'tishi molekulyar yoki turbulent diffuziya orqali sodir bo'ladi. SHuning uchun, bu jarayonlar **diffuzion jarayonlar** deb ataladi.

Massa almashinish jarayonlari faol komponent va inert tashuvchi fazalar bilan xarakterlanadi. Faol komponent – bu fazadan fazaga o'tuvchi massa, inert tashuvchilarning miqdori esa, jarayon davomida o'zgarmaydi.

Massa almashinish jarayonini harakatga keltiruvchi kuch – konsentratsiyalar farqi.

5.1. Umumiy tushunchalar

Sanoat texnologiyalarida ishlatiladigan absorbsiya, ekstraksiya («suyuqlik - suyuqlik», «qattiq texnologiya jism – suyuqlik sistemalarida»), adsorbsiya, quritish, kristallanishlarda massa almashinish jarayonlari sodir bo'ladi.

Absorbsiya – bu gaz aralashmasidan biror moddaning suyuq fazaga selektiv ravishda yutilish jarayonidir. YA'ni, bu jaraenda modda bug' yoki gaz fazadan suyuq fazaga o'tishini kuzatishimiz mumkin.

Moddani o'ziga yutuvchi faza absorbent deb nomlanadi. Absorbsiya 2 xil bo'ladi: fizik absorbsiya – bu gazning suyuqlikda oddiy yutilishi; xemosorbsiya - bu gazning suyuqlikda yutilishi davrida kimyoviy birikma hosil bo'lishi.

Absorbsiyaga teskari jarayon, ya'ni yutilgan komponentlarni suyuqlikdan ajratib olish **desorbsiya** deb ataladi.

Suyuqliklarni haydash va rektifikatsiya – bu suyuq va bug' fazalar orasida komponentlar o'zaro modda almashinish yo'li bilan suyuq aralashmalarni

komponentlarga ajratish jarayonidir. Ushbu jarayon issiqlik ta'sirida olib borilib, komponentlarning qaynash temperaturasi har xil bo'lishiga asoslanadi. Bu jarayon 2 xil bo'ladi: oddiy haydash (distillash) va murakkab haydash (rektifikatsiya). SHu alohida ta'kidlash kerakli, bunda modda suyuq fazadan bug'ga va bug'dan suyuq fazaga o'tadi

Ekstraksiya – bu eritma yoki qattiq jismdan erituvchi yordamida bir yoki bir necha komponent ajratib olish jarayonidir («suyuqlik-suyuqlik» sistemasida faol komponent bir suyuq fazadan ikkinchisiga o'tadi. «Qattiq jism – suyuqlik» sistemasida modda qattiq jismdan suyuq fazaga o'tadi. Bunday sistemada komponentning suyuq fazaga o'tishi **eritish jarayoni** deb nomlanadi.

Adsorbsiya – bu gaz, bug' yoki suyuq aralashmalardan bir yoki bir necha komponentlarni qattiq, g'ovakli jism bilan yutilish jarayonidir. Juda katta faol yuzaga ega qattiq jismlar **adsorbentlar** deb ataladi. Ushbu jarayon sanoatning turli sohalarida ishlatiladi va gaz, bug' yoki suyuq aralashmalardan u yoki bu komponentni ajratib olish uchun xizmat qiladi.

Adsorbsiya jarayonida suyuq yoki gaz fazadagi komponent qattiq jismga o'tadi.

Quritish – bu qattiq materiallar tarkibidagi namlikni bug' shaklida ajratib olish jarayonidir. Ushbu jarayonda faol komponent - namlik qattiq fazadan gaz yoki bug' fazasiga o'tadi.

Kristallanish – bu suyuq eritmalar tarkibidagi qattiq fazani kristall shaklida ajratib olish jarayonidir. Ushbu jarayonda suyuq fazadan moddaning qattiq fazaga o'tishi ro'y beradi.

Yuqorida keltirilgan jarayonlardan ko'rinib turibdiki, ularning hammasi uchun bir fazadan ikkinchisiga massa o'tishi yoki massa o'tkazish xos.

Moddaning bir fazadan ikkinchiga, ajratib turuvchi yuza orqali o'tishi **massa o'tkazish jarayoni** deb nomlanadi.

Bir faza ichida, fazadan ajratib turuvchi yuza yoki ajratib turuvchi yuzadan fazaga moddaning o'tishiga **massa berish jarayoni** deyiladi.

5.2. Massa o'tkazish kinetikasi

Muvozanat holatiga erishish yo'nalishida moddaning bir fazadan ikkinchisiga o'tish jarayoniga massa o'tkazish deyiladi.

Massa almashinish jarayonida eng kamida 3 ta modda ishtiroq etadi: 1) birinchi fazani tashkil etuvchi modda; 2) ikkinchi fazani tashkil etuvchi modda; 3) bir fazadan ikkinchisiga o'tgan tarqaluvchi modda.

Massa almashinish jarayonida muvozanat holatlarini aniqlashda **fazalar qoidasidan** foydalaniladi:

$$\Phi + C = K + 2 \quad (5.1)$$

bu erda **F** – fazalar soni; **S** – erkinlik darajasi soni; **K** – sistemadagi komponentlar soni.

Bu qoidaga binoan, muvozanat holatlarini hisoblashda parametrlarining (bosim, temperatura, konsentratsiya) nechtasini o'zgartirish imkoniyati borligini aniqlash mumkin.

Birinchi fazani - G , ikkinchisini - L va tarqaluvchi massani - M bilan belgilab olamiz. Hamma massa almashinish jarayonlari qaytar, shuning uchun modda G fazadan L ga va teskari yo'nalishda o'tishi mumkin.

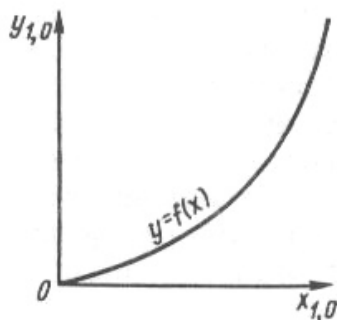
Dastavval, tarqaluvchi modda faqat G fazada va Y konsentratsiyali bo'lsin. Boshlang'ich davrda L fazada tarqaluvchi modda yo'q bo'lsa, unda fazadagi konsentratsiyasi $x = 0$.

Agar, fazalarni aralashtirib yuboradigan bo'lsak, unda tarqaluvchi modda G fazadan L fazaga o'tadi. L fazada tarqaluvchi modda M bo'lishi bilan teskari o'tish boshlanadi, ya'ni L fazadan G fazaga. Ma'lum vaqtgacha, G fazadan L ga o'tayotgan tarqaluvchi modda zarrachalarining soni M , L fazadan G fazaga o'tayotganikidan ko'proq bo'ladi.

Lekin, ya'ni biror fursatdan so'ng, M moddaning to'g'ri va teskari o'tish tezliklari tenglashadi. Sistemaning bunday holati **fazaviymuvozanat** deyiladi. Muvozanat paytida x ning ma'lum qiymatiga boshqa fazadagi tegishli aniq bir qiymatli muvozanat konsentratsiyasi y_M to'g'ri keladi. Xuddi shunday, u ning ma'lum qiymatiga tegishli muvozanat konsentratsiyasi x_M mos keladi. Muvozanat paytida fazalardagi tarqaluvchi komponent konsentratsiyalari o'rtasida umumiy bog'liqlik quyidagi ko'rinishga ega:

$$\bar{y}_p = f_1(\bar{x}); \quad \bar{x}_p = f_2(\bar{y}) \quad (5.2)$$

Ushbu tenglamalar grafikda muvozanat chizig'i bilan ifodalanadi va massa almashinish jarayonining turiga qarab to'g'ri yoki egri chiziqli ko'rinishda bo'ladi. 5.1-rasmda gaz fazasidagi muvozanat konsentratsiyasining suyuq fazadagi konsentratsiya bilan bog'liqligi berilgan.



**5.1-rasm. $p=\text{const}$ va $t=\text{const}$
bo'lgandagi
muvozanat
diagramma.**

Muvozanat paytidagi fazalar konsentratsiyalarining nisbati **tarqalish koeffitsienti** m deb nomlanadi.

$$m = \frac{y_M}{\bar{x}}$$

Odatda, ko'pchilik eritmalar uchun muvozanat chizig'i to'g'ri chiziq shaklida bo'ladi. Tarqalish koeffitsientining qiymati ko'pincha o'zgarmas bo'lib, muvozanat chizig'ining qiyalik burchagi tangensiga tengdir.

Turli - tuman massa almashinish jarayonlariga oid qonunlarning aniq turlari tegishli boblarda ko'rib chiqiladi.

Muvozanat bog'liqliklar jarayon yo'nalishi bilan birga, bir fazadan ikkinchisiga tarqaluvchi modda o'tish tezligini ham aniqlash imkonini beradi.

Muvozanat va haqiqiy konsentratsiyalar orasidagi farq massa almashinish jarayonlarini harakatga keltiruvchi kuchi deb hisoblanadi.

Massa almashinish jarayonlarining tezlik koeffitsienti va harakatga keltiruvchi kuchini hisolash massa o'tkazish kinetikasining asosiy masalasidir.

Massa o'tkazishning asosiy tenglamasi kinetikaning umumiy tenglamasidan keltirib chiqarilishi mumkin.

Ushbu tenglamaga binoan, massa almashinish jarayonlarining tezligi harakatga keltiruvchi kuchga to'g'ri va jarayon diffuzion qarshiligiga teskari proporsionaldir.

Agar, diffuzion qarshilik teskari kattalikni $K = 1/R$ (bu erda R – diffuzion qarshilik) deb belgilasak, ushbu tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\frac{dM}{F \cdot d\tau} = k\Delta \quad (5.3)$$

bu erda, M – bir fazadan ikkinchisiga o'tgan modda miqdora, kg; F – massa o'tkazish yuzasi, m^2 ; Δ - jarayon davominligi, s; k – massa o'tkazish koeffitsienti. Ko'rinib turibdiki, $dM/Fd\Delta$ ajratib turuvchi yuza birligiga to'g'ri keladigan massa o'tkazish tezligidir.

Demak, agar $k=\text{const}$ bo'lsa, butun massa almashinish yuzasi uchun

$$M = k \cdot \Delta \cdot F\tau$$

$$M = K_y F \Delta y_{yp} \cdot \tau \quad \text{yoki} \quad M = K_x F \Delta x_{yp} \cdot \tau \quad (5.4)$$

(5.4) massa o'tkazish jarayonining asosiy tenglamasi deb nomlanadi. Ushbu tenglamaga binoan, bir faza yadrosidan ikkinchi faza yadrosiga uzatilgan massa

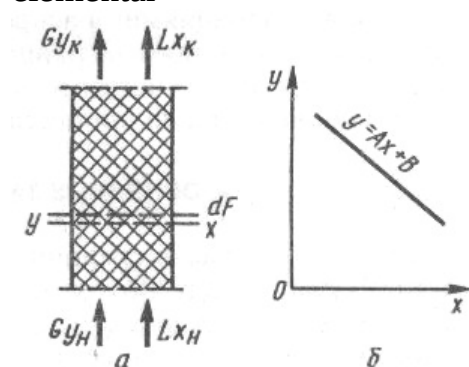
miqdori fazalar yadrosidagi konsentratsiyalar farqi, ajratib turuvchi yuza va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsionaldir.

Massa o'tkazish koeffitsienti, vaqt birligi ichida harakatga keltiruvchi kuch birga teng bo'lganda, ularni ajratib turuvchi yuza birligidan o'tgan massa miqdorini xarakterlaydi.

(5.4) tenglamani tashkil etuvchi parametrlar birliklariga qarab, massa o'tkazish koeffitsienti quyidagi o'lchov birligiga ega bo'ladi: m/s; kg/(h.k.k. b $\square m^2 \square s$); kmol/(h.k.k.b. $\square m^2 \cdot s$).

5.3. Massa almashinish jarayonining moddiy balansi

Bir xil yo'nalishli fazalar o'rtasida massa almashinish ro'y berayotgan elementar



5.2-rasm. Jarayonning moddiy balansini

tuzishga va ishchi chiziq tengla-masini keltirib chiqarishga oid.

a- qurilmadagi oqimlar sxemasi;

b- $u-x$ koordinatlarida ishchi chiziqni tasvirlash.

massa almashinish qurilmasining sxemasini ko'rib chiqamiz. Fazalarni ajratib turuvchi yuzaga nisbatan massaviy tezliklarini G va L (kg/soat), tarqaluvchi modda konsentratsiyalarini esa – u va x (kg/kg) deb belgilab olamiz (5.2-rasm).

Agar, $u > u_M$ deb faraz qilsak, tarqaluvchi modda G fazadan L fazaga o'tadi, ammo G fazada konsentratsiya $\square u_b$ dan $\square u_{ox}$ gacha kamayadi.

L fazada esa, mos ravishda konsentratsiya $\square x_b$ dan $\square x_{ox}$ gacha ortadi.

Qurilmaning cheksiz kichik dF yuzasi uchun:

$$dM = G(-dy) = Ld\bar{x} \quad (5.5)$$

Qurilmada tarqaluvchi modda konsentratsiyalari o'zgarishi chegarasida (5.5) tenglikni integrallab, quyidagi tenglamani olamiz:

$$M = -G(\bar{y}_{ox} - \bar{y}_{\bar{o}}) = G(\bar{y}_{\bar{o}} - \bar{y}_{ox}) = L(\bar{x}_{ox} - \bar{x}_{\bar{o}}) \quad (5.6)$$

Bundan, fazalarning massaviy sarfini aniqlaymiz:

$$G = L \frac{\bar{x}_{ox} - \bar{x}_\delta}{\bar{y}_\delta - \bar{y}_{ox}} ; \quad L = G \frac{\bar{y}_\delta - \bar{y}_{ox}}{\bar{x}_\delta - \bar{x}_{ox}} \quad (5.7)$$

(5.5) tenglamani boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalar oralig'ida integrallab quyidagi ifodani olamiz:

$$G(\bar{y}_\delta - \bar{y}) = L(\bar{x} - \bar{x}_\delta)$$

Bundan, joriy konsentratsiyalar orasidagi bog'liqlik topiladi:

$$\bar{y} = \frac{L}{G} \bar{x} + \frac{G\bar{y}_\delta - L\bar{x}_{ox}}{G} \quad (5.8)$$

yoki

$$\bar{y} = Ax + B \quad (5.9)$$

bu erda $A = L/G$; $B = (G\bar{y}_\delta - L\bar{x}_{ox})/G$.

(5.8) va (5.9) lar ishchi chiziq tenglamasini xarakterlaydi. Ulardan, massa almashinish qurilmalarini hisoblashda foydalaniladi.

SHunday qilib, muvozanat va ishchi chiziq tenglamalaridan jarayonning yo'nalishini ham aniqlash mumkin.

Haqiqiy (ishchi) konsentratsiyalar orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi to'g'ri chiziq tenglamasi (5.9) **jarayonning ishchi chizig'i** deb nomlanadi.

Tayanch iboralar

Massa o'tkazish koeffitsienti, jarayonning ishchi chizig'i

Mavzuni mustahamlash uchun savollar

1. Muvozanat bog'liqliklar jarayon yo'nalishi qanday aniqlanadi?

2. Adsorbsiya jarayonida suyuq yoki gaz fazadagi komponent qattiq jismga qanday o'tadi?

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya” , 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protssesi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protssesi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protssesi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protssesi i apparati pishevizproduktov. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta’lim resurslari

-
1. www.google.uz
 2. www.google.ru
 3. www.biotehnolog.ru
 4. www.Ziyonet.uz
 5. www.edy.uz
 6. www.nuuz.uz
 7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Siirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №15

Diffuzion jarayonlar. Molekulyar va turbulent diffuziyalar. Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari

REJA

1. Diffuzion jarayonlar.
2. Molekulyar va turbulent diffuziyalar.
3. Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari

Massa o'tkazishning asosiy qonunlari

Massa o'tkazish jarayonlari bir necha massa almashinish yo'li bilan amalga oshirilishi mumkin: gaz (yoki bug') va suyuqlik oqimlari orasida; suyuqlik oqimlari orasida; suyuqlik oqimi va qattiq faza orasida; gaz (yoki bug') oqimi va qattiq faza orasida.

Massa o'tkazishning asosiy qonunlari bo'lib molekulyar diffuziya (Fikning 1- qonuni), massa berish (Nyuton – SHukarev qonuni) va massa o'tkazuvchanlik qonunlari hisoblanadi.

Molekulyar diffuziya qonuni (Fikning 1- qonuni). Molekula, atom, ion va kolloid zarrachalarning xaotik harakati natijasida moddalarning tarqalishi **molekulyar diffuziya** deb nomlanadi. Ma'lumki, moddalar har doim konsentratsiyasi yuqori zonadan konsentratsiyasi past zonaga qarab tarqaladi. Ushbu qonunga binoan, diffuziya yo'li bilan tarqalgan modda miqdori konsentratsiyalar gradienti, diffuzion oqim yo'nalishidagi perpendikulyar ajratuvchi yuza va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsionaldir:

$$dM = -D \frac{\partial c}{\partial t} F d\tau \quad \text{yoki} \quad M = -D \frac{dc}{dn} F \tau \quad (5.10)$$

bu erda dM - diffuziya yo'li bilan tarqalgan massa miqdori; D – diffuziya koeffitsienti; $\frac{\partial c}{\partial t}$ konsentratsiyalar gradienti; F – diffuziya o'tayotgan yuza; $d\tau$ - diffuziya davomiyligi.

Diffuziya koeffitsienti, 1 m^2 ajratuvchi yuza orqali 1 soat davomida 1 m oralikdagi konsentratsiyalar farqi 1 ga teng bo'lganda tarqalgan modda miqdorini xarakterlaydi.

Tenglamadagi «minus» ishora molekulyar diffuziya jarayonida konsentratsiya kamayib borishini ifodalaydi.

(5.10) tenglamadagi diffuziya koeffitsientining o'lchov birligini aniqlaymiz:

$$[D] = \left[\frac{M \cdot dn}{dc \cdot F \cdot \tau} \right] = \left[\frac{\kappa \mathcal{L} \cdot M \cdot M^3}{\kappa \mathcal{L} \cdot M^2 \cdot c} \right] = \left[\frac{M^2}{c} \right]$$

Molekulyar diffuziya koeffitsienti o'zgarmas fizik kattalik bo'lib, moddaning diffuziyayo'libilanoq'zg'almas muhitga kirish qobiliyatini xarakterlaydi. Ushbu koeffitsient jarayonning gidrodinamikasiga bog'liq emas. Lekin, utarqaluvchi moddaviy muhitning issiqlik-diffuzion xossalari, temperaturaviy bog'liqdir. YA'ni temperatura oshishi va bosim pasayishi bilan uning qiymati ortadi.

Odatda, diffuziya koeffitsientining qiymatlari adabiyotlardan yoki quyidagi formulalardan aniqlanadi:

gazlar uchun:

$$D = 4,35 \cdot 10^{-2} \frac{T^2}{P(V_A^{0,33} + V_B^{0,33})} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (5.11)$$

suyuqliklar uchun:

$$D = \frac{8,2 \cdot 10^{-12} T}{\mu \cdot V_a^{0,33}} \left[1 + \left(\frac{3V_B}{V_A} \right)^{0,66} \right] \quad (5.12)$$

bu erda T – temperatura, K; P - bosim, Pa; V_A va V_B - jarayonda ishtirok etuvchi moddalar mol hajmi, sm^3/mol ; M_A va M_B - moddalarning molekulyar massasi, kg/kmol ; μ - dinamik qovushoqlik, $\text{mPa} \cdot \text{s}$; A va B – moddaning tabiatiga bog'liq tajribaviy konstanta;

Diffuziya koeffitsienti sistemaning agregat holatiga bog'liq. Gazlar uchun D ning qiymatlari $(0,1 \div 1,0) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Suyuqliklarning diffuziya koeffitsienti to'rt darajaga past bo'ladi. Ma'lumki, temperatura ortishi bilan D ortadi, bosim oshishi bilan esa – kamayadi.

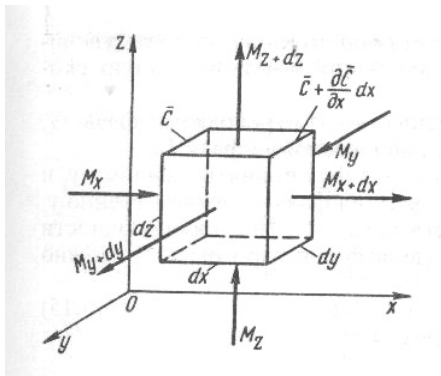
Gazlardagi diffuziya koeffitsienti konsentratsiyaga umuman bog'liq emas. Lekin, suyuqliklarda esa, diffuziya koeffitsienti konsentratsiyaga bog'liqligi bor. Paxta yog'ining normal sharoitda ekstraksiya benzindagi diffuziya koeffitsienti $D = 0,71 \cdot 10^{-5} \text{ sm}^2/\text{s}$; gazning boshqa bir gazdagi tarqalish diffuziya koeffitsienti $\approx 0,1 \div 1,0 \text{ sm}^2/\text{s}$; gazning suyuqliklardagi diffuziya koeffitsienti $10^4 \div 10^5$ marotaba kam bo'lib, taxminan $1 \text{ sm}^2/\text{s}$ gacha teng.

Xulosa qilib aytganda, molekulyar diffuziya juda sekin o'tadigan jarayondir.

Turbulent diffuziya. Turbulent tebranish ta'sirida oqimning harakatida bir fazadan ikkinchisiga moddaning tarqalishi **turbulent diffuziya** deb nomlanadi.

Turbulent diffuziya tezligi oqimning turbulentlik darajasiga, jarayonning gidrodinamik rejimida bog'liqdir. Istalgan fazada turbulent diffuziya yo'li bilan tarqalgan moddaning miqdori ushbu tenglamadan topiladi:

$$\text{yoki } M = -\varepsilon_n \frac{\partial c}{\partial n} F \cdot \tau \quad (5.13)$$



5.3-rasm. Molekulyar diffuziyaning differensial tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

bu erda $\square_D$ - turbulent diffuziya koeffitsienti (5.13) tenglamadan $\square_D$ - aniqlaymiz

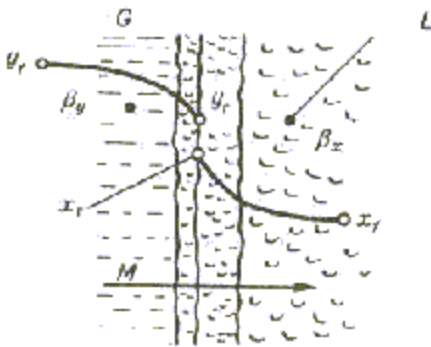
$$[\varepsilon_D] = \left[\frac{M \cdot dn}{dc \cdot F \cdot \tau} \right] = \left[\frac{\kappa_2 \cdot M \cdot M^2}{c \cdot M^2 \cdot \kappa_2} \right] = \left[\frac{M^2}{c} \right]$$

Turbulent diffuziya koeffitsientiga qat'ioligii chidak konsentratsiya gradienti birga teng bo'lganda ajratuvchi yuzabirligidan turbulent diffuziyo'lib ilantarqalgan moddaning midori bildiradi.

Uning qiymati jarayonning gidrodinamik rejimiga bog'liq.

Bu erda gidrodinamik rejim deganda oqimning tezligi va turbulentlik masshtabini nazarda tutiladi.

Molekulyar diffuziyaning differensial tenglamasi (Fikning 2-qonuni). Biror fazaning oqimida ajratib olingan elementar parallelepiped uchun tarqaluvchi moddaning



5.4-rasm. Massa berish tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

moddiy balansi ko'rib chiqiladi va undan konvektiv diffuziya yoki massa berish jarayonining tenglamasini keltirib chiqarish mumkin (5.3-rasm).

Elementar kichik parallelepiped orqali molekulyar diffuziya yo'li bilan modda tarqalayotgan bo'lsin.

Agar, $dydz$, $dx dy$ va $dx dz$ tomonlari orqali M_x , M_z va M_y miqdorda moddalar o'tayotgan bo'lsa, qarama-qarshi tomonlardan esa M_{x+dx} , M_{z+dz} va M_{y+dy} miqdorda moddalar chiqadi. YA'ni, parallelepipedning elementar hajmi $dM = (M_x - M_{x+dx}) + (M_y - M_{y+dy}) + M_{x+dx}$ miqdorda tarqalgan modda yutib oladi. Bunda, moddaning konsentratsiyasi $(\square C / \square \square) \square \square$ miqdorga ortadi. Fikning 1 - qonuniga binoan:

$$M_x = -D \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} dydzd\tau$$

$$M_{x+dx} = -D \frac{\partial \left(\bar{C} + \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} dx \right)}{\partial x} dydzd\tau = -D \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} dydzd\tau - D \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} dx dydzd\tau$$

demak:

$$M_x - M_{x+dx} = D \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} dx dy dz d\tau$$

Xuddi shunday qilib parallelepipedning qolgan tomonlari uchun ham o'tgan moddalar farqini aniqlab olamiz.

Parallelepiped bilan yutilgan umumiy modda miqdori:

$$dM = D \left(\frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial z^2} \right) dx dy dz d\tau \quad (5.14)$$

Ushbu modda miqdorini parallelepiped hajmini tarqalayotgan modda konsentratsiyaning $\square \square$ vaqt ichida o'zgarishiga ko'paytirib ham topsa bo'ladi:

$$dM = dx dy dz \frac{\partial \bar{C}}{\partial \tau} d\tau \quad (5.15)$$

(5.14) va (5.15) larni tenglashtirib, ushbu ko'rinishdagi molekulyar diffuziyaning differensial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial \bar{C}}{\partial \tau} = D \left(\frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial z^2} \right) \quad (5.16)$$

(5.16) tenglama Fikning 2-qonuni deb yuritiladi. $\square S / \square \square$ - fazoda olingan istalgan nuqtadagi konsentratsiyaning vaqt bo'yicha o'zgarish tezligini xarakterlaydi.

Massa berishning asosiy qonuni. Ushbu qonun qattiq jismlar erishini o'rganish paytida rus olimi SHukarev tomonidan aniqlangan. Bu qonunga binoan, fazalarni ajratib turuvchi yuzadan biror faza yadrosiga yoki teskari yunalishda massa berish yo'li bilan o'tgan modda miqdori fazalar konsentratsiyasi farqiga, fazaga va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsionaldir.

Diffuzion chegaraviy qatlam nazariyasiga asosan tarqaluvchi modda suyuqlik oqimi yadrosidan fazalarni ajratuvchi yuzaga suyuqlik konvektiv oqimlari va molekulyar diffuziya yo'li bilan o'tadi. Ko'rilayotgan sistemada oqim yadrosi va chegaraviy diffuzion qatlamlar bor (5.4-rasm). Faza yadrosida moddaning tarqalishi asosan suyuqlik yoki gaz oqimi bilan amalga oshiriladi. Oqimlarning turbulent harakati davrida tarqaluvchi modda konsentratsiyasi o'zgaras bo'ladi. CHegaraviy diffuzion qatlamga yaqinlashgan sari moddaning turbulent tarqalishi kamayadi va molekulyar diffuziya hisobiga massa berish ulushi ortadi.

Bunda, tarqaluvchi moddaning konsentratsiya gradienti hosil bo'ladi va fazalarni ajratuvchi chegaraga yaqinlashib borgan sari, uning qiymati oshib boradi. SHunday qilib, chegaraviy diffuzion qatlam atrofi—bu konsentratsiya gradienti

hosil bo'lishi va o'sishi sohasidir. Undan tashqari, bu er – umumiy massa o'tkazishga molekulyar diffuziya tezligining ta'siri ko'payadigan sohadir.

G fazadan L fazaga tarqalayotgan modda miqdori M bo'lsin. Agar, fazalar yadrosidagi moddalar konsentratsiyasini y_f va x_f deb, fazalarni ajratib turuvchi yuzadagi konsentratsiyalarni esa – u_{ch} va x_{ch} deb belgilasak, unda massa berish jarayonida o'tgan modda miqdorlarini quyidagi tenglamalardan aniqlash mumkin:

$$dM = \beta_y(y_f - y_u) \cdot F d\tau; \quad dM = \beta_x(x_u - x_f) \cdot F d\tau \quad (5.17)$$

bu erda β_u, β_x – konvektiv va molekulyar oqimlar bilan modda uzatilishini xarakterlovchi massa berish koeffitsientlari; $u_{ch}=u_M$ va $x_{ch}=x_M$ deb qabul qilinadi.

Massa berish koeffitsientining o'lchov birligi quyidagicha:

$$[\beta] = \left[\frac{M}{(y_f - y_u) \cdot F \cdot \tau} \right] = \left[\frac{\kappa z \cdot M^3}{\kappa z \cdot M^2 \cdot coam} \right] = \left(\frac{M}{coam} \right)$$

Massaberishkoeffitsientivaqtbirligidajarayonniharakatgakeltiruvchikuchibirg atengbo'lganda,

yuzabirligidanfazalarniajratuvchiyuzadanfazaningyadrosigayokiteskariyo'nalishda o'tganmoddamiqdorinixarakterlaydi.

Massaberishkoeffitsientifazalarningzichligi, qovushoqligivaboshqaxossalariga, suyuqlikharakatrejimiga, qurilmaningtuzilishivao'lchamlarigabog'liqdir. SHuning uchun ham uning qiymatini tajriba yoki hisoblash yo'li bilan aniqlash qiyin. Lekin, har bir aniq sharoit va suyuqliklar uchun β ning qiymatini tajriba yo'li bilan topish mumkin.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, massa berish koeffitsienti fizik ma'nosi bo'yicha massa o'tkazish koeffitsientidan farq qilsa ham, lekin bir xil o'lchov birligiga ega.

5.5. Qattiq jism ishtirokida massa almashinish

Bunday jarayonlarga adsorbsiya, desorbsiya, kristallanish, quritish, eritish, qattiq materiallardan ekstraksiyalash kabilar kiradi. Albatta, bu noturg'un jarayonlarning o'ziga xos alohida xususiyatlari bor. «Kattiq jism-suyuqlik» sistemasida massa almashinish juda murakkab jarayon deb hisoblanadi.

Qovaksimon qattiq jismdan fazalarni ajratib turuvchi chegara orqali gaz (yoki bug') suyuqlik muhitga yoki gaz (yoki bug') muhitdan qattiq jismga moddaning tarqalishi, o'tkazish potentsiali gradienti mavjud bo'lgandagina ro'y beradi. Boshqacha qilib aytganda, «qattiq jism – suyuqlik» sistemada massa o'tkazish jarayoni ichki va tashqi diffuziyalardan tashkil topgan bo'ladi. Bu sistemada massa almashinish jarayoniga qattiq jismning tuzilishi katta ta'sir

ko'rsatadi. Ma'lumki, qattiq jism murakkab, geometrik sistema bo'lib, g'ovaklilik, polidisperslik, kapillyarlar shakli va kovakchalarni o'lchami bo'yicha taqsimlanishi bilan ajralib turadi.

Kapillyar-kovakli tuzilishiga qarab qattiq jismlar quyidagi sinflarga ajratiladi: yirik kovakli ($d_{kp} \leq 100_{HM}$); o'rtacha kovakli va ultramikrovakli materiallar bo'ladi.

«Qattiq jism – suyuqlik» sistemasida massa berish jarayoni bilan **massa o'tkazuvchanlik** (qattiq jismda moddaning tarqalishi) bir vaqtda o'tadi.

Bu sistemada kechadigan jarayonlarning tezligi vaqt o'tishi bilan molekulyar diffuziya tezligiga qaraganda kamayib borish xosdir. SHuning uchun ushbu jarayonlarni ifodalashda «siqiq diffuziya» degan atamadan foydalaniladi.

Eritmaning «siqiq diffuziya»si uchun Kadi va Vilyamslar tomonidan ushbu formula taklif etilgan:

$$D_{cu} = D \frac{1}{1 + a \left(\frac{r}{R} \right)} \quad (5.18)$$

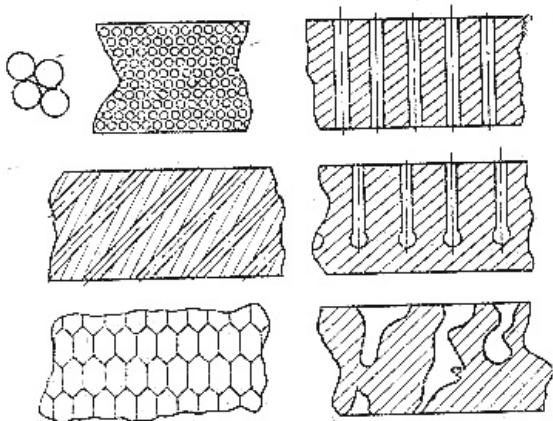
bu erda D_{cu} – «siqiq diffuziya» koeffitsienti; D – molekulyar diffuziya koeffitsienti; r – tarqalayotgan molekula o'lchami; R - qattiq jism kovakchalarining ko'ndalang o'lchami.

«Siqiq diffuziya» o'rniga jarayonni har tomonlama to'liq ifodalovchi umumiy kinetik xarakteristika – massa o'tkazuvchanlikni aniqlash maqsadga muvofiqdir. Unda, qattiq jismda tarqalgan moddaning uzatilishini ifodalovchi qonun sifatida qabul qilinish mumkin: qattiq jismda massa o'tkazuvchanlik hisobiga tarqalgan massa miqdori konsentratsiyalar gradienti, oqim yo'nalishiga perpendikulyar yuza va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni:

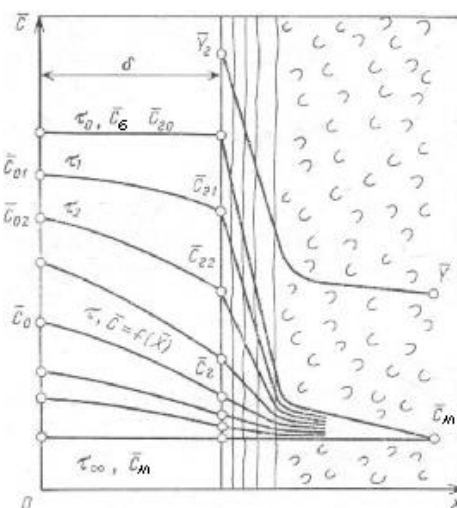
$$dM = -k \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} dF d\tau \quad (5.19)$$

bu erda k – massa o'tkazuvchanlik koeffitsienti, m^2/s . Ushbu koeffitsient temperatura va qattiq jismda tarqalgan modda konsentratsiyalariga bog'liqdir.

5.5-rasmda g'ovaksimon qattiq jismlarning tipik tuzilishlari keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, bunday tuzilishli jismlarda jarayonning kinetikasi turlicha bo'lishi tabiiydir.



5.5-rasm. Çovaksimon jismlar tuzilishi modifikatsiyalari.



5.6-rasm. Kapillyar - g'ovakli jismda massa almashinish modeli.

Qattiq jismdan namlikni desorbsiyasi misolida massa almashinish jarayonini ko'rib chiqamiz (5.6-rasm).

Boshlang'ich vaqt $\tau = \tau_0$ da plastinaning butun hajmida konsentratsiya o'zgarmas bo'ladi ($s = \text{const}$). Qattiq jism bilan massa almashinuvchi suyuqlik fazada tarqaluvchi moddaning konsentratsiyasi o'zgarmas va u_f ga tengdir. Dastlabki davrda, tarqalayotgan modda qattiq jismdan suyuqlikka qarab harakat qiladi.

Qattiq materialdan erkin bog'langan namlikning chiqib ketishi bilan jismning temperaturasi o'zgarmaydi va u ho'l termometr temperaturasiga teng bo'ladi. Material ustidagi bug' bosimi esa, suyuqlikning to'yingan bug'lari bosimiga barobardir. SHu davrda materialdan namlikning bug' holatida chiqib ketishi o'zgarmas tezlikda sodir bo'ladi.

Vaqt o'tishi bilan jismning konsentratsiyasi uzluksiz ravishda pasayib boradi.

Qandaydir kritik konsentratsiya x_{kr} dan boshlab, bug'lanish zonasi jismning ichiga suriladi. Bu hol, albatta o'tkazish potentsiali gradientining kamayishiga va jarayonni sekinlashuviga olib keladi. Namlikni bug'lanishi na faqat o'zgaruvchan koordinatali yuzalarda bo'libgina qolmasdan, balki jismning «avvalgi» qatlamlarida ham boradi. Lekin, jismning tashqi yuzasiga yaqinlashgan sari, jarayon intensivligi kamayadi. Bunday hol namlikni material bilan turli usullarda bog'langanligidan dalolat beradi.

Jarayon tezligi pasayishi davrida massa almashinish jarayonining tezligi massa o'tkazuvchanlik tezligi bilan belgilanadi. Ox navbatida, massa o'tkazuvchanlik tezligi massa almashinish mexanizmiga bog'liqdir.

Qattiq faza ishtirok etadigan massa almashinish jarayonlarining eng murakkabi - bu quritish jarayonidir, chunki bunda massa va issiqlik almashinish jarayonlari bir vaqtda ro'y beradi.

Massa o'tkazuvchanlik differensial tenglamasi issiqlik o'tkazuvchanlik differensial tenglamasiga o'xshash keltirib chiqariladi va u ushbu ko'rinishga ega:

$$\frac{\partial \bar{C}}{\partial \tau} = k \left(\frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial z^2} \right) \quad (5.20)$$

Ko'rinib turibdiki, massa o'tkazuvchanlik koeffitsienti o'zgaruvchan kattalik va u jarayon turi (adsorbsiya, quritish, eritish), qattiq jism tuzilishi va molekulyar diffuziya koeffitsientiga ta'sir etuvchi parametrlarga bog'liq.

(5.20) differensial tenglama fazalarni ajratuvchi chegarasida massa o'tkazish shartlarini belgilovchi tenglama bilan birgalikda ko'rilishi kerak. Ushbu shartlarni (5.19) tenglamani $dM = \beta(y_u - y_M)F \cdot d\tau$ tenglama bilan taqqoslash mumkin. Tenglamalarning o'ng tomonlarini bir-biriga tenglab, ushbu ko'rinishga ega ifodani olamiz:

$$-k \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} = \beta \Delta \bar{y} \quad (5.21)$$

O'xshashlik nazariyasini qo'llab quyidagi o'lchamsiz kompleksni keltirib chiqaramiz:

$$Bi_{\mathcal{A}} = \frac{\beta \cdot l}{k} \quad (5.22)$$

Ushbu kompleks **Bio diffuzion kriteriysi** deb nomlanadi.

Bio kriteriysi qattiq fazadan yuvib turuvchi suyuq fazaga modda tarqalishi tezligining massa o'tkazuvchanlik tezligiga nisbatani ifodalaydi.

Massa o'tkazuvchanlik tenglamasidan Fure diffuzion kriteriysini keltirib chiqarish mumkin:

$$Fo_{\mathcal{A}} = \frac{k\tau}{l^2} \quad (5.23)$$

Fure kriteriysi qattiq jism ichida massa almashinish tezligining vaqt o'tishi bilan o'zgarishini xarakterlaydi.

(5.21) tenglama tahlili shuni ko'rsatadiki, massa o'tkazish tezligi massa o'tkazuvchanlik va massa berishga bog'liq. Ekstraksiya jarayonining massa o'tkazishga ta'siri 3 xil bo'ladi:

- massa berish jarayoni tezligi massa o'tkazish tezligiga nisbatan ancha katta. Bunda massa o'tkazish tezligi massa o'tkazuvchanlik orqali topiladi;

- massa o'tkazuvchanlik tezlik tezligi massa berish jarayonining tezligiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Bunda massa o'tkazish tezligi massa berish jarayoni $\square$ asosida hisoblanadi;

- massa o'tkazuvchanlik va berish jarayonlarining tezligini o'zaro solishtirish mumkin bo'ladi. Bunda massa o'tkazishning tezligini topishda D_i va $\square$ koeffitsientlar hisobga olinadi.

Qattiq jismdan kerakli komponentni ajratib olish murakkab jarayondir. Bunda, qattiq jism ichida va atrof – muhitda konsentratsiyalar miqdori vaqt davomida yoki qurilmaning uzunligi bo'yicha o'zgartirib turadi (5.6-rasm).

Qattiq jismda konsentratsiyalar miqdorining o'zgarish tezligiga quyidagi omillar sababchi bo'ladi:

1. Qattiq jism va tarqalayotgan moddaning diffuziya xossalari, bu xossalar massa o'tkazuvchanlik koeffitsienti D_i orqali ifodalanadi;
2. «Qattiq jism – suyuqlik» chegarasida massa o'tkazish sharoitlari;
3. Qattiq jism va suyuq fazalar miqdorlarining nisbati

$$\frac{C_{\delta} - C_0}{C'_{\delta} - C'_0} = n$$

bilan ifodalanadi.

bu erda S_b va C_0

jarayonning boshlanish va oxirida suyuq fazadagi ekstraksiyalangan moddaning konsentratsiyalar; S_b va S_0 - jarayonning boshlanish va oxirida qattiq fazadagi ekstraksiyalanishizarning o'zgarish sur'atlar; $n = W/N$ - o'zaro to'qnashish holatida bo'lgan suyuqlik miqdori W ning qattiq jism miqdori N ni nisbat.

4. Qattiq material zarrachalarining suyuqlik bilan o'zaro ta'sir qilish usuli;

5. Qattiq material zarrachalarining shakli va o'lchamlari.

Massa o'tkazuvchanlik yo'li bilan massa almashinish jarayonining o'xshashligini ifodalashda geometrik o'xshashlik ham inobatga olinishi zarur.

Bir o'lchamli oqim uchun massa o'tkazuvchanlikning kriterial tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{C - C_M}{C_{\delta} - C_M} = f\left(Bi_{\delta}, Fo_{\delta}, \frac{x}{\delta}\right) \quad (5.24)$$

bu erda S – vaqt momenti $\square$ da qattiq fazaning berilgan nuqtasidagi konsentratsiyasi; S_b - qattiq fazadagi boshlang'ich konsentratsiya; S_m - qattiq fazadagi ekstraksiyalanayotgan moddaning muvozanat konsentratsiyasi; $\square$ - qattiq jismning aniqlovchi o'lchami; x - qattiq jismning berilgan nuqtasidagi

koordinatasi. (5.24) tenglamaning echimi faqat eng oddiy shakldagi jismlar (shar, silindr va cheksiz plastina) uchun bor.

“Qattiq jism – suyuqlik” sistemasida massa o‘tkazish jarayonini ifodalash uchun massa o‘tkazishning asosiy tenglamasidan foydalanish mumkin. Unda, massa o‘tkazish koeffitsienti ushbu formuladan hisoblanadi:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{(\psi + n) \cdot km} \quad (5.25)$$

bu erda $\square$ - shakl koeffitsienti, plastina uchun 1 ga, silindr uchun 2 va shar uchun 3 teng; n – daraja ko‘rsatkichi.

Tashqi diffuziya sohasida jarayon o‘tkazilganda va $Bi_{\pi} \leq 3,0$ bo‘lganda (5.25) formula ushbu ko‘rinishni oladi:

$$K \approx \beta_y \quad (5.26)$$

Ushbu holatda jarayon tezligi faqat ichki diffuziya omillari bilan aniqlanadi.

Issiqlik va massa almashinish jarayonlari birgalikda sodir bo‘lganda, issiqlik va massa berish koeffitsientlarini topish uchun ushbu kriterial tenglama tavsiya etiladi:

$$Nu = A \cdot Re^n \cdot Pr^{0,33} \cdot Gu^{0,175} \quad (5.26)$$

bu erda Gu – adiabatik sharoitda suyuqlikning hajmiy bug‘lanishini xarakterlovchi Guxman kriteriysi. Konstanta A va daraja ko‘rsatkichi n qurilmadagi gidrodinamik rejimga bog‘liq bo‘ladi.

Tayanch iboralar

Kapillyar, diffuziya, membrana

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Issiqlik va massa almashinish jarayonlari birgalikda sodir bo‘lganda, issiqlik va massa berish koeffitsientlarini topish mumkinmi va qanday qilib?

2. Tashqi diffuziya qanday topiladi?

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat

sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati shcheyiv proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-

560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering Chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David Jm Ende 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)

10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №16

Modda o'tkazish jarayoni. Modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchi. Qattiq fazali sistemalarda modda o'tkazish jarayoni

REJA

1. Modda o'tkazish jarayoni.
2. Modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchi.
3. Qattiq fazali sistemalarda modda o'tkazish jarayoni

Massa o'tkazish va berish koeffitsientlari o'rtasidagi bog'liqlik

Ishchi va muvozanat konsentratsiyalari orasida chiziqli bog'liqlik sharoitida, biror **G** fazadan **L** fazaga massa o'tkazish jarayonini ko'rib chiqamiz (5.4-rasm). Fazalarni ajratuvchi chegarada muvozanat holatiga erishiladi deb qabul qilamiz.

G fazadan fazalarni ajratuvchi chegaraviy yuzaga tarqalgan modda miqdori ushbu tenglamadan topiladi:

$$dM = \beta \cdot y(y - y_u) \cdot dF$$

Fazalarni ajratuvchi chegaraviy yuzadan **L** fazaya drosga berilgan modda miqdori e saquyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$dM = \beta_x (x_u - x) \cdot dF$$

Muvozanat konsentratsiya $u_m = m \cdot x$ ekanligi ma'lum bo'lgani uchun, **L** fazadagi konsentratsiya **x** ni **G** fazadagi muvozanat konsentratsiyasi orqali ifodalasa mumkin:

$$dM = \beta_x (x_u - x) \cdot dF = \frac{\beta_x}{m} (y_{mu} - y_m) \cdot dF$$

bundan:

$$y_{mu} - y_m = \frac{dM \cdot m}{\beta_x dF}; \quad y - y_u = \frac{dM}{\beta_y dF}$$

YUqorida keltirilgan oxirgi ikki tenglamalarning chap va o'ng tomonlarining yig'indisi, hamda $u_{ch} = u_{mch}$ ga tengligini hisobga olsak ushbu ko'rinishdagi tenglamani olamiz:

$$y - y_m = \frac{dM}{dF \left(\frac{m}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y} \right)} \quad (5.40)$$

Massa o'tkazishning asosiy tenglamasidan:

$$y - y_m = \frac{dM}{dF} \cdot \frac{1}{K} \quad (5.41)$$

(5.40) va (5.41) tenglamalarni o'ng tomonlarini tenglashtirib, ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{m}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y} \quad \text{yoki} \quad K_y = \frac{1}{\frac{m}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y}} \quad (5.42)$$

Xuddi shu usulda L faza uchun massa o'tkazish koeffitsientini aniqlash formulasini keltirib chiqaramiz:

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{m\beta_y} + \frac{1}{\beta_x} \quad \text{yoki} \quad K_x = \frac{1}{\frac{1}{m\beta_y} + \frac{1}{\beta_x}} \quad (5.43)$$

Bu tenglamalarning chap tomonlari massaning bir fazadan ikkinchisiga o'tishi uchun umumiy diffuzion qarshilikni, o'ng tomonlari esa – fazalardagi massa berish jarayonlari diffuzion qarshiliklarning yig'indisini ifodalaydi. SHuning uchun ham, (5.42) va (5.43) tenglamalar fazaviy qarshiliklarning **additivlik tenglamalari** deb yuritiladi.

K_u va K_x koeffitsientlar $K_u = K_x/m$ tenglik bilan bog'liq bo'ladi. Massa o'tkazish koeffitsientlarning qiymati massa berish koeffitsientlarining son qiymatlari va muvozanat chizig'ining qiyalik burchagi bilan belgilanadi. Massa berish koeffitsientlari kriterial tenglamalardan aniqlanadi.

5.6.3. Massa almashinish jarayonlarining modellari

Massa berish mexanizmi bir vaqtda ham molekulyar, ham konvektiv usullarda massa o'tish bilan xarakterlanadi. Massa o'tkazish esa, undan ham murakkab jarayondir, chunki fazalarni ajratuvchi chegaraning ikkala tomonida massa berish jarayonlari ro'y beradi. SHu kungacha fazalar orasidagi harakatchan yuza chegarasida boradigan massa o'tkazish jarayonining nazariyasi yaratilmagan. SHuning uchun ham massa o'tkazish mexanizmining bir qator soddalashtirilgan nazariy modellari ishlab chiqilgan.

Ko'pchilik modellar quyidagi tahminlar asosida yaratilgan:

1. Bir fazadan ikkinchisiga massa o'tish jarayonidagi umumiy qarshilik ikkala faza va ularni ajratuvchi yuza qarshiliklarining yig'indisiga teng. Lekin, ko'pincha ajratuvchi yuzadagi qarshilik nolga teng deb hisoblanadi. Unda, umumiy qarshilikni fazalar qarshiliklari yig'indisi deb qarash mumkin;

2. Ajratuvchi yuzada fazalar muvozanat holatida bo'ladi.

YUppqa qatlamli model. Bu model eng birinchilaridan bo'lib, Lyuis va Uitmenlar tomonidan taklif etilgan. Ushbu modelga binoan, har bir fazada uning

bevosita chegarasiga qo'zg'almas yoki laminar harakatlanuvchi yupqa qatlam yondashib turadi.

YUpqa qatlamda massa faqat molekulyar diffuziya usulida tarqaladi. Massa berishga qarshilikning hammasi yupqa qatlamda mujassamlashgan. SHuning uchun, konsentratsiyalar gradienti faqat chegaraviy yupqa qatlam ichida hosil bo'ladi, chunki fazalar yadrosida konsentratsiyalar o'zgarmas va son jihatidan o'rtacha konsentratsiyalarga tengdir.

Undan tashqari, yuqorida qabul qilingan tahminlar bu modelga ham taalluqli. SHunday qilib, ushbu model sxemasining 5.8-rasmdagidan farqi shundaki, chegaraviy qatlamda turbulent pulsatsiyalar yordamida aralashtirish to'g'ri chiziq qonuniga bo'ysinadi.

YUpqa qatlamli modelga binoan, vaqt birligida tarqalgan massa miqdori quyidagi tenglamadan aniqlanishi mumkin:

$$M = \frac{D}{\delta_{\text{ef}}} (C_0 - C_{\text{q}}) \quad (5.44)$$

bu erda S_0 va S_{ch} – faza yadrosi va ularni ajratib turuvchi chegaradagi konsentratsiyalar; δ – chegaraviy yupqa qatlamning effektiv qalinligi; D/δ_{ef} – massa berish tezligini xarakterlovchi koeffitsient.

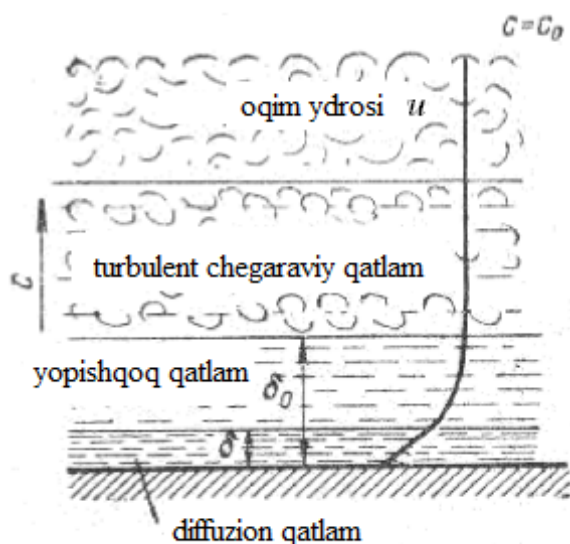
Ushbu modelda ajratuvchi yuza atrofidagi gidrodinamik sharoitlar ancha soddalashtirilgan. Molekulyar va turbulent diffuziyalarni ajratib turuvchi chegarasida turbulent pulsatsiyalarning so'nishi, sistemaning fizik va geometrik kattaliklari hisobga olinmagan. SHu sabablarga ko'ra, ko'pchilik tajribalarda olingan natijalarda $M \sim D$ bog'liqlik isbotlanmagan.

Undan tashqari, chegaraviy qatlamning effektiv qalinligini o'lchash yoki formulalar yordamida hisoblash qiyin.

Diffuzion chegaraviy qatlamli model. Ushbu modelda fazalarni ajratuvchi chegara yaqinidagi sharoitlar aniqroq hisobga olingan (5.9-rasm).

«Qattiq jism – suyuqlik» sistemasidagi nisbatan yuqori aniqlikka ega model rus olimlari Landau va Levich tomonidan yaratilgan. Ko'rinib turibdiki, faza yadrosida konsentratsiya o'zgarmas ($S_0 = \text{const}$) bo'lib, turbulent chegaraviy qatlamda asta-sekin kamayib boshlaydi. Qovushoq qatlamga yaqinlashgan sari turbulent pulsatsiyalar so'nib boradi. Lekin, qovushoq qatlamda konsentratsiya sezilarli darajada kamayadi. Bu qatlamda ishqalanish kuchlari katta bo'lgani uchun suyuqlik harakati laminar rejimga to'g'ri keladi. Natijada molekulyar diffuziya usulida tarqalayotgan moddaning ulushi ortib boradi.

Lekin, qovushoq qatlam δ_0 ning katta qismiga turbulent diffuziya usulida tarqaladigan massaning miqdori molekulyar diffuziyanikiga qaraganda nisbatan ko'p. Faqat diffuzion qatlam δ dagina massaning o'tishi butunlay molekulyar diffuziya yo'li bilan tarqaladi.



5.9-rasm. Fazadagi oqimning tuzilishi va konsentratsiyaning o'zgarishi

Diffuzion qatlamda konsentratsiya keskin o'zgaradi va bu o'zgarish to'g'ri chiziq bo'yicha boradi.

Qovushoq qatlam qalinligi δ_0 diffuzion qatlam qalinligi δ o'rtasida quyidagi bog'liqlik bor:

$$\delta = \left(\frac{D}{\nu} \right)^{1/m} \cdot \delta_0 \quad (5.45)$$

δ ning qiymatini (5.44) ga qo'yib, ushbu tenglamani olamiz:

$$M = \frac{D^{m-1}}{\nu^{1/m} \delta_0} (C_0 - C_q) \quad (5.46)$$

bu erda ν - kinematik qovushoqlik; m - fazalarni ajratuvchi chegarada turbulent diffuziya usulida massa tarqalishining so'nish qonuniyatini ifodalovchi daraja ko'rsatkichi.

Ko'pincha, tajriba yo'li bilan aniqlanadi va «qattiq jism – suyuqlik» sistemasi uchun $m=3$, «suyuqlik – gaz», «suyuqlik – suyuqlik» sistemasi uchun $m = 2$ va (5.46) tenglamaga asosan $M \sim D^{0,66}$, hamda $M \sim D^{0,5}$.

SHunday qilib, turbulentlik asta-sekin va uzluksiz ravishda so'nib boradi va qattiq jism yuzasi yaqinida pulsatsion tezlik nolga tenglashadi, $\varepsilon_D = 0$.

Harakatchan ajratuvchi yuzaga ega bo'lgan «suyuqlik - gaz» va «suyuqlik - suyuqlik» sistemalaridagi sirtiy taranglik kuchlari, xuddi qattiq yuzada ishqalanish kuchi kabi ta'sir etadi. Lekin, shu kungacha turbulent pulsatsiyalarning so'nish qonuni topilmaganligi uchun m ning qiymatini nazariy yo'l bilan aniqlab bo'lmaydi.

YUqorida ko'rib chiqilgan modellarda modda o'tishi uzluksiz deb tahmin qilingan. Lekin, to'qnashish yuzasining yangilanish modeli (Dankverts va Kishinevskiyalar tomonidan yaratilgan) da massa almashinish jarayoni uzlukli bo'ladi, ya'ni vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi.

Kishinevskiy M.X tomonidan taklif etilgan modelga binoan, fazalarni ajratuvchi chegaragacha massa berishda molekulyar va turbulent diffuziya birgalikda boradi deb qabul qilinadi. SHuning uchun, bu modelda o'tayotgan massa miqdori quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$M = 2 \sqrt{\frac{D + \varepsilon_D}{\pi \tau}} (C_0 - C_q) \quad (5.47)$$

bu erda $\square$ - fazalarning to'qnashish vaqti; S_0-S_{ch} – fazalar chegarasi va yadrosidagi konsentratsiyalar farqi.

Dankvers modeliga binoan, fazalarni ajratuvchi yuzalar chegarasida moddaning tarqalishi faqat molekulyar diffuziya hisobiga boradi deb qabul qilingan. Lekin, har bir element yangisi bilan almashish ehtimoli bor deb qaraladi. SHu bilan birga, elementlarning ajratuvchi yuzada bo'lish vaqti bir xil emas va moddaning tarqalishi eksponensial qonunga bo'ysinadi, ya'ni (5.47) tenglama ushbu ko'rinishni oladi:

$$M = \sqrt{Ds}(C_0 - C_u)$$

bu erda s – vaqt birligi ichida yangilanayotgan yuzaning ulushi, s^{-1} .

Ma'lumki, turbulent harakat shu kungacha mukammal o'rganilmagan. SHuning uchun ham, aniq va mukammal massa o'tkazish modellari ishlab chiqilmaganligi uchun (5.17) tenglama ishlatiladi.

5.6.4. Massa almashinish jarayonlarini harakatga keltiruvchi kuch

Issiqlik almashinish jarayonlarida kabi, massa almashinishda ham fazalar yo'nalishi parallel, qarama - qarshi, o'zaro kesishgan va murakkab bo'lishi mumkin.

Ma'lumki, fazalar harakatining o'zaro yo'nalishi va ularning ta'sir qilish usuli massa almashinish jarayonining harakatga keltiruvchi kuch qiymatini belgilaydi. Fazalar, ajratuvchi yuza bo'yicha harakatlenganda, ularning konsentratsiyasi o'zgaradi. Bu hol esa o'z navbatida harakatga keltiruvchi kuchning o'zgarishiga olib ketadi. SHuning uchun, massa o'tkazishning asosiy tenglamasida o'rtacha harakatga keltiruvchi kuch kattaligi ishlatiladi.

Massa o'tkazish jarayonining o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi. Ushbu kuchning ifodalanishi muvozanat chizig'i to'g'ri yoki egri chiziqli shaklida ekanligiga bog'liq.

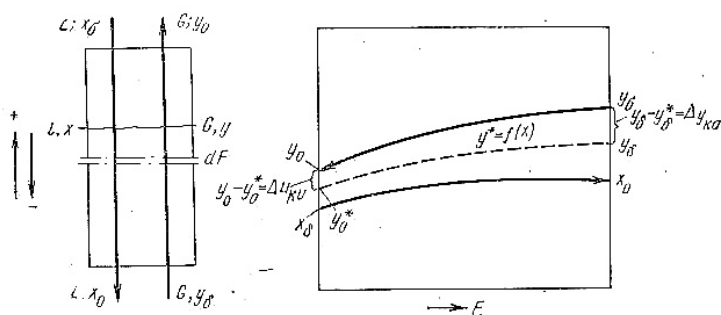
Qarama - qarshi yo'nalishli kolonnada massa almashinish jarayonini ko'rib chiqamiz (5.10-rasm).

Jarayon quyidagi shartlarga amal qilgan holatda yuz bermoqda:

1) Muvozanat egri chizig'i $u^* = f(x)$;

2) fazalar sarflari o'zgarmas ($G = \text{sonst}$, $L = \text{const}$), ya'ni ishchi chiziqli to'g'ri chiziqli funksiyasidir.

3) massa o'tkazish koeffitsienti qurilmaning balandligi bo'yicha o'zgarmaydi, ya'ni $K_x = \text{const}$, $K_u = \text{const}$.



5.10-rasm. Massa o'tkazish jarayonining o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchini aniqlashga oid.

Massa o'tkazish jarayonida dF elementary yuzadan F_u fazaning konsentratsiyasi du ga kamayadivatarqalgan massa dM ning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$dM = -Gdy$$

Tenglama o'ng tomonidagi manfiy ishora F_u fazadagi konsentratsiyaning kamayishini ifodalaydi.

Xuddi shu miqdordagi dM massa F_x fazaga o'tib, uning konsentratsiyasini dx qiymatga oshiradi. Unda, dF elementar yuz uchun massa o'tkazish tenglamasini ushbu ko'rinishda yozish mumkin:

$$dM = -Gdy = K_y(y - y^*) \cdot dF \quad (5.48)$$

Ozgaruvchi u va F qiymatlarni ajratib (5.48) tenglamani integrallasak (konsentratsiya bo'yicha u_b dan u_{ox} gacha, to'qnashish yuzasi bo'yicha O dan F gacha), quyida tenglamani olamiz:

$$\int_{y_0}^{y_{ox}} \frac{dy}{y - y^*} = \int_0^F \frac{K_y}{G} dF$$

bundan

$$\int_{y_0}^{y_{ox}} \frac{dy}{y - y^*} = \frac{K_y}{G} F \quad (5.49)$$

Moddiy balans tenglamasiga binoan, butun qurilma uchun bir fazadan ikkinchisiga o'tgan modda massasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$M = G \cdot (y_0 - y_{ox})$$

Oxirgi ifodadagi G ning qiymatini (5.49) tenglamaga qo'ysak, ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$\int_{y_{ox}}^{y_{\delta}} \frac{dy}{y - y^*} = \frac{K_y \cdot F}{M} (y_{\delta} - y_{ox})$$

bundan:

$$M = K_y F \frac{y_{\delta} - y_{ox}}{\int_{y_{ox}}^{y_{\delta}} \frac{dy}{y - y^*}} \quad (5.50)$$

(5.50) tenglamani (5.4) bilan taqqoslab, (5.50) tenglamaning oxirgi ko'paytmasi massa almashinish jarayonning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchini ifoda etishini bilamiz:

$$\Delta y_{yp} = \frac{y_{\delta} - y_{ox}}{\int_{y_{ox}}^{y_{\delta}} \frac{dy}{y - y^*}} \quad (5.50a)$$

Xuddi shunday F_x fazadagi Δx_{or} ni quyidagich ifodalash mumkin:

$$\Delta x_{yp} = \frac{x_{ox} - x_{\delta}}{\int_{x_{\delta}}^{x_{ox}} \frac{dx}{x^* - x}} \quad (5.50b)$$

Muvozanat chizig'i to'g'ri chiziq ($u^* = mx$) funksiyasi bo'lgan holda o'rtacha logarifmik yoki arifmetik kattalik sifatida aniqlash mumkin.

SHunday qilib, F_u fazasi uchun massa o'tkazishning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi ushbu tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta y_{yp} = \frac{(y_{\delta} - y_{\delta}^*) - (y_{ox} - y_{ox}^*)}{\ln \frac{y_{\delta} - y_{\delta}^*}{y_{ox} - y_{ox}^*}} = \frac{\Delta y_{\kappa a} - \Delta y_{\kappa u}}{2,3 \lg \frac{\Delta y_{\kappa a}}{\Delta y_{\kappa u}}} \quad (5.51)$$

F_x fazasi uchun massa o'tkazishning o'rtacha logarifmik harakatga keltiruvchi kuchini esa quyidagi tenglama orqali topish mumkin:

$$\Delta x_{yp} = \frac{(x_{ox}^* - x_{ox}) - (x_{\delta}^* - x_{\delta})}{\ln \frac{x_{ox}^* - x_{ox}}{x_{\delta}^* - x_{\delta}}} = \frac{\Delta x_{\kappa a} - \Delta x_{\kappa u}}{2,3 \lg \frac{\Delta x_{\kappa a}}{\Delta x_{\kappa u}}} \quad (5.52)$$

Agar $\Delta y_{\kappa a} / \Delta y_{\kappa u} < 2$ bo'lgan sharoitda, texnik hisoblashlar uchun etarli aniqlikda, massa o'tkazishning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi, o'rtacha arifmetik qiymat sifatida topiladi:

$$\Delta y_{yp} = \frac{\Delta y_{\kappa a} + \Delta y_{\kappa u}}{2} \quad (5.53)$$

Xuddi shunday, F_x fazasi uchun:

$$\Delta x_{yp} = \frac{\Delta x_{\kappa a} + \Delta x_{\kappa u}}{2} \quad (5.54)$$

O'tkazish birligining soni. (5.50a) va (5.50b) tenglamalari mahrajidagi integral o'tkazish birligining soni deb nomlanadi va u n_{oy} , n_{ox} bilan belgilanadi:

$$n_{oy} = \int_{y_{ox}}^{y_{\bar{o}}} \frac{dy}{y - y^*} \quad (5.55)$$

$$n_{ox} = \int_{x_{\bar{o}}}^{x_{ox}} \frac{dx}{x^* - x}$$

(5.55) tenglamadan ko'rinib turibdiki, o'tkazish birligining soni va o'rtacha harakatga keltiruvchi kuch o'rtasida ma'lum bog'liqlik bor:

$$n_{oy} = \frac{y_{\bar{o}} - y_{ox}}{\Delta y_{yp}} \quad (5.56)$$

$$n_{ox} = \frac{x_{ox} - x_{\bar{o}}}{\Delta x_{yp}}$$

SHunday qilib, o'tkazish birligi soni jarayonning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchiga teskari proporsionaldir.

o'tkazish birligining balandligi. Faraz qilaylik, F_u fazadan F_x ga massa o'tkazish jarayoni sodir bo'lib, o'rtacha harakatga keltiruvchi kuch F_u faza konsentratsiyasida ifodalanganda, tarqalgan modda M miqdori ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$M = G \cdot (y_{\bar{o}} - y_{ox})$$

bu erda $G - F_u$ faza sarfi.

Undan tashqari, tarqalgan modda miqdori hajmiy massa o'tkazish koeffitsienti orqali ifodalangan massa berish tenglamasi yordamida topilishi mumkin:

$$M = K_y \cdot aSH\Delta y_{yp}$$

Agar, oxirgi ikki tenglamalarning o'ng tomonlarini tenglashtirsak, ushbu ifodani olamiz:

$$K_y \cdot aSH\Delta y_{yp} = G \cdot (y_{\delta} - y_{ox})$$

bundan, qurilmaning ishchi balandligi:

$$H = \frac{G}{K_y \cdot aS} \cdot \frac{y_{\delta} - y_{ox}}{\Delta y_{yp}} \quad (5.57)$$

(5.57) tenglama o'ng tomonidagi birinchi ko'paytmasini n_{oy} deb belgilab, (5.49) va (5.55) tenglamalarni hisobga olgan holda quyidagiga erishamiz:

$$h_{oy} = \frac{H}{n_{oy}} = \frac{HG}{K_y F}$$

Agar, fazalar to'qnashish yuzasi $F = aSH$ ekanligini inobatga olsak:

$$h_{oy} = \frac{HG}{K_y aSH} = \frac{G}{K_y \cdot aS} \quad (5.58)$$

yoki

$$h_{ox} = \frac{L}{K_x \cdot aS}$$

$K_u \cdot a = K_v$ va $G/S = W$ – suyuqlik massaviy tezligi, bo'lgani uchun:

$$h_{oy} = \frac{W}{K_v}$$

yoki

$$h_{ox} = \frac{L}{K_v} \quad (5.59)$$

SHunday qilib, o'tkazish birligining balandligi bitta o'tkazish birligiga ekvivalent bo'lgan qurilma balandligini ifodalaydi. O'tkazish birligining balandligi massa o'tkazishning hajmiy koeffitsientiga teskari proporsionaldir. Demak, qurilmada massa o'tkazish intensivligi qanchalik yuqori bo'lsa, o'tkazish birligining balandligi shunchalik kichik bo'ladi.

O'tkazish birligi balandligi uzunlik o'lchov birligi (m) yordamida o'lchanadi.

Ajratib olish koeffitsienti. Massa almashinish jarayoni nuqtai nazaridan qaralganda, qurilmaning samaradorligi tarqaluvchi komponentni gaz (yoki suyuqlik) fazadan ajratib olish darajasi yordamida xarakterlanadi.

Qurilmada bir fazadan ikkinchisiga o'tgan komponent haqiqiy massasining maksimal o'tishi mumkin bo'lgan komponent massasiga nisbati massa almashinish qurilmalarining asosiy xarakteristikasi bo'lib, **ajratib olish** yoki **boyitish koeffitsienti** deb nomlanadi.

$$\varphi = \frac{y_{\delta} - y_{ox}}{y_{\delta} - y_{ox}^*}$$

Tayanch iboralar

Diffuziya, chegara qatlam, Ajratib olish koeffitsienti.

Mavzuni mustahamlash uchun savollar

1. Qurilmada bir fazadan ikkinchisiga o'tgan komponent haqiqiy massasining maksimal o'tishi mumkinmi?
2. O'tkazish birligining soni nima?

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyani ng issiqlik va modda almashinish jarayonlar i bo'y i ch a laboratoriya ishla riga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishchevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering , 34

3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry Process Validation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №17

Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari. Modda almashinish apparatlari. Modda o'tkazish jarayonlarini intensivlash. Modda almashinish apparatlarining o'lchamlarini aniqlash. Apparatning balandligi, ish xajmi

REJA

1. Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari.
2. Modda almashinish apparatlari.
3. Modda o'tkazish jarayonlarini intensivlash.
4. Modda almashinish apparatlarining o'lchamlarini aniqlash.
5. Apparatning balandligi, ish xajmi

Massa almashinish qurilmalarining asosiy o'lchamlarini hisoblash

Massa almashinish qurilmalarini texnologik hisoblash ularning asosiy o'lchamlari: qurilma unumdorligini xarakterlovchi – diametr va unda ro'y berayotgan jarayon intensivligini ifodalovchi – ishchi balandliklar aniqlanishi zarur.

Qurilma diametri. Ushbu parametрни hisoblash uchun suyuqlik sarfi tenglamasidan foydalaniladi:

$$V = Fw_0$$

bu erda V – fazaning hajmiy sarfi; w_0 – fazaning sohta tezligi; F - qurilma ko'ndalang kesimining yuzasi.

Dumaloq ko'ndalang kesim yuzasi $F = \pi D^2 / 4$. Demak:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} w_0$$

Bundan qurilmaning diametri:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi w_0}} \quad (5.62)$$

Odatda, V kattalik berilgan bo'ladi va qurilma diametrini aniqlash uchun tegishli fazaning sohta tezligini tanlash zarur. Faza tezligini tanlash quyidagi talablar asosida amalga oshiriladi: suyuqlik oqimining tezligi ortishi bilan massa o'tkazish koeffitsienti ko'payadi; suyuqlik tezligi ortishi bilan qurilmaning gidravlik qarshiligi ham oshadi; gidravlik qarshilik ortishi bilan jarayonni o'tkazish uchun zarur energiya sarfi ko'payadi. SHuning uchun gaz yoki suyuqlikning optimal tezligini topish texnik-iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir. Lekin,

amaliyotda sohta tezlikni hisoblab chiqish va uning maksimal qiymatini topish bilan chegaralinadi.

Qurilma balandligi. Massa almashinish qurilmasining balandligi jarayonda ishtirok etuvchi fazalar to'qnashuvchi uzluksiz yoki pog'onali bo'lishiga qarab aniqlanishi mumkin.

Uzluksiz to'qnashishli qurilmaning balandligi. Fazalari uzluksiz to'qnashuvda bo'lgan qurilmalarda uning balandligi hajmiy massa o'tkazish koeffitsienti orqali ifodalangan massa o'tkazish formulasi asosida hisoblash mumkin:

$$M = K_y \cdot a \cdot V \cdot \Delta y_{yp}$$

yoki

$$M = K_x \cdot a \cdot V \cdot \Delta x_{yp} \quad (5.63)$$

Qurilmaning ishchi hajmi:

$$V = FH$$

bu erda F - qurilma ko'ndalang kesimi yuzasi, m; N - qurilmaning ishchi balandligi, m.

Agar, V ning qiymatini (5.63) ga qo'yib, tenglamani N ga nisbatan echsak, qurilmaning balandligini topamiz:

$$H = \frac{M}{K_y \cdot a \cdot F \cdot \Delta y_{yp}} \quad (5.64)$$

yoki

$$H = \frac{M}{K_x \cdot a \cdot F \cdot \Delta x_{yp}}$$

(5.64) tenglamadan N ni aniqlashda solishtirma yuza a va massa o'tkazishning sirtiy koeffitsienti (K_u yoki K_x) ni yoki ushbu kattaliklarning ko'paytmasi bo'lmish hajmiy massa o'tkazish koeffitsienti K_V ni bilish kerak.

Qurilmaning ishchi balandligini aniqlashda o'tkazish birligi soni yordamida ham topish mumkin, ya'ni:

$$H = h_{oy} \cdot n_{oy}$$

yoki

$$H = h_{ox} \cdot n_{ox} \quad (5.65)$$

Pog'onali to'qnashishli qurilmaning balandligi. Bunday turdagi qurilmalarning, shu jumladan, tarelkali kolonnalarning balandligi hajmiy massa o'tkazish koeffitsienti orqali ifodalanadi.

Lekin, K_V ni aniqlash uchun kerakli harakatchan faza hajmini topish juda qiyin. SHunday uchun, N ni hisoblashda qurilma pog'onalarining soni analitik yoki grafik usulda topilishi mumkin.

Qurilmaning ishchi balandligi pog'onalarining haqiqiy soni orqali aniqlanishi mumkin:

$$H = n_x \cdot h$$

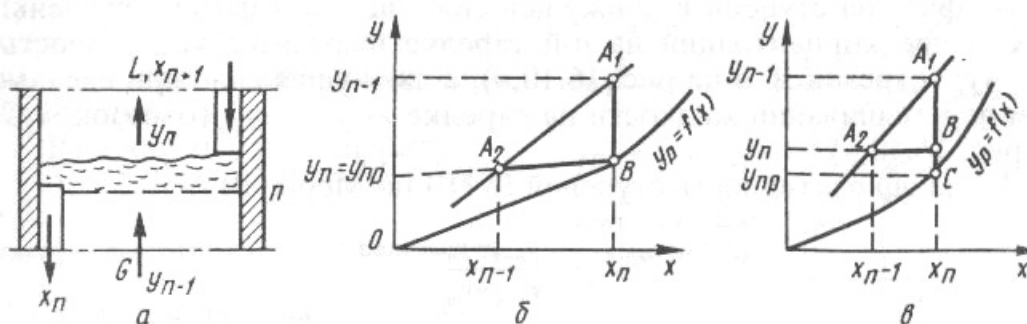
bu erda h – pog'onalar orasidagi masofa.

Pog'onalar sonini aniqlashning analitik usuli. n - pog'onali, qarama-qarshi yo'nalishli, kolonnali qurilmada massa almashinish jarayonini ko'rib chiqamiz (5.11-rasm).

Kolonna tarelkasiga u_{n-1} konsentratsiyali G gaz faza va x_{n+1} konsentratsiyali L suyuq faza uzatilmoqda. Massa almashinish natijasida gaz fazaning konsentratsiyasi u_n miqdorgacha pasaysa, suyuq fazaniki x_n miqdorgacha ko'payadi. Tarelkadan chiqib ketayotgan gaz u_n va undan oqib tushayotgan suyuqlik x_n tarkiblarining muvozanat holati konsentratsiyalari muvozanat chizig'ida V nuqta bilan ifodalanadi (5.11-rasm).

Nazariy pog'onada gaz fazasi konsentratsiyasining o'zgarishiga A_1V vertikal chiziq to'g'ri keladi. Suyuq fazada konsentratsiyaning x_n dan x_{n+1} gacha o'zgarishi VA_2 gorizontal chiziq bilan ifodalanadi.

SHunday qilib, A_1VA_2 "pog'ona" nazariy tarelkada ikkala fazalar konsentratsiyalarining o'zgarishini tasvirlaydi. Kolonnali qurilmalarda nazariy tarelkalar sonini aniqlash uchun boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalar oraligida ketma-ket shunday "pog'onalar" quriladi.



5.11-rasm. Tarelkada massa almashinish (a) va jarayonni u - x koordinatlarida tasvirlash

b – tarelka muvozanat bo'lgan sharoitda – ideal jarayon;

v – tarelkada muvozanat bo'lmagan sharoitda - haqiqiy jarayon.

Haqiqiy tarelkalar sonini topish uchun qurilmaning f.i.k. dan foydalaniladi. Ushbu koeffitsient haqiqiy tarelkadagi massa almashinish jarayonining real

kinetikasini hisobga oladi va tarelkalar tuzilishiga qarab $\eta=0,5...0,8$ oralikda bo‘ladi.

F.i.k. hisobga olingan hollarda, tarelkalarining haqiqiy soni ushbu nisbatdan topiladi:

$$n_x = \frac{\eta_H}{\eta} \quad (5.66)$$

bu erda n - tarelkalarining haqiqiy soni; η - f.i.k.

Tarelkalar f.i.k. uning tuzilishiga, gaz va suyuqliklarning fizik – kimyoviy xossalariga, hamda oqimlar gidrodinamikasiga bog‘liqdir.

SHuni nazarda tutish kerakki, nazariy tarelkalar soni yordamida qurilma balandligini aniqlash tahminiy usul bo‘lib hisoblanadi. Bundan, faqat massa o‘tkazish koeffitsienti yoki f.i.k. ning ishonchli qiymatlari bo‘lmagan holatlarda foydalanish mumkin.

Ko‘pincha, massa almashinish jarayonlarida muvozanat holatiga erishib bo‘lmaydi. SHuning uchun, haqiqiy to‘qnashish pog‘onalarini aniqlash bu jarayonlarda asosiy masaladir.

Pog‘onaning samaradorligi fazaning pog‘onadagi konsentratsiyalar o‘zgarishini shu fazaning pog‘onaga kirishdagi harakatga keltiruvchi kuchi nisbati bilan belgilanadi.

n - pog‘ona tarelkasidagi konsentratsiyaning o‘zgarishi $u_{n-1}-u_n$ farq bilan (5.11v-rasm, A_1V kesma), suyuqlikni ideal aralashtirish paytidagi harakatga keltiruvchi kuch esa, $u_{n-1}-u_{nr}$ (5.11v-rasm, A_1S kesma) farq bilan ifodalanadi.

Unda, pog‘onalarning samaradorligi yoki f.i.k. quyidagicha hisoblanadi:

$$E_y = \frac{y_{n-1} - y_n}{y_{n-1} - y_{np}} \quad (5.67)$$

Qurilma balandligi esa ushbu nisbatdan topiladi:

$$H = \frac{n_x \cdot h_x}{\eta} \quad (5.68)$$

$y > y_p$ bo‘lganda, n – tarelka uchun harakatga keltiruvchi kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta y_{yp} = \frac{(y_{n-1} - y_{np}) - (y_n - y_{np})}{\ln \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}}} = \frac{y_{n-1} - y_n}{\ln \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}}} \quad (5.69)$$

o'tkazish birligining soni esa,

$$m_y = \ln \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}} \quad (5.70)$$

bundan

$$e^{m_y} = \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}} \quad (5.71)$$

5.11-rasmdan ko'rinib turibdiki, $e^{m_y} = AC/BC$ yoki $VS = AS e^{-m_y}$. Agar, e^{-m_y} ma'lum bo'lsa, VS kesma bo'yicha V , V_1 , V_2 nuqtalar o'rnini topish mumkin. V , V_1 , $V_2, \dots$ nuqtalarni birlashtirib, har bir tarelkadan chiqishdagi fazaning konsentratsiyasini ifodalovchi jarayonning kinetik chizig'ini olamiz.

Massa o'tkazish koeffitsienti β_u va β_x larni hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$K_q = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}}$$

SHundayqilib, K_u va e^{-m_y} qiymatlarni, hamda SV kesmani hisoblab, kinetik chiziqlar o'rnini topish mumkin.

Pog'onalar samadorligi va o'tkazish birligining soni orasida esa quyidagi bog'liqlik bor:

$$e^{-m_y} = 1 - \frac{y_{n-1} - y_n}{y_n - y_{np}} = 1 - E_y \quad (5.72)$$

bundan

$$E_y = 1 - e^{-m_y}$$

Tayanch iboralar

Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari, modda almashinish apparatlari, modda o'tkazish jarayonlarini intensivlash, modda almashinish apparatlarining o'lchamlarini aniqlash, apparatning balandligi, ish xajmi

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Massa almashinish apparatlarining o'lchamlarini aniqlash qanday xisoblanadi?
2. Pog'onalar samadorligi va o'tkazish birligining soni orasida qanday bog'liqlik bor?

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protssesi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparatipishevixproizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiyafitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickeyand David Ganderton
- 16.The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited byIra R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Siirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)

9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №18

Absorbsiya. Absorbsiya jarayonining muvozanati. Absorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi. Absorberlar konstruksiyalari

REJA

1. Absorbsiya.
2. Absorbsiya jarayonining muvozanati.
3. Absorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi.
4. Absorberlar konstruksiyalari

Absorbsiya

5.8. Umumiy tushunchalar

Gaz yoki bug'larni gaz yoki bug'li aralashmalardagi komponentlarining quyushlikda yutilish jarayoni **absorbsiya** deb nomlanadi. YUtilayotgan gaz yoki bug' **absorbtiv**, yutuvchi quyushlik esa – **absorbent** deb ataladi. Ushbu jarayon selektiv va qaytar jarayon bo'lib, gaz yoki bug' aralashmalarini ajratish uchun xizmat qiladi.

Absorbtiv va absorbentlarning o'zaro ta'siriga qarab, absorbsiya jarayoni 2 ga bo'linadi: fizik absorbsiya; kimyoviy absorbsiya (yoki xemosorbsiya).

Fizik absorbsiya jarayonida gazning quyushlik bilan yutilishi paytida kimyoviy reaksiya yuz bermaydi, ya'ni kimyoviy birikma hosil bo'lmaydi. Agar, quyushlik bilan yutilayotgan gaz kimyoviy reaksiyaga kirishsa, bunday jarayon **xemosorbsiya** deyiladi.

Ma'lumki, fizik absorbsiya ko'pincha qaytar jarayon bo'lgani sababli, ya'ni quyushlikka yutilgan gazni ajratib olish imkoni bo'ladi. Bunday jarayon **desorbsiya** deb nomlanadi. Absorbsiya va desorbsiya jarayonlarini uzluksiz ravishda tashkil etish, yutilgan gazni sof holda ajratib olish va absorbentni ko'p marta ishlatish imkonini beradi.

Absorbsiya jarayoni sanoat korxonalarida uglevodorodli gazlarni ajratish, sulfat, azot, xlorid kislotalar va ammiakli suvlarni olishda, gaz aralashmalaridan qimmatbaho komponentlarni ajratish va boshqa hollarda keng miqyosda ishlatiladi.

Absorbsiya jarayoni ishtirok etadigan texnologiyalarni qurilmalar bilan jihozlash murakkab emas. SHuning uchun, kimyo, oziq - ovqat va boshqa sanoatlarda absorberlar ko'p qo'llaniladi.

5.9. Absorbsiya jarayonining fizik asoslari

Gaz faza quyushlik bilan o'zaro ta'siri natijasida ikkita faza ($F=2$) va uchta komponent, ya'ni tarqaluvchi modda va ikkita modda tashuvchi ($K=3$) lardan iborat sistema hosil bo'ladi.

Fazalar qoidasiga binoan, bunday sistema 3 ta erkinlik darajasiga ega:

$$C = K + 2 - \Phi = 3 + 2 - 2 = 3$$

Sistemadagi fazaviy muvozanatni belgilovchi asosiy uchta parametrlar quyidagilardir: bosim, temperatura va konsentratsiya. Demak, «gaz -suyuqlik» sistemada ikkala fazaning bosimi r , temperaturasi t va konsentratsiyasi x o'zgarishi mumkin. Absorbsiya jarayoni o'zgarmas bosim va temperaturada borayotgan bo'lsa, bir fazada tarqalayotgan moddaning har bir konsentratsiyasiga, ikkinchi fazadagi aniq konsentratsiya to'g'ri keladi.

O'zgarmas temperatura ($t=const$) va umumiy bosimli sharoitda muvozanat konsentratsiyalari orasidagi bog'liqlik Genri qonuni bilan ifodalanadi. Bu qonunga binoan, biror temperaturada eritmada eritma ustidagi gaz parsial bosimi, uning mol ulushiga to'g'ri proporsionaldir:

$$p = Ex$$

yoki

$$x = \frac{p}{E} \quad (5.74)$$

bu erda r – muvozanat holatidagi eritmada x konsentratsiyali yutilayotgan gazning parsial bosimi; E – Genri konstantasi.

Genri konstantasi absorbtiv va absorbentlarning xossalariga, hamda temperaturaga bog'liq bo'ladi:

$$\ln E = -\frac{q}{RT} + C \quad (5.75)$$

bu erda q – gazning erish issiqligi, kJ/kmol; $R = 8,325$ kJ/(kmol·K) – universal gaz doimiysi; T – absolyut temperatura, K; S – yutayotgan suyuqlik va gazlarning tabiatiga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattalik.

(5.75) tenglamadan ko'rinib turibdiki, temperatura ortishi bilan gazning suyuqlikda erishi kamayadi.

Dalton qonuniga binoan, gaz aralashmasidagi komponentning parsial bosimi, ushbu komponent mol ulushining umumiy bosimga ko'paytirilganiga tengdir, ya'ni:

$$p = P \cdot y \quad \text{va} \quad y = \frac{p}{P} \quad (5.76)$$

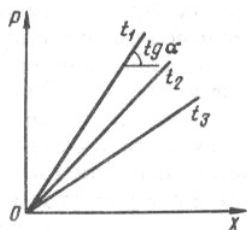
bu erda R – gaz aralashmasining umumiy bosimi; u – tarqalayotgan moddaning aralashmadagi konsentratsiyasi; mol ulushi.

(5.74) va (5.76) tenglamalarini taqqoslab, quyidagi ifodaga kelamiz:

$$y = \frac{p}{P} = \frac{E}{P} x$$

yoki fazaviy muvozanat konstantasi E/R ni morqalib belgilab, quyidagi ifodani olamiz:

$$y = m \cdot x \quad (5.77)$$



5.12-rasm. Turli temperaturalarda ($t_1 > t_2 > t_3$) gazning suyuqlikda erishi.

(5.77) tenglama, gaz aralashmasi va suyuqlikda tarqalayotgan moddalarning muvozanat konsentratsiyalari orasidagi bog‘liqlik to‘g‘ri chiziq bilan ifodalanishini ko‘rsatadi. Ushbu chiziq koordinatalar boshidan o‘tadi va uning qiyalik burchagi tangensi m ga teng. Qiyalik burchak tangensi temperatura va bosimga bog‘liq. 5.12-rasmdan ko‘rinib turibdiki bosim oshishi va temperatura kamayishi bilan gazning suyuqlikda eruvchanligi ortadi (m esa kamayadi). Suyuqlik bilan gazlar aralashmasi muvozanat holatida bo‘lganida, aralashma gaz komponentining har biri Genri qonuniga bo‘ysunadi.

Absorbsiya jarayoni nisbiy mol konsentratsiyalarda ham hisoblanishi mumkin. Bunda, gaz fazasining suyuqlikdagi kichik konsentratsiyalari x da Genri qonuni ushbu ko‘rinishda yoziladi:

$$Y = m \cdot X$$

SHunialohidata’kidlashkerakki, o‘tasuyultirilgan eritmalar, hamdakinichik bosimlarda o‘z xossalari bo‘yicha ideal suyuqliklarga o‘xshash eritmalar ham Genri qonuniga bo‘ysunadi.

Yuqorikonsentratsiyalieritmalarvakattabosimlardagazbilansuyuqlikning o‘zaromuv ozanatholati Genri qonuniga bo‘ysunmaydi, chunki fazalarning muvozanat konsentratsiyalari orasidagi bog‘liqlik egrichiziq bilan ifodalanadi.

5.10. Adsorbsiyaning moddiy balansi va kinetik qonuniyatlari

Absorbsiya jarayonining moddiy balansi quyidagi ko‘rinishdagi umumiy tenglama bilan ifodalanadi:

$$-G \cdot (dy) = L \cdot dx$$

Oxirgi tenglamani boshlang‘ich va oxirgi konsentratsiyalar oraligida integrallagandan so‘ng, undan absorbent sarfini (kmol/s) aniqlash mumkin:

$$L = G \frac{y_{\delta} - y_{ox}}{x_{ox} - x_{\delta}} \quad (5.78)$$

1 kmol inert gaz uchun zarur solishtirma sarf:

$$l = \frac{L}{G} \cdot \frac{y_{\delta} - y_{ox}}{x_{ox} - x_{\delta}} \quad (5.79)$$

Absorberda konsentratsiyaning o‘zgarishi (5.8) va (5.9) tenglamalar bilan ifodalanadi. Jarayon ishchi chizig‘i $u-x$ koordinatalarida to‘g‘ri chiziq ko‘rinishida bo‘ladi. Uning qiyalik burchagi tangensi $l = L/G$.

Absorbent solishtirma sarfining absorber o‘lchamiga va suyuq fazada tarqalayotgan moddaning oxirgi konsentratsiyasiga ta‘sirini ko‘rib chiqamiz.

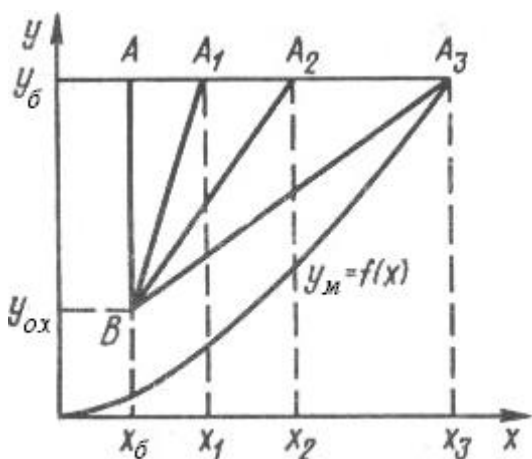
Absorberda fazalar yo‘nalishi parallel deb qabul qilamiz.

$u-x$ koordinatalarning V nuqtasida aniqlanayotgan suyuq fazada tarqalayotgan moddaning boshlang‘ich konsentratsiyasi x_b , gaz fazasidagi boshlang‘ich konsentratsiya u_b , oxirgisi esa - u_{ox} (5.13-rasm).

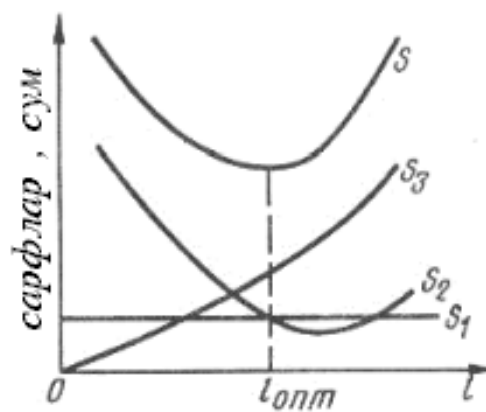
Fazalar muvozanat holati $u_m = f(x)$ tenglamaga binoan turli qiyalik burchagi ostida bir nechta ishchi chiziqlar o‘tkazamiz. Rasmdagi A_1, A_2, A_3 nuqtalar gaz faza va absorbentdagi boshlang‘ich va oxirgi konsentratsiyalarni xarakterlaydi. Jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi ishchi va muvozanat chiziqlar o‘rtasidagi farq bilan aniqlanadi, ya‘ni $\square u = u - u_m$. Butun qurilma uchun o‘rtacha harakatga keltiruvchi kuch o‘rtacha logarifmik qiymat sifatida topiladi. Agar, ishchi chiziq VA vertikal chiziq bilan ustma-ust tushsa, harakatga keltiruvchi kuch eng katta qiymatga ega bo‘ladi. Agar, (5.79) tenglamaga $x_{ox} = x_b$ qo‘yilsa, absorbentning sarfi cheksiz bo‘ladi.

Boshqa holatda esa, ya‘ni ishchi chiziq VA_3 muvozanat chizig‘i bilan tutashsa, absorbentning sarfi minimal va tutashish nuqtasida harakatga keltiruvchi kuch nolga teng bo‘ladi, chunki $u_b = u_m$.

Birinchi holatda absorberning o‘lchamlari minimal bo‘ladi, chunki absorbentning cheksiz sarfida $\square u_{ox}$ maksimal qiymatga egadir. Ikkinchi holatda esa, absorbentning sarfi minimal bo‘lganda absorbentning o‘lchamlari cheksiz bo‘ladi.



5.13-rasm. Absorbentning solishtirma sarfini aniqlashga oid.



5-14-rasm. Absorbentning optimal solishtirma sarfini aniqlashga oid.

Massa almashinish, shu jumladan, absorbsiya jarayonida ham muvozanatga erishib bo'lmaydi, chunki har doim ($x_{ox} < x_m$). Demak, absorbentning sarfi har doim minimal qiymatdan katta bo'lishi kerak. Absorbentning minimal sarfini quyidagi tenglamadan topish mumkin:

$$l_{\min} = \left(\frac{L}{G} \right)_{\min} - \frac{y_0 - y_{ox}}{x_{kp} - x_0} \quad (5.80)$$

Absorbentning optimal sarfi texnik-iqtisodiy hisoblashlar asosida aniqlanadi.

1 kmol gazni yutish uchun zarur sarflar gaz va ekspluatatsiya narxi S_1 , amortizatsiya va ta'mirlash uchun sarflar, energiya narxi S_2 , gazni uzatish va desorbsiya S_3 ga ketadigan harajatlar yig'indisiga teng:

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

Ma'lumki, S_1 kattalik absorbentning solishtirma sarfiga bog'liq emas. Agar, l ortsa, absorberning ishchi balandligi va uning gidravlik qarshiligi kamayadi. Lekin, bunda qurilmaning diametri kattalashadi.

SHunday kilib, $S_2 = f(l)$ funksiya minimumga ega bo'lishi mumkin.

Absorbentning solishtirma sarfi l oshishi bilan gazni uzatish va desorbsiyasiga ketadigan sarflar S_3 ko'payadi. 5.14-rasmda yuqorida keltirilgan bog'liqliklar xarakteristikalarini tasvirlangan. Hamma egri chiziqlar ordinatalarini qo'shsak, 1 kmol gazni absorbsiya qilish uchun zarur sarflar yig'indisi egri chizig'ini olamiz. Ushbu egri chiziqning minimumi, absorbent optimal solishtirma sarfiga to'g'ri keladi.

Absorbsiya jarayonining asosiy tenglamasi absorbsiya jarayoni ikki fazali sistemalar-ning massa o'tkazish tenglamasi bilan ifodalanishi mumkin:

$$M = K_y F \Delta y_{yp} \cdot \tau$$

yoki

$$M = K_x F \Delta x_{yp} \cdot \tau$$

Ko'pincha, absorbsiya jarayonining massa o'tkazish tenglamasida, harakatga keltiruvchi kuch $u-u_m$ bosimlar farqi bilan ifodalanadi:

$$M = K_m (p - p_m) \cdot F \tau$$

yoki

$$M = K_m \cdot \Delta p_{yp} \cdot F \tau \quad (5.81)$$

buerdar - gazaralashmasidatarqalayotgangazning ishchi parsialbosimi; r_m - absorbent ustidagi gazningmuvozanatbosimi; K_m - massao'tkazishkoeffitsienti; M - gazfazasidansuyuqfazagao'tganmassamiqdori; r_{ur} - jarayonniharakatgakeltiruvchikuchi.

Agar, muvozanat chizig'i to'g'ri bo'lsa, jarayonning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi ushbu formuladan topiladi:

$$\Delta p_{yp} = \frac{\Delta p_{ka} - \Delta p_{ku}}{2,31g \frac{\Delta p_{ka}}{\Delta p_{ku}}}$$

$\Delta p_{ka} = p_o - p_{ox}^*$ va $\Delta p_{ku} = p_{ox} - p_o^*$ absorberningoxirgiquismlaridagiharakatgakeltiruvchikuchlar r_b va r_{ox}

absorbergakirayotganvachiqayotgangazningparsialbosimi; r_{ox}^* , r_b^* - absorbergakirayotganvachiqayotgangazningmuvozanatparsialbosimi.

Absorbsiyajarayonidamassaalmashinishmexanizmi quyidagicha: harbifazaasosiy massavachegaraviyyupqaqatlamdaniboratbo'ladi. Asosiy massagayutiluvchikomponentkonvektivdiffuziyayo'libilano'tadi.

Ikkalache garaviyyupqaqatlamda esa, yutiluvchikomponentningo'tishimolekulyardiffuziya usulidaboradi. SHuninguchun, absorbsiyajarayonidamassao'tkazishgabo'lganqarshilikchegaraviyyupqaqatlamlaryig'indisidaniboratbo'ladi. Suyuq, yupqaqatlamdagimassao'tkazishgabo'lganqarshilik $1/\alpha_u$, gazdagiesa - m/α_x bo'lsa, massao'tkazishkoeffitsientiushbutenglamadanhisoblanadi.

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_x} + \frac{m}{\beta_y}} \quad (5.82)$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y m}} \quad (5.83)$$

buerda α_u - gazoqimidanfazalarniajratuvchiyuzasigamassaberishkoeffitsienti; α_x - fazalarni ajratuvchi yuzadansuyuqlikoqimigamassaberishkoeffitsienti; m - proporsionallikkoeffitsienti, absorbtivva absorbent xossalriga vatemperaturagabog'liq.

Koeffitsient m ning kattaligi massa o'tkazish tenglamasining tuzilishiga ham tasir etadi. YAxshi eriydigan gazlar uchun m ning qiymati juda kichik bo'ladi. SHuning uchun, suyuqlik fazasidagi diffuzion qarshilik ham kichikdir. $1/\alpha_u \gg m/\alpha_x$ bo'lgani uchun, (5.82) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$K_y \cong \beta_y$$

Qiyin eriydigan gazlar uchun proporsionallik koeffitsient m ning qiymati juda kattadir. SHuning uchun gaz fazasidagi diffuzion qarshilikni inobatga olmasa ham bo'ladi. $1/\alpha_x \gg 1/\alpha_u m$ bo'lgani uchun, (5.83) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$K_x \cong \beta_x$$

yani, hamma diffuzion qarshilik suyuq fazada mujassamlangan bo'ladi.

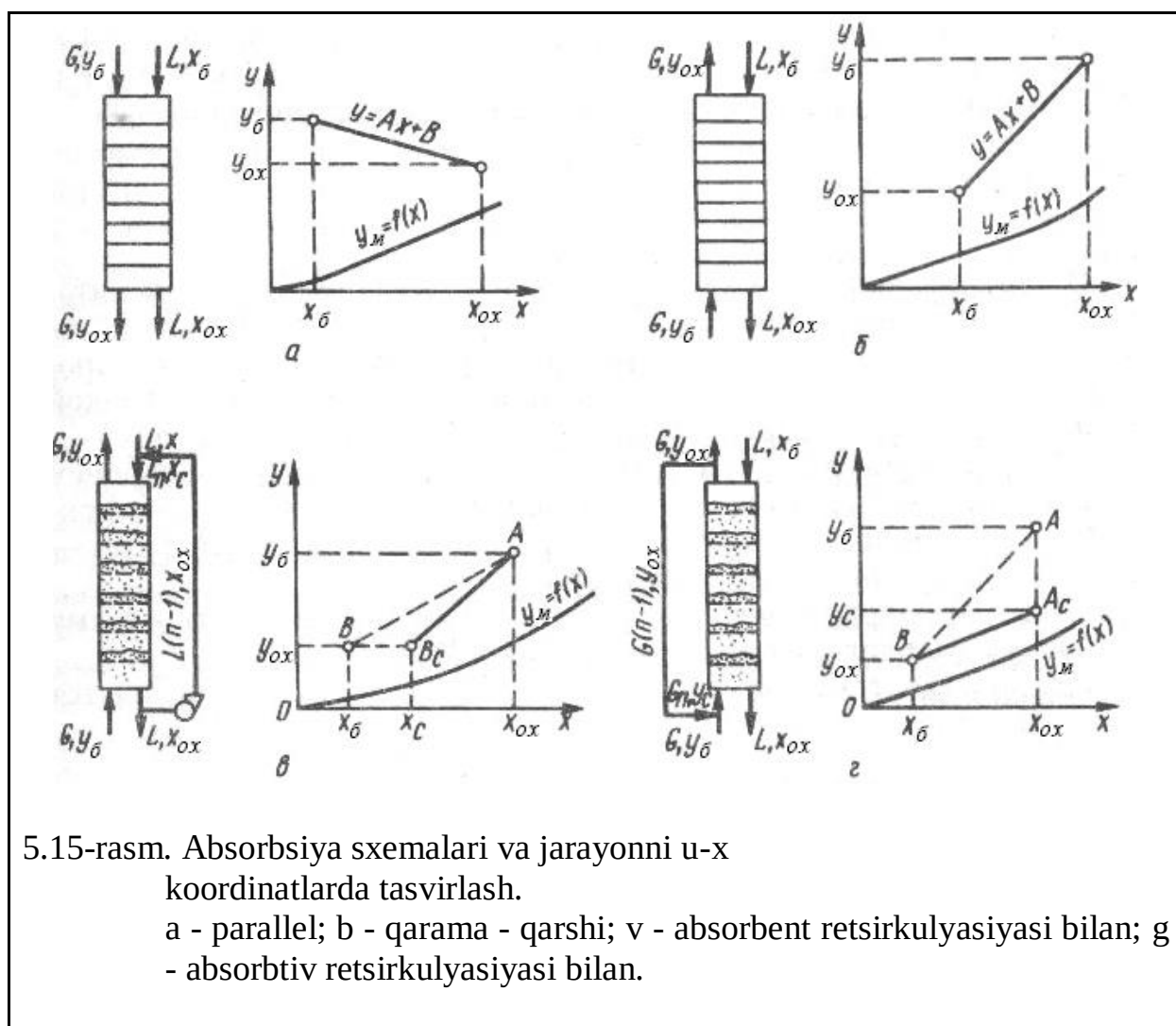
5.11. Absorbsiya jarayonini olib borish usullari

Xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida absorbsiya jarayonini tashkil etishda quyidagi prinsipial sxemalar qo'llaniladi:

- parallel yo'nalishli;
- qarama - qarshi yo'nalishli;
- bir pog'onali, qisman retsirkulyasiyali;
- ko'p pog'onali, qisman retsirkulyasiyali.

Parallel yo'nalishli sxema 5.15a-rasmda ko'rsatilgan. Bunda gaz oqim va absorbent parallel (bir xil) yo'nalishda harakatlanadi. Absorberga kirishda, absorbtiv konsentratsiyasi katta bo'lgan gaz faza, absorbtiv konsentratsiyasi past bo'lgan suyuq faza bilan kontaktda bo'lsa, qurilmadan chiqishda esa - absorbtiv konsentratsiyasi kichik bo'lgan gaz faza, absorbtiv konsentratsiyasi yuqori bo'lgan suyuqlik bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi.

Qarama - qarshi yo'nalishli sxema 5.15b-rasmda ko'rsatilgan.



5.15-rasm. Absorbsiya sxemalari va jarayonni $u-x$ koordinatlarda tasvirlash.

a - parallel; b - qarama - qarshi; v - absorbent retsirkulyasiyasi bilan; g - absorbtiv retsirkulyasiyasi bilan.

Ushbu sxemali absorberlarning bir uchida absorbtiv konsentratsiyasi yuqori gaz va suyuqlik to'qnashuvda bo'lsa, ikkinchi uchida esa - konsentratsiyalari past fazalar o'zaro ta'sirda bo'ladi.

Qarama - qarshi yo'nalishli sxemalarda parallel yo'nalishliga qaraganda, absorbentdagi absorbtiv eng yuqori qiymatiga erishsa bo'ladi. Lekin, jarayonning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi parallel yo'nalishliga nisbatan kam bo'lgani uchun, qarama - qarshi yo'nalishli absorberning gabarit o'lchamlari katta bo'ladi.

Absorbent yoki gaz fazaning retsirkulyasiyalı sxemalari (5.15v,g - rasm). Bunday sxemalarda absorbent ko'p marta o'tadi.

5.15v - rasmda absorbent bo'yicha retsirkulyasiyalı sxema keltirilgan. Bunda, gaz faza absorberning tepa qismidan kirib, past qismidan chiqib ketsa, suyuq faza esa qurilmadan bir necha marta qaytarib o'tkaziladi. Absorbent qurilmaning tepa qismiga uzatiladi va gaz fazasiga qarama - qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Yangi, x_b konsentratsiyali absorbent absorberdan chiqayotgan suyuq faza bilan aralashishi natijasida uning konsentratsiyasi x_s ga ko'tariladi. Jarayonning ishchi chizig'i $u-x$ diagrammada AV to'g'ri chizig'i bilan ifodalanadi. Absorbtivning

aralashtirishdan keyingi konsentratsiyasi x_s ni moddiy balans tenglamasidan topish mumkin.

Agar, absorberga kirishdagi absorbent miqdorini yangi absorbent miqdoriga nisbatini n deb belgilasak, moddiy balans tenglamasi ushbu ko‘rinishda yoziladi:

$$G \cdot (y_{\bar{o}} - y_{ox}) = L \cdot (x_{ox} - x_{\bar{o}}) = Ln \cdot (x_{ox} + x_c)$$

bundan

$$x_c = \frac{x_{ox}(n - 1) + x_{\bar{o}}}{n} \quad (5.84)$$

Gazfazasiretsirkulyasiyaliborbsiya sxemasi 5.15g-rasmdakeltirilgan. Ishchi chiziqlari A_s (u_s , x_{ox}) va V (u_{ox} , x_b) nuqtalar bilan belgilanadi. u_s konsentratsiya moddiy balans tenglamasidan aniqlanadi:

$$y_c = \frac{y_{ox}(n - 1) + y_{\bar{o}}}{n} \quad (5.85)$$

Absorbent harakat tezligi ortish bilan massa berish koeffitsient ko‘payadi, bu esa o‘z navbatida massa o‘tkazish koeffitsientini o‘sishiga olib keladi.

Qiyin eruvchan gazlarni absorbsiya qilish paytida absorbentni retsirkulyasiya qilish husulini qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Agar, absorbtiv retsirkulyasiya qilsa, gaz fazasida massa berish koeffitsienti ko‘payadi. Bu usul yaxshi eriydigan gazlarni absorbsiya qilishda yuqori samara beradi.

5.12. Absorberlar konstruksiyalari

Absorbsiya jarayoni fazalarni ajratuvchi yuzada sodir bo‘ladi. SHuning uchun ham, suyuqlik va gaz fazalar to‘qnashuv qiladigan absorberlar yuzasi iloji boricha katta bo‘lishi kerak. Massa almashinish yuzalarini tashkil etish va loyihalash bo‘yicha absorberlar 4 guruhga bo‘linadi: sirtiy va yupqa qatlamli absorberlar; nasadkali absorberlar; barbotajli absorberlar; purkovchi absorberlar.

Sirtiy absorberlarda harakatlanayotgan suyuqlik ustiga gaz uzatiladi. Bunday qurilmalarda suyuqlik tezligi juda kichik va to‘qnashuv yuzasi kam bo‘lgan uchun bir nechta qurilma ketma - ket qilib o‘rnatiladi.

Suyuqlik va gaz qarama - qarshi yo‘nalishda harakatlantiriladi. 5.16 - rasmda gorizonta trubalardan tarkib topgan yuvilib turuvchi absorber tasvirlangan. Trubalar ichida - suyuqlik oqib o‘tsa, unga teskari yo‘nalishda gaz harakat qiladi. Trubalar ichidagi suyuqlik sathi ostona 3 yordamida bir xil balandlikda ushlab turiladi.

Absorbsiya jarayonida hosil bo‘layotgan issiqlikni ajratib olish uchun trubalar taqsimlash moslamasi 2 dan oqib tushayotgan suv bilan yuvilib turadi. Sovutuvchi

suvni bir me'yorda taqsimlash uchun tishli taqsimlagich 1 qo'llaniladi. Bu turdagi absorberlar yaxshi eriydigan gazlarni yutish uchun ishlatiladi.

YUpqa qatlamli absorberlar ixcham va yuqori samaralidir. Bu absorberlarda fazalarning to'qnashish yuzasi oqib tushayotgan suyuqlik yupqa qatlami yordamida hosil bo'ladi. YUpqa qatlamli qurilmalar guruhiga trubali, list-nasadkali, ko'tariladigan qatlamli absorberlar kiradi.

Trubali absorberlarda suyuqlik vertikal trubalarning tashqi yuzasidan pastga qarab oqib tushsa, gaz faza esa qarama - qarshi yo'nalishda yuqoriga qarab harakatlanadi. Qolgan turdagi absorberlarda ham fazalarning harakat yo'nalishi trubali absorberlarnikiga o'xshashdir.

Trubali absorberlar tuzilishiga qarab qobiq - trubali issiqlik alma-shinish qurilmasiga o'xshaydi. Qurilmada hosil bo'lgan issiqlikni ajratib olish uchun trubalar ichiga suv yoki boshqa sovuqlik eltkich yuboriladi.

5.17-rasmda tekis, parallel nasadkali absorber tasvirlangan.

Nasadkalar vertikal listlar ko'rinishida bo'lib, absorber hajmini bir nechta seksiyaga bo'ladi. Absorberga suyuqlik truba orqali uzatiladi va taqsimlash moslamasi yordamida nasadkaga taqsimlanadi. Natijada tekis listning ikkala tomoni ham suyuqlik bilan yuvilib turadi. Gaz va yupqa qatlamli suyuqliklarning nisbiy harakat tezligiga qarab, suyuqlik yupqa qatlami pastga oqib tushishi yoki gaz oqimiga ilakishib, tepaga ham harakatlanishi mumkin. Agar, fazalar oqimining tezligi ko'paysa, massa berish koeffitsientining qiymati va fazalar to'qnashish yuzasi oshadi. Bunga sabab, chegaraviy qatlamning turbulizatsiyasi va unda uyurmalar hosil bo'lishidir.

YUpqa qatlamning o'rtacha tezligi ushbu tenglamadan topilishi mumkin:

$$w_{yp} = \sqrt[3]{\frac{gL_c^2}{3\rho\mu}} \quad (5.86)$$

bu erda L_c – to'kish moslamasi perimetrining suyuqlik bilan solishtirma purkalish zichligi, $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; μ - suyuqlik dinamik qovushoqligi, $\text{Pa}\cdot\text{s}$.

YUpqa qatlam yaqinidagi suyuqlikning tezligi:

$$w = 1,5 \cdot w_{yp} \quad (5.87)$$

YUpqa qatlamning qalinligi:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot L_c \cdot \mu}{g\rho^2}} \quad (5.88)$$

YUpqa qatlamning harakat tezligi Reynolds kriteriysidan aniqlanadi:

$$Re = \frac{w_{yp} \cdot d_e \cdot \rho}{\mu} \quad (5.88a)$$

bu erda d_e – yupqa qatlamning ekvivalent diametri, m.

YUpqa qatlamning ekvivalent diametri:

$$d_e = \frac{4\Pi \cdot \delta}{\Pi} = 4\delta \quad (5.89)$$

bu erda P - suyuqlik oqib chiqayotgan to‘kish moslamasining perimetri, m.

Nasadkali absorberlar. Turli shaklli qattiq nasadkalar bilan to‘ldirilgan vertikal silindrsimon kolonnalarning tuzilishi sodda, ixcham va yuqori samarador bo‘lgani uchun sanoatda ko‘p ishlatiladi. Odatda, nasadkalar qatlami teshikli panjaralarga joylashtiriladi. Gaz faza teshikli panjara ostiga yuboriladi va undan o‘tib, qatlam orqali yuqoriga qarab harakatlanadi (5.18-rasm).

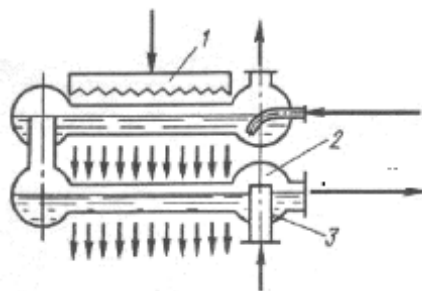
Suyuqlik faza absorberning yuqori qismidan taqsimlash moslamasi 1 yordamida purkaladi va nasadka qatlamida gaz fazasi bilan o‘zaro ta’sir etadi. Qurilma samarali ishlashi uchun suyuq faza bir tekisda purkalishi va taqsimlanishi zarur. Bu turdagi absorberlarda nasadkalar ham suyuqlikni bir me’yorda taqsimlashga salmoqli xissa qo‘shadi. Nasadkalar quyidagi talablarga javob berish kerak: katta solishtirma yuzaga ega bo‘lishi; gaz oqimiga ko‘rsatadigan gidravlik qarshiligi kichik bo‘lishi; ishchi suyuqlik bilan yaxshi ho‘llanilishi; absorber ko‘ndalang kesim yuzasi bo‘ylab suyuqlikni bir tekisda taqsimlashi; ikkala faza ta’siri ostida emirilmaydigan bo‘lishi; engil va arzon bo‘lishi kerak.

Sanoatda qo‘llaniladigan nasadkalarning ba’zi bir turlari va ularni qurilmada joylash usullari 5.19-rasmda keltirilgan. Bu nasadkalarning ichida eng keng tarqalgan nasadka Rashig halqalaridir. Undan tashqari, keramik jism, koks, maydalangan kvars, polimer halqa, metall to‘r va panjara, shar, propeller va parrak, egarsimon element va boshqa jismlar ishlatiladi.

Rashig halqalari 15x15x2,5; 25x25x3; 50x50x5 mm o‘lchamli qilib yasaladi. Nasadkalarning geometrik xarakteristikasi bo‘lib ekvivalent diametr hisoblanadi:

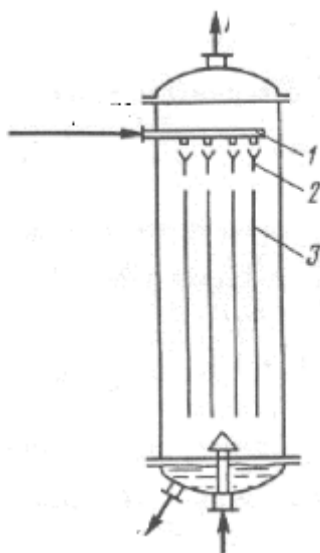
$$d_e = \frac{4V_{bx}}{a} \quad (5.90)$$

bu erda V_{bx} – bo‘sh hajm, m^3/m^3 ; a - solishtirma yuza, m^2/m^3 .



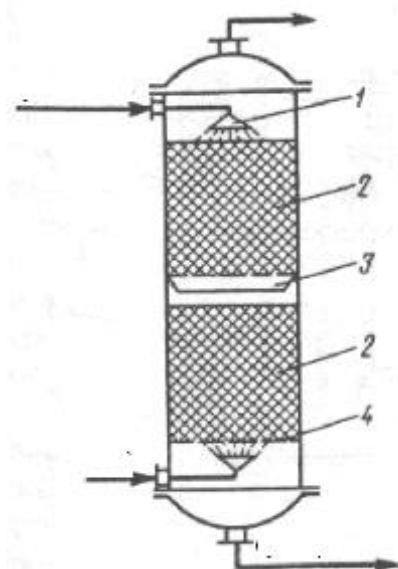
5.16-rasm. Sirti absorber.

1 - taqsimlagich;
2- truba; 3- oston.



5.17-rasm. Yupqa qatlamli absorber.

1 - truba; 2
- taqsimlash
moslamasi; 3
- tekis
parallel
nasadka.



5.18-rasm. Nasadkali absorber.

1
- taqsimlagich; 2 -
nasadka; 3 -
suyuqlikni qayta
taqsimlash
moslamasi; 4 -
teshikli panjara.

Rashig halqalarining o'lchamlari kattalashishi bilan solishtirma yuzasi 300; 204; 87,5 m^2/m^3 va bo'sh hajmi 0,7; 0,74; 0,785 m^3/m^3 miqdorlarga teng bo'ladi.

Nasadkali absorberlarda taqsimlovchi moslama orqali purkalayotgan suyuqlik, gazning kichik tezliklarida, nasadka ustida yupqa qatlam ko'rinishida oqadi. Nasadkaning ho'llangan yuzasi fazalarga to'qnashish yuza vazifasini bajaradi. SHuning uchun, nasadkali absorberlarni yupqa qatlamli qurilmalar deb qarash mumkin. Suyuq faza qurilmalar devori atrofida yig'ilib qolmasligi uchun nasadka bir necha seksiyaga yuklanadi. Suyuqlikni bir tekisda taqsimlash uchun seksiyalar orasida qayta taqsimlash moslamalari o'rnatiladi. Nasadkali kolonnalarda gaz va suyuqlik qarama - qarshi harakat qiladi.

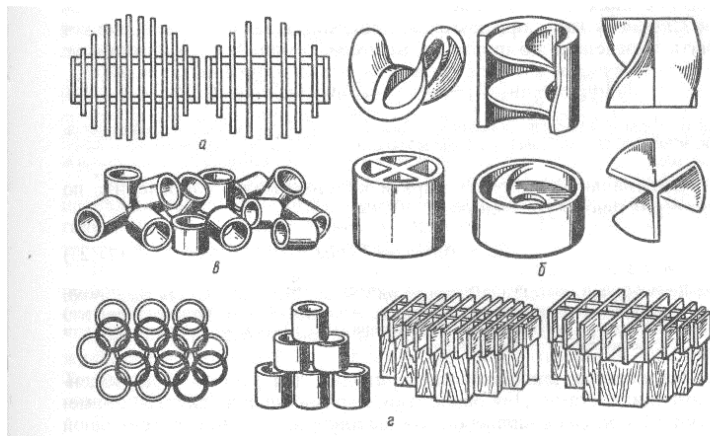
Gidrodinamik rejimlar. Absorbsiya jarayonining samaradorligi gidrodinamik rejimlarga bog'liq. Bu rejimlar uzatilayotgan suyuqlik miqdori (namlash zichligi) va gaz oqimining tezligi bilan belgilanadi. Qurilmada ro'y beradigan rejimlar nasadka gidravlik qarshiligini gaz oqimining sohta tezligiga bog'liqlik funksiyasi sifatida tasvirlanadi (5.20-rasm).

1 - rejim – **yupqa qatlamli rejim** - gaz oqimining tezligi kichik va uzatilayotgan suyuqlik miqdori kam bo'lganda ro'y beradi. Suyuqlik nasadka

bo'ylab yupqa qatlam ko'rinishida oqib tushadi. YUpqa qatlamli rejim birinchi o'tish nuqtasi (A nukta, 5.20-rasm) da tamom bo'ladi va u **osilib turish nuqtasi** deb nomlanadi. Bu rejimda fazalararo to'qnashish yuzasi kichik va jarayon samaradorligi kamroq bo'ladi.

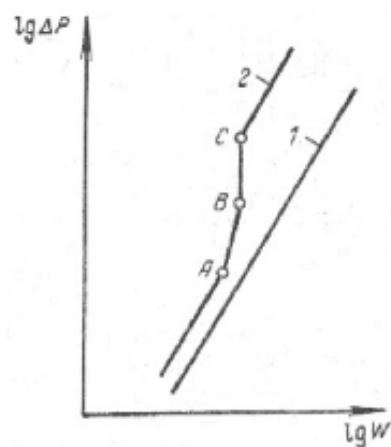
2 - rejim - **osilib turish rejimi**. Bunda fazalar qarama - qarshi yo'nalishi harakati tufayli gaz va suyuqlik orasidagi ishqalanish kuchlari ortadi. Bu hol suyuqlikni nasadkadan oqib tushish tezligini sekinlashtiradi, yupqa qatlam qalinligi va undagi suyuqlik miqdori ortadi. SHu bilan birga fazalar orasidagi to'qnashish yuzasi ko'payadi, jarayonning samaradorligi bir-muncha kattaroq bo'ladi. Bu rejim ikkinchi o'tish nuqtasi (V) da tamom bo'ladi.

SHuni ta'kidlash kerakki, osilib turish rejimida qatlamning sekin oqishi buziladi; uyurma va tomchilar hosil bo'ladi, ya'ni barbotaj holatiga o'tish sharoitlar tug'iladi. YUqorida qayd etilgan massa almashinish jarayonini intensivlashtiradi.



5.19-rasm. Nasadka turlari.

a - yassi parallel; b - keramik fasonli va ularni joylash usullari (v-betartib; g-tartibli)



5.20-rasm. Nasadka gidravlik

Nasadka

qarshiligining kolonnadagi gaz tezligiga bog'liqligi.
1 - quruq nasadka;
2 - namlangan nasadka.

3 - rejim - **emulgatsion rejim** - nasadkaning bo'sh hajmida suyuqlik yig'ilishi natijasida paydo bo'ladi. Suyuqlik yig'ilishi ko'tarilayotgan gaz va oqib tushayotgan suyuqlik orasidagi ishqalanish kuchi bilan og'irlik kuchi teng bo'lgunga qadar davom etadi. Natijada «gaz – suyuqlik» dispers sistemasi va tashqi ko'rinishi bo'yicha barbotajli (ko'pikli) qatlam yoki gaz suyuqlikli emulsiya hosil bo'ladi. Ma'lumki, qurilma ko'ndalang kesimida yuklangan nasadka qatlamining zichligi bir xil emas. SHuning uchun, qatlamning eng tor joylarida emulgatsion rejim paydo bo'lib boshlaydi. Gaz uzatishni o'ta aniq rostlash yo'li

bilan nasadka qatlamining butun balandligida emulgatsion rejim o'rnatish mumkin. Kolonnaning gidravlik qarshiligi keskin ravishda ortadi (VS kesma).

SHuning uchun, yuqori bosimda ishlaydigan absorberlarda gidravlik qarshilikning ta'siri sust yoki bo'lmagani uchun absorbsiya jarayoni emulgatsion rejimda olib boriladi.

Emulgatsion rejim samarali rejim deb hisoblanadi. Bu rejimda fazalar to'qnashish yuzasi katta bo'lgani uchun jarayon juda intensiv kechadi.

Atmosfera bosimida ishlatiladigan absorberlarda gidravlik qarshilik juda yuqori bo'lgani uchun, ularni yupqa qatlamli rejimda ishlatilish maqsadga muvofiqdir.

SHunday qilib, har bir aniq, sharoit uchun eng optimal gidrodinamik rejim texnik – iqtisodiy hisoblashlar asosida topiladi.

Agar, gaz oqimi tezligini emulgatsion rejim tezligidan ozgina oshirsak, tiqilib qolish hodisasiga duch kelamiz.

Tiqilib qolish holatiga to'g'ri keladigan gaz tezligi prof. Kasatkin A.G. tomonidan keltirib chiqarilgan formula yordamida hisoblanadi:

$$\lg \left(\frac{w_T^2 \cdot a}{gV_{\text{ox}}^3} + \frac{\rho_r}{\rho} \mu^{0,16} \right) = 0,076 - 1,75 \left(\frac{L}{G} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{\rho_r}{\rho} \right)^{0,125} \quad (5.91)$$

bu erda a - nasadkaning solishtirma yuzasi, m^2/m^3 ; V_{ox} - nasadkaning bo'sh hajmi, m^2/m^3 ; L va G – suyuqlik va gazning massaviy sarflari; kt/s ; w_T - tiqilib qolish tezligi, m/s .

Kolonnadagi gaz yoki bug'ning optimal tezligini ushbu kriterial tenglamadan aniqlash mumkin:

$$\text{Re} = 0,045 \cdot Ar^{0,57} \cdot \left(\frac{G}{L} \right)^{0,43} \quad (5.92)$$

bu erda

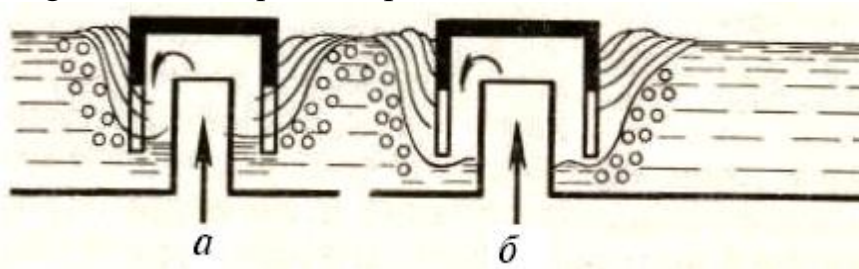
$$\text{Re} = \frac{wd_e \cdot \rho_r}{\mu_r}; \quad Ar = \frac{gd_e^3 \rho_r}{\mu_r^2} (\rho - \rho_r) \rho_r$$

w - gaz (yoki bug') optimal tezligi; d_e - nasadkaning ekvivalent diametri; $\square$ va $\square_G$ – suyuqlik va gazning zichligi; $\square_G$ - gaz (yoki bug') dinamik qovushoqligi; G va L – gaz (yoki bug') va suyuqlik massaviy tezliklari.

4 – rejim - **uchib chiqish rejimida** suyuq faza kolonnadan gaz oqimi bilan tashqariga chiqa boshlaydi. Ushbu rejim sanoatda ishlatiladigan qurilmalarda qo'llanilmaydi.

Nasadkalarni tanlashda ularning o'lchamlariga katta ahamiyat berish kerak. Agar, nasadka elementlari qanchalik kichik bo'lsa, gidravlik qarshilik shunchalik kam va gazning tezligi yuqori bo'ladi. Bunday nasadkali absorberlar narxi nisbatan arzon bo'ladi.

Agar, absorber yuqori bosim ostida ishlaydigan bo'lsa, kichik o'lchamli nasadkalar qo'llaniladi. Chunki, bu turdagi qurilmalarda gidravlik qarshilikning ahamiyati yo'q. Undan, tashqari nasadkalarining o'lchami kichik bo'lganda, uning solishtirma yuzasi nisbatan katta bo'ladi va absorbsiya jarayonida bir fazadan ikkinchisiga o'tgan massa miqdori ko'p bo'ladi.



5.21-rasm. Barbotaj jarayoni sxemalari.

- a - kichik tezlikda qalpoqchali nasadkadan gazning chiqishi;
- b - katta tezlikda qalpoqchali nasadkadan gazning chiqishi.

Absorberlarda gazlar yutilishi paytida ajralib chiqadigan issiqlikni neytrallashtirish qiyin. Bunday qurilmalardagi issiqlikni kamaytirish va nasadkalar ho'llanishini oshirish maqsadida suyuqlikni nasos yordamida retsirkulyasiya qilish zarur. Bu usulda ishlaydigan absorberlar tuzilishi murakkablashadi va narxi ortadi. Undan tashqari, ifloslangan suyuqliklarni ajratish uchun qaynovchi absorberlarda plastmassadan yasalgan sharlar ishlatilib, gaz tezligi oshishi bilan mavhum qaynay boshlaydi. Odatda, qaynovchi absorberlarda gazning tezligi juda katta bo'ladi, ammo qatlamning gidravlik qarshiligi juda oz miqdorga ortadi.

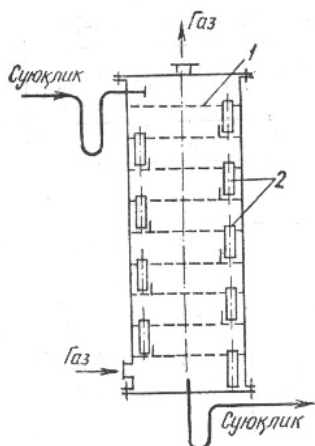
Tarelkali absorberlar samarali va eng keng tarqalgan qurilmalardan bo'lib, uning ichida butun balandligi bo'yicha bir xil masofada bir nechta tarelkalar o'rnatilgan. Teshikli tarelkalar orqali ham gaz, ham suyuqlik harakatlanadi va undan o'tish paytida bir fazadan ikkinchisiga massa o'tadi. Gaz fazaning suyuqlik qatlamidan o'tishi davrida pufakcha va ko'piklarning hosil bo'lish jarayoni **barbotaj** deb nomlanadi. Suyuqlik va gaz (yoki bug') ni bir-biri bilan to'qnashishi zarur bo'lgan hollarda barbotaj qo'llaniladi. 5.21-rasmda qalpoqchali nasadkadan gaz yoki bug'ning o'tishi tasvirlangan.

Barbotaj asosan ikki rejimda kechishi mumkin: pufakchali va oqimchali. Gaz yoki bug'ning sarfi kichik bo'lsa, pufakchali rejimni kuzatish mumkin. Bunda, gaz pufakchalari suyuqlik qatlamini bitta-bitta bo'lib yorib chiqadi. Pufakchalar o'lchami barbotayor tuzilishiga, suyuqlik va gaz xossalriga bog'liq.

Agar, gaz tezligi oshirib berilsa, oqimchali rejim paydo bo'ladi. Barbotyordan chiqayotgan gaz oqimi shakli va o'lchami o'zgarmaydigan "mash'ala" hosil bo'ladi. Odatda, mash'ala balandligi 30...40 mm dan oshmaydi.

Tarelkali kolonnalar qalpoqchali, klapanli, plastinali va elaksimon tarelkali bo'ladi. Fazalarning bir tarelkadan ikkinchisiga o'tishiga qarab quyilish moslamali va quyilish moslamasiz absorberlarga bo'linadi.

5.22-rasmda quyilish moslamali, tarelkali absorber konstruksiyasi tasvirlangan.



5.22-rasm. Quyilish moslamali, tarelkali absorber.

Ko'rinib turibdiki, quyilish trubasining pastki qismi quyida joylashgan tarelka ustidagi ostonaga tushib turadi va gidravlik tamba vazifasini bajaradi. Odatda, suyuq faza qurilmaning tepa qismidan tarelkaga uzatiladi va uning pastki qismidan chiqariladi. Gaz faza esa, qurilmaning pastidan uzatilib, tarelkalar orqali pufakchalar ko'rinishida chiqib ketadi. Tarelkada hosil bo'ladigan gaz – suyuqlik ko'pik qatlamida asosiy issiqlik va massa berish jarayonlari yuz beradi. Absorbsiya jarayonida tozalangan gaz qurilmaning tepa qismidan chiqib ketadi. Tarelka, quyilishi trubasi va ostona shunday joylashtiriladiki, suyuq faza albatta qarama - qarshi yo'nalishda harakat qiladi.

Tarelkali absorberlar gidrodinamik rejimi malumki, istalgan konstruksiyali tarelkalarning samaradorligi uning gidrodinamik rejimlariga uzviy bog'liqdir.

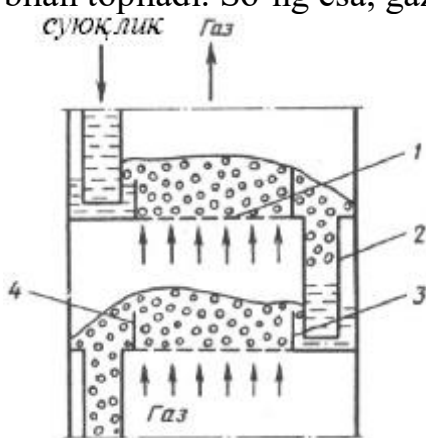
Gazning tezligiga va suyuqlikni purkash zichligiga qarab barbotajli tarelkalarning 3 ta asosiy gidrodinamik rejimi bo'ladi: pufakchali, ko'pikli va oqimchali (yoki injeksion).

Pufakchali rejim. Gazning tezliklari juda kichik va suyuqlik qatlamidan alohida pufakchalar holatida o'tish davrida pufakchali rejimni kuzatish mumkin. Bu rejimda tarelkadagi fazalar kontakt yuzasi kam bo'ladi.

Ko'pikli rejim. Gaz fazasining tezligi ortishi bilan teshiklardan chiqayotgan pufakchalar qo'shilib oqimcha hosil qiladi. Tarelkadan ma'lum bir masofada qatlam qarshiligi tufayli oqimcha buziladi va ko'p miqdordagi pufakchalarga ajrab

ketadi. Natijada, "gaz – suyuqlik" dispers sistema, ya'ni ko'pik paydo bo'ladi. Ushbu rejimda gaz va suyuq fazalar to'qnashishi pufakchalar va gaz oqimchasi, hamda suyuq tomchilar sirtiga to'g'ri keladi. Ko'pikli rejimda barbotajli tarelkalarda fazalarning to'qnashishi yuzasi maksimal miqdorga egadir.

Oqimchali (injeksion rejim). Agar gaz tezligi yanada oshirilsa, gaz oqimchasining uzunligi ko'payadi va u barbotaj qatlamidan chiqib qoladi. SHu bilan birga, barbotaj qatlam buzilmaydi va ko'p miqdorda yirik tomchilar hosil bo'ladi. Bunday rejimda fazalarning to'qnashish yuzasi keskin ravishda kamayib ketadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, bir rejimdan keyingisiga o'tish asta-sekin bo'ladi. Barbotajli tarelkalar gidravlik rejimlari chegarasini hisoblashning umumiy usullari shu kungacha yaratilmagan. SHuning uchun ham, tarelkali absorberlarni loyihalashda tarelka ishlashining pastki va tepa oraliklari uchun hisoblash yo'li bilan topiladi. So'ng esa, gazni ishchi tezligi topiladi.



5.23-rasm. Elaksimon tarelkali kolonna.

1 - tarelka; 2 - quyilish moslamasi; 3, 4 - ostonalar.

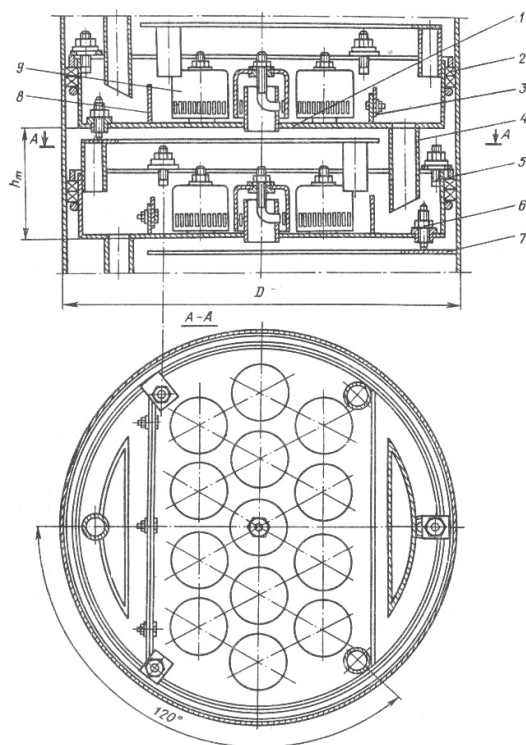
Elaksimon tarelkali absorber.

Bu turdagi qurilma 5.23-rasmda tasvirlangan.

Bu kolonna gorizontal tarelka quyilishi va ostonalardan tarkib topgan bo'ladi.

Odatda bu turdagi tarelka yuzasi 1...5 mm li teshiklardan iboratdir va tarelkadan tushayotgan ko'pikni parchalash uchun ostona tarelkadagi suyuqlik sathini bir xil balandlikda ushlab turish uchun esa, ostona 3 xizmat qiladi. Suyuq faza tepadagi tarelkaga uzatiladi va quyilishi moslamasi 2 dan, o'tib, qurilmaning pastki qismidan chiqib ketadi. Gaz faza har doim qurilmaning pastki qismiga kiritiladi va tarelkalardan pufakcha shaklida o'tib, yuqori qismidagi shtutserdan chiqadi.

Qalpoqcha tarelkali absorber. Bu turdagi qurilma 5.24-rasmdan keltirilgan bo'lib kapsula qalpoqcha va segment quyilish moslamasidan tarkib topgan. Tarelka ko'plab diskdan iborat bo'lib, tayanch halqaga qistirma yordamida boltlar bilan mahkamlanadi.

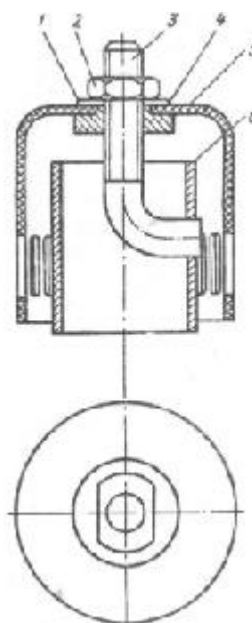


5.24-rasm.

tarelka.

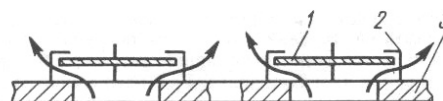
1-tarelka; 2-qistirma; 3-rostlovchi quyilish ostonasi; 4-quyilish patrubkasi; 5-bolt; 6-rostlovchi bolt; 7-halqa; 8-quyilish ostonasi; 9-qalpoqcha.

Qalpoqchali



5.25-rasm. Kapsulali qalpoqcha.

1- shayba; 2- gayka;
3- bolt; 4- vtulka; 5- qalpoqcha; 6- patrubka.



5.26-rasm. Klapanli tarelka.

1 - klapan; 2 - kronshteyn cheklagich; 3 - tarelka.

Suyuq faza yuqorida joylashgan tarelkadagi ostona 3 dan o'tib, quyida o'rnatilgan tarelkaga tushadi. Tarelka yuzasida suyuqlikni bir me'yorda taqsimlash uchun ostona 8 xizmat qiladi. Suyuqlikni tarelka yuzasida bir xil balandlikda ushlab turish uchun rostlovchi ostona 3 dan foydalaniladi. Gaz tarelkalarga patrubka 6 orqali kirib, bir necha oqimchalar holida qalpoqchalar teshigidan chiqib boshlaydi.

Qalpoqchadagi havo teshiklari tishli bo'lib, to'g'ri uchburchak shaklida yasaladi. Suyuqlik qatlami orqali o'tayotgan gaz yoki bug' oqimi alohida-alohida pufakchalarga bo'linib ketadi. Tarekalaridan suyuqlik quyilishi patrubkasi 4 orqali to'kiladi. Bu turdagi tarekalarda gaz ko'piklari va pufakchalarning hosil bo'lish intensivligi bug' (yoki gaz) tezligi va tarelkadagi suyuqlik qatlami balandligiga bog'liq.

Tarelkada katta massa almashinish yuzasini barpo qilish uchun o'rnatiladigan qalpoqchalar soni ko'paytiriladi. Kapsulali qalpoqchani bo'yлама qirqimi 5.25

- rasmda keltirilgan. Tarelka va qalpoqchanning pastki qismi orasidagi masofa vtulka 4 va gayka 2 yordamida amalga oshiriladi. Bu turdagi tarelkalar sanoatda keng ko'lamda qo'llaniladi. Elaksimon tarelkali absorberlarga qaraganda qalpoqchali qurilmalar gaz aralashmalari iflos bo'lganda ham uzoq muddatda barqaror ishlay oladi. Undan tashqari, gaz yoki suyuq fazalar bo'yicha yuklama katta miqdorda o'zgarsa ham, qalpoqchali tarelka bir tekisda yaxshi ishlaydi. Ushbu tarelka kamchiliklari: konstruksiyasi murakkab, qimmat va gidravlik qarshiligi yuqori. Undan tashqari, gaz faza sarfi kam bo'lganda, qurilma samaradorligi keskin ravishda kamayib ketadi.

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahhlamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya",

- 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessy i apparaty v khimicheskoy tekhnologii. M. "Ximiya", 1983.
 - Kimyotekhnologiyani ng issiqlik va modda almashinish jarayonlaribo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
 10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam v khimicheskoy tekhnologii. Tashkent 1984 g.
 11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii. M., "Ximiya", 1973.
 - Chueshov V.I. Promishlennaya tekhnologiya lekarstv t.1
 12. Kutuzova M.A. Tekhnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonny: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
 13. Medofev M.N. Protsessy i apparaty ishevi x proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
 14. Minina S. Ximiya i tekhnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
 15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
 16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
 17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
 - Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8 th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering , 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .

4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry Process Validation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. Proceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №19

Suyuqliklarni xaydash. Suyuqlik bug sistemalarining xossalari. Oddiy xaydash jarayoni. Suv bug'i bilan xaydash

REJA

1. Suyuqliklarni xaydash.
2. Suyuqlik bug sistemalarining xossalari.
3. Oddiy xaydash jarayoni.
4. Suv bug'i bilan xaydash

HAYDASH VA REKTIFIKATSIYA

Umumiy tushunchalar

Ikki va undan ortiq uchuvchan komponentlardan tarkib topgan bir jinsli suyuqlik aralashmalarini ajratish uchun qo'llaniladigan usullardan eng keng tarqalganlari haydash va rektifikatsiyadir.

Haydash va rektifikatsiya jarayonlari kimyo, oziq - ovqat va boshqa sanoatlarda juda keng ko'lamda ishlatiladi. Masalan, texnik va oziq - ovqat etil spirtlarini, aromatik moddalar ishlab chiqarishda, hamda aralashmalarni dag'al ajratish uchun qo'llaniladi. Juda to'la ajratish uchun rektifikatsiya jarayonidan foydalaniladi.

Haydash va rektifikatsiya jarayonlari bir xil temperaturada aralashma komponentlarining turli uchuvchanligiga asoslangandir. YUqori uchuvchanlikka ega komponent **engil uchuvchan**, past uchuvchanlikka ega komponent **qiyin uchuvchan** deb nomlanadi. Demak, engil uchuvchan komponent qiyin uchuvchanga qaraganda pastroq temperaturada qaynaydi. SHuning uchun ham, ular past va yuqori temperaturada **qaynaydigan komponentlar** deb ataladi.

Haydash yoki rektifikatsiya jarayonida boshlang'ich aralashma engil uchuvchan komponenti bilan boyitilgan **distillyat** va qiyin uchuvchan komponent bilan boyitilgan **kub qoldig'iga** ajraladi. Haydash jarayonida hosil bo'lgan bug' kondensator - deflegmatorga kondensatsiyalash natijasida distillyat olinadi. Qurilma kubida esa - kub qoldig'i qoladi.

Haydash va rektifikatsiya jarayonlarining nazariy asoslari

Eng oddiy aralashma 2 ta komponentdan tarkib topgan bo'ladi va u **binar aralashma** deb ataladi. Binar aralashmaning erkinlik daraja soni quyidagiga teng:

$$C = K + 2 - \Phi = 2 + 2 - 2 = 2$$

bu erda **K** - komponentlar soni; **F** - fazalar soni.

Sistema holatini uchta bir - biriga bog'liq bo'lmagan parametr belgilaydi: bosim r , temperatura t va konsentratsiya x . Agar, istalgan ikkita parametr tanlansa, uchinchisini aniqlash qiyin emas. Demak, muvozanat chizig'ini istalgan ikkita o'zgaruvchi parametr orqali ifodalash mumkin, yani r va x , t va x , r va t , x va u .

Malumki, suyuqlik aralashmalari o'zlarining fizik-kimyoviy xarakteristikalari bo'yicha katta farq qiladi.

Komponentlarning o'zaro erishiga qarab, binar aralashmalarni 3 guruhga bo'lish mumkin:

- komponentlari cheksiz eruvchan aralashmalar;
- komponentlari o'zaro erimaydigan aralashmalar;
- komponentlari qisman eruvchan aralashmalar.

Komponentlari cheksiz eruvchan aralashmalar o'z navbatida ideal va haqiqiy eritmalarga bo'linadi.

Ideal aralashmalar deb eritma tarkibidagi komponent olinishi natijasida issiqlik ajrab chiqmaydigan yoki yutilmaydigan va hajmi o'zgarmaydigan aralashmalarga aytiladi.

Engil uchuvchan A va qiyin uchuvchan V komponentli binar, suyuq aralashmani ko'rib chiqamiz. A va V toza komponentlar to'yingan bug'larining bosimini R_A va R_V deb belgilaymiz.

Malumki, ideal aralashmalar Raul qonuniga bo'ysinadi. Ushbu qonunga binoan, suyuqlik ustidagi toza komponentning bug' bosimi uning suyuqlikdagi mol ulushiga proporsionaldir:

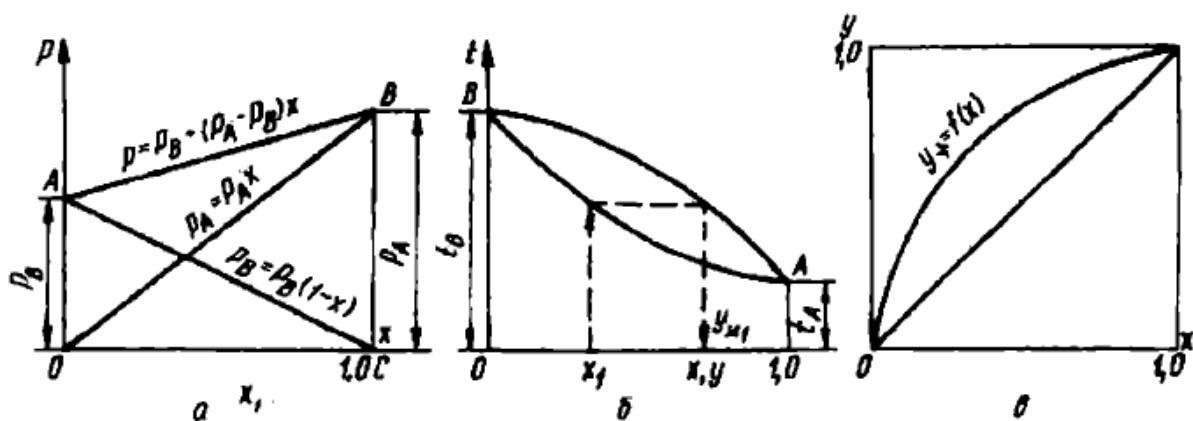
$$p_A = P_A \cdot x \qquad p_B = P_B (1 - x) \qquad (5.115)$$

bu erda r_A, r_V - A va V komponentlarning parsial bosimi; $x, (1-x)$ - suyuq aralashmadagi A va V komponentlarning mol ulush.

Dalton qonuniga binoan sistemadagi umumiy bosim, parsial bosimlar yig'indisiga teng:

$$(5.116)$$

bundan



5.30-rasm. Ideal aralashmalar uchun suyuqlik-bug' muvozanat diagrammasi.

a - aralashma ustidagi komponentlar parsial bosimi va umumiy bosim izotermalari; b - t - x, y diagrammalari; v - y - x diagramma

(5.115) va (5.116) tenglamalardan ko'rinib turibdiki, bir xil o'zgarmas temperaturada suyuqlik aralashmasi ustidagi komponentlar parsial va bug'larning umumiy bosimi engil uchuvchan komponentning mol ulushi x bilan to'g'ri chiziqli bog'liqlikda bo'ladi.

5.30-rasmda komponentlar parsial bosimi va umumiy bosim izotermalari tasvirlangan.

OV va **SA** to'g'ri chiziqlar komponentlar parsial bosimi (r_A va r_V) ni, **AV** esa - suyuqlik ustidagi umumiy bosim o'zgarishini ifodalaydi. **OA** va **SV** vertikal kesmalar toza komponentlar to'yingan bug' i bosimi (R_A va R_V) ni ko'rsatadi.

Dalton qonuniga ko'ra, bug'dagi komponentning parsial bosimi, undagi shu komponent mol ulushiga proporsionaldir.

Odatda, haydash va rektifikatsiya jarayonlari izobarik jarayonda o'tkaziladi. SHuning uchun, $R = \text{const}$ bo'lgan holatdagi binar aralashmani ko'rib chiqamiz.

Bunda muvozanat chizig'ini $t - x, y$ yoki $y - x$ koordinatlarda tasvirlash mumkin. Agar, temperatura ma'lum bo'lsa va x, u kattaliklari hisoblab topilsa, sistemadagi muvozanatni ifodalovchi diagrammani qurish mumkin. Diagrammadagi pastki chiziq (5.30b-rasm) suyuq aralashmaning qaynash temperaturasi, yuqori chiziq esa - bug' aralashmani kondensatsiyalash temperaturasi ifodalaydi. $x = 0$ va $x = 1,0$ da ordinata o'qlaridagi kesmalar, qiyin va engil uchuvchan komponentlar qaynash temperaturasi ko'rsatadi.

Suyuqlikning ma'lum tarkibi x_1 bo'yicha bug' tarkibini aniqlash uchun suyuqlik konsentratsiyasiga tegishli absissa o'qidagi nuqtadan qaynash chizig'i bilan kesishguncha vertikal chiziq o'tkaziladi. So'ng esa, kesilish nuqtasidan bug' kondensatsiyalanish chizig'i bilan kesishguncha gorizontall chiziq o'tkaziladi. Kesilish nuqtasining absissa o'qidagi qiymati bug'ning muvozanat tarkibi u_{r1} ni beradi.

5.30b-rasmda ko'rinib turibdiki, bir xil qaynash temperaturasida bug'dagi engil uchuvchan komponent konsentratsiyasi uning suyuqlik bug'lari muvozanat

konsentratsiyasidan katta bo'ladi. «Suyuqlik - bug'» sistemaning bu xossasi **Konovalovning birinchi qonuniga** bo'ysunadi, ya'ni eritma bilan muvozanatda bo'lgan bug' doim o'zida shunday komponentni ortiqcha ushlaydi, bunda eritmaga shu komponentdan qo'shilganda uning qaynash temperaturasi kamayadi. Masalan, etil spirtiga suv qo'shilsa, sistemaning qaynash temperaturasi pasayadi. Konovalovning 1-qonuniga binoan, eritmaning qaynashi davrida suv bug'i fazasining spirt bug'lari bilan boyishi sodir bo'ladi.

Rektifikatsiya jarayonini hisoblash uchun $u - x$ diagrammadan foydalanish qulaydir (5.30v-rasm).

Faqat engil uchuvchan komponentlardan tarkib topgan suyuqlik bilan shu komponentdan tarkib topgan bug' muvozanat holatida bo'ladi. Muvozanat chizig'ining eng chetki nuqtalari kvadratning qarama - qarshi burchaklarida joylashgan. Kvadrat diagonali va muvozanat egri chizig'i suyuq va bug' fazalarning mavjud bo'lish sohalarini chegaralaydi.

Haqiqiy suyuqlik aralashmalari. Bunday aralashmalardan komponentlar ajratib olinganda issiqlik ajrab chiqadi, hajmi o'zgaradi va ko'pchilik hollarda Raul qonuniga bo'ysunmaydi.

Undan tashqari, bu aralashmalar bug' fazasining molekulalari o'zaro tortishish kuchlarini, ularning hajmlarini va boshqalarni hisobga olish zarur.

Raul qonuniga nisbatan og'ish manfiy yoki musbat bo'lishi mumkin. Agar, og'ish musbat bo'lsa, eritma ustida umumiy bosim Raul qonuni bo'yicha ideal eritma uchun hisoblangandan katta, manfiy og'ishida esa - kichik bo'ladi.

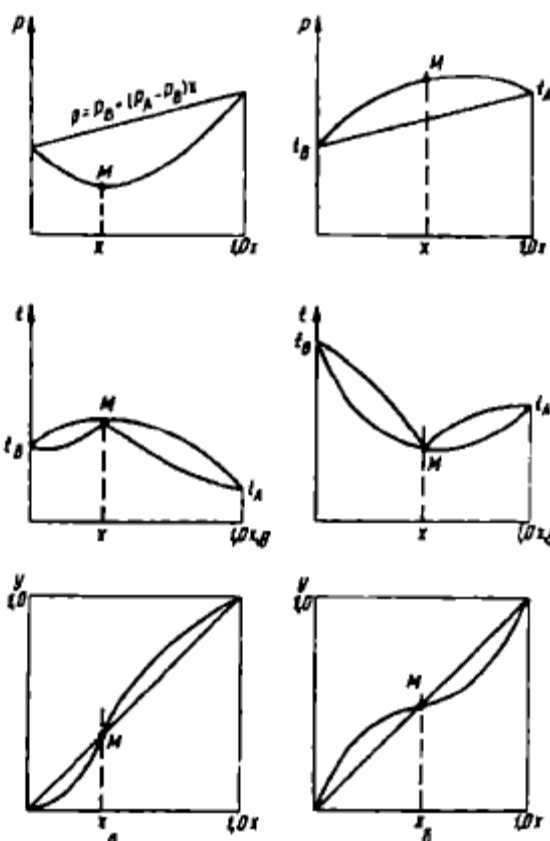
Musbat og'ishda umumiy bosim chizig'i ideal eritmanikidan yuqori, manfiy og'ishda - pastroqdan o'tadi.

Parsial bosimlarning konsentratsiyaga bog'liqligi botiq yoki bo'rtiq chiziqlar orqali tasvirlanadi (5.31-rasm);

Haqiqiy eritmalar uchun fazaviy muvozanat diagrammalari tajribaviy ma'lumotlar asosida quriladi.

Muvozanat chizig'idan og'ishning son qiymatlari Raul qonunidan juda katta farq qilishi va bir qator eritmalar uchun ma'lum bir konsentratsiyada qaynash temperaturasi o'zgarmas kattalikka ega bo'lishi mumkin.

Konovalovning ikkinchi qonuniga binoan, suyuq eritma ustidagi muvozanat holatidagi bug'ning tarkibi suyuq eritma tarkibiga tengdir, ya'ni $u_m = x$ (5.31-rasmdagi M nuqta). Bunday aralashmalar **azeotrop** eritmalar deb nomlanadi. Azeotrop eritmalar maksimal va minimal qaynash temperaturali bo'lishi mumkin.



5.31-rasm. Haqiqiy eritmalarining fazaviy diagrammalari.

a - manfiy og'ish;

b - musbat og'ish.

Azeotrop eritmalar tarkibi bosim (temperatura) ga bog'liq bo'ladi.

Biror sistemada bosim o'zgarishi bilan uning muvozanat holati o'zgaradi. Bu esa, o'z navbatida bug' fazasi tarkibining o'zgarishiga olib keladi.

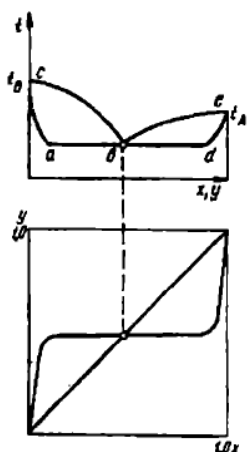
Ushbu o'zgarishlar mexanizmini bilish uchun **M.S.Vrevskiy** tomonidan quyidagi qonunlar yaratilgan:

a) ikki komponentli eritmaning qaynash temperaturasi (yoki bosimi) ortganda, bug'lar tarkibida bug'lanishi uchun katta energiya talab etuvchi komponentning nisbiy miqdori oshadi;

b) bug' uchuvchanligi maksimumga ega bo'lgan eritmalarining temperaturasi (yoki bosimi) oshirilganda, azeotrop eritmalarida bug'lanishi uchun katta energiya talab etuvchi komponentning nisbiy qiymati ortadi. Bug'ning uchuvchanligi minimum bo'lganda, eritmaning qaynash temperaturasi oshirilganda azeotrop eritmada bug'lanishi uchun kam energiya talab qiluvchi komponentning nisbiy miqdori ko'payadi.

Vrevskiy qonuniga binoan, azeotrop eritmalarini ajratish uchun bosimni o'zgartirib haydash yoki rektifikatsiya qilish jarayonlaridan foydalanish mumkin.

Bir-birida erimaydigan yoki qisman eriydigan suyuqlik aralashmalari. Agar, A va V komponentlar bir-birida to'liq erisa, komponentlar molekulalarining o'zaro tortishish kuchlari nolga teng bo'ladi. Bunda, har bir komponent o'zini mustaqil tutadi va quyidagi bosimda qaynaydi:



5.32-rasm.

Qisman eriydigan aralashmalarining fazaviy diagrammalari.

Agar, aralashma komponentlari bir - birida erimasa, istalgan komponent parsial bosimi, uning o'sha temperaturada to'yingan bug' bosimiga teng.

Aralashmaning qaynash temperaturasi t_{ar} suyuq aralashmaning tarkibiga bog'liq emas (5.32-rasm **avd** chiziq).

Aralashmaning qaynash temperaturasi har doim toza komponentlar qaynash temperaturalaridan past bo'ladi.

Tabiatda bir - birida absolyut erimaydigan moddalar kamdan-kam uchraydi. Agar, qisman eriydigan suyuqlik aralashmalarida qaynash temperaturasi **ac** yoki **dc** chizig'i bo'ylab eritmaning asosiy komponentining qaynash temperaturasigacha o'zgaradi.

Bug'ning kondensatsiyalanish temperaturasi **sb** va **eb** chiziqlari bo'ylab o'zgaradi. Diagrammadagi **b** nuqtada $u_0 = R_d/R = \text{const}$ tarkibli bug' kondensatsiyalanadi.

Oddiy haydash

Suyuqlik aralashmalarini bir marotaba qisman bug'latish yo'li bilan ajratish jarayoni **oddiy haydash** deb nomlanadi. Oddiy haydash jarayonini eritma komponentlari uchuvchanligi orasidagi farq katta bo'lgan hollardagina qo'llash maqsadga muvofiq va yuqori samara beradi.

Oddiy haydash quyidagi usullarda amalga oshiriladi: fraksiyali haydash; deflegmatsiya bilan haydash; suv bug'i bilan haydash; molekulyar haydash.

Fraksiyali haydash Bu usul haydash kubidagi eritmani asta-sekin bug'latish yo'li bilan olib boriladigan ajratish jarayonidir (5.33-rasm).

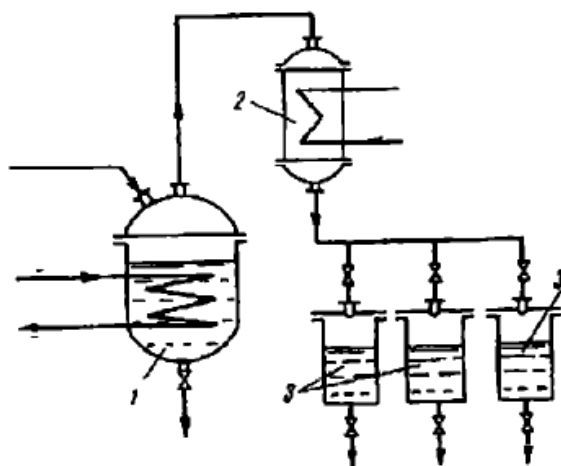
Jarayon davomida hosil bulayotgan bug' kondensator 2 ga uzatiladi va u erda kondensatsiyalanib, distillyat holatida yig'gich 3 ga yuboriladi. Jarayon tugagandan so'ng, kub 1 dagi kub qoldig'i chiqarib tashlanadi. Kub 1 to'yingan suv bug'i yoki tutun gazlari bilan qizdiriladi.

Eritmani haydash jarayonida kub qoldig'ida engil uchuvchan komponent miqdori va distillyat tarkibidagi miqdori maksimal qiymatdan minimalgacha kamayadi. SHuning uchun, har xil tarkibli distillyat fraksiyalari turli yig'gichlarga ajratib olinadi. Har xil tarkibli mahsulot olishga mo'ljallangan eritmalarni ajratib olish usuli **fraksiyali haydash** deb nomlanadi.

Oddiy haydash davrida hosil bulayotgan bug' kubdan chiqarib olinadi va har bir onda kubda qolgan eritma bilan muvozanatda bo'ladi.

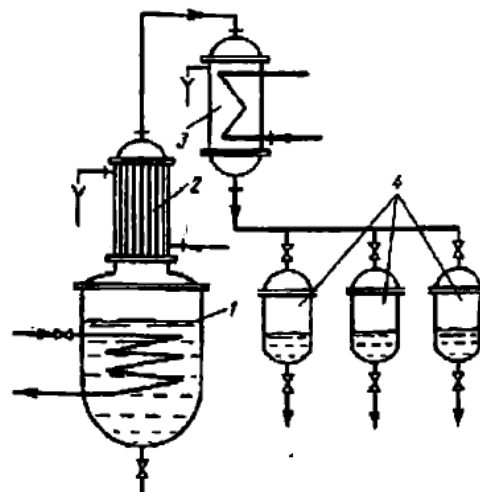
Bu usulda haydash atmosfera yoki vakuum ostida olib boriladi. Vakuum ostida haydash usuli issiqlikka chidamsiz eritmalarni ajratish imkoniyatini

yaratadi, chunki bu usulda qaynash temperaturasi pasayadi. SHuning uchun ham bu usulda haydash davrida past temperaturali suv bug'laridan foydalaniladi.



5.33-rasm. Oddiy haydash qurilmasi.

1 - kub; 2 - kondensator;
3 - distillyat yig'gichlar.



5.34-rasm. Deflegmatsiyali oddiy

haydash qurilmasi.

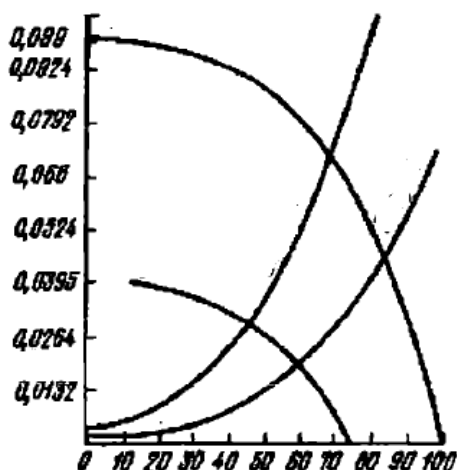
1 - kub; 2 - deflegmator; 3 -
kondensator; 4 - yig'gichlar.

Deflegmatsiya bilan haydash Bu usul eritmalarni ajratish darajasini ko'tarish uchun qo'llaniladi (5.34-rasm).

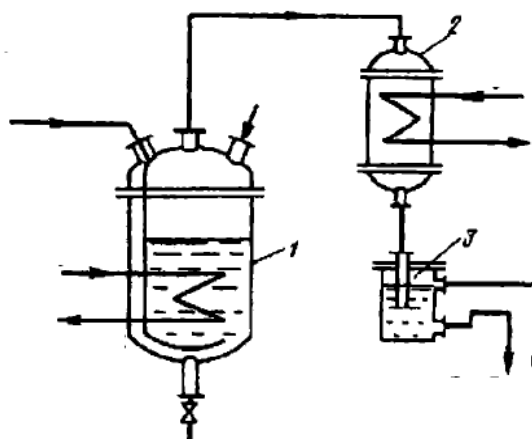
Bu usulda, kub 1 da hosil bo'lgan bug'lar deflegmator 2 ga uzatiladi va u erda qisman kondensatsiyalanadi. Qisman kondensatsiyalanish davrida qiyin uchuvchan komponent miqdori ko'p bo'lgan flegma hosil bo'ladi va qaytadan kubga tushiriladi. Kub 1 ga tushish vaqtida ko'tarilayotgan bug'lar bilan o'zaro ta'sirida buladi.

Engil uchuvchan komponent miqdori yuqori bo'lgan bug'lar kondensatorga yo'naltiriladi. Kondensatsiyalanish natijasida hosil bo'lgan distillyat yig'gich 4 ga tushadi. Kub qoldig'ining konsentratsiyasi o'rnatilgan $x_{\square}$ qiymatiga etganda so'ng, kubdan chiqarib yuboriladi.

Suv bug'i bilan haydash Eritmalar qaynash temperaturasini pasaytirish uchun jarayonni vakuum ostida tashkil etish usuli oldindan ma'lum edi. Lekin, eritmalarni suv bug'i bilan haydash usulida ham qaynash temperaturasini pasaytirish mumkin. Ayniqsa, bu usul qaynash temperaturasi 100°S dan ortiq bo'lgan va komponentlari suvda erimaydigan eritmalar uchun juda qo'l keladi. SHuning uchun, eritma komponentlari suvda erimasa, unda haydash kubiga qo'shimcha komponent sifatida suv bug'i yuboriladi.



5.35-rasm. Suv bug'i bilan haydash paytida qaynash temperaturasi aniqlash diagrammasi.



5.36-rasm. Suv bug'i bilan oddiy haydash qurilmasi
1 - kub; 2 - kondensator;
3 - separator.

5.35-rasmda suv bug'i bilan oddiy haydash davrida qaynash temperaturasi aniqlash diagrammasi keltirilgan. Bu diagrammada qaynash temperaturasi suv bug'ining elastiklik egri chizig'i bilan turli suyuqliklar elastiklik egri chiziqlari kesishgan nuqtasi to'g'ri keladi. Grafikdan ko'rinib turibdiki, atmosfera bosimida benzolni suv bilan haydash paytida jarayon temperaturasi 69,5°S, bosim $r = 0,0395$ MPa da 46°S atrofida, bosim $r = 0,1$ MPa da toluol uchun esa - 85°S.

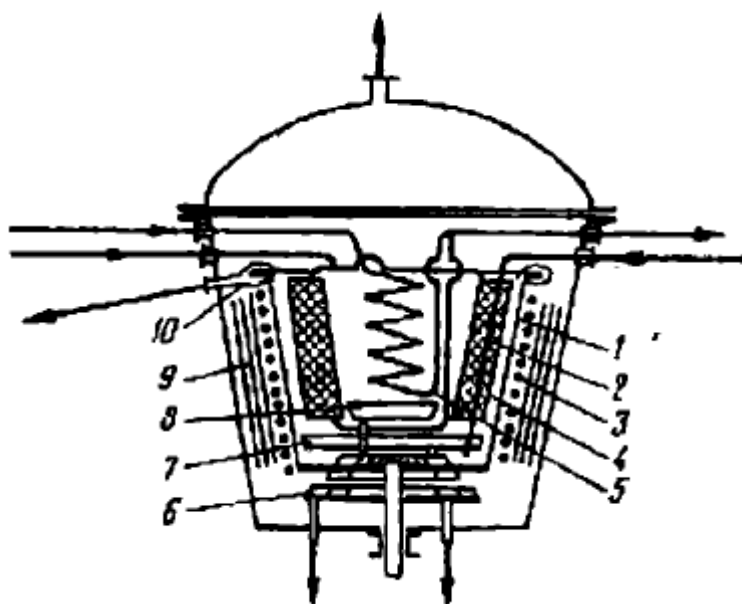
5.36-rasmda aralashmalarni suv bug'i bilan haydash qurilmasining sxemasi keltirilgan.

Boshlang'ich eritma kub 1 ga yuklanadi va uning g'ilofiga suv bug'i yuboriladi. So'ng, kub ichidagi eritmaga barboter orqali kuchli suv bug'i haydaladi. Eritmaning qaynash paytida hosil bo'lgan bug'lar kondensator 2 ga uzatiladi va undan keyin separator 3 da kondensat ajratiladi. Separatordan suv chiqariladi, suvda erimaydigan engil uchuvchan komponent esa maxsus idishga yig'iladi. Odatda bu usul muvozanat bo'lmagan sharoitlarda amalga oshiriladi.

Molekulyar haydash. Bu usul yuqori temperaturada qaynaydigan va issiqlikka chidamsiz eritmalarni ajratish uchun qo'llaniladi.

Ushbu jarayon o'ta past vakuumda, yani bosim 1,31...0,131Pa bo'lgan oralikda olib boriladi.

Molekulyar haydash eritmani tashqi yuzasidan bug'latish orqali amalga oshiriladi. Jarayon bir - biriga yaqin o'rnatilgan bug'latish va kondensatsiyalash yuzalarida ro'y beradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, ular orasidagi masofa odatda 20...30 mm, yani molekulalarning erkin harakati uzunligidan kam bo'lishi kerak. Bunday holatda issiq yuzadan ko'tarilayotgan engil uchuvchan komponent molekulalari sovuq yuzaga urilishi bilan kondensatsiyalanadi. Bug'lanish va kondensatsiyalanish yuzalari o'rtasidagi temperaturalar farqi 100°S atrofida.



5.37-rasm. Molekulyar haydash qurilmasi.

1 - rotor; 2 - boshlang'ich eritmani uzatish trubasi; 3 - elektr isitgich; 4,5 - kondensatorlar; 6 - halqasimon yig'gich; 7,8 - kondensator tagligi; 9 - konsentrik izolyasion plita; 10 - tarmoqli nov.

5.37-rasmda molekulyar haydash qurilmasining sxemasi keltirilgan.

Boshlang'ich eritma qurilmaga truba 2 orqali rotor 1 ning tubiga uzatiladi. Rotordagi eritma markazdan qochma kuch tasirida konus yuzasi bo'ylab yupqa qatlam holida tarqaladi. Bug'lanish yuzasidan ajralib chiqqan molekulalar kondensatsiyalanish yuzasiga qarab yunaladi.

Uchuvchanligi past komponent bug'lari kondensator 4 yuzalarida kondensatsiyalansa, uchuvchanligi yuqori komponent bug'lari esa kondensator 5 yuzasida kondensatsiyalanadi. Birinchi fraksiya kondensator 4 dan taglik 8 ga, ikkinchisi esa zmeevikda kondensatsiyalanib taglik 7 ga oqib tushadi. Eritmaning bug'lanmagan qismi esa markazdan qochma kuch tasirida rotor chetidan tarmoqli nov 10 ga toshib o'tadi va qurilmadan chiqarib yuboriladi. Ajratib olingan distillyat, taglik 8 chekkasidagi seksiya orqali halqasimon yig'gichga, taglik 7 dan esa markaziy seksiya orqali chiqarib olinadi.

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015,

250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati shcheyiv proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-

560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering Chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David Jm Ende 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)

10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №20

Rektifikatsiya. Binar aralashmalarini uzluksiz rektifikatsiya qilishning moddiy va issiqlik balanslari. Moddiy balans. Minimal flegma soni. Ko'p komponentli aralashmalarni rektifikatsiyalash. Rektifikatsiyalash apparatlarining tuzilishi. Plyonkali kolonnalar

REJA

1. Rektifikatsiya.
2. Binar aralashmalarini uzluksiz rektifikatsiya qilishning moddiy va issiqlik balanslari.
3. Moddiy balans.
4. Minimal flegma soni.
5. Ko'p komponentli aralashmalarni rektifikatsiyalash.
6. Rektifikatsiyalash apparatlarining tuzilishi.
7. Plyonkali kolonnalar

Rektifikatsiya

Suyuqlik aralashmalarini tashkil etuvchi komponentlarga bir necha marta qisman bug'latish va bug'larni kondensatsiyalash natijasida ajratishga **rektifikatsiya** deyiladi.

Odatda, eritmalarini to'la ajratishni faqat rektifikatsiya usuli ta'minlaydi. Bu jarayon nasadkali yoki taretkali kolonnalarda o'tkaziladi. Kolonnada bug' va eritma qarama - qarshi yo'nalishda harakatlantiriladi va har bir to'qnashish moslamasida bug' kondensatsiyalansa, eritma esa bug'ning kondensatsiyalanish issiqligi hisobiga qisman bug'lanadi.

SHunday qilib, bug' engil uchuvchan komponent bilan, kolonnadan pastga oqib tushayotgan suyuqlik esa - qiyin uchuvchan komponent bilan boyitiladi. Bug' va eritmaning ko'p marta to'qnashishi hisobiga distillyat butunlay engil uchuvchan, kub qoldig'i esa - qiyin uchuvchan komponentdan tarkib topgan bo'ladi.

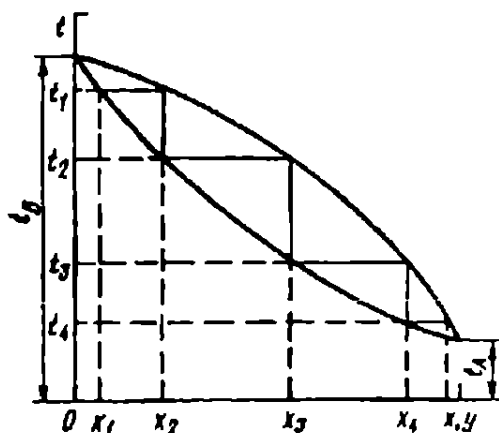
Rektifikatsiya jarayonini hisoblashda quyidagi tahminlar qabul qilinadi:

a) 1 kmol bug' kondensatsiyalanish davrida 1 kmol suyuqlik bug'lanadi. Demak, rektifikatsion kolonnaning istalgan ko'ndalang kesimida harakatlanayotgan bug'ning miqdori bir xildir;

b) deflegmatorda kondensatsiyalanayotgan bug'ning tarkibi o'zgarmaydi. Demak, rektifikatsion kolonnadan chiqib ketayotgan bug'ning tarkibi distillyatnikiga teng ($u_d = x_d$) bo'ladi;

v) eritma bug'lanishi davrida uning tarkibi o'zgarmaydi. Demak, bug'lanish davrida hosil bo'lgan bug'ning tarkibi kub qoldig'inikiga tenglashadi, ya'ni ($y_w = x_w$).

Ko‘pincha rektifikatsiya jarayoni $t - x, y$ diagramma yordamida tasvirlanadi (5.38-rasm).

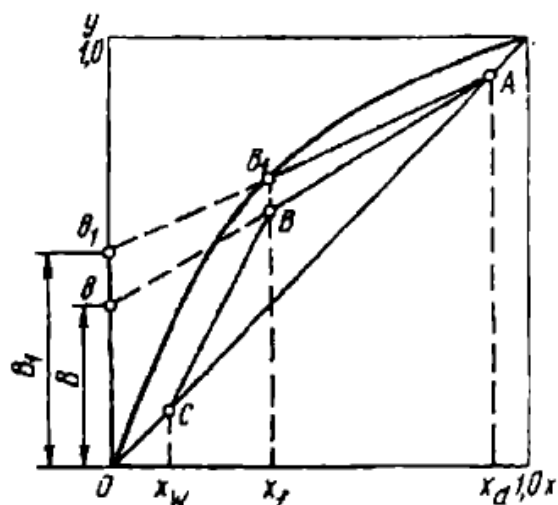
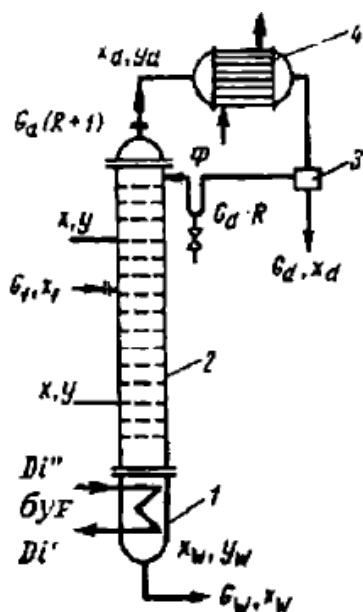


5.38-rasm. $t - x, y$ - diagramma.

Konsentratsiyasi x_1 bo‘lgan boshlang‘ich eritma qaynash temperaturasi t_1 gacha qizdirilganda, suyuqlik bilan muvozanatdagi bug‘ olinadi va u kondensatsiyalanganda engil uchuvchan komponentga boyitilgan x tarkibli suyuqlik hosil bo‘ladi. Ushbu suyuqlik yana qizdirilsa va uning temperaturasi t_2 gacha etkazilsa, hosil bo‘lgan bug‘ning kondensatsiyalanishi natijasida x_3 tarkibli suyuqlikni olamiz. SHunday qilib, bug‘lanish va kondensatsiyalash jarayoni ko‘p marta qaytarilsa, boshlang‘ich eritmani toza, engil va qiyin uchuvchan komponentlarga ajratish mumkin.

Rektifikatsiya jarayonining moddiy va issiqlik balanslari

Jarayonning prinsipial sxemasi asosida rektifikatsiyaning moddiy va issiqlik balanslari tuziladi (5.39-rasm). Rektifikatsion kolonnaga uzatilgan boshlang‘ich eritma distillyat va kub qoldig‘iga ajratiladi.



5.39-rasm. Rektifikatsiya jarayonining moddiy va issiklik balanslarini tuzishga oid.

5.40-rasm. Rektifikatsiya jarayoni ishchi chizig'ining tasviri.

Kollonnadan chiqayotgan bug'lar deflegmator 4 da kondensatsiyalanadi va ajratuvchi idish 3 ga tushadi. Bu erda suyuqlik ikki qismga, ya'ni flegma F va distillyatga ajratiladi. Flegma kolonnada purkatilish uchun yo'naltiriladi.

bu erda G_f , G_d , G_w - boshlang'ich eritma, distillyat va kub qoldig'i massalari, kmol; x_f , x_d , x_w - boshlang'ich eritma, distillyat va kub qoldiqlaridagi engil uchuvchan komponentning konsentratsiyalari, mol ulushlar.

(5.123) va (5.124) tenglamalardan distillyat va kub qoldig'ining massalari aniqlanadi:

Boshlang'ich eritma, kub qoldig'i va flegmalarning 1 kmol distillyatga nisbatlarini quyidagicha belgilab olamiz:

Flegma miqdorining distillyat miqdoriga nisbati **flegma soni** deb nomlanadi.

Rektifikatsion kolonnaning ta'minlash tarelkasi uni 2 ga ajratadi: yuqori va pastki qismlarga.

Umumiy tenglama asosida kolonnaning yuqori va pastki qismlari uchun moddiy balans tenglamalarini tuzamiz:

$$G \cdot dy = L \cdot (-dx) \quad (5.127)$$

bu erda $L = R \cdot G_d$ - kolonna yuqori qismida oqib tushayotgan suyuqlik miqdori.

Kolonna bo'ylab yuqoriga ko'tarilayotgan bug' miqdori:

$$G = G_d + \Phi = G_d + R G_d = G_d (1 + R) \quad (5.128)$$

Konsentratsiyalari x, u bo'lgan kolonna yuqori qismining istalgan ko'ndalang kesimi va konsentratsiyalari x_d, u_d bo'lgan kolonnaning yuqori qismi uchun (5.129) tenglamani yozamiz: ($x_d = u_d$ deb qabul qilingan holda)

Konsentratsiyasi x, u bo'lgan kolonnaning pastki qismi va konsentratsiyalari x_w, u_w bo'lgan kubning istalgan ko'ndalang kesimi uchun, $x_w = y_w$ ni hisobga olib (5.130) tenglamani yozaladi.

Ko'rinib turibdiki (5.131) va (5.132) tenglamalar to'g'ri chiziqni ifodalaydi. (5.131) tenglamadagi $R/(R + 1) = tg \alpha$ - ishchi chiziqning absissa o'qiga og'ish burchagi tangensi $x_d/(R+1) = B$ chiziq $u - x$ diagramma ordinata o'qida ajratgan kesmasi (5.40-rasm).

SHunday qilib, (5.131) va (5.132) tenglamalar rektifikatsion kolonnaning yuqori va pastki qismlarining ishchi chiziq tenglamalarini ifodalaydi.

Agar, jarayon davriy bo'lsa, rektifikatsiya jarayoni kolonna yuqori qismining ishchi chizig'i bilan ifodalanadi.

Uzluksiz ishlaydigan rektifikatsion kolonnaning issiqlik balansi

Bu turdagi qurilmalarning issiqlik balansi quyidagi tenglik bilan ifodalanadi (5.39-rasm).

$$Q_1 + G_f c_f t_f + R \cdot G_d c_d t_d = G_d (R + 1) \cdot (r_d - c_d t_d) + G_w c_w t_w + Q_{uyk} \quad (5.135)$$

bu erda Q_1 - kubdagi issiqlik sarfi, J/soat; c_f, c_d, s_w - boshlang'ich eritma, distillyat va kub qoldiqlarining solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); t_f, t_d, t_w - boshlang'ich eritma, distillyat va kub qoldiqlarining temperaturalari, K; r_d - distillyatning bug' hosil qilish issiqligi, J/kg; $Q_{yo'q}$ - atrof muhitga issiqlikning yo'qotilishi, J/soat.

Rektifikatsion kolonna kubidagi issiqlik sarfini (5.135) tenglamadan topamiz:

$$Q_1 = G_d (R + 1) r_d + G_d c_d t_d + G_w c_w t_w + G_f c_f t_f + Q_{uyk} \quad (5.136)$$

Agar, qaynatgich suv bug‘i bilan isitilayotgan bo‘lsa, jarayonni o‘tkazish uchun sarflanayotgan bug‘ sarfi ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$D = \frac{Q_1}{i'' - i'} \quad (5.136)$$

bu erda i' , i'' - suv bug‘i va kondensatning entalpiyalari, kJ/kg.

Ishchi chiziqni u – x diagrammada tasvirlash. Eritma tarkibini xarakterlovchi x_w , x_f , x_d konsentratsiya qiymatlari abssissa o‘qiga quyiladi (5.40-rasm). Agar, $x_d = u_d$ ekanligini hisobga olsak, x_d nuqtadan perpendikulyar chiqarib, diagonal chiziq bilan kesishgan, koordinatlari $x_d = u_d$ bo‘lgan, **A** nuqtasi topiladi.

Flegma soni **R** ma‘lum bo‘lsa, $V = x_d/(R+1)$ kesma aniqlanadi va u diagrammaning ordinata o‘qiga qo‘yiladi. So‘ng, **V** kesmaning uchi bo‘lmish nuqta **b** va **A** lar birlashtiriladi. Boshlangich eritma konsentratsiyasiga oid x_f nuqtasidan **Ab** chizig‘i bilan **V** nuqtada kesishguncha vertikal chiziq o‘tkaziladi. **AV** to‘g‘ri chiziq kolonna yuqori qismining ishchi chizig‘ini ifodalaydi. Keyin, x_w nuqtasidan perpendikulyar chiqarilib, diagonal bilan kesishgan **S** nuqtani topamiz. **S** va **V** nuqtalarni birlashtirib, kolonna pastki qismining ishchi chizig‘ini topamiz. Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, **V** nuqta ikkala ishchi chiziq uchun umumiy bo‘lib, ta‘minlovchi tarelkadagi bug‘ va suyuqlikning ishchi konsentratsiyalarini xarakterlaydi.

Eritma konsentratsiyalari x_w , x_f , x_d bo‘lganda, ishchi chiziqning holati kesma **V** ning qiymatiga bog‘liq. $\square$ navbatida **V** kesma ishchi flegma soni **R** ning kattaligi bilan aniqlanadi. Agar, flegma soni kamaysa, kesma **V** ning qiymati ortadi. Bunda ishchi va muvozanat chiziqlarining **V₁** nuqtasida kesishganda, ishchi chiziq o‘zining maksimal yuqori holati - **Ab** ga intiladi. Ushbu nuqtada jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi $\square u=u_m - u=0$ bo‘ladi. Demak, rektifikatsion kolonnaning fazalar to‘qnashish yuzasi cheksiz katta bo‘lishi kerak.

Haqiqatan ham, bunday holatda konsentratsiyalar o‘zgarishining nazariy pog‘onalar soni cheksiz bo‘ladi va eritmani faqat cheksiz balandlikka ega shartli kolonnada ajratish mumkin. Lekin, isituvchi bug‘ va kolonna diametri minimal ko‘rsatkichli bo‘ladi. Albatta, bunday sharoitda flegma soni ham minimal bo‘ladi va uni ushbu tenglamadan aniqlash mumkin:

$$R_{\min} = \frac{x_d - y_{fm}}{y_{fm} - x_f} \quad (5.137)$$

Ishchi chizig'ining quyi chegaraviy holatiga cheksiz katta flegma soni to'g'ri keladi va u grafikda $V=0$ kesma bilan ifodalanadi. Bu holda ikkala ishchi chiziq diagonal bilan ustma-ust tushadi. Cheksiz katta flegma soniga maksimal harakatga keltiruvchi kuch $\square u_{min} = u_m - u$ va o'z navbatida konsentratsiya o'zgarish nazariy pogonalarining minimal soni va kolonnaning minimal soni, hamda kolonnaning minimal balandligi to'g'ri keladi. Lekin, kolonnadagi bug', qaynatgichdagi isituvchi bug', deflegmatordagi sovuq suv sarfi va qurilma diametri maksimal bo'ladi.

Haqiqiy flegma soni

Haqiqiy flegma sonini tanlash o'ta murakkab masaladir, chunki uning miqdoriga qarab rektifikatsion kolonna o'lchamlari va issiqlik eltkichlar sarfi o'zgaradi. Kolonnalarni ishlatish uchun zarur sarflar va kapital harajatlari, hamda energetik sarflar flegma soniga bog'liq.

5.41-rasmda haqiqiy flegma sonining rektifikatsiya jarayoni sarflariga bog'liqligi tasvirlangan.

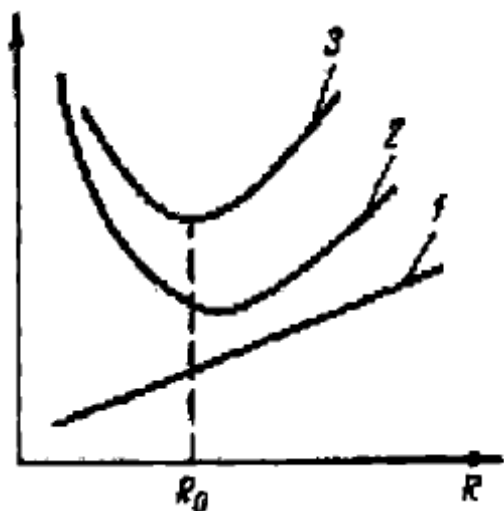
Ko'rinib turibdiki, flegma soni ortishi bilani ekspluatatsion sarflar proporsional ravishda ortadi. Kapital sarflarning flegma soniga bog'liqligi kolonna diametri va balandligiga teskari proporsionalligi bilan ifodalanadi. Flegma sonining ma'lum bir qiymatiga kapital sarflarning minimal kattaligi to'g'ri keladi.

Umumiy sarflar va flegma soni orasidagi bog'liqlik ham minimum nuqtasi bilan xarakterlanadi. Bu nuqtaga mos R haqiqiy flegma sonining optimal qiymatiga teng bo'ladi.

Haqiqiy flegma sonini quyidagi formulada hisoblash mumkin:

$$R_x = \beta_R R_{min} \quad (5.138)$$

bu erda $\square_R$ - flegma ortiqchaligini ifodalovchi koeffitsient. Ko'pchilik hollarda ushbu koeffitsient quyidagi oralikda bo'ladi - $\square = 1,04 \square 1,5$.



5.41-rasm. Rektifikatsiya jarayoniga bo'lgan sarflarning flegma soniga bog'liqligi.

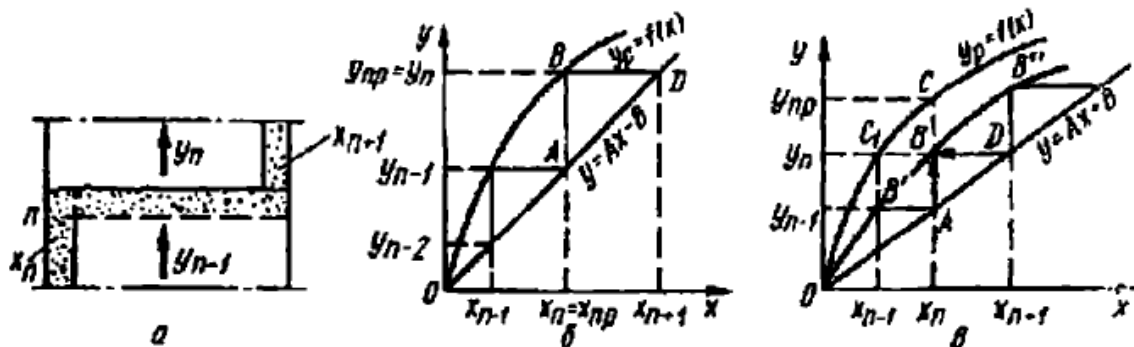
- 1- ekspluatatsion sarflar;
- 2- kapital sarflar;
- 3- umumiy sarflar.

Rektifikatsion kolonna ishchi balandligi va tarelkalar sonini hisoblash

Odatda ushbu parametrlarni aniqlash konsentratsiyalar o'zgarishining nazariy yoki haqiqiy pog'onalari soniga qarab olib boriladi. Bunda, nazariy pog'onada bug' va oqib tushayotgan suyuqlik muvozanat holatida bo'ladi.

Barbotaj tarelkasining ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz (5.42-rasm).

Agar, konsentratsiyasi x_{n+1} bo'lgan suyuqlik yuqoridan n – tarelkaga oqib tushsa, pastdagi tarelkadan konsentratsiyasi y_{n-1} bo'lgan bug' ko'tariladi. Massa almashinish natijasida suyuqlikdagi engil uchuvchan komponent bug'ga o'tsa, qiyin uchuvchan esa - bug'dan suyuqlikka o'tadi. Bug'dagi engil uchuvchan komponent konsentratsiyasi y_n gacha ortsa, suyuqlikda esa x_{n+1} dan x_n gacha kamayadi.



5.42-rasm. Tarelkalar sonini aniqlashga oid.

a - tarelkada bug' va suyuqlikning o'zaro ta'siri; b - bug' va suyuqlik muvozanatga erishish jarayonini u-x diagrammada tasvirlash; v - bug' va suyuqlik muvozanatga erishmagan jarayonini u-x diagrammadagi tasviri.

Jarayonni tahlil qilishda quyidagi tahminlarni qabul qilamiz: tarelkadagi suyuqlik ideal aralashtirilgan va uning konsentratsiyasi o'zgarish x_n ga teng; ideal siqib chiqarish rejimidagi suyuqlik qatlamida bug'ning konsentratsiyasi y_{n-1} dan y_n gacha o'zgaradi.

Bug' konsentratsiyasi y_{n-1} dan $y_n = u_{pr}$ gacha o'zgarishi davrida muvozanatga erishishi vertikal **AV** kesma bilan tasvirlansa, konsentratsiyasining x_{n+1} dan x_n gacha o'zgarishi esa, **BD** kesma bilan xarakterlanadi (5.42b-rasm). SHunday qilib, **AVD** pog'ona bitta nazariy tarelkada sodir bo'layotgan jarayonni ifodalaydi.

Rektifikatsion kolonnada o'rnatish zarur bo'lgan nazariy tarelkalar sonini aniqlash uchun ishchi va muvozanat egri chiziqlarining **A** va **S** nuqtalari orasiga pog'onalar quriladi.

Kolonnaning haqiqiy tarelkasida hech qachon muvozanat konsentratsiyasiga erishib bo'lmaydi, ya'ni $y_n < u_{pr}$ (5.42v-rasm).

Kolonnadagi haqiqiy tarelkalar sonini aniqlash uchun foydali ish koeffitsienti qo'llaniladi. Odatda uning kattaligi tajribaviy usul bilan topiladi. Rektifikatsiya jarayonida massa berish koeffitsientini hisoblash uchun maxsus tenglamalar tavsiya etiladi.

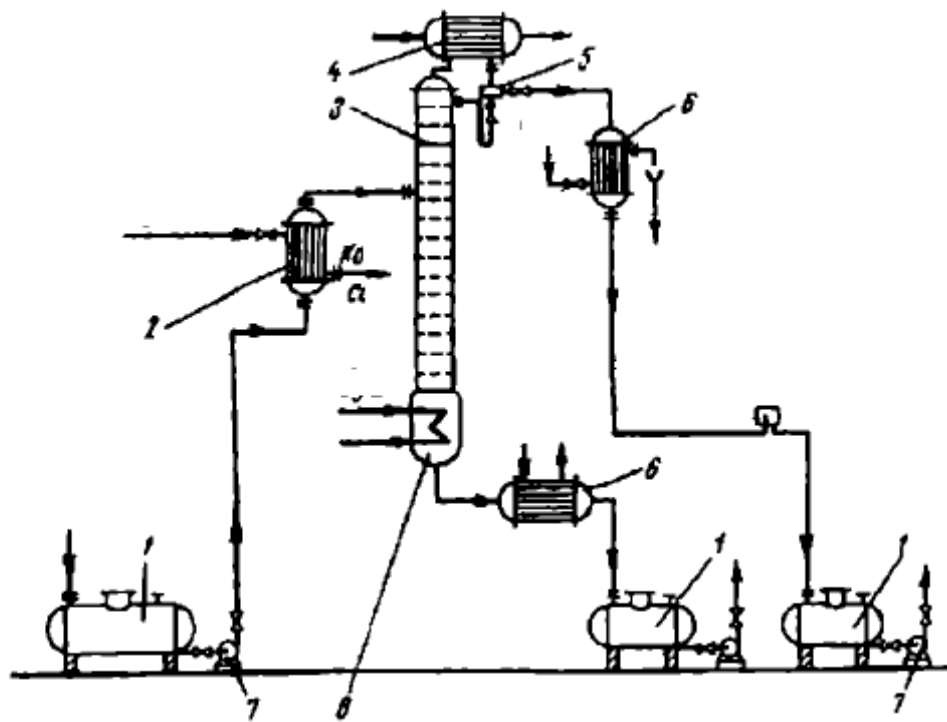
5.18. Rektifikatsiya jarayonini tashkil etish usullari

Istalgan rektifikatsion sxema tarkibida kolonna (tarelkali yoki nasadkali) va qaynatgich bo'ladi. Odatda, qobiq - trubali yoki zmeevikli issiqlik almashinish qurilmasidan qaynatkich sifatida foydalaniladi. Qaynatkich kolonnaning pastki qismida yoki uning tashqarisida o'rnatilishi mumkin.

Turli sanoat korxonalarida tarelkali va nasadkali kolonnalar ko'p ishlatiladi.

Uzluksiz ishlaydigan rektifikatsion kolonnaning prinsipial sxemasi 5.43-rasmda ko'rsatilgan. Boshlang'ich eritma isitkich 2 da qizdiriladi va kolonnaning ta'minlovchi tarelkasiga uzatiladi. Kolonnadagi qaynatkich 8 ning issiqligi ta'sirida rektifikatsiya jarayoni sodir bo'ladi, eritma distillyat va kub qoldig'iga ajraladi. Kolonnadan chiqayotgan bug'lar deflegmator 4 da qisman yoki to'la kondensatsiyalanadi. Agar bug' to'la kondensatsiyalansa, hosil bo'lgan distillyat ajratuvchi moslama 5 da ikki qismiga bo'linadi.

Birinchi qism - flegma suyuqlik tambasi orqali o'tib kolonnaning yuqori tarelkasida purkaladi, ikkinchi qismi esa - distillyat sovutkich 6 dan o'tkazilib sovutiladi va yig'gich 1 da to'planadi.



5.43-rasm. Uzluksiz ishlaydigan rektifikatsion kolonna.

1 - yigʻgich; 2 - isitkich; 3 - rektifikatsion kolonna; 4 - deflegmator; 5 - ajratuvchi moslama; 6 - sovutkich; 7 - nasoslar; 8 - qaynatkich.

Agar, bugʻlar deflegmatorda qisman kondensatsiyalansa, ular kondensator–sovutkich orqali oʻtkaziladi, u erda kondensatsiyalanadi va sovutiladi. Jarayon mobaynida hosil boʻlayotgan kub qoldigʻi uning qimmatligi va zarurligiga qarab yoki yigʻgichda toʻplanadi, yoki oqava suv sifatida utilizatsiyaga yoʻnaltiriladi.

Odatda, sanoat miqyosida boshlangʻich eritma uch va undan koʻp qismlarga ajratiladi.

Koʻp komponentli eritmalar rektifikatsiya qilish sxemasi 5.44-rasmda tasvirlangan. Ushbu sxema koʻp kolonnali boʻlib, boshlangʻich eritmani uzluksiz ravishda uch qism, yaʼni A, V va S komponentlarga ajratishga moʻljallangan.

Birinchi kolonna aralashmani A+VS yoki AV+S qismlarga ajratadi. Aralashmani n qismga ajratish uchun $n-1$ rektifikatsion kolonnalardan tarkib topgan rektifikatsion sxema zarur boʻladi.

Davriy ishlaydigan rektifikatsion kolonnaning printsiptial sxemasi 5.45-rasmda keltirilgan.

Boshlangʻich aralashma bugʻ bilan isitilayotgan qaynatkichga uzatiladi. Qaynash temperaturasigacha isitilgan aralashmaning bugʻlari rektifikatsion kolonnaning pastki qismiga yuboriladi. Kolonna boʻylab tepaga koʻtarilayotgan bugʻlar engil uchuvchan komponent bilan boyib boradi, soʻng esa deflegmatorga tushadi. U erda kondensatsiyalanadi. Xuddi uzluksiz ishlaydigan rektifikatsiya sxemasidek,

kondensat flegma va distillyatga ajraydi. Qurilmadagi kub qoldig'i to'kiladi va u yangi boshlang'ich aralashma bilan to'ldiriladi

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya",

1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12.Kutuzova

M.A.

Texnologicheskiyraschetrektifikatsionnoykolonni:Metodicheskieukazaniay k
kursovomuproektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparatipishevixproizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiyafitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickeyand David Ganderton

16.The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited byIra R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Rearch.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011

6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. Proceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №21

Ekstraksiya jarayoni. Suyuqlik-suyuqlik sistemasida ekstraksiylash.
Ekstraksiyalash qurilmalari.

REJA

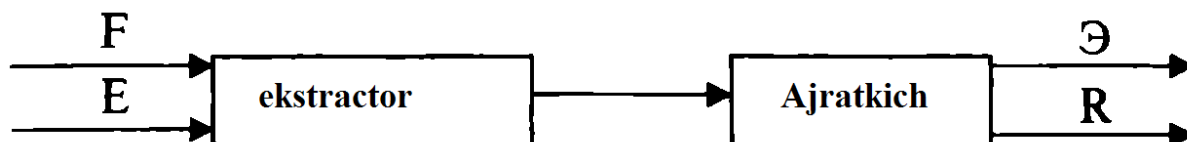
1. Ekstraksiya jarayoni.
2. Suyuqlik-suyuqlik sistemasida ekstraksiylash.
3. Ekstraksiyalash qurilmalari.

Umumiy tushunchalar

«Suyuqlik suyuqlik» sistemalarida eritma yoki qattiq jismlar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni maxsus suyuqlik (erituvchi) yordamida ajratib olish jarayoni ekstraksiyalash deb nomlanadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, erituvchi aralashmada erimaydi, lekin ekstraksiyalanayotgan komponentoy eritadi.

Ma'lumki, ekstraksiya jarayoni 2 xil bo'ladi: 1) suyuqliklarni ekstraksiyalash; 2) qattiq materiallarni ekstraksiyalash.

Ekstraksiya jarayonining prinsipial sxemasi 5.47-rasmda keltirilgan.



5.47-rasm. Ekstraksiya jarayonining prinsipial sxemasi.

Tarkibida tarqatuvchi modda M bor boshlang'ich eritma G' va erituvchi E lar ekstraktorga yuklanadi. Biror eritma tarkibidagi komponentlarni ajratib olish uchun qo'llaniladigan suyuqlik ekstragent (E) deb nomlanadi.

Fazalar o'rtasida massa almashinish jarayoni ularning bevosita to'qnashuvi tufayli yuz beradi. Ekstraksiya natijasida hosil bo'lgan suyuq aralashma ajratgichga yuboriladi va u erda ekstrakt (E) va rafinat (K) ga ajratiladi.

Suyuq aralashmani ekstrakt va rafinatga ajratish uchun tindirish, separatsiyalash, sentrifugalash yoki boshqa mexanik jarayonlar qo'llaniladi.

Ekstrakt tarkibidagi zarur komponent (mahsulot) ajratib olinadi, rafinatdan esa ekstragent qayta tiklanadi.

Ekstraksiya jarayoni turli xil konstruksiyali kurilmalarda ekstraktorlarda o'tkaziladi.

Jarayon tahlili shuni ko'rsatadiki, bu jarayon ham rektifikatsiya kabi eritmalarni ajratish uchun ishlatiladi. Agar, rektifikatsiya jarayoni issiqlik ta'sirida olib borilsa, ekstraksiya uchun esa - uning zarurati yo'q.

Rektifikatsiyada komponentlarga ajratish ularning turli uchuvchanligiga bog'liq. Agar, eritma komponentlarining qaynash temperaturalari bir biriga juda yaqin bo'lsa, ekstraksiya jarayonidan foydalanish yuqori samara beradi. Lekin, eksgragentning zichligi, suyuq aralashma zichligidan etarli darajada farq qilishi va kam bo'lishi kerak.

Ekstraksiya jarayonidan kimyo, neftni qayta ishlash, neft kimyosi, oziq-ovqat, farmatsevtika va sanoatning boshqa sohalarida keng miqyosda foydalaniladi. Bu jarayon xilma-xil organik va neft—kimyo sintez mahsulotlarini toza holda ajratib olish, nodir, kamyob va tarqoq elementlarni olish, oqava suvlarini tozalash va boshqa sohalarida ishlatiladi. Jarayonning asosiy afzalligi shundaki, u past temperaturada o'tadi va termolabil moddalari bor elementlarni ajratish imkonini yaratadi.

Ekstraksiya jarayoni kamchiliklardan holi emas, ya'ni qo'shimcha erituvchi ishlatiladi, erituvchini qayta tiklash texnologik sxemani murakkablashtiradi va qo'shimcha qurilma talab etadi, hamda jarayonni qimmatlashishiga olib keladi.

Ko'pchilik hollarda ekstraksiya va rektifikatsiya jarayonlari ko'pincha birgalikda qo'llaniladi. Bunga sabab, boshlang'ich eritma konsentratsiyasi ortishi bilan rektifikatsiya jarayoniga zarur bo'lgan issiqlik sarfi kamayadi. Demak, avval ekstraksiya jarayonining o'gkazilishi, boshlang'ich eritmani ajratish uchun sarflanadigan issiqlikni tejashga olib keladi.

«Suyuqlik - suyuqlik» sistemasining muvozanati

Bir suyuqlik fazadan ikkinchisiga tarqaluvchi moddaning o'tishi muvozanat holati o'rnatilguncha davom etadi, ya'ni fazalarda kimyoviy potentsiallar tenglashgunga qadar. Faraz qilaylik, jarayonda uchta komponent ($K = 3$) va ikkita faza ($F = 2$) qatnashmoqda. Unda, fazalar qoidasiga binoan erkinlik darajasi $S = 3$. Lekin,

odatda ekstraksiya jarayonida temperatura va bosim bir xil qilib ushlab turiladi. Bunday, ekstraksiyalash

sistemasining erkinlik darajasi 1 ga teng bo'ladi.

Demak, muvozanat holatida bir fazadagi tarqaluvchi moda konsentratsiyasiga, ikkinchi fazadagi ma'lum bir konsentratsiya to'g'ri keladi.

Ekstraksiya jarayonidagi muvozanat tarqalish koeffitsienti (r bilan xarakterlanadi, ya'ni ekstrakt va rafinatlardagi tarqaluvchi modda muvozanat konsentratsiyalarning nisbatiga teng.

Bertlo-Nernst qonuniga bo'ysinadigan suyultirilgan eritma uchun o'zgarmas temperaturada tarqalish koeffitsienti $<r$, tarqaluvchi moda konsentratsiyasiga bog'liq emas va $<r = U_m/x$, bu erda U_m x ekstrakt va rafinatdagi tarqaluvchi moddaning muvozanat konsentratsiyalari. Bunday hollarda muvozanat to'g'ri chiziq ko'rinishida bo'ladi:

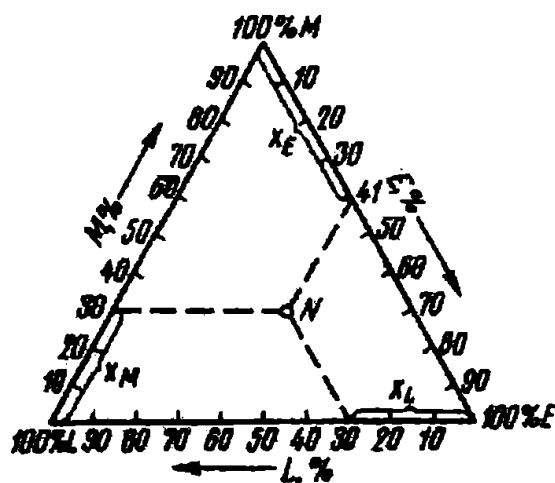
Odatda, sanoat kurilmalarining tarqalish koeffitsienti tajriba yo'li bilan anikdanadi. Agar, ikkala suyuqlik fazalar bir - birida erimasa, har bir fazani ikki komponentli eritma deb hisoblash bo'ladi. Bunday holatlarda ekstraksiya jarayoni boshqa massa almashinish jarayonlari kabi $u-x$ koordinatalarida tasvirlash mumkin.

Ammo, suyuqlik fazalar bir-birida qisman erisa, xar bir fazani uch komponentli eritma deb hisoblash bo'ladi. Uch komponentli aralashmalar tarkibi uchburchakli koordinatalar sistemasida tasvirlanadi (5.48-rasm).

Teng tomonli uchburchakning cho'qqilari L, M, E larda toza (100% li) komponentlar tarkibi ko'rsatilgan: boshlang'ich eritma L, ekstragent E va tarqaluvchi modda M.

Uchburchakning tomonlari LM, ME va EL moddalardagi har bir nuqta ikki komponentli eritmani ifodalaydi.

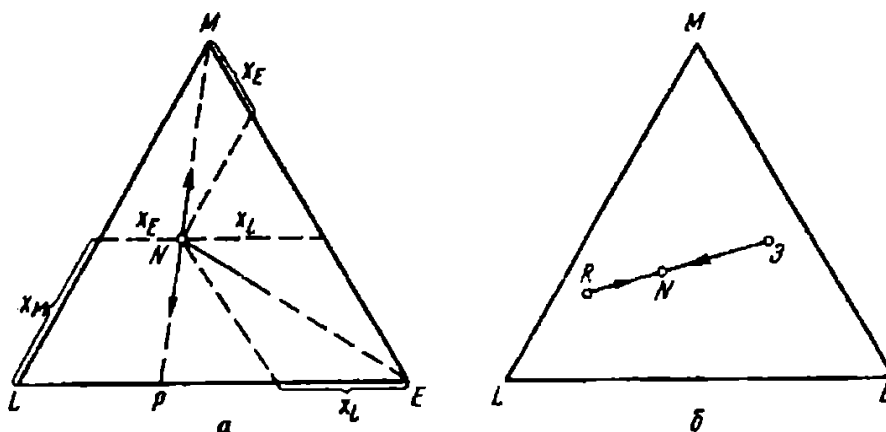
Uchburchak ichki yuzasidagi istalgan nuqta N uch komponentli eritma tarkibini ko'rsatadi.



5.48-rasm. Uchburchakli diagramma

Eritma tarkibini aniqlash uchun N nuqtadan uchburchak tomonlariga parallel chiziqlar o'tkaziladi. Natijada, N nuqtaga mos keladigan aralashma tarkibi quyidagicha bo'ladi: erituvchi $L = 30\%$, ekstragent $E = 40\%$ va tarqaluvchi modda $M = 30\%$.

Uchburchakli diagrammada uch komponentli aralashma tarkibida sodir bo'layotgan o'egarishlar tasvirlanadi. Agar, N nuqta bilan xarakterlanadigan eritmaga tarqaluvchi modda M qo'shilsa, E va L komponentlar miqdori o'zgarmaydi. Lekin, M komponentning qo'shilish miqdoriga qarab, aralashma tarkibini aniqlovchi miqdor N M qirrada bo'ladi va uchburchakli M cho'qqisiga yaqinlashib boradi (5.49a-rasm).



5.49-rasm. Uch komponentli aralashma tarkibi uzgarishini uchburchakli diagrammada tasvirlash.

Aralashma N dan tarqaluvchi modda M ni ajratib olish jarayonida va olingan mahsulot tarkibiga oid nuqta R M kesmada yotadi. Lekin, eritma qancha ko'p suyultirilgan bo'lsa, u uchburchakning L E qirrasiga shuncha yaqin joylashadi. Tarkibi N bo'lgan aralashmani ekstragent E bilan suyultirish N E chizig'i bilan xarakterlanadi.

Agar boshpang'ich aralashma miqdori va tarkibi (N nuqta) va uni ekstrakt (E nuqta) va rafinat (R nuqta) ga ajratgandan keyingi tarkiblari ma'lum bo'lsa, uchburchakli diagramma yordamida fazalarning miqdorlarini (5.49b-rasm) moddiy balans tenglamasidan anikdash mumkin:

$$R + E = N$$

bu erda R, E, N - rafinat, ekstrakt va boshlang'ich aralashma massalari, kg.

Muvozanat chizig'ini uchburchakli diagrammada tasvirlaymiz. Buning uchun L va E suyuqlik fazalarida tarqaluvchi modda M cheksiz miqdorda eriydi deb qabul qilamiz. Lekin, erituvchilar bir-birida cheklanmagan miqdorda eriydi (5.49-rasm).

Bir jinsli ikki komponentli M va L, hamma M va E eritmalar tarkibi diagrammaning L M va E N qirralarida nuqtalar bilan ifodalanadi. L va E erituvchilar faqat L R va E E bo'laklardagina bir jinsli eritmalar hosil qiladi. YA E oralikda erituvchilar aralashmasi bir jinsli, ikki komponentli

to'yingan eritmalar qatlamiga ajratiladi: R (E va L ning to'yingan eritmasi) va E (L va E ning go'yingan eritmasi). Har bir qatlamdagi to'yingan eritmalar soni N nuqtaning holati bilan belgilanadi va richag qoidasiga binoan topiladi.

Agar, N tarkibli aralashmaga M modda qo'shilganda, M N chiziqsa joylashgan N_j nuqta bilan xarakterlanadigan uch fazali aralashma hosil bo'ladi.

N_j tarkibli aralashma R_j va $3j$ tarkibli $3jN_j/(R_jN_j)$ nisbatda ikki fazaga ajraladi.

Agar, aralashmaga yana $M_2, M_3, \dots$ tarqaluvchi moddalar qo'shilsa, $N_2, N_j, \dots$ tarkibidagi uch fazali aralashmalar hosil bo'ladi va ular muvozanat tarkibli R_2 va E_2, R_3 va E_3 va h. fazalari qatlamlarga ajraladi. Biror N_4 tarkibda fazalarning biri yo'q bo'lib ketgan holgacha muvozanat

sarflar nisbati o'zgarib boradi. Undan keyin esa, tarqaluvchi modda M ning yana qo'shilishi bilan N_5 tarkibli bir jinsli, uch fazali aralashmalar hosil bo'ladi. Agar, R_j va $3j, R_2$ va E_2 , lar tug'ri chiziq bilan birlashtirilsa, muvozanat tarkibga oid $R_j 3j, R^2$, muvozanat xordalarini hosil qilamiz.

Muvozanat xordalari kritik deb nomlanadigan K nuqtada birlashadi.

Muvozanat xordalarining og'ish burchagi komponent tabiati va fazalar tarkibi bilan belgilanadi. Agar, muvozanat tarkiblar $R, R_j, R_2, \dots$ va $E, 3j, E_2, \dots$ ni ifodalovchi nuqtalarni ravon, silliq chiziq bilan lyamiHptak muvozanat egri chizigini (binodal egri chiziqni) hosil qilamiz. R K chiziq L erituvchi fazalarining muvozanat tarkibini, E K chiziq esa E erituvchi fazalarining muvozanat tarkibini xarakterlaydi.

Uchburchakli diagrammadagi binodal egri chiziq ikki (binodal chiziq ostidagi) va bir (binodal chiziq tashqarisidagi) fazali aralashmalarga ajratadi.

5.49 v-rasmdagi muvozanat diafammasi o'zgarmas temperatura uchun kurilgan va u izoterma deb nomlanadi.

Sistema muvozanatiga temperatura ham ta'sir ko'rsatadi. Odatda, temperatura o'sishi bilan komponentlarning bir birida erishi ortadi.

Demak, geterogen sistemalar zonasi kamayib boradi. Temperatura ortishi bilan binodal ef i chiziq L E o'qiga yaqinlashadi va R K 3 chiziq ostidagi yuza kamayadi (5.49v-rasm).

Tayanch iboralar:

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va

loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. proceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices (SSD), Chemnitz, Germany 1-6.

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №22

Qattiq materiallarni ekstraksiyalash va eritish. Qattiq va suyuq fazalarning o'zaro ta'sirlashish usullari. Ekstraktorlar. Ekstraksiyalash apparatlarining tuzilishi.

Ekstraktorning issiqlik balansi va ularning asosiy o'lchamlari

REJA

1. Qattiq materiallarni ekstraksiyalash va eritish.
2. Qattiq va suyuq fazalarning o'zaro ta'sirlashish usullari.
3. Ekstraktorlar.
4. Ekstraksiyalash apparatlarining tuzilishi.
5. Ekstraktorning issiqlik balansi va ularning asosiy o'lchamlari

G'ovaksimonqatgiqjism tarkibidanbiryokibirnechakomponentlarniajratibolishjarayo niekstraksiyalashdebataladi.

Qatgiqjismdanbiryokibirnechakomponentniselektivlikqobiliyatigaegabo'lganerituv chiyordamidaajratibolishjarayonieritishdebnomlanadi.

Ushbujarayonekstraksiyalashjarayoniningxususiyholitsir. Kimyo, oziq-ovqatvaboshqasanoatlardajudako'pkapillyar-

g'ovaklijismlareritishjarayoniyordamidaqaytaishlanadi. Ekstraksiyalash ishqor, kislota, tuzlar, qand, o'simlik moylar, sharbatlar, vitaminlar, turli dorilar, rangli va nodir metallar va hokazolarni olishda ishlatiladi. Ekstraksiyalash jarayonida kerakli komponent qatgiq fazadan diffuziya yo'li orqalisuyukdik fazaga o'tadi. Buning uchun shu komponentni eritadigan tegishli erituvchitanlab olinishi kerak. SHuni aloxdda ta'kidlash kerakki, ekstraksiyalash va eritish jarayonlari «qagigq jism - suyuqlik» sistemasida olib boriladi. Ekstraksiyalash 2 bosqichda o'gadi:

1) komponentning qattiq jismlar ichki qismidan tashqi yuzasiga diffuziya yo'li bilan o'tishi;

2) komponentning diffuziya jarayoni tufayli qatgiq jism yuzasidan chegaraviy qatlam orqali suyuqpik fazaga o'gishi. Bu jarayon noturg'un bo'lib, vaqq bo'yicha o'zgaradi.

Eritish jarayonining tezligi faqat ikkinchi bosqichning qarshiligiga bog'liq, chunki birinchi bosqichda qarshilik umuman bo'lmaydi. SHuning uchun, eritish jarayoni ekstraksiyalashga qaraganda ancha tez boradi.

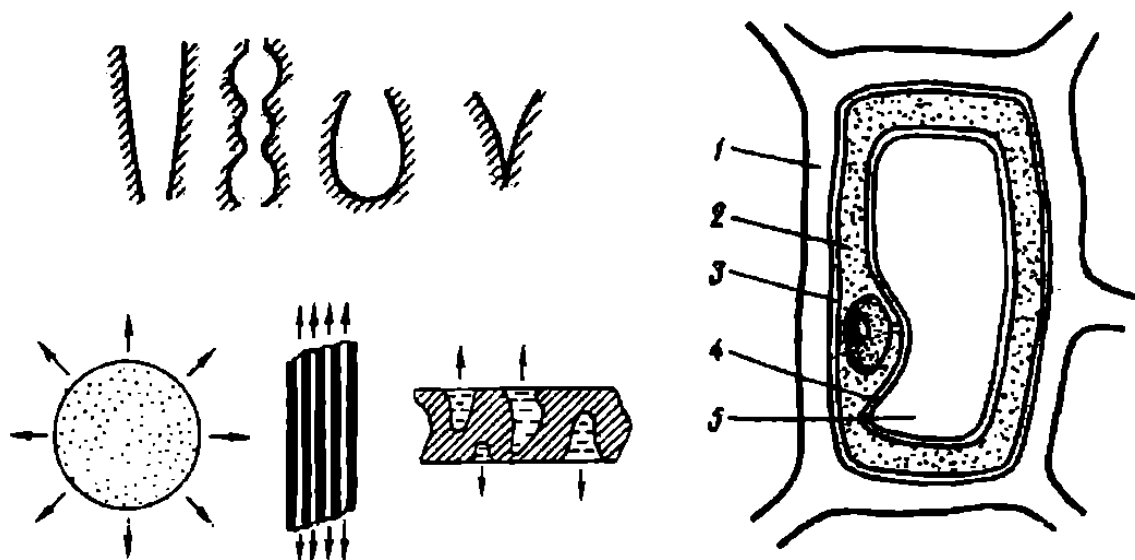
Sanoat texnologik jarayonlarida erituvchilar sifatida kuyidagi suyuqliklar ishlatiladi: suv - qand lavlagidan shakarni, hamda kofe, choyni ekstraksiyalash uchun; spirt va spirt-suvli aralashmalar liker - aroq damlamasi va pivo alkogolsiz ichimliklar ishlab chiqarish sanoatida; benzin, trixloretan, dixloretan yog' va efir moylarini ishlab chiqarishda. Undan tashqari, suv va ayrim noorganik kislotalarning eritmalari ham, erituvchi sifatida ishlatiladi. Bunday jarayonlar ishqorlanish deb nomlanadi. Ishqorlanish mineral xom ashyolarni kimyoviy qayta ishlash yo'li bilanqimmatbaho komponentlarni olish uchun qo'llaniladi. Eritish jarayoni texnologik sxemalarida filtrlash, bug'latish va kristallash kabi jarayonlardan avval ishlatiladi va u birinchi bosqich bo'lib hisoblanadi.

Eritish jarayoni statikasi va kinetikasi

Jarayonning mexanizmi shundaki, erituvchi qatgiq jism govaklariga kirib boradi va ajratilishi kerak bo'lgan moddani eritadi. Eritilgan moddaning kimyoviy potentsiali va uning qattiq jismdagi kimyoviy potentsialiga tenglashganda erish jarayoni muvozanat holiga keladi. To'yinish holatiga oid eritmaning konsentratsiyasi *eruvchanlik* deb ataladi. Kattiq jismning tashqi yuzasidagi muvozanat qisqa vaqt ichida o'rnatiladi. SHuning uchun, massa almashinish jarayonlarni tahlil qilishda, "qatgiq jism - erituvchi" sistemasining fazalararo yuzasidagi konsentratsiyasi to'yingan eritma konsentratsiyasi *Uto'ts* ga teng deb qabul qilinadi. Eritish jarayoni kinetikasining asosiy masalasi fazalarning o'zaro to'qnashish vaqqini aniqlashdir. Fazalar to'qnashish vaqqi ma'lum bo'lgandan so'ng, ekstraktorlarning asosiy o'lchamlari hisoblanadi.

Eritish jarayonida massa almashinishga qatgiq jismning ichki tuzilishi:

kapillyar shakli va o'lchami (5.63b-rasm), zarrachalar kimyoviy tarkibiga katta ta'sir ko'rsatadi (5.63a-rasm). Qattiq jismning ichki tuzilishi massa o'tkazish tezligiga ham katta ta'sir etadi.

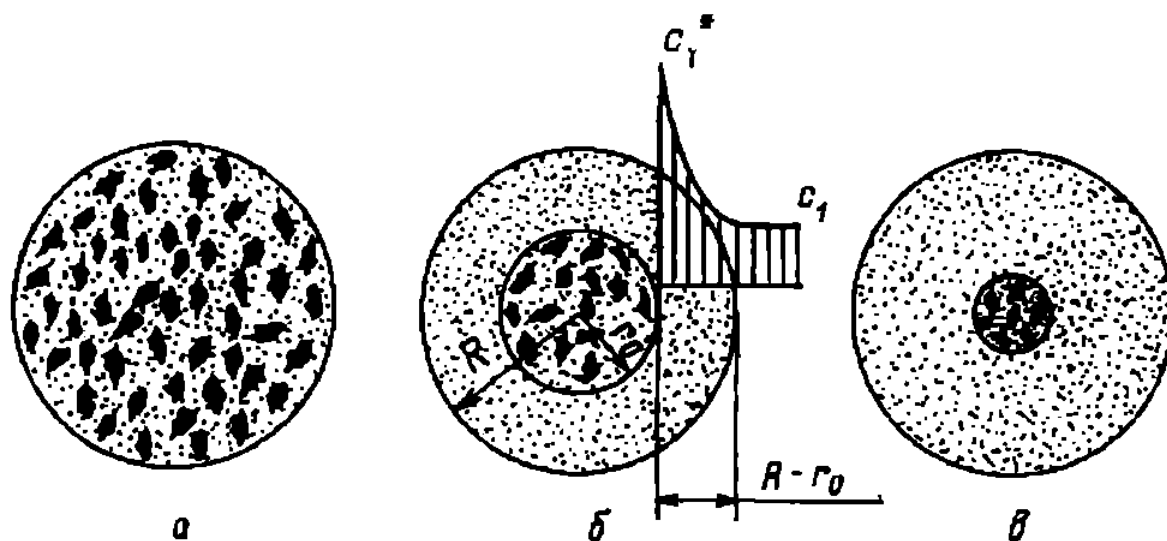


5.63-rasm. G'ovaksimon qattiq jism tuzilishi (a), kovaklar turi (b) va o'simlik hujayrasi (v).

- 1 - Xujayra qobig'i; 2 - protoplazmalar;
- 3,4 — o'tkazuvchan membranalar;
- 5 — vakuol.

Qattiq g'ovaksimon zarrachalar o'zida maqsadli, kerak komponentni qattiq holatida saqlaydi. Maqsadli komponentning zarracha hajmida taqsimlanishi turli variantlarda bo'lishi mumkin. Ko'pchilik hollarda, g'ovaksimon jism hajmida ajratib olinadigan komponent bir tekisda taqsimlangan bo'ladi. Ekstraksiya

jarayonida maqsadli komponentning hajmi sistematik ravishda kamayib boradi (5.64-rasm).



5.64-rasm. Qattik g'ovaksimon jismning ekstraksiya jarayonida tuzilishini uzgarishi.

Maqsadli komponent ajratib olingan hajm $(R-r_0)$ da, shu komponent ekstr agentda erigan holda bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan ushbu hajm ulushi ortib boradi.

Eritish jarayoni murakkab jarayon bo'lib, erituvchini qatgic jism kovaklariga diffuziyasi, ajratib olinayotgan moddalarni eritish, qattiq jism kagshllyarlari orqali fazalarni ajratuvchi yuzaga eksgraksiyalanayotgan moddaning diffuziyasi va fazalarni ajratuvchi yuzadan ekstragent oqimi yadrosiga massaning o'tishi kabi bosqichlardan iborat.

Jarayonning kayd etilgan 4 bosqichidan oxirgi ikkitasi massa almashinishning umumiy tezligini chegaralaydi. Chunki, birinchi va ikkinchi bosqichlarning massa almashinish tezligi, oxirgi ikkitasini kiga qaraganda ancha yuqoridir.

SHunday qilib, massa almashinish jarayonining umumiy diffuziya qarshiligi, qatgic jism va erituvchnlarning ichki diffuzion qarshiliklari yig'indisidan iborat.

Kapillyar - govak jism ichidan moddaning diffuziya tezligi ushbu tenglama bilan ifodalanadi: Fazalarni ajratuvchi yuzadan oqim yadrosiga massa berish tezligi (5.17)

tenglama yordamida aniklanadi. Massa utkazuvchanlik va berish tezliklari orasidagi nisbatni baholash uchun Bio kriteriysidan foydalaniladi: Ayniqsa, kapillyar - govak jismlarda massa utkazuvchanlik tezligi juda kichik bo'ladi.

5.63 v-duvchanlik koeffitsienti qattiq jismning ichki tuzilishiga, ekstragentning fizik xossalari, eksgraksiyalanayotgan moddaning konsentratsiyasi va jarayon temperaturasiga bog'liq. Massa utkazuvchanlik koeffitsientining yuqorida qayd etilgan omillarga bog'liqligi tajribaviy usulda topiladi.

Asosiy diffuzion qarshilik suyuqdik fazada mujassam bo'lgan hollarda, jarayonni ifodalash uchun (5.17) tenglamalardan foydalanish mumkin.

Eritish jarayonini harakatta keltiruvchi kuch bo'lib, qat'iy jism yuzasidagi ekstraksiyalanuvchi modda konsentratsiyasi $u_{ch} = u_{tuy}$ va uning ekstragentdagi o'rtacha konsentratsiyasi y_w larning farqi hisoblanadi.

Ushbu holatda jarayonning tezligi kuyidagi tenglamadan anikdanadi: bu erda r_u - suyuqlik fazadagi massa berish koeffitsienti.

Kalinligi S bo'lgan chegaraviy qatlamdagi molekulyar diffuziya tezligi Fikning 1 - qonuni yordamida topiladi:

$$\frac{dM}{F d\tau} = D \frac{(y_i - y_p)}{\delta}$$

bu erda D - molekulyar diffuziya koeffitsienti.

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyani ng issiqlik va modda almashinish jarayonlaribo'yicha laboratoriya ishlariga o'qitish darsligi. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishchevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090

2. Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Siirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA №23

Adsorbsiya. Adsorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi. Adsorberlar konstruksiyalari

REJA

1. Adsorbsiya.
2. Adsorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi.
3. Adsorberlar konstruksiyalari

Gaz aralashmalari gaz yoki bug'larni yoki eritmalaridagi moddalarni qatqig, g'ovaksimon jism yordamida yutish jarayoni adsorbsiya deb nomlanadi. YUtilayotgan modda adsorbtiiv, yutuvchi modda esa — adsorbent deb ataladi. Adsorbsiya jarayoninin o'ziga xosligi shundaki – us elektiv va qaytar jarayondir. Jarayonning qaytar bo'lishligi tufayli adsorbent yordamida bug' — gaz aralashmalaridan bir yoki bir necha komponentlarni yutish, so'ng esa maxsus sharoitda ularni adsorbentdan ajratib olish mumkin.

Adsorbsiyaga teskari jarayon desorbsiya deb nomlanadi. Adsorbsiya jarayoni xalq xo'jaligining turli sohalarida keng tarqalgan bo'lib, gazlarni tozalash va qisman quritish, eritmalarini tozalash va tindirish, bug' – gaz aralashmalarini ajratish uchun ishlatiladi.

Kimyo sanoatida adsorbsiya kuyidagi hollarda: gazlar va eritmalarini tozalash va kuritishda, eritmalaridan qimmatbaho moddalarni ajratib olishda, neft va nef tmahsulotlarini tozalashda, neftni qayta ishlashda hosil bo'ladigan gaz aralashmalaridan aromatic uglevodorodlarni (etilen, vodorod, benzin fraksiyalaridan aromatic uglevodorodlarni) ajratib olishda ishlatiladi.

Oziq ovqat sanoatida esa qand qiyomi va diffusion sharbatlarni tozalashda, pivo va mevalar sharbatlarini tindirish, vino, konyak, aroq va spirtlarni organik va boshqa birikmalardan tozalash, kraxmal-patoka sanoatida qiyomlarni tozalashda qo'llaniladi.

Adsorbsiyajarayoni 2 xilbo'ladi, ya'nifizikvakimyoviyadsorbsiya.

Agar, adsorbentvaadsorbtiivmolekulalariningo'zarotortishishiVan-der-Vaals kuchlari ta'siri ostida sodir bo'lsa, bunday jarayon fizik adsorbsiya deb nomlanadi.

Fizik adsorbsiya jarayonida adsorbent va adsorbtiivlar o'rtasida kimyoviy o'zaro ta'sir bo'lmaydi.

Adsorbsiya jarayonida bug'larning utilishipaytid ular kondensatsiyalanadi, ya'ni adsorbent kovaklar isuyuqlik bilap to'lib qoladi. Boshqacha qilib aytganda, adsorbentda kapillyar kondensatsiya ro'y beradi. Kimyoviya dsorbsiyayoki xemosorbsiya adsorbent va yutilgan modda molekulalari orasida kimyoviy bog'lar hosil bo'lishi bilan xarakterlanadi. Bu albatta kimyoviy reaksiyaning natijasidir. Uvdan tashqari, xemosorbsiya jarayonida kimyoviy reaksiya tufayli kata mikdorda issiklikajralib chiqadi. Odatdaa dsorbsiya jarayonida ajralib chiqadigani ssiqlik adsorbsiya issiqligi(J/kg) deb nomlanadi va u tajribaviy usulda yoki kuyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$r = \frac{19,16 \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

bu erda p_1 va p_2 - tegishli absolyut temperaturalar T_1 va T_2 larda adsorbent ustidagi yutilayotgan moddaning muvozanat bosimlari.

SHunday qilib, xemosorbsiya jarayoni yuqori temperaturada kichik tezliklarda sodir bo'ladi.

Adsorbsiya jarayonining selektivligi adsorbent va yutilayotgan komponentning konsentratsiyasiga temperaturaga, tabiatiga va gazlar yutilayotganda bosimga bog'liqsir.

Undan tashqari, jarayon tezligi adsorbentlarning solishtirma yuza kattaligiga ham bog'liq.

Adsorbentlar turlari va xarakteristikalar

Ma'lumki, xalk xo'jaligining turli sohalarida qo'llaniladigan adsorbentlar iloji boricha katta solishtirma yuzaga ega bo'lish kerak. Kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoatlarda faollangan ko'mir, silikagel, alyumogel, seolit, selluloza, ionitlar, mineral tuproq (bentonit, diatomit, kaolin) va boshqa materiallar adsorbent sifatida ishlatiladi. Albatta, adsorbentlar mahsulot bilan bevosita ta'sirda bo'lgani uchun zararsiz, mustahkam, zaharlimas va mahsulotni iflos qilmasligi kerak.

Adsorbentlar moddaning massa birligiga nisbatan juda katta solishtirma yuzali bo'ladi. Uning kapillyar kanallari o'lchamiga qarab 3 guruxga bo'linadi, ya'ni makrokovakli ($>2 \cdot 10^{-4}$ mm), oraliq kovakli ($6 \cdot 10^{-6} \dots 2 \cdot 10^{-4}$ mm) va mikrokovakli ($2 \cdot 10^{-6} \dots 6 \cdot 10^{-6}$ mm) bo'ladi. SHuni ta'kidlash kerakki, adsorbsiya jarayonining xarakteri ko'p jihatdan kovaklar o'lchamiga bog'liq.

Adsorbent yuzasida yutilayotgan komponent molekulalarining miqdoriga qarab bir molekulali (monomolekulali adsorbsiya) va ko'p molekulali qatlam (polimolekulali adsorbsiya) hosil qilish mumkin.

Adsorbentlarning yana bir muhim xarakteristikasi shundaki, bu uning yutish qobiliyati yoki faolligidir. Adsorbent faolligi uning birlik massasi yoki hajmida komponent yutish mikdori bilan belgilanadi. Yutish qobiliyati 2 xil, ya'ni statik va dinamik bo'ladi. Adsorbentning statik yutish qobiliyati massa yoki hajm birligida maksimal mikdorda modda yutishi bilan belgilanadi.

Dinamik yutish qobiliyati esa, adsorbent orqali adsorbktiv o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi.

Adsorbentlarning komponent yutish qobiliyati temperatura, bosim va yutilayotgan modda konsentratsiyasiga bog'liq. Ushbu sharoitlarda adsorbentning maksimal yutish qobiliyati muvozanat faolligi deb nomlanadi. Adsorbentlar zichligi, ekvivalent diametri, mustahkamligi, granulometrik tarkibi, solishtirma yuza kabi xossalari bilan xarakterlanadi. Sanoatda ko'pincha granula (2...7 mm) ko'rinishidagi yoki o'lchamlari 50...200 mkm bo'lgan kukunsimon adsorbentlardan foydalaniladi.

Faollangan kumirlar odatda tarkibida uglerod bor yog'och, torf, hayvonlar suyagi, toshko'mir kabi mahsulotlarni quruq haydash yo'li bilan olinadi. Ko'mir faolligini oshirish uchun unga 900°S dan ortiq temperaturada havosiz termik ishlov beriladi. Bunda, material kovaklaridagi smolalar ekstragent yordamida ekstraksiya qilib olinadi.

Faollangan ko'mirlarning solishtirma yuzasi 600... 1750 m²/g, to'kma zichligi 250...450 kg/m³, mikrokovaklar hajmi 0,23...0,7 sm³/g. Undan tashqari, ular tarkibida juda kam miqdorda (<8%) kul bo'ladi. Yana shuni ta'kidlash kerakki, havoda 300°S temperaturada faollangan ko'mir yonadi. Faollangan ko'mirning mayda kukunlari 200°S ga yaqin temperaturada yonadi va konsentratsiyasi 17...24 g/sm³ bo'lganda havo tarkibidagi kislorod

bilan portlovchi birikma hosil qiladi.

Adsorbsiya jarayonida tozalashning samaradorligi adsorbentning g'ovaksimon tuzilishiga bog'liq bo'lib, bunda mikrokovak asosiy rol o'ynaydi.

Faollangan ko'mirlar adsorbsion bo'shlig'ining chegaraviy hajmi 0,3 sm³/g ligi tozalash jarayonida qo'llash tavsiya etiladi. Ma'lumki, mikrokovaklar o'lchami katalitik reaksiyalar tezligini belgilaydi. Mikrokovak ulchami 0,8... 1,0 mkm bo'lgan faollangan ko'mirlar optimal deb hisoblanadi. Spirt va liker-aropq ishlab chiqarish sanoatida o'q qayin BAU, buk kabi yog'ochlardan olingan faollangan ko'mir, Spirt-rektifikatlarni aldegid, keton, murakkab efir, karbon kislotalar va yuqori molekulyar birikmalardan tozalashda ishlatiladi. Undan tashqari, mevalar sharbati va pivoni tindirish uchun ham ishlatish mumkin. Qand sharbatini tindirish uchun esa suyak ko'miri asosida olingan ko'mirlar qo'llaniladi. Qand sharbati, konyak, vino, meva sharbatlari, efir yog'lari, jelatinni tozalash uchun mayda donasimon faollangan ko'mir - dekolar ishlatiladi. Ayrim hollarda, faollangan ko'mirlar tozalash bilan birga hid, yoqimsiz ta'm, kolloid va boshqa qo'shimcha aralashmalarni ham yo'qotadi.

Silikagellar bu kremniy kislota gelining suvsizlantirilgan mahsulotidir. Ushbu adsorbentlar natriy silikat eritmalariga kislota yoki ular tuzlarining eritmalarini ta'siri natijasida olinadi. Silikagellarning solishtirma yuzasi 400...780 m², to'kma zichligi esa - 100...800 kg/m³.

Silikagel granulari 7 mm gacha bo'lishi mumkin. Silikagellar asosan suv bug'ini yutish, gazlarni quritish, pivo yoki meva sharbatlarini tozalash uchun qo'llaniladi. Bu adsorbent boshqa adsorbentlarga qaraganda yonmaydi, mexanik jihatdan mustaxkam bo'ladi.

Seolitlar - tabiiy va sun'iy mineral holatida bo'lib, alyumosilikatning suvli birikmasi. Ushbu adsorbent suvda va organik eritmalarda erimaydi. Sun'iy seolit kovaklari ulchami sorbsiyalanayotgan molekula o'lchamiga yaqin bo'lgani uchun, kovaklarga kiriyotgan molekulalarni adsorbsiya qila oladi. Bu turdagi seolitlar molekulyar elaklar deb nomlanadi. Seolitlarning ayrim turlari sharbatlarni konsentrlash uchun ishlatiladi. Seolitlar yuqori yutish qobiliyatiga ega bo'lgani uchun, gazlarni va suyuqliklarni qisman quritish yoki suvsizlantirish uchun ham qo'llaniladi.

Seolitlar, ko'pincha 2...5 mm diametrli fanula ko'rinishida ishlab chiqariladi.

Tuproqlar va tabiiy tuproqsimon adsorbentlar qatoriga bentonit, diatomit, gumbrin, kaolin, askanit, murakkab kimyoviy tarkibli yuqori dispers sistemalar SiO_2 , AlO_2 , SaO , $\text{G'e}_2\text{O}_2$, MgO va boshqa metall oksidlari kiradi.

Tabiiy tuproqlar faolligini oshirish uchun ular sulfat va xlorid kislotalar bilan qayta ishlanadi. Natijada kalsiy, magniy, temir, alyuminiy va boshqa metal oksidlari chiqarib yuborilishi tufayli qo'shimcha kovaklar hosil bo'ladi.

Bu tuproqdar solishtirma yuzasi 20... 100 m^2 , kovaklar o'rtacha radiusi 3...10 mkm bo'ladi.

Kation almashinish sig'imi ortishi bilan tuproqlarning tozalash qobiliyati ko'payadi. Odatda, tuproqlar suyuqlik muhitlarni tozalash uchun ishlatiladi, masalan, rangli moddalarni qayta ishlash natijasida mahsulot oqaradi. SHuning uchun, ayrim hollarda tuproqli adsorbentlar oqartiruvchi tuproq deb ham ataladi.

Oziq-ovqat sanoatida tuproqsimon adsorbentlar vino, pivo, meva sharbatlari, o'simlik yog'larini rafinatsiya qilish va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Pivoni tozalash uchun esa, sirt faol bentonitdan keng ko'lamda foydalaniladi. Masalan, natriyli bentonit vinoni na faqat tozalaydi va mo'tadillaydi, balki uni etilish jarayonini tezlashtiradi va muddati ni qisqartiradi.

Adsorbsion kuchlar tabiatidan qat'iy nazar, adsorbentning massa yoki hajm birligida yutilgan modda mikdori, yutilayotgan modda tabiati, temperatura, bosim va fazadagi aralashma miqsoriga bog'liq.

Jarayondagi qatgiq va gaz yoki suyuqlik fazalarida yutilayotgan moddaning muvozanat konsentratsiyalari o'rtasida quyidagi bog'liqlik.

bu erda x_m adsorbsntda yutilgan modda (adsorbtiv) konsentratsiyasi, ya'ni gaz yoki suyuqlik fazalaridagi adsorbtivning muvozanat konsentratsiyasi, kg adsorbtivning U kg adsorbentga nisbati; u - bug yoki suyuqlik fazadagi adsorbtiv konsentratsiyasi, kg adsorbtivning 1 kg inert qismiga nisbati; r - bug'-gaz aralashmadagi adsorbtivning muvozanat bosimi, N/ m^2 .

(5.166) tenglama bilan ifodalanuvchi bog'liqliklar adsorbsiya izotermalari deb nomlanadi.

Kimyoviy termodinamika asosida adsorbsiya izotermalarining aniq ifodalari topiladi:

Longmyur izotermalari

$$x_m = \frac{abp}{1 + ap}$$

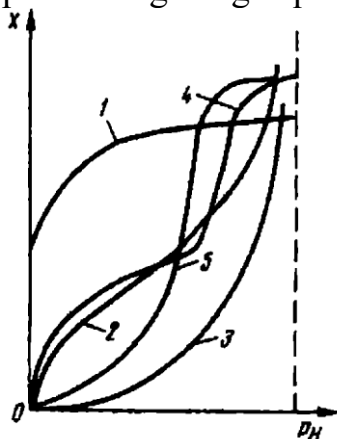
yoki Freydlis izotermalari

$$x_m = k p^{1/n}$$

bu erda x_m - adsorbent bilan yutilgan modda konsentratsiyasi, kg 7 kg adsorbentga; a , k , p - tajribaviy usul bilan aniklanadigan konstantalar.

Temperatura pasayishi, bosim ortishi va fazalarda kushimcha aralashmalar bo'lmasa, adsorbsiya jarayoni tezlashadi.

Adsorbsiya izotermasining turi ko'pgina omillarga: adsorbentning solishtirma yuzasi, kovaklar hajmi, adsorbent tuzilishi, yutilayotgan moda xossalari va jarayon temperaturasiga bog'liq.



5.74-rasmda asosiy 5 xil izotermalar turi keltirilgan.

Rasmdagi 1 egri chiziq mikrokovakli adsorbentga oid.

2 va 4 egri chiziqlar boshlanishidagi bo'rtiqlik xam mikrokovaklar bilan bog'liq. Izotermalarning keyingi qismi yo'nalishini polimolekulyar adsorbsiya va kapillyar kondensatsiya belgilaydi. 3 va 5 egri chiziqlar botiq qismi "adsorbent-adsorbativ" sistemada adsorbativ bilan adsorbent molekulalarining o'zaro ta'sir kuchlari adsorbativ molekulalarining o'zaro ta'sir kuchlaridan kam bo'lgan holatini xarakterlaydi.

Bu turdagi izotermalar juda kam uchraydi.

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat

sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.

2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.

3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.

4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.

Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga o'qitish. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova

M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu projektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparati shvaytsovozvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-

560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering Chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David Jm Ende 2010
5. Guidance for Industry Process Validation; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)

10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №24

Quritish jarayonlarining nazariy asoslari. Nam xavoni asosiy parametrlari. Ramzin diagrammasi. Nam havoning diagrammasi. Nam havoni isitish. Nam havoni sovitish. Turli parametrlil havoni aralashtirish

REJA

1. Quritish jarayonlarining nazariy asoslari.
2. Nam xavoni asosiy parametrlari.
3. Ramzin diagrammasi.
4. Nam havoning diagrammasi.
5. Nam havoni isitish. Nam havoni sovitish.
6. Turli parametrlil havoni aralashtirish

Kuritish

Qattik va pastasimon materiallarni suvsizlantirish yo'li bilan ularga zarur xossalar berish, transport vositalarida uzatish va uzoq muddat davomida saqlash imkoniyatini beradi.

Suvsizlantirishni 3 xil usulda amalga oshirish mumkin:

1. Mexanik (siqish, cho'ktirish, filtrlash, sentrifugalash va h.);
2. Fizik-kimyoviy (suvni o'ziga tortib oluvchi moddalar yordamida, masalan, kalsiy xlorid, sulfat kislota va h.);
3. Issiqlik ta'sirida suvsizlantirish, ya'ni quritish.

Lekin, yuqorida qayd etilgan usullardan eng samaralisi, issiqlik ta'sirida suvsizlantirish, ya'ni kuritishdir. CHunki, kuritish jarayonida to'liq suvsizlantirishga erishsa bo'ladi. Qattiq va pastasimon materiallar tarkibidagi namlikni bug'latish va

hosil bo'layotgan bug'larni chetga olish chiqishga quritish jarayoni deyiladi. Nam materiallarni issiqlik yordamida quritish sanoatda eng keng tarqalgan usul. Ushbu usul kimyoviy, oziq-ovqat va bir qator boshqa texnologiyalarda ishlatiladi. Material tarkibidagi namlik dastavval arzon, mexanik (masalan, filtrlash) usulda, yakuniy, to'la suvsizlantirish esa kuritish usulida olib boriladi. Suvsizlantirishning bunday kombinatsiyalashgan usuli iktisodiy jihatdan samaralidir.

Sanoatda nam materiallarni quritish uchun sun'iy (maxsus kuritish kurilmalarida) va tabiiy (ochiq havoda kuritish juda davomiy jarayon) usullar kullaniladi.

Fizik mohiyatiga ko'ra, kuritish jarayoni murakkab diffuzion jarayondir. Uning tezligi, kuritilayotgan material ichidan namlikning atrof muhitga tarqalishi, diffuziya tezligi bilan belgilanadi. Ma'lumki, kuritish jarayoni bu issiqlik va modda (namlik) ning material ichida harakati va material yuzasidan atrof muhitga uzatilishidir. SHunday qilib, kuritish bu issiqlik va massa almashinish jarayonlarining bir-biri bilan

uzviy bog'langan jarayonlar majmuasidir.

Qattiq, nam materialga issiqlik ta'sir etish usuliga qarab kuritish kuyidagi turlarga bulinadi:

- 1) konvektiv kuritish - bunda nam material bilan kurituvchi eltkich bevosita o'zaro ta'sirda bo'ladi. Odatda, kurituvchi eltkich sifatida qizdirilgan havo yoki tutun gazlari ishlatiladi;
- 2) kontaktli kuritish - issiqlik tashuvchi eltkich va nam material orasida ajratuvchi devor bo'ladi. Materialga issiqdik shu devor orqali izatiladi;
- 3) radiatsion kuritish nam materialga issiqlik infraqizil nurlar orqali uzatiladi;
- 4) dielektrik kuritish - nam material yuqori chastotali tok maydonida uzatiladi;
- 5) sublimatsion kuritish - nam material muzlagan holatda, yuqori vakuum ostida kuritiladi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, istalgan kuritish usulida kuritilayotgan nam material ko'pchilik hollarda issiq havo bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi. Konvektiv kuritish sanoat texnologiyalarida juda ko'p ishlatiladi. Ushbu jarayonni amalga oshirish uchun nam materialga issiq havo ta'sirining ahamiyati katta. SHuning uchun, nam havoning asosiy xossalarini bilish kuritish jarayonini o'rganish va hisoblash uchun zarur. Quruq havoning suv bug'i bilan aralashmasi nam havo deb nomlanadi. Nam havo absolyut va nisbiy namlik, nam saqlash, entalpiya, quruq va ho'l termometr temperaturalarini, parsial bosim kabi parametrlar bilan xarakterlanadi.

Absolyut namlik deb 1 m^3 nam havo xajmidagi suv bugi (kg) mikdoriga aytiladi.

Agar parsial bosim rd da suv bug'i butun hajmi, masalan 1 m^3 ni, egallasa, unda, absolyut namlik suv bug'i zichligi p_g ga teng.

Nisbiy namlik deb havo absolyut namligining, to'yinish paytidagi absolyut namlik nisbatiga aytiladi:

$$\varphi = \frac{p_g}{p_m}$$

bu erda p_g - tuyingan suv bug'ining zichligi, kg/m^3 ; p_m - suv bug'ining zichligi, kg/m^3 .

Gaz tarkibidagi bug'lar parsial bosimi, uning mikdoriga proporsional bo'lgani uchun, nisbiy namlik bir xil temperatura va bosimda havodagi suv bug'i parsial bosimi p_g ning tuyingan suv bug'lari bosimi p_j ga nisbati sifatida ifodalanishi mumkin:

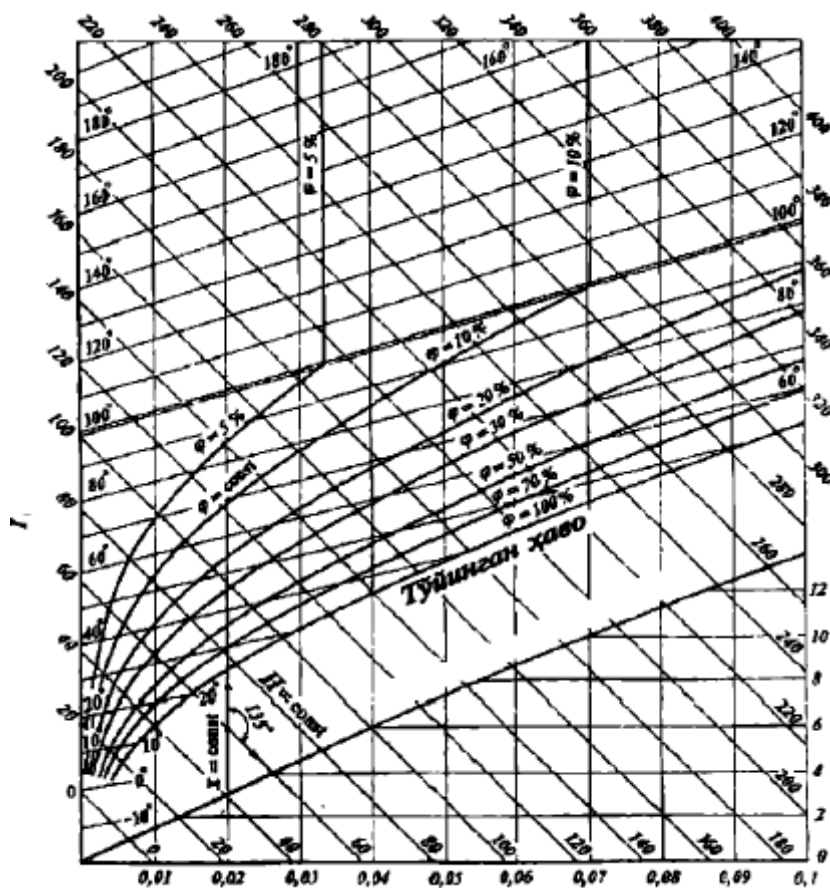
$$\varphi = \frac{p_g}{p_T}$$

$$p_g = \varphi \cdot p_T$$

Nam saqlash deb 1 kg absolyut quruq havoga to'g'ri keladigan suv bug'lari (1 kg) mikdoriga aytiladi.

Nam havoning solishtirma nam sakdashi x (kg/kg) yoki (g/kg) bilan belgilanadi.

Havoning nam saqlashi ushbu nisbat orqali aniqlanadi:



bu erda φ - suv bug'i va absolyut quruq havo massalari, kg.

Mendeleev Klapeyron ideal gazlar holatining tenglamasiga binoan nam saqlash va nisbiy namliklar orasidagi bog'liqlikni aniqlaymiz. Suv bug'i va quruq havo zichliklarini ushbu tenglamalardan topish mumkin:

bu erda M_g va - 1 mol suv bug'i va absolyut quruq havolar massalari, kg/kmol;

R_{oks} - biror temperaturadagi quruq havoning parsial bosimi, Pa; $R = 8314$ gazning universal doimiysi, J/(kmol·K).

Dalton qonuniga binoan $R = R_{oks} + R_{aks}$ - Unda:

$R_{aks} = R - R_{oks}$

(5.192) tenglamadan bilamizki

Agar, R_{aks} va p_g qiymatlarini qo'ysak:

bu erda $M_{aks} = 29$ kg/mol; $M_g = 18$ kg/mol.

Entalpiya termodinamik sistemaning holat funksiyasi bo'lib, I harfi bilan belgilanadi.

Nam havo entalpiyasi quruq havo bilan shu nam havoda bo'lgan suv bug'ining entalpiyalari yig'indisiga teng:

bu erda S_{des} - absolyut quruq havoning o'rtacha temperaturasi; $s_{ts} = 1000$ J/(kg·K); lg -

suv bug'ining solishtirma entalpiyasi, J/kg.

Kuritish jarayonida havo bilan aralashmada bo'lgan suv bug'i o'ta qizdirilgan holatda bo'ladi. Uning solishtirma bug hosil qilishi $gd = 2493 - 103 J/kg$ bo'lsa, o'ta qizdirilgan suv bug'ining solishtirma issiqlik sikimi esa, cga $1,97 \cdot 10^3 J/(kg \cdot K)$.

O'ta qizdirilgan suv bug'ining solishtirma entalpiyasi:

Agar, (5.199) ni (5.198) ga qo'ysak, ushbu ko'rinishdagi tenglamaga erishamiz:

Zichlik. Nam havoning zichligi r , a absolyut quruq havo. va suv bug'i pg zichliklari yig'indisiga teng. Agar, $pg = x r$ ekanligini inobatga olsak, ushbu tenglamani olamiz:

Mendeleev Klapeyronning holat tenglamasiga binoan absolyut quruq havo zichligi kuyidagi tenglamadan aniqlanadi.

(5.197) tenglamadan x va (5.202) dan qiymatlarini olib (5.201) ga qo'isak, ushbu ko'rinishli ifodani olamiz:

Isitish, sovitish va quritish jarayonlarida havoning asosiy xossalari o'zgarishi tasvirlangan va texnik hisoblashlar uchun etarli aniqlikda J1.K.

Ramzinning entalpiya diagrammasi yordamida aniqlanishi mumkin. I - x diafamma o'zgarmas bosim $r = 745 \text{ mm.sim.ust. } (-99 \text{ kPa})$ uchun kurilgan (5.93-rasm).

Diagramma entalpiya / (ordinata o'qi) nam saqlash x (abssissa o'qi) koordinatalarida qurilgan.

Nam saklash

5.93-rasm. Ramzinning I-x diagrammasi.

Koordinata o'qlari 135° burchak ostida joylashtirilgan. Diafammadan foydalanish qulay bo'lishi uchun nam saqlash qiymatlari ordinata o'qiga perpendikulyar, ya'ni qo'shimcha gorizonta o'qga proeksiyalangan.

Diafammaga quyidagi chiziqlar o'tkazilgan: ordinata o'qiga parallel ($x = \text{const}$), o'zgarmas nam sakdash vertikal chiziqlar; qo'shimcha abssissa o'qiga 135° burchakda o'tkazilgan o'zgarmas entalpiya ($I = \text{const}$) qiya chiziqlari; o'zgarmas temperatura (izoterma) chiziqlari; o'zgarmas nisbiy namlik ($p = \text{const}$) chiziqlari; nam havodagi suv bug'ining parsial bosim pg chiziqlari.

O'zgarmas temperatura chiziqlari (5.200) tenglama yordamida quriladi. Buning uchun X_j va parametrlarning istalgan qiymatlari qabul qilinib, ularga tegishli qiymatlari hisoblanadi.

Undan keyin, diafammada koordinatlari bo'lgan nuqtalar aniqlanadi. Topilgan nuqtalar to'fi chiziq bilan birlashtiriladi va u izoterma deb nomlanadi.

O'zgarmas nisbiy namlik chiziqlari (5.197) tenglama yordamida kuriladi.

$F = \text{const}$ chiziqlari koordinatalari $G = -273^\circ S$ va $ds = 0$ bo'lgan nuhtadan tarqaluvchi egri chiziqlar dastasini xosil qiladi.

Kuritish jarayoni kinetikasi

YUqorida qayd etilgandek, kuritish jarayoni murakkab issiqlik va massa almashinish jarayondir. Materialdagi namlik uning ichidan fazalarni ajratib

turuvchi yuzaga massa utkazuvchanlik, ajratib turuvchi yuzadan gaz oqimi yadrosiga esa - konvektiv diffuziya hisobiga o'tkaziladi.

Material tarkibidagi namlikning diffuziyasi nafaqat nam saqlash fadienti, balki temperatura fadienti ham ta'siri ostida ro'y beradi. Materialdagi diffuziyani analitik usulda ifodalash juda qiyin masala. Ma'lumki, kuritish jarayoni tezligi material bilan namlikning bog'lanish shakli va unda namlikning diffuziya mexanizmiga bog'liq. Kuritish jarayoni kinetikasi materialning nam saqlashi yoki o'rtacha namligining

ma'lum vaqgdan keyin o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Odatda, kuritish tezligini tajribaviy usulda topish uchun quritish egri chizig'i quriladi, so'ng u differensiallanib kuritish tezligining egri chizig'i hosil qilinadi.

5.97-rasmda material namligi W va kuritish vaqsh g orasidagi bog'liqgtik tasvirlangan.

Undan tashqari, rasmda material temperaturasining namlikka bog'liqpigi ham keltirilgan. Tipik kuritish egri chizig'i kuritish jarayonining turli davrlarini ifodalovchi bir necha qismdan iborat.

Jarayon boshlanishida nam material qiziydi va undan namlik bug'lanib chiqa boshlaydi. Materialning kuritish temperaturasigacha qizishi A V kesma bilan ifodalanadi. Undan so'ng, o'zgarmas kuritish tezligi davri (V S kesma), ya'ni I davr, boshlanadi. Bu davr qiyalik burchagi α ning o'zgarmas tangensli to'g'ri chizig'i (V S kesma) bilan ifodalanadi va S nuqtada yakunlanadi. Ushbu davrda materialning temperaturasi termometrning ho'l temperaturasi (temperatura efi chizig'idagi B j C_j kesma) qiymatiga teng bo'ladi. O'zgarmas kuritish tezligi davrida uzatilayotgan issiqlik, materialdagi erkin namlikni bug'lanishiga sarflanadi. Ushbu, o'zgarmas kuritish tezlikli davr to'fi chiziq bilan ifodalanadi va u birinchi kritik tezlik ga etganda tamom bo'ladi.

dan boshlab esa kamayuvchi tezlik davri boshlanadi, ya'ni material namligi asta - sekin kamayadi va u S E kesma bilan ifodalanadi. Bu davrda materialdagi temperaturasi C_j E j efi CH iziq bo'ylab ko'tariladi. Kuritish jarayoni oxirida material namligi asimptotik ravishda muvozanat namligi W_m ga yaqinlashib boradi. Material W_m namlikka erishishi bilan undan namlik chiqishi to'xtaydi. Ushbu daqiqada material temperaturasi uni o'rab turgan issiqlik eltkich temperaturasiga (E j nuqta) teng bo'ladi. Lekin, muvozanat namligiga erishish uchun ancha vaqg zarurdir. Quritish tezligi vaqg birligida namlik o'zgarishini ifodalaydi. YA'ni dW/dz (%/soat) yoki dx/dz (s^{-1})- Kuritish tezligi bo'yicha ma'lumotlar asosida kuritish tezligining egri chiziqlari kuriladi (5.98-rasm).

V S gorizontal kesma kuritish jarayonining birinchi, S E esa - ikkinchi davrdagi tezligini ko'rsatadi.

Jarayonning birinchi davrida erkin bog'langan namlik yo'qotiladi va uning tezligi tashqi diffuziya zonasidagi massa almashinish qarshiligi, ya'ni konvektiv massa berish koeffitsienti bilan anikdanadi. Birinchi kritik tezlikka oid S nuqtada material tashqi yuzasidagi namlik gigroskopik namlikka teng bo'lib qoladi.

SHuni aloqida ta'kidlash kerakki, kuritish tezligi egri chiziqlarining ko'rinishi 5.98-rasmda keltirilgandan ancha farq qilishi mumkin. Namlikning material bilan bog'lanish shakllariga qarab, ikkinchi davrning o'zi bir necha davrdan iborat bo'lishi mumkin (5.99-rasm).

Rasmdagi egri chiziq 1 tipik kapillyar - g'ovakli jismlar uchun xosdir. CHiziqning tepa qismi kapillyar, pastki qismi esa - ga teng adsorbsion namlikni yo'qotish tezligini ifodalaydi. E f i chiziq 2 gaelama va yupqa listli materiallar, 3 esa - keramik materiallarni kuritish jarayonini xarakterlaydi.

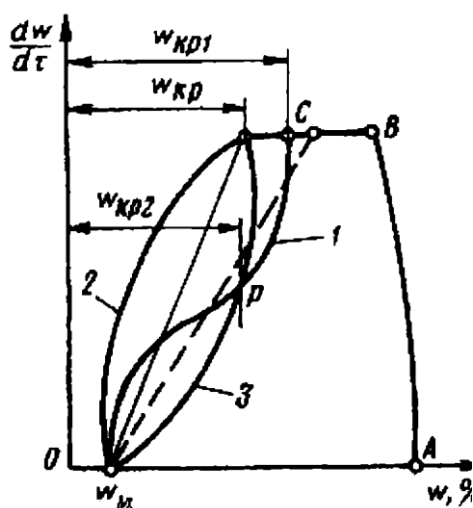
Kuritish tezligi jarayonning muhim texnologik parametri bo'lmish – kuritish intensivligini aniqlash imkonini beradi. Material namligining bug'lanish intensivligi, kuritilayotgan material yuzasi birligidan vaqt birligida chiqarib yuborilayotgan namlik mikdori bilan belgilanadi, ya'ni:

$$W$$

$$t = \frac{W}{F t}$$

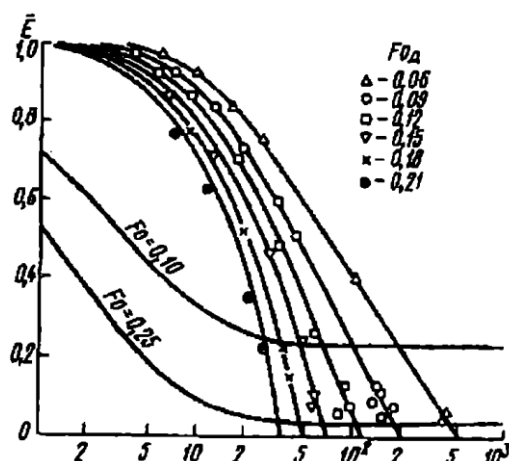
bu erda t - kuritish jarayonining umumiy davomiyligi.

Qattiq nam materialda namlikning diffuziyasi 5.6-rasmda keltirilgan. Qatgic material ichidan tashqi yuzasiga namlikning tarqalishi massa utkazuvchanlik usulida boradi. Fazalarni ajratib turuvchi yuzadan gaz oqimi yadrosiga namlikning tarqalishi esa, konvektiv diffuziya usulida o'tadi. Ma'lumki, kapillyar g'ovakli materiallarda moddaning tarqalishi konsentratsiya va temperatura fadientlari ostida bo'lishi mumkin. Temperatura gradienti ta'sirida qattiq materialda ro'y beradigan namlikning tarqalishi termodiffuziya hisobiga bo'ladi. Agar, materialni kuritish qattiq rejimlarda olib borilsa, ya'ni temperaturalar fadienti salmokli bo'lganda, termodiffuziya hodisasi namoyon bo'ladi.



5.99-rasm. Kapillyar – g'ovakli materiallarning quritish tezligi egri chiziqlarining tasviri.

5.99-rasm. Kapillyar – g'ovakli materiallarning quritish tezligi egri chiziqlarining tasviri.



5.98-rasm. Quritish tezligining egri chieigi.

YUkoridagi tenglamaning birinchi qo'shiluvchisi konsentratsiya gradienti ta'sirida, ikkinchisi esa - temperatura gradienti ta'sirida modda uzatilishini xarakterlaydi.

Tenglamadagi kinetik k va S koeffitsientlar temperatura va jism namligi funksiyasidir. SHuning uchun, nam materialda namlikning tarqalishini unda issiklik almashinish bilan birgalikda qarash kerak. Issiklik almashinish Furening issiklik utkazuvchanlik qonuni bilan ifodalanadi.

YUqorida keltirilgan massa va issiqlik utkazuvchanlik tenglamalar asosida A.V. Likov tomonidan kapillyar - govakli jiemda issiklik va massa almashinishning differensial tenglamalar sistemasi keltirib chiqarilgan:

bu erda $e = dx_{fj}/dx$ - fazaviy o'zgarish kriteriysi; g — bug'lanish issiqligi, kJ/kg.

Ushbu tenglamadagi L , s , e va g koeffitsientlar o'zgaruvchi kattaliklar

bo'lib, jismning namligi va temperaturasiga bog'liq. __

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya” , 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishevizproduktov. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
- 9.Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
- 10.Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA №25

Quritish usullari. Quritish jarayonining kinetikasi. Namlikning material yuzasidan bug'lanishi. Namlikning material ichida siljishi. Quritishning tezligi va davrlari. Quritish apparatlarining hisobi

REJA

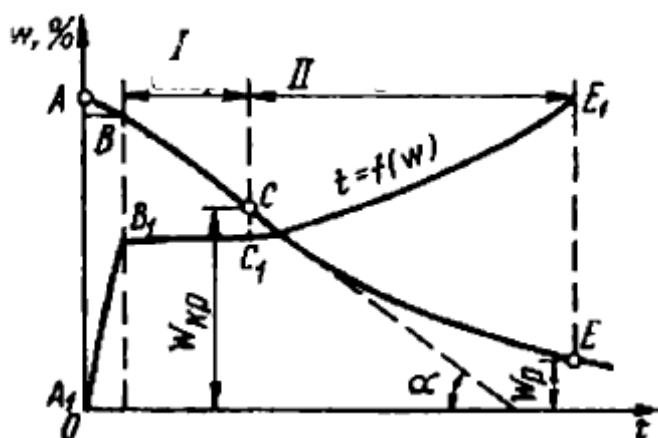
1. Quritish usullari.
2. Quritish jarayonining kinetikasi.
3. Namlikning material yuzasidan bug'lanishi.
4. Namlikning material ichida siljishi.
5. Quritishning tezligi va davrlari.
6. Quritish apparatlarining hisobi

Kuritish jarayoni kinetikasi

YUqorida qayd etilgandek, kuritish jarayoni murakkab issiqlik va massa almashinish jarayondir. Materialdagi namlik uning ichidan fazalarni ajratib turuvchi yuzaga massa utkazuvchanlik, ajratib turuvchi yuzadan gaz oqimi yadrosiga esa - konvektiv diffuziya hisobiga o'tkaziladi.

Material tarkibidagi namlikning diffuziyasi nafaqat nam saqlash fadienti, balki temperatura fadienti ham ta'siri ostida ro'y beradi. Materialdagi diffuziyani analitik usulda ifodalash juda qiyin masala. Ma'lumki, kuritish jarayoni tezligi material bilan namlikning bog'lanish shakli va unda namlikning diffuziya mexanizmiga bog'liq. Kuritish jarayoni kinetikasi materialning nam saqlashi yoki o'rtacha namligining

ma'lum vaqgdan keyin o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Odatda, kuritish tezligini tajribaviy usulda topish uchun quritish egri chizig'i quriladi, so'ng u differensiallanib kuritish tezligining egri chizig'i hosil qilinadi.



5.97-rasmda material namligi W va kurish vaqsh t orasidagi bog'liqlik tasvirlangan.

Undan tashqari, rasmda material temperaturasi namlikka bog'liqligi ham keltirilgan. Tipik kuritish egri chizig'i kuritish jarayonining turli davrlarini ifodalovchi bir necha qismdan iborat.

Jarayon boshlanishida nam material qiziydi va undan namlik bug'lanib chiqib boshlaydi. Materialning kuritish temperaturasi qizishi A V kesma bilan ifodalanadi. Undan so'ng, o'zgarmas kuritish tezligi davri (V S kesma), ya'ni I davr, boshlanadi. Bu davr qiyalik burchagi α ning o'zgarmas tangensli to'g'ri chizig'i (V S kesma) bilan ifodalanadi va S nuqtada yakunlanadi. Ushbu davrda materialning temperaturasi termometrning ho'l temperaturasi (temperatura efi chizig'idagi B j C_j kesma) qiymatiga teng bo'ladi. O'zgarmas kuritish tezligi davrida uzatilayotgan issiqlik, materialdagi erkin namlikni bug'lanishiga sarflanadi. Ushbu, o'zgarmas kuritish tezlikli davr to'fi chiziq bilan ifodalanadi va u birinchi kritik tezlik ga etganda tamom bo'ladi.

dan boshlab esa kamayuvchi tezlik davri boshlanadi, ya'ni material namligi asta-sekin kamayadi va u S E kesma bilan ifodalanadi. Bu davrda materialdagi temperaturasi C_j E_j efi CH iziq bo'ylab ko'tariladi. Kuritish jarayoni oxirida material namligi asimptotik ravishda muvozanat namligi W_m ga yaqinlashib boradi. Material W_m namlikka erishishi bilan undan namlik chiqishi to'xtaydi. Ushbu daqiqada material temperaturasi uni o'rab turgan issiqlik eltkich temperaturasi (E_j nuqta) teng bo'ladi. Lekin, muvozanat namligiga erishish uchun ancha vaqt zarurdir. Kuritish tezligi vaqt birligida namlik o'zgarishini ifodalaydi. Ya'ni dW/dz (%/soat) yoki dx/dz (s^{-1})- Kuritish tezligi bo'yicha ma'lumotlar asosida kuritish tezligining egri chiziqlari kuriladi (5.98-rasm).

V S gorizontal kesma kuritish jarayonining birinchi, S E esa - ikkinchi davrdagi tezligini ko'rsatadi.

Jarayonning birinchi davrida erkin bog'langan namlik yo'qotiladi va uning tezligi tashqi diffuziya zonasidagi massa almashinish qarshiligi, ya'ni konvektiv massa

berish koeffitsienti bilan anikdanadi. Birinchi kritik tezlikka oid S nuqtada material tashqi yuzasidagi namlik gigroskopik namlikka teng bo‘lib qoladi.

SHuni aloqida ta’kidlash kerakki, kuritish tezligi egri chiziqlarining ko‘rinishi 5.98-rasmda keltirilgandan ancha farq qilishi mumkin. Namlikning material bilan bog‘lanish shakllariga qarab, ikkinchi davrning o‘zi bir necha davrdan iborat bo‘lishi mumkin (5.99-rasm).

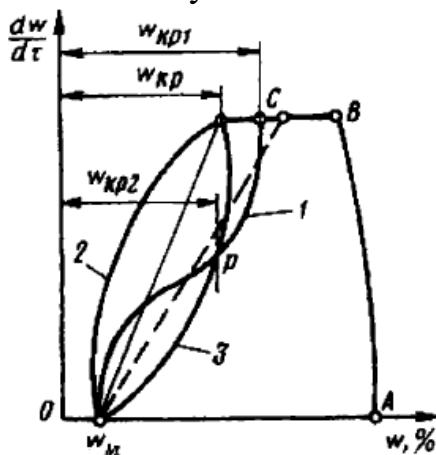
Rasmdagi egri chiziq 1 tipik kapillyar - g‘ovakli jismlar uchun xosdir. CHiziqning tepa qismi kapillyar, pastki qismi esa - ga teng adsorbsion namlikni yo‘qotish tezligini ifodalaydi. Ef i chiziq 2 gaelama va yupqa listli materiallar, 3 esa - keramik materiallarni kuritish jarayonini xarakterlaydi.

Kuritish tezligi jarayonning muhim texnologik parametri bo‘lmish – kuritish intensivligini aniqlash imkonini beradi. Material namligining bug‘lanish intensivligi, kuritilayotgan material yuzasi birligidan vaqt birligida chiqarib yuborilayotgan namlik mikdori bilan belgilanadi, ya’ni:

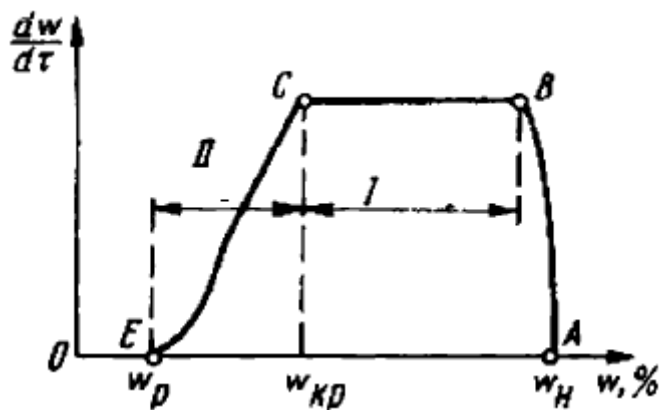
$$t = \frac{W}{F t}$$

bu erda t - kuritish jarayonining umumiy davomiyligi.

Qattiq nam materialda namlikning diffuziyasi 5.6-rasmda keltirilgan. Qatgiq material ichidan tashqi yuzasiga namlikning tarqalishi massa utkazuvchanlik usulida boradi. Fazalarni ajratib turuvchi yuzadan gaz oqimi yadrosiga namlikning tarqalishi esa, konvektiv diffuziya usulida o‘tadi. Ma’lumki, kapillyar g‘ovakli materiallarda moddaning tarqalishi konsentratsiya va temperatura fadientlari ostida bo‘lishi mumkin. Temperatura gradienti ta’sirida qattiq materialda ro‘y beradigan namlikning tarqalishi termodiffuziya hisobiga bo‘ladi. Agar, materialni kuritish qattiq rejimlarda olib borilsa, ya’ni temperaturalar fadienti salmokli bo‘lganda, termodiffuziya hodisasi namoyon bo‘ladi.



5.99-rasm. Kapillyar – govakli maternallarnvng quritish tezligi egri chiziqlarining tasviri.



5.98-rasm. Quritish tezligining egri chieigi.

YUkoridagi tenglamaning birinchi qo‘shiluvchisi konsentratsiya gradienti ta’sirida, ikkinchisi esa - temperatura gradienti ta’sirida modda uzatilishini xarakterlaydi.

Tenglamadagi kinetik k va S koeffitsientlar temperatura va jism namligi funksiyasidir. SHuning uchun, nam materialda namlikning tarqalishini unda issiqlik almashinish bilan birgalikda qarash kerak. Issiqlik almashinish Furening issiqlik utkazuvchanlik qonuni bilan ifodalanadi.

YUqorida keltirilgan massa va issiqlik utkazuvchanlik tenglamalar asosida A.V. Likov tomonidan kapillyar - govakli jiemda issiqlik va massa almashinishning differensial tenglamalar sistemasi keltirib chiqarilgan:

$$\frac{\partial x}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial l} \left(k \frac{\partial x}{\partial l} + k \delta \frac{\partial t}{\partial l} \right) \quad c \rho_{\text{akm}} \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial l} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial l} \right) + \sigma \frac{\partial x}{\partial \tau}$$

bu erda $e = dx_{fj}/dx$ - fazaviy o‘zgarish kriteriysi; g — bug‘lanish issiqligi, kJ/kg.

Ushbu tenglamadagi L , s , e va g koeffitsientlar o‘zgaruvchi kattaliklar bo‘lib, jismning namligi va temperaturasiga bog‘liq. __

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya” , 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'limresurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090
2. Proceedings of the 8th international conference on foundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden, John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer – aided chemical engineering, 34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013.
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing, David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry Process Validation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#) Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. Proceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №26

Quritish apparatlari. Konvektiv quritkichlar, tunelli, lentali, barabanli, mavxum qaynash qatlamli, sohib beruvchi, pnevmatik quritkichlar. Dori vositalarini quritishning o'ziga hos hususiyatlari.

REJA

Quritish apparatlari. Konvektiv quritkichlar, tunelli, lentali, barabanli, mavxum qaynash qatlamli, sohib beruvchi, pnevmatik quritkichlar. Dori vositalarini quritishning o'ziga hos hususiyatlari.

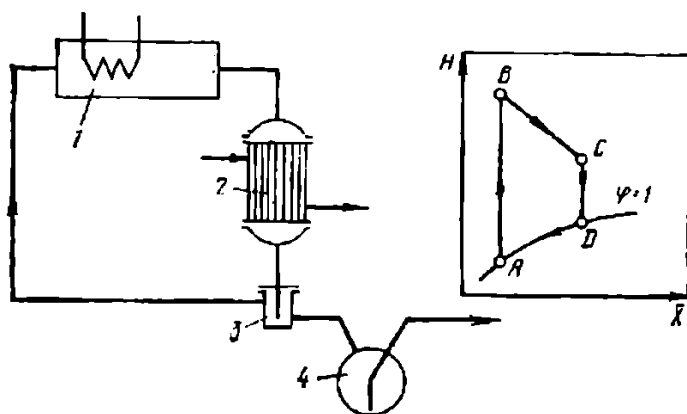
Kuritkichlarkonstruksiyalari

Kimyo, oziq -
ovqatvaboshqasanoatlarda qo'llaniladigan quritkichlarkonstruksiyalariturlitumandir. Ular bir-biridan har xil belgilariga qarab farqdanadi. Qattiq, nam materialga issiklik uzatish turiga qarab konvektiv, kontaktli va maxsus kuritkichlarga bo'linadi. Issiklik eltkich sifatida havo, gaz va bug' ko'llanilishi mumkin. Kuritish kamerasidagi bosim kattaligiga qarab, vakuum va atmosfera bosimida ishlaydigan kuritkichlarga bo'linadi. Jarayonni tashkil etish usuliga qarab, davriy va uzluksiz ishlaydigan kuritkichlar bo'lishi mumkin. Undan tashqari, material va issiklik eltkich harakatiga qarab parallel, qarama-qarshi va o'zaro kesishgan yo'nalishli kuritkichlar tayyorlanadi. Yuqorida qayd etilganlardan ko'rinib turibdiki, kuritkichlarni umumlashtiruvchi klassifikatsiya qilish juda qiyin. SHuning uchun, kuyida issiqlikni uzatish va kuritilayotgan material qatlamining holatiga qarab guruhlariga ajratilgan kuritkichlar konstruksiyalarini ko'rib chiqamiz.

Halq xo'jaligining turli sohalarida kamerali, tunnelli, lentali, shaxtali, sirtmokdi, mavxum qaynash qatlamli, barabanli, tebranma, jo'vali, purkovchi, pnevmatik, ikki pogonali va boshqa kuritkichlar qo'llaniladi.

Kamerali kuritkichlar konvektiv kurilmalar ichida eng sodda tuzilgan va qobiq 1 ichida vagonetka 2 lar joylashgan bo'ladi.

Vagonetkalar tokchalarida nam material joylashtiriladi. Havo kaloriferda qizdirilib, ventilyator yordamida haydaladi va material ustidan yoki ichidan o'tib namlikni bug'latadi. Ishlatib bo'lingan havoning bir qismi yangi xavo bilan aralashtiriladi. Bu turdagi kuritkichlar, odatda atmosfera bosimida ishlaydi. Ular kichik korxonalarda mayin rejim va past temperaturada nam materiallarni kuritish uchun mo'ljallangan. Afzalliklari: tuzilishi sodda va ta'mirlash oson.

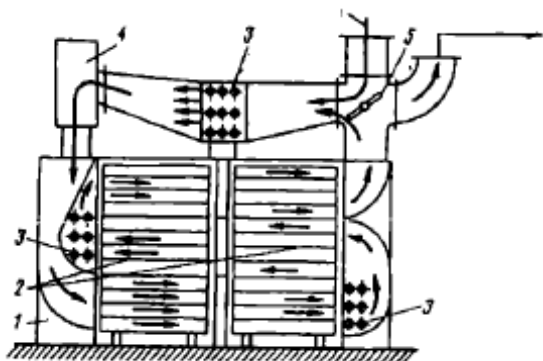


5.106-rasm. Ishlatilgan gazdan ko‘p marta foydalanish usulida kuritish sxemasi.
1 - quritkich; 2 - kondensator-sovutkich; 3 - suv ajratgich; 4 - yig‘gich.

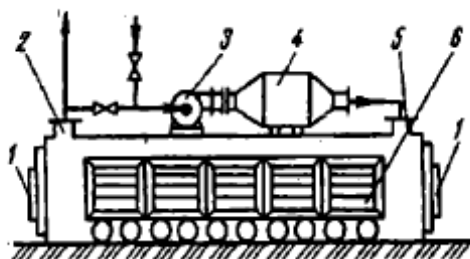
Kamchiliklari: kamerali quritkichlarning ish unumdorligi kichik va mahsulot qurishi bir tekisda emas. Tunnelli quritkichlar. Jarayonni tashkil etish bo‘yicha bu kurilmalar

uzluksiz ishlaydigan kuritkichlar qatoriga kiradi. Bu kuritkichlar to‘g‘ri to‘rtburchak ko‘ndalang kesimli uzun kameradan iboratdir (5.108-rasm). Nam material yuklangan aravachalar temir relslar ustida harakatlanadi.

Kurilmaning kirish va chiqish eshiklari zich yopiladi. Aravachalarning kuritish kamerasida bo‘lish vaqti kuritish jarayoni davomiyligiga teng. Material yuklangan aravachalarning kameradan bir marta o‘tishida nam material kuritish. Issiq-pik eltkich kaloriferda qizdirilib, ventilyator yordamida kurilmaga uzatiladi.



5.107-rasm. Kamerali kuritkich.
1 qobiq; 2 - vagonetka; 3 - kalorifer; 4 - ventilyator; 5 — shiber.



5.108-rasm. Tunnelli kuritkich.

1-eshikchalar; 2-gazoxod; 3— ventilyator; 4-kalorifer; 5— qobiq; 6—materialli aravacha.

Bu turdagi kuritkichlarda issiqlik eltkich qisman retsirkulyasiya qilinadi. Nam material va issiqlik eltkich parallel yoki qarama — qarshi yo‘nalishli bo‘lishi mumkin. Ko‘pincha kalorifer va ventilyator kuritkichning yoniga yoki tomiga o‘rnatiladi. Ishlatib bo‘lingan havo quvur orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bu turdagi kurilmalarda, materialni aralashtirib bo‘lmaydi va qurish bir tekisda emas; tunnelli kuritkichlar o‘lchami katta, donasimon materiallarni, sabzavot, meva, makaron va boshqa mahsulotlarni

kuritish uchun mo‘ljallangan. Kuritkich kamchiliklari: kuritish tezligi kichik, jarayon uzoq muddatda davom etadi va bir tekisda emas.

Lentali kuritkichlar uzluksiz ishlaydigan kuritkichlar qatoriga kiradi (5.109-rasm).

Nam material kurilmaning tepa qismidagi bunker orqali yuklanadi va konveyerning yuqori lentasiga tushadi. Odatda, ikkita baraban orasiga tortilgan lenta teshikli bo‘ladi va nam material uning ustida harakatlanadi.

Lentaning ikkinchi uchiga etganda, material pastki konveyerga to‘kiladi. Eng pastki konveyerdan, kuritilgan material chiqarish bunkeriga to‘kiladi.

Kuritilayotgan materialning bir lentadan ikkinchisi to‘kilib o‘tishi uning aralashishiga sababchi bo‘ladi. Natijada, kuritish tezligi ortadi. Ko‘pincha bunday kuritkichlar ko‘p lentali qilib yasaladi. Material va issiqlik eltkich o‘zaro kesishgan yo‘nalishda harakatlanadi. SHu bilan birga, parallel va qarama - qarshi yo‘nalishli kuritkichlar

ham ishlab chiqariladi. Bunday kuritkichlarda issiqlik eltkich qisman retsirkulyasiya

qilinishi mumkin.

Havoni retsirkulyasiya va oraliq qizdirilishi tufayli lentali kuritkichlarda mayin kuritish rejimlariga erishish mumkin.

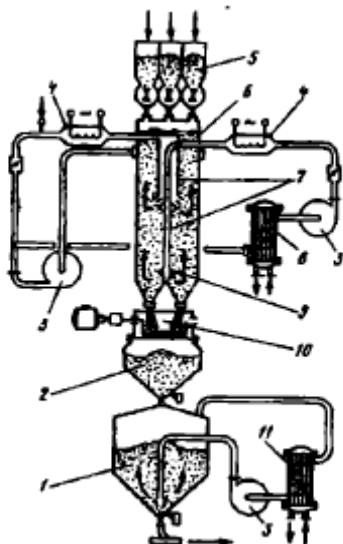
Lentali kuritkichlarning ayrim konstruksiyalarida, bir tekisda kuritishga erishish uchun, material qatlamini aralashtirish va qatlamni tekislash uchun lenta ustiga maxsus ag‘diruvchi moslama o‘rnatiladi. Kuritkichning asosiy kamchiliklari: ko‘pol, ko‘p joy egallaydi, ta‘mirlash va ekspluatatsiya qilish murakkab, ish unumdorligi kichik va issiqlik sarfi katta.

SHaxtali kuritkichlar donador, sochiluvchan materiallarni kuritish uchun ishlatiladi (5.110-rasm). Issiqlik eltkichni uzatish uchun kuritkichning o‘qi bo‘ylab trubalar o‘rnatilgan.

Trubalarning ikkinchi uchida issiqlik eltkichni bir xilda taqsimlash uchun jalkplar o‘rnatilgan. Issiqlik eltkichni uzatish va sirkulyasiya qilish sistemasi kuritish hajmini ikkita zonaga bo‘ladi. Birinchi zonada ikkinchisidan chiqayotgan issiqlikdan foydalaniladi.

Birinchi zonada asosan sirtiy namlik, ikkinchisida esa - ichki namlik yo‘qotiladi.

Ikkinchi zonaga yuborilayotgan issiqpiq eltkich dastavval shu zonadagi kondensatorda qisman kuritiladi. Quritkichning tepa qismida ikkila oqim bir-biriga aralashib ketadi va kaloriferda qizdirilgandan so‘ng, gazoduvka yordamida quritkichning birinchi zonasiga uzatiladi. Quritilgan materialni to‘kish uzluksiz ishlaydigan tokchali qadoqlagich yordamida amalga oshiriladi.



5.110-rasm. Sochiluvchan, donador materiallarni kuritish uchun shaxtali kuritkich.
1 - bunker - sovutkich; 2 -oralik bunker; 3 - gazoduvka; 4 - kalorifer; 5 -bunker; 6 - shaxta; 7 – issiklik eltkichni uzatish trubalari; 8 - kondensator-sovutkich; 9 - jalyuzlar;10 - qadoqlagich; 11 sovutkich.

Tayanch iboralar

Mavzuni mustahhlamlash uchun savollar

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda

- barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
 3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
 4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
 5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
 6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya” , 1987.
 7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.
 8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.
 9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
 11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
 13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishchevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
 14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
 15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
 16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
 17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektron ta’lim resurslari

1. www.google.uz

2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
- 9.Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. ApplNumer Math 22: 41-53.](#)
- 10.Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

MA'RUZA MASHGULOTLARI

MA'RUZA №27

**Kristallanish. Qotishmalardagi kristallanish. Kristallarning paydo bolishi.
Kristallarning kopayishi. Eritmalarning kristallanishi. Vakuum
kristallizatorlar**

REJA

4. Kristallarning paydo bolishi.
5. Qotishmalardagi kristallanish
6. Kristallarning kopayishi
7. Eritmalarning kristallanishi
8. Vakuum kristallizatorlar

Kristallilik darajasi qattiq moddalarning fizikaviy-kimyoviy xususiyatlaridan, shu jumladan barqarorligidan eng muhim xususiyati sanaladi. YAgona jarayon sifatida kristallashnish tushunchasi ko'p komponentli suyuq fazalardan bir komponentli qattiq suyuq fazalarni olishni tavsiflaydi (Mullin, 1993). U qotishma yoki eritmalardan qattiq kristall moddalar olishga qo'llanilishi mumkin. Eritmaning kristallanish darajasi eng muhim sanaladi. Sof, quruq qattiq moddalar olish uchun suyuqlik fazasidan qattiq moddalarni ajratish kerak. Bu qoidaga ko'ra sentrifugalash yoki filtrlash va quritish orqali amalga oshiriladi. Kristallanishning muhimligi tozalash jarayonida mahsulotning fizikaviy xususiyatlariga erishishda yotadi. Kristall kukun oson qayta ishlanadi, barqaror bo'lib, yaxshi oquvchanlik xususiyatiga va tashqi ko'rinishga ega.

Bug'dan kristallanish tabiiy shaklda sovuq nam havo shakllanishida sodir bo'ladi, sublimatsiya va liofilizatsiya jarayonlarida foydalaniladi. Uskunalar sifatida ixtisoslashtirilgan kondensator ko'rib chiqilishi mumkin, bunda asosiy muammo kristallashtirish issiqligini bartaraf qilish va qattiq kondensatdir. Kondensatorlar qoidaga ko'ra parallel o'rnatilgan bo'lib, shuningdek qo'l yordamida o'chirilishi mumkin, sublimatsiyani to'xtatmasdan eritma olish mumkin. Bu jarayon kelgusida ko'rib chiqilmaydi.

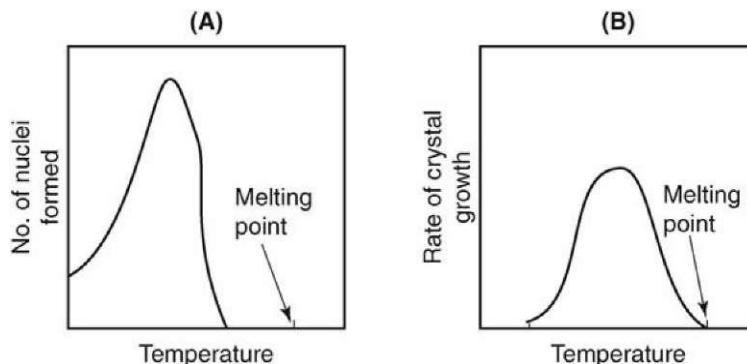
Farmatsevtika sanoatida kristallanish odatda kichik miqdordagi eritmalarda, qobiqqa ega va ko'chiriladigan idishlarda o'tkaziladi. Kristallanish sharoitlari mos soflik, kristall shakli qoidaga ko'ra tajriba yo'li bilan aniqlangan. Kristallanishni nazorat qiladigan asosiy omillarni o'rganish muhim ahamiyatga ega. Bu tadqiqotlardan ko'plab axborotlar tayyorlangan eritmani sinchiklab o'rganishda olinadi. Ular kristallanish jarayonining ikki bosqichini ko'rsatadi: kristallarning paydo bo'lishi va o'sishi.

Nukleatsiya kristall atrofida ko'payadigan kichik yadrolarning shakllanishini tavsiflaydi. Paydo bo'lmasdan kristallarning ko'payishi sodir bo'lmaydi.

Qotishmalardagi kristallanish

Qotishma bir materialdan tayyorlangan suyuqlik shaklida yoki ikki yoki undan ortiq materialdan gomogen suyuqlik shaklida aniqlanishi mumkin. Bu tizimdagi kristallanish quyidagi ketma-ketlik bilan tavsiflanadi: haddan tashqari sovutish, kurtaklarning shakllanishi va kristallarning ko'payishi. Agar bir komponentli suyuqlik bir qator bosqichda sovutilsa, haddan ortiq sovutish kristall ildizlari shakllanguncha va o'sish boshlanguncha davom etadi. Metabarqaror suyuqlik

eritish nuqtasidan quyida bo‘ladi, uni faqat sovutish yo‘li bilan kiritish mumkin. Bu metabarqaror sovutish sohasida nukleatsiyaning yo‘qligi kristallar shakllanishi va ko‘payishiga to‘siq bo‘ladi . Ammo agar bir-biriga tegib turuvchi kristallar qo‘shilsa o‘rish sodir bo‘ladi



Rasm 27.1 (A) juda qattiq sovutilgan darajaga ega paydo bo‘lishdagi o‘zgarishlar b) juda qattiq sovutish darajasi bilan kristallar o‘rish tezligidagi o‘zgarishlar

Metabarqaror tizimni maqsadli tarqatish sanoat kristallanishda odatda foydalaniladi. Keyingi sovutishda kristallanishning ajratilgan issiqligi sodir bo‘ladi va qotishma harorati eritmaning oldingi haroratigacha etadi. YAnada pats haroratga ega maetriallardan foydalanganda yopishqoqlik oshadi va ildizlar shakllanishining oldi olinadi. Keyinchalik suyuqlik kristallanishsiz massada sovutiladi. Bu vitrifikatsiya sifatida ma‘lum, mahsulotlar esa ko‘zoynak deb ataladi. Ko‘plab organik moddalar shunday shaklda olinishi mumkin, isitishdan so‘ng devitrifikatsiya sodir bo‘ladi.

Kristallarning paydo bo‘lishi

Ayrim bir komponentli piperidin kabi tizimlarda nukleatsiya va kristallarning o‘rishi mustaqil va alohida o‘rganilgan . Vovutish funksiyasi sifatida nukleatsiya tezligi ma‘lum haroratda. Belgilangan vaqt davomida qotishmani saqlash yo‘li bilan o‘rganiladi, keyinchalik haroratni metabarqaror sohasigacha tez oshirish mumkin. 27.1 rasmda bunday tajribaning natijalari keltirilgan. Sovutishning quyi darajalarida kristallar paydo bo‘lishi kam yoki umuman sodir bo‘lmaydi. Keyingi sovutishda nukleatsiya tezligi maksimumgacha oshadi va keyinchalik pasayadi

Ortiqsa sovutish shakllangan yadro miqdorini cheklash yo‘li bilan kristallanish tezligini kamaytirishi mumkin.

Kristallarning ixtiyoriy tarzda paydo bo‘lishi pastkinetik energiyaga ega molekulalarning miqdori etarli bo‘lganda sodir bo‘ladi. Yadroning o‘rishi yuqori lokal konsentratsiya sohasida juda qisqqa vaqt davomida sodir bo‘ladi. Shundan so‘ng ma‘lum o‘lchamga erishilib, yadro barqaror bo‘ladi. Harorat pasayganda kristallarning shakllanish tezligi oshadi va past energiyaga ega katta miqdordagi molekulalar bo‘ladi. Nukleatsiya tezligining kamayishi past haroratda qotishmaning yopishqoqligi oshishi sababli sodir bo‘ladi.

Kristallarning ko‘payishi

Agar kristallarning paydo bo'lishi va ko'payishi bir-biriga bog'liq bo'lmasa, so'nggisi tabiiy paydo bo'lmaslik sharoitida kichik kristallarga ega qotishmani tarqatish yo'li bilan o'rganilishi mumkin. O'sish tezligi o'lchangan bo'lishi mumkin. O'sish tezligi va harorat o'rtasidagi nisbat 27.1 rasmda ko'rsatilgan. Shuningdek sovutishning optimal darajasi namoyon bo'lib, haroratning maksimal o'sishi qoidaga ko'ra nukleatsiya maksimal haroratiga qaraganda yuqori bo'ladi. Kristallarning teskari o'sish shakli yana kinetik molekulalar bilan tushuntiriladi. Qotishmaning quyi nuqtasidagi haroratda molekulalar juda yuqori energiyaga kristal panjaraga qolish uchun ega bo'ladi. Harorat pasayganda katta miqdordagi molekulalar saqlanadi va o'sish tezligi oshadi.

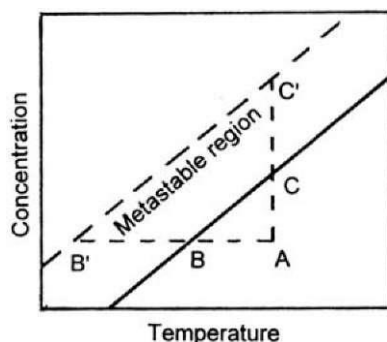
Bir komponentli qotishmalardagi kristallar ko'payishi uchun kristal sirtidagi molekulalar panjarada to'g'ri holatda bo'lishi va kinetik energiyaning yo'qotilishi mos tarzda yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Energiyadagi bu o'zgarishlar kristallanish issiqligi shaklida namoyon bo'ladi va bu qotishma hajmida kuzatilishi kerak. Kristallarning o'sish tezligi issiqlik o'zgarish tezligi va sirtida sodir bo'ladigan o'zgarishlarga ta'sir qiladi. Tizimlarni aralashtirish suyuqlik qatlamlari issiqlik qarshiligini kamaytirish hisobidan issiqlik uzatishni oshiradi.

Ko'p komponentli qotishma va eritmalarda yon suyuqlik qatlamlari yo'qladi va konsentratsiya gradienti belgilanadi. Molekulalarning diffuziyasi keyingi bo'limda muhokama qilinadi.

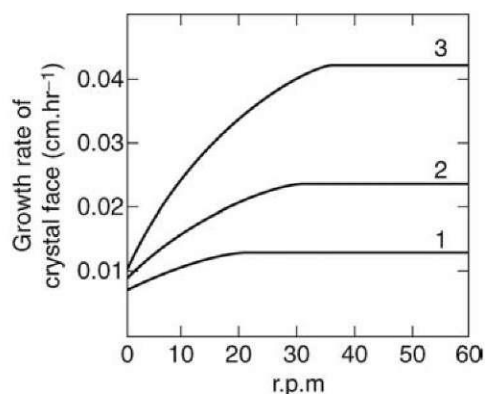
Yuqorida keltirilganlar ayrim tayyorlangan eritmalar xususiyatini belgilaydi. CHang va boshqa erimaydigan moddaalar kristallanish markazi sifatida chiqib nukleatsiya tezligini oshiradi. Eriydigan aralashmalar kristallar paydo bo'lishi va o'sishi sur'atlarini oshirish va kamaytirishi mumkin. Aralashmalar shuningdek kristallanadigan metrial shakliga ta'sir qiladi.

Eritmalarning kristallanishi

Eritmalardagi meteriallarning kristallanishi yuz berganda kristal paydo bo'lishi va ko'payishi keng oraliq harorat diapazonida sodir bo'lib, bu jarayonlarni o'rganish ancha murakaab sanaladi. Ular nukleatsiyaiga o'xshash bo'lib eritmadagi kristallarni. Uchta asosiy bosqich induksiya, kristallarning shakllanishi va o'sishi 9.2 rasmda keltirilgan erituvchanlik chizig'i bilan tushuntiriladi.



27.2pacm.Erituvchanlikdiagrammasi



Rasm 27.3 Tiosulfat natriy kristallari o'sishiga aralashtirishning ta'siri.

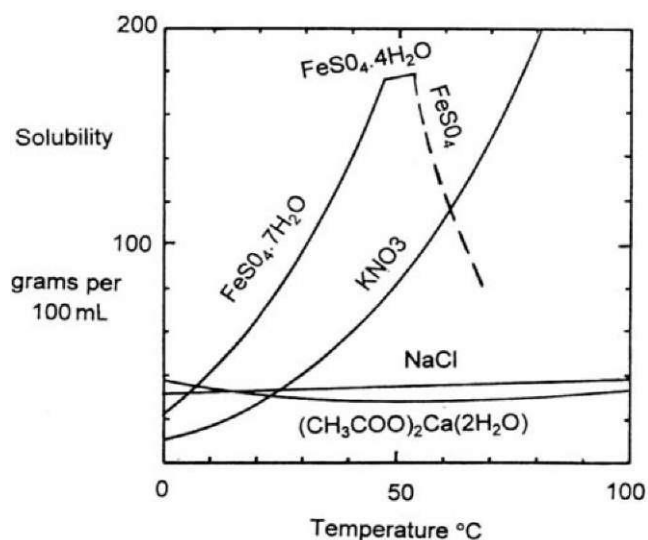
Eritmaning harorati va konsentratsiyasi A nuqta bilan tushuntirilib, V nuqtagacha sovutilib yoki erituvchilar yo'qotilishi mumkin. Kyeingi sovutish va konsentratsiyada metabarqaror soha kiritiladi. Agar konsentratsiya darajasi kam bo'lsa kristallarning shakllanishi kam ehtimolli bo'ladi. Kristallarning o'sishi urug' qo'shilganda ham sodir bo'ladi. Agar eritma V nuqtagacha sovutilsa yoki S gacha erituvchilarni yo'qotish yo'li bilan konsentratsiya qilinsa kristallar paydo bo'lishiga shubha tug'ilmaydi. Kristallarning o'sishi mazkur sharoitda ham sodir bo'lishi mumkin. O'sish sur'atlari past haroratda kuchayadi.

Kristallar o'sish vaqtida unga yaqin joylashgan molekulalar kamayishi kuzatiladi. Harakatlantiruvchi kuch gradient konsentratsiyasini o'rnatishni ta'minlaydi. Yuzadagi reaksiyalar kristallar o'sishining ikkilamchi qarshilini ta'minlaydi. Bir vaqtda kristallanish issiqligi mustahkamlikka ta'sir qiladi.

Agitatsiya harorat va to'yinganlikning belgilangan sharoitlarida kristallar o'sish tezligini o'zgartiradi. Dastlabki aralashtirish chegaraviy qatlam kenglini kamaytirish va diffuzion qarshilik hisobidan o'sish tezligini oshiradi. Qo'zg'alish kuchayib, chegaraviy miqdorga etadi. 9.3 rasmda tiosulfat natriy eritmasidagi kristallar o'sish tezligiga aralashtirishning ta'siri keltirilgan

Eritiladigan aralashmalar nukleatsiya tezligini oshirishi yoki kamaytirishi mumkin. Erimaydigan moddalar yadro sifatida ta'sir qilishi va kristallanishni tezlashtirishi mumkin. Aralashmalar shuningdek kristallik shakliga ham ta'sir qiladi.

Kristallanish amalga oshiriladigan harorat kristallik shakli yoki talab qilinadigan mahsulot gidradatsiya darajasi yordamida aniqlanishi mumkin. 9.4 rasmda keltirilgan eruvchanlik chizig'ida kristallanish 50 gradus haroratdagi $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 60 ° S da $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 70 ° S dagi, FeSO_4 da o'tkazilgan. Ko'plab metariallar bir yoki ikkita shaklda mavjud bo'ladi. Eritmaning aralashtirish darajasi 1 ga 5 g/l, 2 ga 10g/l va 3 ga 15g/l ni tashkil qildi



Rasm 27.4 Eruvchanlik chizig'i.

Kristallizatorlarni loyihalashtirish va foydalanishdagi tamoyillar

Kristallashtirish qurilmasining maqsadi talab qilinadigan shaklda kristallarni yaratish, sof, mahsulot o'lchamlarini tarqatishdir. Bunga aralashtirish darajasini saqlash hisobidan erishiladi. Shakllangan yadro sifatining nazorati kristallar o'lchami bilan amalga oshiriladi. Muqobil sifatida kristallar soni va o'lchami zarur miqdordagi sun'iy moddalarni qo'shish yo'li bilan nazorat qilinadi.

Ko'pgina hollarda ish tartibi moddaning erituvchanligi va harorati bilan aniqlanadi, bunga misol 27.4-rasmda keltirilgan. Muhim ahamiyatga ega bo'lgan boshqa omillar eritiladigan moddaning termik barqarorligi sanaladi.

eruvchanlik ko'effitsientiga ega materiallarga misol bo'ladi. Bunda aralashtirishning yaxshi darajasiga erituvchining bir qismini bug'latish yo'li bilan erishiladi. Ayrim holatlarda ham bug'latish ham sovutishdan foydalaniladi. Boshqa kristallizatorlarda flesh-sovutishdan foydalaniladi. Qaynatilgan eritma vakuum kamerasiga o'tkaziladi va unda sovutish va bug'latish joyi mavjud bo'ladi.

Aralashtirish shuningdek erituvchidagi moddaning eruvchanligini kamaytiradigan uchinchi moddani qo'shish yo'li bilan ham amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayondagi qoldiqlar termolabil materiallarni qayta ishlash jarayonida muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Suvda erimaydigan moddalar suvni qo'shish yo'li bilan chiqarilishi mumkin. Muqobil sifatida ko'plab materiallarning suvda eruvchanligi r_N ni o'zgartirish va ion qo'shish yo'li bilan kamaytirilishi mumkin. Qattiq kristalla moddalarni quritish kimyoviy reaksiya natijasi bo'lishi mumkin.

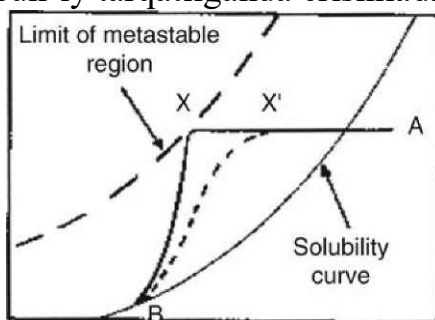
Kristallizator bir o'lchamli zarraga ega kristallarni yaratadi. Bu eritmani yo'qotish va tozalashni engillashtiradi. Agar katta miqdordagi ishqorlar kristall massasida singdirilsa quritish sof bo'lmagan mahsulotni beradi. Bundan tashqari bir xil o'lchamga ega kristallar saqlashda kam ehtimollikka ega bo'ladi.

Kristallar ishlachiqarish

Kichik kukunlar farmatsevtika operatsiyalaridagi muhim komponent sanaladi. Agar modda eruvchanlik chizig'iga ega bo'lsa kichik kristallar metabarqaror soha orqali eritmani tezkor sovutish yo'li bilan . Bu usul doimo amalga oshmaydi.

Yirik kristallarni ishlab chiqarish

Katta miqdordagi bir jisnli kristallarni seriyali ishlab chiqarish aralashtiriladigan idishda sekinlik bilan amalga oshiriladi. O'z-o'zidan paydo bo'lish ehtimoli kam bo'ladi. Kristallanish keyinchalik XB yo'lga o'tadi. YAnada samarali nazoratga eritma sun'iy tarqatilganda erishiladi .



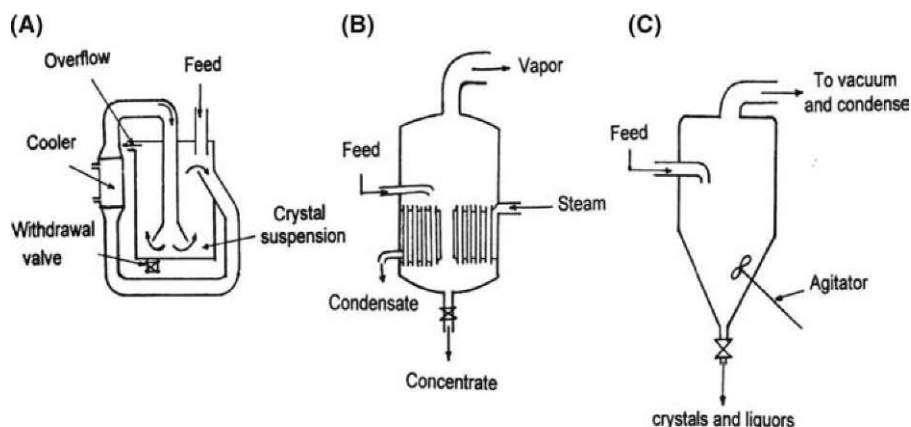
Rasm 27.5 Yirik kristallarni ishlab chiqarish.

Kristallizatorlarni tasniflash uchun boshqa muqobil usullar ham qabul qilingan. Vakuum kristallizatorlarida ham bug'lanish ham sovutishdan foydalaniladi.

Kristallizatorlarni sovutish ochiq va yopiq rezervuarlar davriy kristallashtirish uchun foydalaniladi. Eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi va kristallanish issiqligi o'zak vositasida bartaraf etiladi va sovutilgan suv orqali aylantiriladi. Aralashtirish rezervuardagi gradient haroratini buzadi, segmentlash va kristallarning noteng o'sishiga salbiy ta'sir qiladi. Bunday qurilmalar kristallashtirish uchun foydalaniladi

Uzluksiz jarayonlar uchun kristallizatoralar tabiiy yo'l bilan sovutiladi. Ikkala kristallizatoral issiqlik uzatishning past ko'effitsienti bilan xarakterlanadi, shuningdek ikki quvurli issiqlik almashtirgichdan iborat bo'ladi. Suyuqliklarning kristallanishi markaziy quvurda amalga oshiriladi Markaziy quvurdagi val aylantiriladi. Issiqlik uzatish ko'effitsienti yuqori bo'ladi.

Oslo kristtalizatorni sovutish 27.6 A rasmda keltirilgan. Buning asosida yotuvchi tamoyillar ilgari keltirilgan.



Rasm 27.6 (A)Sovituvchi kristallizator, (B)Bug'latuvchikristallizator,va vakuumli kristallizator.

Vakuum kristallizatorlar

Vakuum kristallizatorlar erituvchilarni yo'qotish va sovutish yo'li bilan to'yingan sharoitda ishlab chiqariladi. Bunga misol 27.6 S rasmda keltirilgan. Qaynoq, konsentratsiya qilingan eritma past bosimda kristal kamerag quyiladi. Eritma qaynatiladi va mos ishchi bosim bilan qaynaguncha bo'lgan haroratgacha sovutiladi. Kristallanish konsentratsiyani yuzaga keltiradi va mahsulot idishning quyi qismidan chiqariladi. Oslo kristallizatorlar tamoyili shuningdek vakuum kristallanishda ham foydalaniladi.

Tayanch iboralar: kristall, kristallizator, modda almashinish, diffuziyonqarshilik

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar:

1. kristallizatsiya nimani urgatadi?
2. Kristallizatsiyada issiklik almashinish qanday o'tadi?
3. Modda almashinish jarayonlarini turlari kanday?,
4. Kristallizatornima?

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.

2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektronta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru

-
3. www.biotehnolog.ru
 4. www.Ziyonet.uz
 5. www.edy.uz
 6. www.nuuz.uz
 7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

- 1.N.G.Chemmangattuvalappil&M.R.eden.2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research.52.22.7090
- 2.Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Sirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
- 3.Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
- 4.Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David JmEnde 2010
5. Guidance for Industry RocessValidation ; General Principles and practices 2011
- 6.Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\).Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
- 7.Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
- 8.Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)

1-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Farmatsevtik inqiniring fanidan fizik kattaliklar va ularning o'lvhovlari.

Maqsad: Farmatsevtik inqiniring fanidan qurilmalarning sxemasini chizish, ularning hamma o'lvham va kattaliklarini qo'yish, oqimlarning harakat yo'nalishini belgilash va ularning ishlash prinsipini batafsil o'rganish.

Nazariy qism. Sanoatda turli xil xom-ashyolar qayta ishlanadi va natijada qattiq, suyuq, bug' va gaz agregat holatlaridagi turli-tuman tayyor mahsulotlar olinadi. Ma'lumki, har bir jarayon va qurilmalarni hisoblash uchun xom-ashyo va mahsulotlarni xossalarini bilish zarur. Xom-ashyoni qayta ishlash natijasida hosil bo'lgan ko'pgina kimyo va oziq-ovqat mahsulotlari turli jinsli sistemalardan tashkil topgan bo'ladi. Ularning asosiy fizik-mexanik va diffuzion-issiqlik xossalari, zichlik, solishtirma og'irlik, qovushqoqlik, sirtiy taranglik, issiqlik sig'im va o'tkazuvchanlik, temperatura o'tkazuvchanlik va boshqalar bilan xarakterlanadi.

Zichlik. Hajm V birligidagi bir jinsli jismning massasi m zichlik ρ deb yuritiladi:

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

bu yerda ρ – zichlik, kg/m^3 ; m – massa, kg ; V – hajm, m^3 .

Zichlik kattaligiga teskari bo'lgan kattalik *solishtirma hajm* v deb yuritiladi:

$$v = \frac{1}{\rho} \quad (1.2)$$

bu yerda v – solishtirma hajm, m^3/kg .

Solishtirma og'irlik. Hajm V birligidagi suyuqlikning og'irligi G *solishtirma og'irlik* γ deyiladi:

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1.3)$$

bu yerda G – suyuqlik og'irligi, N ; V – hajm, m^3 ; γ – solishtirma og'irlik, N/m^3 .

Massa bilan og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$m = \frac{G}{g} \quad (1.4)$$

bu yerda $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – erkin tushish tezlanishi.

Qovushqoqlik. Dinamik qovushqoqlik koeffitsienti μ ning suyuqlik zichligi ρ ga nisbati *kinematik qovushqoqlik* ν deyiladi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1.5)$$

bu yerda ν – kinematik qovushqoqlik, m^2/s ; μ – dinamik qovushqoqlik, $\text{Pa}\cdot\text{s}$.

Har qanday jarayon va apparatlarni hisoblashda moddalarning fizik xususiyatlarini (zichlik va boshqalar) va modda holatining harakatini xarakterlovchi parametrlarni (tezlik, bosim, temperatura va boshqalar) bilish kerak.

1.1-jadval

**Xalqaro birliklar sistemasining asosiy, qo`shimcha va ba'zi muhim
hosilaviy birliklari**

№	Kattalik nomi	Birliklar nomi	Birlik belgisi
Asosiy kattaliklar			
1.	Uzunlik	metr	m
2.	Massa	kilogramm	kg
3.	Baqt	sekund	s
4.	Elektr toki kuchi	Amper	A
5.	Termodinamik temperatura	Kelvin	K
6.	Modda miqdori	Mol	mol
7.	Yorug`lik kuchi	kandela	kd
Qo`shimcha kattaliklar			
1.	Yassi burchak	radian	rad

2.	Fazoviy burchak	steradian	sr
Hosilaviy birliklar			
1.	Yuza	Metr kvadrat	m^2
2.	Zichlik	Kilogram taqsim metr kub	kg/m^3
3.	Kinematik qovushqoqlik	Metr kvadrat taqsim sekund	m^2/s
4.	Dinamik qovushqoqlik	Paskal sekund	$Pa \cdot s$
5.	Quvvat	Vatt	Vt
6.	Hajm, sig'im	Metr kub	m^3
7.	Tezlik	Metr taqsim sekund	m/s
8.	Tezlanish	Metr taqsim sekund kvadrat	m/s^2
9.	Burchak tezlik	Radian taqsim sekund	rad/s
10.	Burchak tezlanish	Radian taqsim sekund kvadrat	rad/s^2
11.	Kuch	Nyuton	N
12.	Bosim, mexanik kuchlanish	Paskal	Pa
13.	Ish, energiya, issiqlik miqdori	Joul	J
14.	Entropiya	Joul taqsim Kelvin	J/K
15.	Solishtirma issiqlik sig'imi	Joul taqsim kilogramm-Kelvin	$J/kg \cdot K$
16.	Issiqlik uzatish koeffitsienti	Vatt taqsim metr kvadrat-Kelvin	$Vt/(m^2 \cdot K)$
17.	Issiqlik o'tkazuvchanlik	Vatt taqsim metr-Kelvin	$Vt/(m \cdot K)$
18.	Sirt taranglik	Joul taqsim metr kvadrat	J/m^2
19.	Diffuziya koeffitsienti	Metr kvadrat taqsim sekund	m^2/s
20.	Entalpiya	Joul taqsim kilogramm	J/kg

Birliklar orasidagi nisbatlar

№	Kattalik nomi	SI da birligi	SI birliklariga o'tkazish koeffitsientlari
1.	Uzunlik	m	$1\text{mkm} = 10^{-6}\text{ m}$ $1\text{A}^0 = 10^{-10}\text{ m}$
2.	Og'irlik kuchi	N	$1\text{kgk} = 9,81\text{ N}$ $1\text{din} = 10^{-5}\text{N}$
3.	Dinamik qovushqoqlik	Pa s	$1\text{P (Puaz)} = 10^{-1}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ $1\text{sP} = 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ $1\frac{\text{kgk}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} = 9,81\text{ Pa}\cdot\text{s}$
4.	Kinematik qovushqoqlik	m ² /s	$1\text{st (stoks)} = 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$
5.	Bosim	Pa	$1\text{din}/\text{sm}^2 = 0,1\text{ Pa}$ $1\frac{\text{kgk}\cdot\text{s}}{\text{sm}^2} = 1\text{atm} = 9,81\cdot 10^4\text{ Pa} = 735\text{mm s.u.}$ $1\frac{\text{kgk}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} = 9,81\text{ Pa}$ $1\text{atm.} = 1,033\text{kgk}/\text{m}^2 = 1,01\cdot 10^5\text{Pa} = 10,33\text{m.s.u.}$ $1\text{bar.} = 10^5\text{ Pa}$
6.	Quvvat	Vt	$1\text{kgk}\cdot\text{m}/\text{s} = 9,81\text{ Vt}$ $1\text{erg}/\text{s} = 10^{-7}\text{Vt}$ $1\text{kcal}/\text{soat} = 1,163\text{ Vt}$
7.	Zichlik	kg/m ³	$1\text{kgk}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4 = 9,81\text{ kg}/\text{m}^3$ $1\text{t}/\text{m}^3 = 1\text{kg}/\text{dm}^3 = 1\text{g}/\text{sm}^3 = 10^3\text{ kg}/\text{m}^3$

8.	Ish, energiya, issiqlik miqdori	Joul	$1\text{kgk}\cdot\text{m} = 9,81\text{ J}$ $1\text{erg} = 10^{-7}\text{ J}$ $1\text{kVt}\cdot\text{soat}=3,6\cdot 10^5\text{ J}$ $1\text{kcal} = 4187\text{ J} = 4.19\text{ kJ}$
9.	Issiqlik berish va o'tkazish koeffitsientlari	$\text{Vt}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ $\text{Vt}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$	$1\text{kcal}/\text{m}^2\cdot\text{soat}\cdot^{\circ}\text{C}=1.163\text{ Vt}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
10.	Solishtirma og'irlik	N/m^3	$1\text{kgk}/\text{m}^3 = 1,163\text{ N}/\text{m}^3$
11.	Solishtirma issiqlik sig'imi	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ $\text{Vt}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$	$1\text{kcal}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}=4,19\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ $1\text{erg}/\text{kg}= 10^{-4}\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
12.	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti	$\text{Vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$ $\text{Vt}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$	$1\text{kcal}/\text{m}\cdot\text{soat}\cdot^{\circ}\text{C}=1.163\text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$
13.	Solishtirma entalpiya	J/kg	$1\text{kcal}/\text{kg}=1\text{kcal}/\text{g} = 4,19\text{ kJ}/\text{kg}$

Fizik kattaliklar parametrlarining miqdorini ifodalash uchun asosan SGS, MKGSS va boshqa o'lchov birliklar sistemalari ishlatilar edi. (SGS - sm, gr, sek). MKGSS – m, kg, kuch, sek – asosan texnikada qo'llaniladi.

1965 yil 1 yanvardan xalqaro sistema SI qabul qilindi. SI da yettita asosiy kattalik va shularga mos yettita asosiy birliklar, anchagina hosilaviy kattaliklar va ularga mos qo'shimcha hamda hosilaviy birliklar bor. SI sistemasining asosiy kattaliklar va birliklar quyidagilar: uzunlik birligi – metr (m); massa birligi – kilogramm (kg), vaqt birligi – sekund (s); elektr tok kuchi birligi – amper (A) termodinamik temperaturasi birligi – kelvin (K); yorug'lik kuchi birligi – kandela (kd, svecha); modda miqdori birligi – mol (mol);

Birliklar o'lchovi va ular orasidagi nisbatlarni ko'rib chiqamiz:

1. SI sistemasida dinamik qovushqoqlik koeffitsientining o'lchov birligini topamiz:

Nyuton tenglamasiga binoan, suyuqlik qatlamlarining parallel harakati paytida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi:

$$P = \mu \cdot F \frac{d\omega}{dy} \quad (1.6)$$

bu yerda: μ – dinamik qovushqoqlik; F – ishqalanish yuzasi; $\frac{d\omega}{dy}$ – tezlik gradienti.

Yuqoridagi tenglamani μ ga nisbatan yechib quyidagi o'lchov birligi kelib chiqadi:

$$[\mu] = \left[\frac{P \cdot dy}{F \cdot d\omega} \right] = \frac{N \cdot s \cdot m}{m^2 \cdot m} = \frac{N \cdot s}{m^2} = Pa \cdot s = \frac{kg \cdot m \cdot s}{s^2 \cdot m^2} = \frac{kg}{m \cdot s} \quad (1.6)$$

2. Tekis devordan o'tayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlash tenglamasi:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot \Delta t \quad (1.7)$$

bu yerda: λ – issiqlik o'tkazuvchanlik; δ – devor qalinligi; F – issiqlik o'tayotgan yuza; Δt – temperaturalar farqi.

Bu tenglama λ ga nisbatan yechilsa:

$$[\lambda] = \left[\frac{Q \cdot \delta}{F \cdot \Delta t} \right] = \frac{\frac{J}{s} \cdot m}{m^2 \cdot K} = \frac{Vt}{m \cdot K} \quad (1.8)$$

3. Dinamik qovushqoqlik koeffitsientining SI va SGS sistemalarida o'lchov birliklari orasidagi bog'lanish:

$$1Pa \cdot s = 1 \frac{kg}{m \cdot s} = \frac{1000g}{100sm \cdot s} = 10 \frac{g}{sm \cdot s} = 10 Puaz = 1sP = 10^{-3} Pa \cdot s = 1mPa \cdot s \quad (1.9)$$

(mPa – millipaskal)

4. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining $\frac{1kkal}{m \cdot soat \cdot ^\circ C}$ va $\frac{Vt}{m \cdot K}$ o'lchov birliklari orasidagi nisbat topilsin.

$$\frac{1kkal}{m \cdot soat \cdot ^\circ C} = \frac{4190J}{m \cdot 3600s \cdot K} = 1,163 \frac{Vt}{m \cdot K} \quad (1.10)$$

$$\left(\frac{J}{s} = Vt\right)$$

Mustaqil bajarish uchun vazifalar.

1. $3,31 \frac{kg \cdot k \cdot m}{s}$ necha Vt ga teng?

Javob: 32,47 Vt

2. 716 mm simob ustuni necha Paskalga teng?

Javob: $9,556 \cdot 10^4$ Pa

3. $9,556 \cdot 10^4$ Pa necha kgk/m^2 ga teng?

Javob: $0,974 \cdot 10^4$ kgk/m^2

4. 1 kkal/soat 1,163 Vt ga teng ekanligini isbotlang.

5. 26°C temperatura va $P = 390$ mm simob ustuni havoning zichligini hisoblang.

6. Havoning 41°C va 0,16 mPa bosimdagi zichlikni hisoblang.

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Asosiy fizik kattaliklar va ularning birligi.
2. Turli sistemalardagi fizik kattaliklarning birliklari.
3. Birliklar o'rtasidagi nisbatlar.
4. Asosiy jarayon turlari.
5. Jarayonlarni hisoblashda o'xshashlik kriteriylari

Adabiyotlar:

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

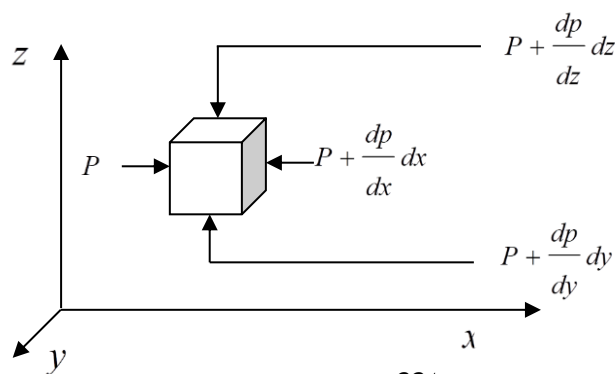
2-AMALIY MASHG`ULOT

Mavzu: Hidrostatikada tutash idishlarda suyuqlik sathini o`lchash.
Gidrostatikaning asosiy tenglamasi.

Maqsad: Nisbiy muvozanat holatdagi suyuqlikni tavsiflovchi qonunlarni ko`rib chiqish.

Nazariy qism: Hidrostatika nisbiy muvozanat holatdagi suyuqlikni ko`rib chiqadi. Bunday suyuqlikda ichki ishqalanish kuchlari yo`q deb hisoblanadi.

Biror idishda tinch turgan suyuqlikka og`irlik va bosim kuchlari ta'sir qiladi. Bu kuchlarning o`zaro ta'sirining suyuqlik ichida taqsimlanishi Eyler tomonidan ishlab chiqilgan differensial tenglama bilan ifodalanadi. (2.1-rasm).



2.1-rasm

Parallelepipedga ta'sir qilayotgan og'irlik massa m bilan erkin tushish tezlanishi g ning ko'paytmasiga teng, ya'ni $P = g \cdot dm$. Hidrostatik bosim kuchlari esa, gidrostatik bosimning shu qirralar yuzasi ko'paytmasiga teng bo'lib, uning qiymati koordinatalar o'qlariga bog'liq:

$$P = f(x, y, z) \quad (2.1)$$

Statikaning asosiy qoidasiga muvofiq, tinch holatda turgan kichkina hajmga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning koordinatalar o'qlariga nisbatan olingan proektsiyalarning yig'indisi nolga teng, aks holda suyuqlik harakatda bo'ladi.

Parallelepipedning muvozanat holatini tenglamalar quyidagi sistemasi ifodalaydi;

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp}{dx} &= 0 \\ \frac{dp}{dy} &= 0 \\ -\rho g - \frac{dp}{dz} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

Bu tenglamalar sistemasi Eylerning muvozanat holatining differensial tenglamasi deyiladi. Tenglamalarning integrali gidrostatikaning asosiy tenglamasi deyiladi.

$$z + \frac{P}{\rho g} = \text{const} \quad (2.3)$$

tenglamada z – ixtiyoriy gorizontal tekislikka nisbatan olingan nuqtaning balandligi (nivelir balandlik) yoki geometrik napor, $p/\rho g$ – statik yoki pyezometrik bosim kuchi. Demak, gidrostatikaning asosiy tenglamasiga muvofiq, tinch turgan suyuqlikning har qanday nuqtasida nivelir balandlik va statik bosim kuchlarining yig'indisi o'zgarmas miqdorga teng. Nivelir balandlik va statik bosim kuchi metr hisobida ifodalanadi. Umumiy holda tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$p = p_0 + \rho g z \quad (2.4)$$

p_0 – tinch turgan suyuqlik sirtiga ta'sir qilayotgan atmosfera bosimi.

Tenglamadan ko`rinib turibdiki, tinch turgan bir jinsli suyuqlikning bir xil hajmda bitta gorizontal tekislikda joylashgan barcha zarrachalari bir xil gidrostatik bosim ostida bo`ladi. Har qaysi nuqtadan gidrostatik bosimning kattaligi suyuqlik ustunining balandligiga bog`liq. Yuqorida ko`rsatilgan tenglama Paskal qonunining bir ko`rinishidir, ya'ni bu formulaga binoan, tinch holatdagi suyuqlikning istalgan nuqtasiga ta'sir etayotgan tashqi bosim suyuqlikning barcha nuqtalariga o`zgarishsiz uzatiladi.

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

$$P = \lim_{\nabla F \rightarrow 0} \frac{\nabla P}{\nabla F} \text{ Pa yoki N/m}^2 \quad (2.5)$$

Bosimning yo`nalishi va ta'siri suyuqlikning hamma nuqtalarida bir xil, chunki bu kuch hamma vaqt normal bo'yicha yo`nalgan bo`ladi. Bosimning kattaligi yuzaning shakliga va uning qanday joylashganligiga bog`liq emas.

Bosim manometr va vakuummetrlarda o`lchanadi. Bu o`lchov priyorlari apparat ichidagi to`la bosim  $P_{abs}$  (absolyut bosim) bilan atmosfera bosimi  $P_{atm}$  orasidagi ortiqcha bosim  $P_{ort}$  ni ko`rsatadi. Shuning uchun to`la yoki absolyut bosimning yig`indisiga teng;

$$P_{abs} = P_{man} + P_{atm} \quad (2.6)$$

P_{man} – manometr bilan o`lchanadigan bosim.

Agar sharoit siyraklanish sharoitida (vakuumda) ketsa, atmosfera yoki barometrik bosim bilan siyraklanish orasidagi ayirma to`la (absolyut) bosim deyiladi.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{vak} \quad (2.7)$$

P_{vak} – vakuummetr bilan o'lganadigan bosim.

Suyuqlik harakatini tezlik, sarf, bosim kabi kattaliklar harakterlaydi. Vaqt birligi ichida oqib o'tayotgan suyuqlik miqdori $m^3/soat$, $l/soat$, l/s , m^3/s birliklarida o'lgansa hajmiy sarf, agar $kg/soat$, kg/s da o'lgansa massaviy sarf deyiladi.

Hajmiy sarf: $V = \omega S$

Massaviy sarf: $M. = \rho \omega s$

S – oqimning ko'ndalang kesimi;

ρ – suyuqlikning zichligi.

Dumaloq kesimli trubaprovodlar uchun

$$V = 0,785d^2 \omega \quad (2.8)$$

d – trubaning ichki diametri.

Suyuqlik o'rtacha tezligini o'lchash qiyin, shuning uchun o'rtacha tezlik degan tushuncha kiritilgan. Hajmiy sarf miqdorining truba ko'ndalang kesimiga nisbatan o'rtacha tezlik deyiladi:

$$\omega = \frac{V}{S} \quad m/s \quad (2.9)$$

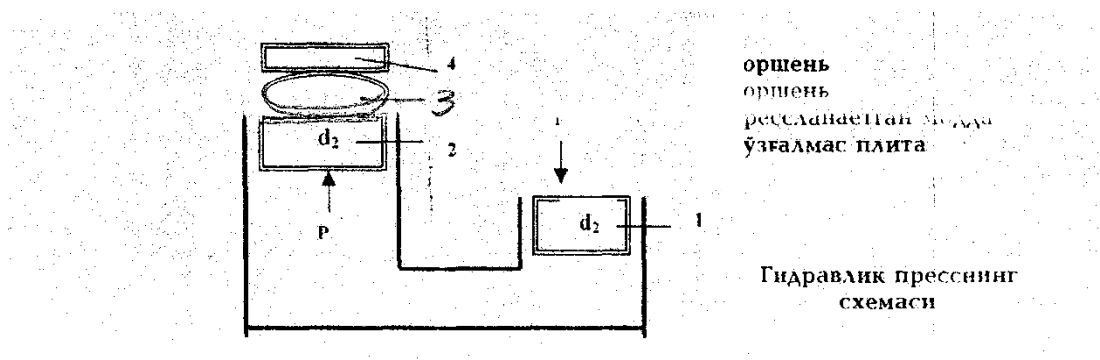
Kimyo sanoatning turli sohalarida presslash va briketlash uchun ishlatiladigan gidrostatik mashinalarning ishlash prinsipi gidrostatikaning asosiy tenglamasiga asoslangan. (2.2-rasm).

1-Porshen.

2-Porshen.

3-

Presslanayotgan
modda



2.2-rasm

Agar birinchi (1) porshenga qandaydir kuch ta'sirida P_1 bosim hosil qilinsa, unda Paskal qonuni buyicha xuddi shunday bosim ikkinchi porshenga to'g'ri keladi. Birinchi porshenga to'g'ri kelgan bosim kuchi:

$$P_1 = \rho \frac{\pi d_1^2}{4} \quad (2.10)$$

Ikkinchi porshenga to'g'ri kelgan bosim kuchi:

$$P_2 = \rho \frac{\pi d_2^2}{4} \quad (2.11)$$

Natijada katta diametrli silindrdagi bosim kuchi kichkina silindrdagi bosim kuchidan diametrlar farqiga bog'liq, ya'ni qanchaga bitta diametr ikkinchiga nisbatan ko'p bo'lsa, shunchagacha bosim kuchi oshib boradi.

Nisbiy zichlik Δ deb, ma'lum bir moddaning zichligini suvning zichligiga nisbatiga aytiladi.

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_s} \quad (2.12)$$

0°C dan 100°C gacha suvning zichligini $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ deb hisoblash mumkin.

Har qanday gazning zichligini temperatura T , bosim P bo'lganda Klayperon tenglamasi asosida aniqlash mumkin:

$$\rho = \rho_0 \frac{T_0 P}{P_0 T} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot P}{T \cdot P_0} \quad (2.13)$$

bu yerda ρ_0 – normal sharoitda gazning zichligi, kg/m^3 ;

M – gazning mol massasi, kg/mol ; T – temperatura, K .

Mustaqil bajarish uchun vazifa.

Bir yo'lli qobiq trubali issiqlik almashinish apparatida 50°C va 2 kgk/sm^2 (manometr buyicha) bosimda tezligi 9 m/s teng bo'lgan havo oqib o'tadi. (trubalarning soni $n=100$; tashqi diametr 20 mm , devorning qalinligi 2 mm), barometrik bosim 740 mm s.u.

Aniqlang:

- a) havoning massaviy sarfini;
- b) ishchi sharoitda havoning hajmiy sarfini;
- v) normal sharoitda havoning hajmiy sarfini.

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar.

1. Eylarning muvozanat holatining differensial tenglamasi.
2. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi.
3. Paskal qonunini ifodalovchi tenglama.
4. Hidrostatik bosim haqida tushuncha.
5. Bosimning birligi.
6. Muvozanat holatining differensial tenglamasi.
7. Bosimni o'lchash uchun moslashgan apparatlar.
8. Absolyut bosim haqida tushuncha.
9. Vakuum sharoitida o'tib boradigan jarayonning absolyut bosimi.
10. Massaviy va hajmiy sarflar, ularning birligi.

11. O`rtacha tezlik.
12. Hidrostatik mashinalar.
13. Hidravlik pressning sxemasi.
14. Nisbiy zichlik.
15. Har qanday gazning zichligini hisoblash formulasi.

Adabiyotlar

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

3-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Suyuqlikning xarakat rejimida ekvivalent diametr va gidravlik radiusini aniqlash. Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llanilishi.

Maqsad: Ekvivalent diametr haqida tushunchaga hamda turli kesimli yuziga ega bo'lgan trubalarning diametrini hisoblash.

Nazariy qism. Truba yoki boshqa shakldagi kanalda suyuqlik ikki xil rejimda, ya'ni laminar va turbulent rejimda harakat qiladi. Oqimlarning harakat rejimini birinchi bo'lib 1883 yilda ingliz fizigi Reynolds rangli eritmalar yordamida suyuqlikning ikki xil laminar va turbulent rejimida bo'lishini aniqladi.

Trubadagi suv oqimining tezligi kichik bo'lganda suvning zarrachalari bir-biriga aralashmasdan, parallel holda tartibli harakat qiladi. Bunday harakat *laminar rejim* deyiladi.

Trubadagi suv oqimi tezligi keskin ko'paytirilsa, oqim truba bo'ylab to'liqsimon harakat qilib oqadi. Bunday oqim *turbulent rejim* deyiladi. Reynolds o'z tajribalari asosida o'lchamsiz kompleks keltirib chiqardi:

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (3.1)$$

bu kompleks *Reynolds kriteriysi* deyiladi. Reynolds kriteriysi harakat rejimini aniqlash bilan birga oqim harakatidagi qovushqoqlik va inersiya kuchlarining o'zaro nisbatini ham aniqlaydi. Agar $Re < 2320$ bo'lsa, $Re > 10000$ bo'lganda turg'un turbulent rejim bo'ladi.

$Re = 2300 \div 10000$ chegarada 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 (3.1-rasm).

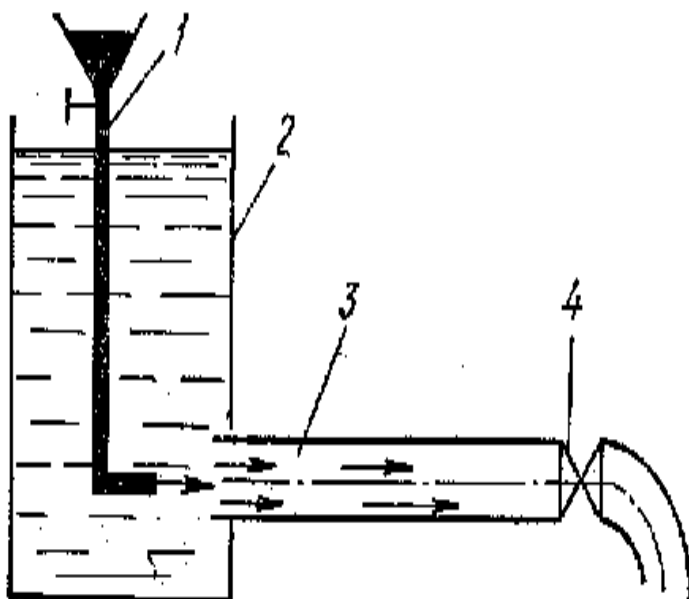
Suyuqliklarning harakatini dumaloq kesim yuzali trubalardan tashqari har xil kanallarda aniqlash uchun Re kriteriysidan diametr o'rniga ekvivalent diametr kattaligi ishlatiladi. U holda:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_e \rho}{\mu} \quad (3.2)$$

$$d_e = \frac{4S}{P} \quad (3.3)$$

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

Reynolds tajribasi



1 – naycha

2 – suyuqlik to'ldirilgan idish

3 – suyuqlik oqadigan truba

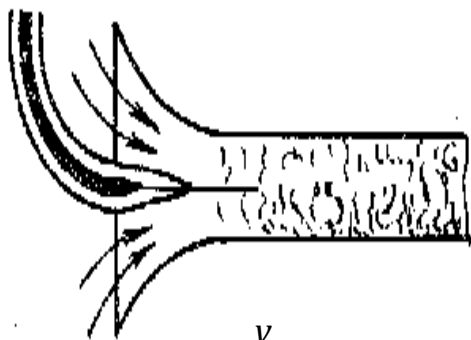
4 – suyuqlik harakatini rostlab

a



b

Suyuqlikning laminar harakati



v

Suyuqlikning turbulent

3.1-rasm

Diametr d ga teng bo'lgan dumaloq kesim yuzali truba uchun $d_e = d$. Agar kanalning kesim yuzasi tomonlari a va b ga teng bo'lgan to'rt burchak bo'lsa, u holda:

$$d_e = \frac{4S}{P} = \frac{4a \cdot b}{2a + 2b} = \frac{2ab}{a + b} \quad (3.4)$$

Zmeevikdan oqib o'tadigan suyuqlik oqim uchun Re kriteriysi to'g'ri trubalarga nisbatan yuqoriroq va d/D nisbatga bog'liq. d – zmeevikni ichki diametri; D – zmeevikning aylanmalarining diametri.

Frud kriteriysi. (Fr) oqimdagi inersiya va og'irlik kuchlarining nisbatini bildiradi:

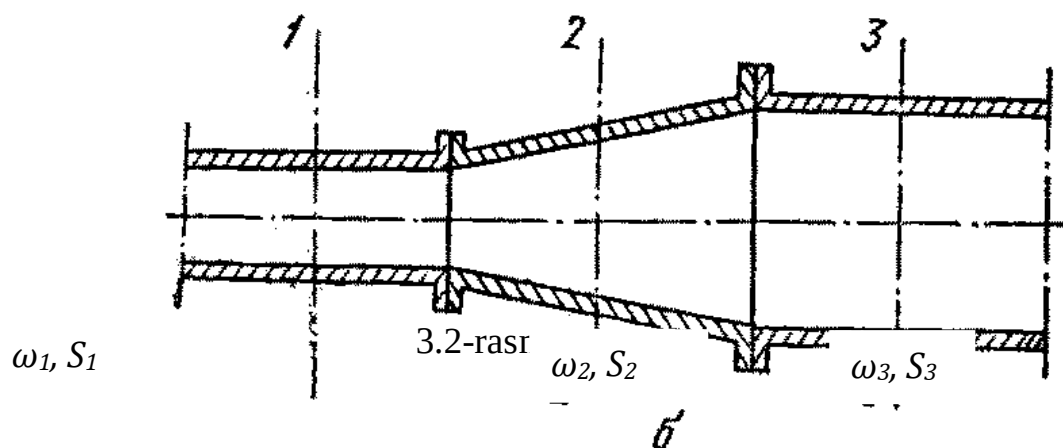
$$Fr = \frac{\omega}{g \cdot d} \quad (3.5)$$

Eyler kriteriysi. (Eu) oqimdagi bosim va inersiya kuchlarining nisbatini bildiradi:

$$Eu = \frac{\Delta p}{\rho \omega^2} \quad (3.6)$$

Δp – gidravlik qarshilikni yengish uchun sarflangan bosimlar farqi.

Uzluksizlik tenglamasiga muvofiq, trubaning o'lchamidan qat'i nazar, vaqt birligida uning har qanday kesim yuzasidan oqayotgan suyuqlikning miqdori bir xil bo'ladi degan xulosaga kelish mumkin. Bu vaqtda kesim yuzalari S_1 , S_2 , S_3 va oqimning tezligi ω_1 , ω_2 , ω_3 bo'ladi (3.2-rasm).



Sekundli sarf tenglamasiga muvofiq:

$$\omega_1 \cdot S_1 \cdot \rho_1 = \omega_2 \cdot S_2 \cdot \rho_2 = \omega_3 \cdot S_3 \cdot \rho_3 \quad (3.7)$$

yoki $M_1 : M_2 : M_3$.

Trubadan oqayotgan suyuqlik bir xil, uning zichligi vaqt birligida truba uzunligi bo'yicha o'zgarmaydi. $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho = const$, shuning uchun vaqtning istalgan momentida oqib o'tayotgan suyuqlikning miqdori bir xil bo'ladi:

$$\omega \cdot S = const$$

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, tezlik trubaning kesim yuzasiga teskari proporsional:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{S_2}{S_1} \quad (3.8)$$

Oqimning uzluksizlik tenglamasi moddalar saqlanish qonunining xususiy ko'rinishi bo'lib, oqimning material balansini ifodalaydi.

Suyuqlikning sarfini va tezligini aniqlash uchun turli asboblari qo'llaniladi. Masalan, drossel asboblari.

Drossel asboblari sifatida o'lchovchi diafragma, soplo, Venturi trubalari ishlatiladi.

Turbulent va laminar rejimlarda oqayotgan suyuqlikning sarfi va tezligini aniqlash uchun o'rtacha tezlik tushunchasi kiritilgan.

a) laminar rejimda $\omega = 0,5\omega_{max}$

b) turbulent rejimda ω/ω_{max} nisbiy Reynolds kriteriysining miqdoriga bog'liq.

$$Re = \frac{\omega_{max} \cdot d\rho}{\mu} \quad (3.9)$$

Turbulent rejimda ω taxminan $(0,8 \div 0,9) \omega_{max}$ ga teng. Turbulent oqimning har bir nuqtasida haqiqiy tezlik doimiy bo'lib qolmaydi. Har bir daqiqadagi miqdori fluktuatsiyaga uchraydi, ya'ni o'rnatilmagan pulsatsiyaga.

Turbulentlikning intensivligi

$$I_T = \frac{\Delta\omega^2}{\omega} \quad (3.10)$$

nisbat bilan belgilanadi. Bu yerda $\Delta\omega$ – pulsatsion tezlikni o'rtacha kvadrat kattaligi turbulentlikning intensivligi oqimning bir nuqtasida pulsatsiyalash o'lchovi deb hisoblanadi. Turbulent rejimda $I_T \approx 0,01 \div 0,1$.

Agar hamma yo'nalish bo'yicha o'rtacha pulsatsiyalash tezligi bir xil bo'lsa, unda turbulentlik izotrop deyiladi.

Qovushqoq tomchili suyuqlikning harakatini Navye-Stoks tenglamasi bilan ifodalash mumkin:

$$\rho \frac{d\omega_x}{d\tau} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \nabla^2 \omega_x \quad (3.11)$$

$$\rho \frac{d\omega_y}{d\tau} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \nabla^2 \omega_y \quad (3.12)$$

$$\rho \frac{d\omega_z}{d\tau} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \nabla^2 \omega_z \quad (3.13)$$

Bernulli tenglamasining amaliyotda qo'llanilishi.

Kimyo sanoatining barcha korxonalarida suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash uchun drossel asboblari va pnevmometrik trubalar keng ishlatiladi.

Ochiq oqimda suyuqlikning tezligi Pito naychasi bilan o'lchanadi. U kichik diametrli bukilgan nay bo'lib, harakatlanayotgan suyuqlik oqimi yo'nalishiga ochiq, uni qarama-qarshi qilib o'rganiladi va nayning o'qi oqim yo'nalishiga mos tushadi. Bu nayning vertikal qismida suyuqlik dinamik bosimga teng bo'lgan balandlik h ga ko'tariladi, ya'ni:

$$h = \frac{\omega^2}{2g} \quad (3.14)$$

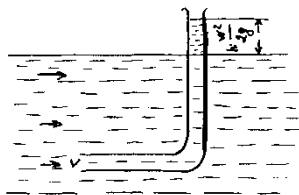
Bundan

$$\omega = \sqrt{2gh} \quad (3.15)$$

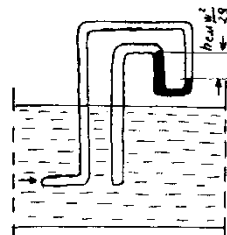
Amalda oqim yo'nalishida nayning bo'lishi tezlikning umumiy taqsimlanishiga ta'sir qiladi, shuning uchun formulaga tuzatish koeffitsienti kiritiladi.

$$\omega = \alpha \sqrt{2gh} \quad (3.16)$$

α – sarf koeffitsienti bo'lib, uning qiymati har qaysi nay uchun tajriba yo'li bilan topiladi.



3.3-rasm. Pito naychasi



3.4-rasm. Suyuqlikning sarflanish miqdorini pnevmometr tuba vositasida aniqlash

Yopiq trubalarda suyuqlik oqimining tezligini aniqlash uchun Pito naychasi (3.3-rasm) bilan birgalikda U-simon pyezometrik differensial manometrlar (trubalar) (3.4-rasm) ishlatiladi. Bunda U-simon tuba oqimdagi suyuqlikka, nisbatan zichligi kattaroq, o'zaro aralashmaydigan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Trubadagi suyuqlik tezligi o'zgarganda U-simon manometrda suyuqlikning balandlikka ko'tarilishi dinamik bosimni ko'rsatadi. Dinamik bosim qiymatidan tezlikni aniqlash mumkin:

$$\omega = \sqrt{2gh} \quad (3.17)$$

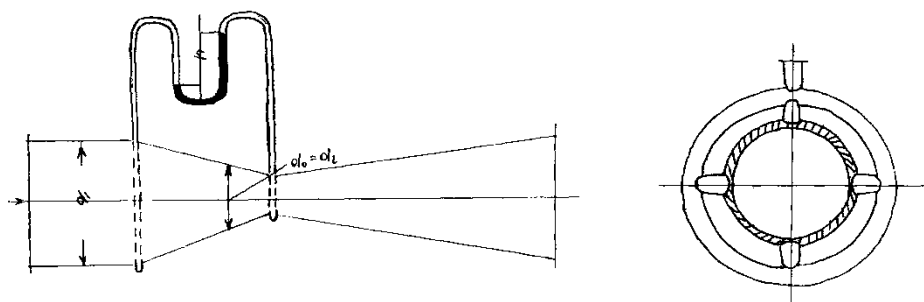
Suyuqlikning miqdori esa sekundli sarf tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$V = F \cdot \omega \quad (3.18)$$

Oqim tezligi va sarfi o'lchash uchun yuqorida aytib o'tilgan usullar sodda va qulaydir, lekin pnevmometrik trubalarni oqimlarning o'qiga nisbatan o'rnatish juda qiyin. Shu sababli sanoatda oqim tezligi va sarfini o'lchash uchun drossel asboblari ishlatiladi. Ularning ishlash printsipi trubalarning kesimi o'zgarganda, ya'ni

trubaning tor va keng kesimidagi dinamik bosimlar farqining o'zgarishini o'lchashga asoslangan.

Drossel asboblari sifatida o'lchovchi diafragma, soplo, Venturi trubalari (3.5-rasm) ishlatiladi. Venturi trubasida o'lchovchi diafragma va soploga nisbatan bosimning yo'qotilishi kam bo'ladi, chunki uning diametri asta-sekin torayib, so'ngra kengayib o'z holatiga qaytadi. Lekin, bu asboblarning kamchiligi shundaki, uning uzunligi juda katta. Bu esa, uning sanoatda keng qo'llanilishini ma'lum miqdorda cheklaydi.



3.5-rasm. Venturi trubasi

Truba gorizontall holda o'rnatilgani uchun 1-1 va 2-2 kesimlardagi bosimlarning o'zgarishi Bernulli tenglamasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g} \quad (3.19)$$

Bundan

$$\frac{\omega_2^2}{2g} - \frac{\omega_1^2}{2g} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = h \quad (3.20)$$

bu yerda h – trubanning tor va keng kesimidagi bosimlar o'zgarishining difmanometrda o'lchangan miqdori, m (ishchi suyuqlik ustuni).

Trubadagi suyuqlikning o'rtacha tezligi va sarfini aniqlash uchun uzluksizlik tenglamasidan foydalanib tezlikni ω_1 va trubaning diafragmadan keyingi tor qismidagi tezligini ω_2 bilan ifodalaymiz:

$$\omega_1 = \omega_2 \frac{F_2}{F_1} = \omega_2 \frac{d_2^2}{d_1^2} \quad (3.21)$$

ω ning qiymatini dinamik naporlar ayirmasini ifodalovchi tenglamaga qo'ysak:

$$\frac{\omega_2^2}{2g} - \frac{\omega_1^2}{2g} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 = h \quad (3.22)$$

Bundan

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4}} \quad (3.23)$$

Diafragma teshigi F_0 dan o'tayotgan, ya'ni trubadan o'tayotgan suyuqlik sarfining miqdori esa:

$$V_s = \frac{\alpha \cdot \pi}{4} d_0^2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4}} \quad (3.24)$$

bu yerda α – tuzatish koeffitsienti ($\alpha < 1$); d_0 – diafragma teshigi diametri.

Tuzatish koeffitsientining miqdori suyuqlikning harakat rejimiga va drossel asboblarning diametrining truba diametri nisbatiga bog'liq:

$$\alpha = f\left(Re, \frac{d_0}{d_1}\right) \quad (3.25)$$

bu yerda d_0 va d_1 – drossel asboblari va trubaning diametri.

Koeffitsient α drossel asboblarning sarf koeffitsienti deb yuritiladi. Drossel qurilmalarining diametri truba diametridan 3-4 marta kichkina, shuning uchun

(3.24) tenglamadagi $\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4$ nisbatlar miqdori juda kichik bo'ladi, demak, suyuqlikning sarfini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$V_s = \frac{\alpha \cdot \pi}{4} d_0^2 \sqrt{2gh} \quad (3.26)$$

Mustaqil bajarish uchun vazifa.

Qobiq trubali issiqlik almashinish apparatining trubalar oralig'idagi ekvivalent diametrni aniqlang. Issiqlik almashinish apparati diametric 38x2,5 mm li 61 trubadan tashkil topgan. Qobiqning ichki diametric 625 mm ga teng.

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar.

1. Suyuqlikning sarfi.
2. $\rho\omega$ kattalik nimani bildiradi?
3. Hidravlik radius haqida tushuncha (ekvivalent diametr).
4. O'rnatilgan va o'rnatilmagan oqimlar.
5. Oqimning uzluksizlik tenglamasi.
6. Reynolds tajribasi.
7. Reynolds kriteriysining fizikaviy ma'nosi.
8. Laminar va turbulent rejimlar.
9. Laminar rejimda suyuqlikning sarflanishi.
10. Turbulent rejimdagi oqimning xarakteristikasi. Fluktuatsiya haqida tushuncha.
11. Turbulentlikning intensivligi.
12. Izotropli turbulentlik.

Adabiyotlar

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195

2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.

3. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.

4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

4-AMALIY MASHG'ULOT.

Mavzu: Trubalarda suyuqlik harakatiga bosimning sarflanishi va suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqish vaqtini aniqlash.

Maqsad: Suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash asboblari bilan tanishish.

Nazariy qism. Kimyo sanoatining barcha korxonalarida suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash uchun drossel asboblari va pnevmometrik trubalar keng ishlatiladi.

Ochiq oqimda suyuqlikning tezligi Pito naychasi bilan o'lchanadi. U kichik diametrli bukilgan nay bo'lib, harakatlanayotgan suyuqlik oqimi yo'nalishiga ochiq, uni qarama-qarshi qilib o'rganiladi va nayning o'qi oqim yo'nalishiga mos tushadi. Bu nayning vertikal qismida suyuqlik dinamik bosimga teng bo'lgan balandlik h ga ko'tariladi, ya'ni:

$$h = \frac{\omega^2}{2g} \quad (4.1)$$

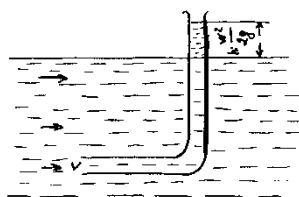
Bundan

$$\omega = \sqrt{2gh} \quad (4.2)$$

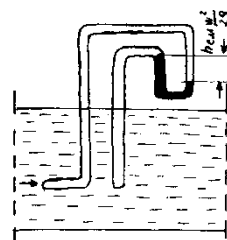
Amalda oqim yo'nalishida nayning bo'lishi tezlikning umumiy taqsimlanishiga ta'sir qiladi, shuning uchun formulaga tuzatish koeffitsienti kiritiladi.

$$\omega = \alpha \sqrt{2gh} \quad (4.3)$$

α – sarf koeffitsienti bo'lib, uning qiymati har qaysi nay uchun tajriba yo'li bilan topiladi.



4.1-rasm. Pito naychasi



4.2-rasm. Suyuqlikning sarflanish miqdorini pnevmometr truba vositasida

Yopiq trubalarda suyuqlik oqimining tezligini aniqlash uchun Pito naychasi (4.1-rasm) bilan birgalikda U-simon pyezometrik differensial manometrlar (trubalar) (4.2-rasm) ishlatiladi. Bunda U-simon truba oqimdagi suyuqlikka, nisbatan zichligi kattaroq, o'zaro aralashmaydigan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Trubadagi suyuqlik tezligi o'zgarganda U-simon manometrda suyuqlikning balandlikka ko'tarilishi dinamik bosimni ko'rsatadi. Dinamik bosim qiymatidan tezlikni aniqlash mumkin:

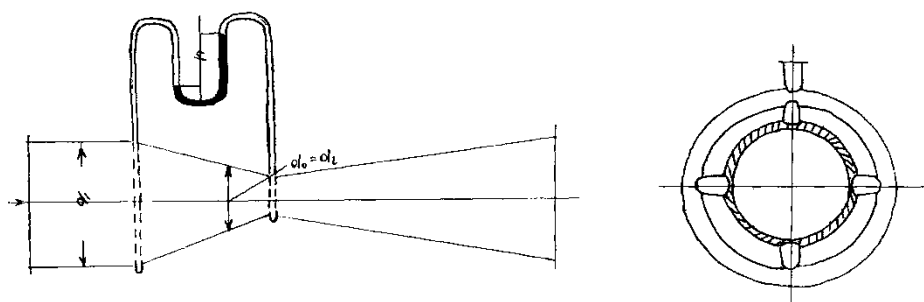
$$\omega = \sqrt{2gh} \quad (4.4)$$

Suyuqlikning miqdori esa sekundli sarf tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$V = F \cdot \omega \quad (4.5)$$

Oqim tezligi va sarfi o'lchash uchun yuqorida aytib o'tilgan usullar sodda va qulaydir, lekin pnevmometrik trubalarni oqimlarning o'qiga nisbatan o'rnatish juda qiyin. Shu sababli sanoatda oqim tezligi va sarfini o'lchash uchun drossel asboblari ishlatiladi. Ularning ishlash printsipi trubalarning kesimi o'zgarganda, ya'ni trubaning tor va keng kesimidagi dinamik bosimlar farqining o'zgarishini o'lchashga asoslangan.

Drossel asboblari sifatida o'lchovchi diafragma, soplo, Venturi trubalari (4.3-rasm) ishlatiladi. Venturi trubasida o'lchovchi diafragma va soploga nisbatan bosimning yo'qotilishi kam bo'ladi, chunki uning diametri asta-sekin torayib, so'ngra kengayib o'z holatiga qaytadi. Lekin, bu asbobning kamchiligi shundaki, uning uzunligi juda katta. Bu esa, uning sanoatda keng qo'llanilishini ma'lum miqdorda cheklaydi.



4.3-rasm. Venturi trubasi

Truba gorizontaal holda o'rnatilgani uchun 1-1 va 2-2 kesimlardagi bosimlarning o'zgarishi Bernulli tenglamasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g} \quad (4.6)$$

Bundan

$$\frac{\omega_2^2}{2g} - \frac{\omega_1^2}{2g} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = h \quad (4.7)$$

bu yerda h – trubanning tor va keng kesimidagi bosimlar o'zgarishining difmanometrda o'lchangan miqdori, m (ishchi suyuqlik ustuni).

Trubadagi suyuqlikning o'rtacha tezligi va sarfini aniqlash uchun uzluksizlik tenglamasidan foydalanib tezlikni ω_1 va trubaning diaphragmadan keyingi tor qismidagi tezligini ω_2 bilan ifodalaymiz:

$$\omega_1 = \omega_2 \frac{F_2}{F_1} = \omega_2 \frac{d_2^2}{d_1^2} \quad (4.8)$$

ω ning qiymatini dinamik naporlar ayirmasini ifodalovchi tenglamaga qo'ysak:

$$\frac{\omega_2^2}{2g} - \frac{\omega_1^2}{2g} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 = h \quad (4.9)$$

Bundan

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4}} \quad (4.10)$$

Diafragma teshigi F_0 dan o'tayotgan, ya'ni trubadan o'tayotgan suyuqlik sarfining miqdori esa:

$$V_s = \frac{\alpha \cdot \pi}{4} d_0^2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}} \quad (4.11)$$

bu yerda α – tuzatish koeffitsienti ($\alpha < 1$); d_0 – diafragma teshigi diametri.

Tuzatish koeffitsientining miqdori suyuqlikning harakat rejimiga va drossel asboblarning diametrining truba diametri nisbatiga bog'liq:

$$\alpha = f\left(Re, \frac{d_0}{d_1}\right) \quad (4.12)$$

bu yerda d_0 va d_1 – drossel asboblari va trubaning diametri.

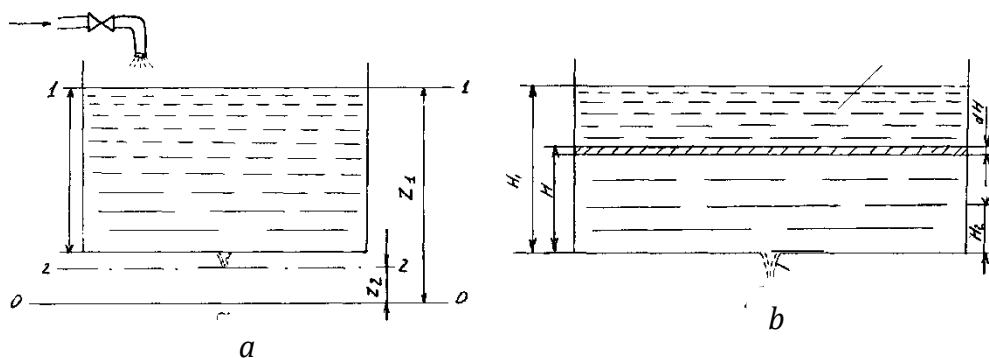
Koeffitsient α drossel asboblarning sarf koeffitsienti deb yuritiladi. Drossel qurilmalarining diametri truba diametridan 3-4 marta kichkina, shuning uchun

(4.11) tenglamadagi $\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4$ nisbatlar miqdori juda kichik bo'ladi, demak suyuqlikning sarfini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$V_s = \frac{\alpha \cdot \pi}{4} d_0^2 \sqrt{2gh} \quad (4.13)$$

Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqishi.

Idishdagi suyuqlikning pastki yupqa devordagi dumaloq teshik orqali oqib tushgandagi sarflanish miqdorini aniqlashni ko'rib chiqamiz. (4.4-rasm). Idishda ideal suyuqlik bo'lib, uning balandligi bir xil vaziyatda o'zgarmasdan turadi. Idishning pastki qismiga parallel bo'lgan 0-0 tekislikka nisbatan 1-1 va 2-2 kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:



4.4-rasm. Idishdan suyuqlikning oqib tushishi.

a) o'zgarmas balandlikda; b) o'zgaruvchan balandlikda

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g} \quad (4.14)$$

Idishning ustki qismi ochiq bo'gani uchun 1-1 va 2-2 kesimlardagi bosimlar o'zaro teng ($p_1 = p_2$) va suyuqlikning balandligi o'zgarmaganligi uchun uning yuqorigi qismidagi tezligi $\omega_1=0$, bundan tashqari, $z_1 - z_2 = H$, u holda:

$$\frac{\omega_2^2}{2g} = H \quad (4.15)$$

Bundan

$$\omega_2 = \sqrt{2ghH} \quad (4.16)$$

Demak, teshikdan oqib tushayotgan suyuqlikning tezligi suyuqlikning balandligiga bog'liq ekan. haqiqiy (real) suyuqlik teshikdan oqib chiqishida bosimning bir qismi ichki ishqalanish kuchlarini yengish uchun sarf bo'ladi, bunda bosimning yo'qolishi tezlik koeffitsienti φ orqali hisobga olinadi, ya'ni

$$\omega_2 = \varphi \sqrt{2ghH} \quad (4.17)$$

Suyuqlik oqimi teshikdan oqib tushayotganda siqilishi natijasida tezlik va bosim kamayadi, bunday holat teshikdan chiqayotgan oqimning siqilish koeffitsienti orqali hisobga olinadi va ε bilan belgilanadi.

$$\varepsilon = \frac{F_2}{F_0} \quad (4.18)$$

bu yerda F_2 – teshikdan o'tgan suyuqlik oqimining siqilgan joydagi ko'ndalang kesimi; F_0 – teshikdan o'tayotgan suyuqlik oqimining ko'ndalang kesimi.

Tezlik va oqimning suyuqlik koeffitsientlarining ko'paytmasi *sarf koeffitsienti* deyiladi va α bilan belgilanadi:

$$\alpha = \varepsilon\varphi \quad (4.19)$$

Bu koeffitsient suyuqlik turiga bog'liq bo'lib, har qaysi suyuqlik uchun tajriba orqali aniqlanadi, hamda uning qiymati suyuqlik xususiyati, teshik shakli va oqim tezligiga bog'liq. Hajmiy sarf miqdori:

$$V = \alpha \cdot F_0 \sqrt{2gh} \quad (4.20)$$

(4.16) tenglamadan ko'rinib turibdiki, idishdan teshik orqali oqib chiqayotgan suyuqlik miqdori idishning shakliga bog'liq bo'lmasdan, teshik kattaligi va suyuqlik balandligiga bog'liqdir. Suv va qovushqoqligi suvning qovushqoqligiga yaqin bo'lgan suyuqliklar uchun sarf koeffitsienti $\alpha = 0,62$ ga teng.

Endi idish o'zgaruvchan balandlikka ega bo'lgan suyuqlikning pastki yupqa devordagi teshikdan oqib, batamom chiqib ketish vaqtini anqlaymiz. Vaqt birligida idishdagi suyuqlikning teshik orqali oqib chiqishida uning balandligi va tezligi kamayadi (4.4-rasm, b). Suyuqlikning oqish protsessi turg'unmas xarakterda bo'ladi. Elementlar vaqt $d\tau$ birligida suyuqlikning balandligi H_1 va H_2 ga o'zgarganda idish hajmdagi pastki teshikdan oqib o'tgan suyuqlik hajmi:

$$dV = V_s d\tau = \alpha F_0 \sqrt{2gh} d\tau \quad (4.21)$$

bu yerda F_0 – idish tubidagi teshikning ko'ndalang kesimi.

Vaqt birligida idishdagi suyuqlik balandligi dH ga o'zgaradi va bunda idishdagi suyuqlik miqdori quyidagi miqdorga kamayadi:

$$dV = -F dH \quad (4.22)$$

bu yerda F – idishning ko'ndalang kesimi, minus ishora idishdagi suyuqlik balandligining kamayganini ko'rsatadi.

Uzluksizlik tenglamasiga asosan, oqib tushgan suyuqliklar miqdorlarini bir-biriga tenglashtirsak:

$$\alpha F_0 \sqrt{2gh} d\tau = -F dH \quad (4.23)$$

bundan,

$$d\tau = -\frac{F dH}{\alpha F_0 \sqrt{2gH}} \quad (4.24)$$

Suyuqlikning oqib tushish vaqtini aniqlash uchun bu ifodani integrallaymiz:

$$\int_0^\tau d\tau = -\int_{H_1}^{H_2} \frac{F dH}{\alpha F_0 \sqrt{2gH}} \quad (4.25)$$

$$\tau = \frac{F}{\alpha F_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} H^{-1/2} dH = \frac{2F}{\alpha F_0 \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) \quad (4.26)$$

Demak,

$$\tau = \frac{2F \sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}}{\alpha \cdot F_0 \sqrt{2g}} \quad (4.27)$$

Bu tenglik orqali idishdagi suyuqlik balandligi ma'lum miqdorga kamayganda, ya'ni H_1 va H_2 ga o'zgarganda suyuqlikning oqib tushish vaqti aniqlanadi. Idishdagi suyuqlikning butunlay oqib chiqish vaqti (bunda $H_2=0$):

$$\tau = \frac{2F \sqrt{H_1}}{\alpha \cdot F_0 \sqrt{2g}} \quad (4.28)$$

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1. Suyuqlikning sarflanish miqdorini pnevmometrik truba vositasida aniqlang.
2. Idishdan suyuqlikni o`zgaruvchan va o`zgarmas balandlikda oqib tushish farqini taqqoslang.

Amaliy mashg`ulotni chuqurroq o`rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Bernulli tenglamasi.
2. Drossel asboblari sifatida o`lchovchi diafragma, soplo, Venturi trubalari.
3. Trubalardagi suyuqliklarni tezligi va sarfini o`lchash.
4. Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqishi.

Adabiyotlar:

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhamedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhamedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

5-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Trubalarning gidravlik qarshiliklari va suyuqlik harakatida bosim yo'qotilishini aniqlash.

Maqsad: Suyuqliklarni oqishi rejimini, gidravlik qarshiliklarni o'rganish.

Nazariy qism. Real suyuqliklar trubadan yoki kanallardan oqayotganda bosimning bir qismi ichki ishqalanish kuchini yengish uchun harakat yo'nalishini o'zgartirganda va oqim tezligi o'zgarganda yo'qoladi. Demak, bosimning yo'qolishi ichki ishqalanish qarshiligini va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun sarf bo'ladi.

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

Trubadan suyuqlik oqayotganda ichki ishqalanish kuchi trubaning butun uzunligi bo'yicha mavjud bo'ladi. Uning kattaligi suyuqlikning oqish rejimiga (laminar, turbulent) bog'liq.

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

Turbulent oqimda ishqalanish koeffitsientlarining kattaligi rejimga hamda trubaning g'adir-budirlikiga bog'liq. Trubalarning g'adir-budirliklari absolyut geometrik va nisbiy g'adir-budirlik bilan xarakterlanadi. Truba devorlaridagi g'adir-budirliklar o'rtacha balandliklarning truba uzunligi bo'yicha o'lchanishi *absolyut geometrik g'adir-budirlik* deyiladi.

Truba devorlaridagi g'adir-budirliklar balandligining (Δ) trubaning ekvivalent diametriga (d_e) nisbati *nisbiy g'adir-budirlik* deyiladi va ε bilan ifodalanadi:

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

Suyuqliklarning donasimon qatlamdan o'tishi.

Ko'pchilik kimyo texnologik jarayonlarda suyuqlik va gazlar sochiluvchan donasimon materiallar qatlamidan o'tkaziladi. Ishlatiladigan donasimon materiallar xilma-xil bo'ladi. Agar donasimon materiallar diametri bir xil bo'lsa, bir o'lchamli qatlam va har xil bo'lsa o'lchamli qatlam deyiladi. Bu jarayonlarda suyuqlik va gazlar donasimon materiallarning orasidan va kanallardan o'tadi. Donasimon materiallarning qatlami gidravlik qarshilik, solishtirma yuza, zarrachalar orasidagi bo'shliq hajmi, materiallarning o'lchami va shu kabi kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Donasimon materiallar orasidagi bo'shliq hajmining qatlam hajmiga nisbati *bo'sh hajm* deyiladi va ε bilan belgilanadi:

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

bu yerda V – donasimon qatlam hajmi; V_0 – qatlamdagi zarrachalar egallagan hajm; $V - V_0$ – qatlamning bo'sh hajmi.

Qatlam kanallaridagi suyuqlikning haqiqiy tezligini aniqlash qiyin. Shu sababli dastlab suyuqlikning mavhum tezligi topiladi. So'ngra quyidagi nisbatdan foydalanib suyuqlikning haqiqiy tezligi aniqlaniladi:

$$\omega = \frac{\omega_0}{\varepsilon}$$

bu yerda $\omega_0 = V/F$ mavhum tezlik suyuqlik hajmiy sarfini qatlamning ko'ndalang kesimini yuzaga bo'lgan nisbatiga teng.

Qarshilik koeffitsienti λ ni aniqlash uchun bir qator tenglamalar taklif etilgan. Suyuqliklarning donasimon qatlamlaridan o'tishidagi hamma rejimlar uchun umumiy gidravlik qarshilik koeffitsientini quyidagi umumiy tenglama orqali topish mumkin:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2,54$$

Tenglamadagi Reynolds kriteriysi quyidagicha topiladi:

$$Re = \frac{4\omega_0\rho}{f\mu}$$

bu yerda: ρ va μ – suyuqlikning zichligi va dinamik qovushqoqlik, f -solishtirma yuza.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1. Mahalliy qarshiliklarga misollar keltiring va tushintirib bering.
2. Qatlam kanallardagi suyuqlikni haqiqiy tezligini aniqlashni tushuntiring.
3. Qobiq trubali issiqlik almashinish apparatining trubalar oralig'idagi ekvivalent diametrni aniqlang. Issiqlik almashinish apparati diametri 38 x 2,5 mm li 61 trubadan tashkil topgan. Qobiqning ichki diametri 625 mm ga teng.

Javob: 102 mm yoki 0,102 m.

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar.

1. Hidrodinamika.
2. Ishqalanish qarshiliklari.
3. Mahalliy qarshiliklar.
4. Suyuqliklarning donasimon qatlamdan o'tishi.
5. Qarshilik koeffitsienti.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S.Nurmuhammedov, S.G.Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z.Salimov, I.S. To'ychiev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S.Nurmuhammedov, P.R.Ismatullaev, S.G.Zokirov, U.V.Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.

6-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Skrubber va issiqlik almashinuv apparatlarining gidravlik qarshiligini aniqlash.

Maqsad: Turli chiqindi gazlarni tozalash usullari, qo'llaniladigan apparatlar turlari, ularning tuzilishi, ishlash prinsipi bilan tanishish va kamchilik va afzal tomonlarini tahlil qilish.

Nazariy qism:

1. Trubalardagi gidravlik qarshiliklar.

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

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

Trubadan suyuqlik oqayotganda ichki ishqalanish kuchi trubaning butun uzunligi bo'yicha mavjud bo'ladi. Uning kattaligi suyuqlikning oqish rejimiga (laminar, turbulent) bog'liq.

Suyuqlik oqimining harakat yo'nalishi va tezligi o'zgarganda u mahalliy qarshiliklarga duch keladi. Trubadagi ventillar, tirsak, jo'mrak, toraygan hamda kengaygan qismlar va har xil to'siqlar *mahalliy qarshiliklar* deyiladi. Truba va kanallarda ichki ishqalanish va mahalliy qarshiliklar uchun yo'qotilgan bosim Darsi-Veysbax tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$h_y = \lambda \frac{l}{d_e} \cdot \frac{\omega^2}{2g} \quad (9.1)$$

bu yerda: λ – ichki ishqalanish koeffitsienti; l – truba uzunligi, m; ω – oqim tezligi, m/s; d_e – trubaning ekvivalent diametri, m.

Ishqalanish koeffitsienti o'lchamsiz kattalik bo'lib, uning miqdori harakat rejimiga, trubaning g'adir-budurligiga bog'liq. To'g'ri va silliq trubalarda suyuqlik oqimi laminar harakatda bo'lsa, ishqalanish koeffitsienti trubaning g'adir-budurligiga bog'liq bo'lmaydi va quyidagi tenglik orqali aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{A}{Re} \quad (9.2)$$

bu yerda A – truba shaklini hisobga oluvchi koeffitsient; dumaloq trubalar uchun $A = 64$; kvadrat shakldagi kanallar uchun $A = 57$.

Turbulent oqimda ishqalanish koeffitsientlarining kattaligi rejimga hamda trubaning g`adir-budurligiga bog`liq. Trubalarning g`adir-budurligi absolyut geometrik va nisbiy g`adir-budurlik bilan xarakterlanadi. Truba devorlaridagi g`adir-budurliklar o`rtacha balandliklarning truba uzunligi bo`yicha o`lchanishi *absolyut geometrik g`adir-budurlik* deyiladi.

Truba devorlaridagi g`adir-budurliklar balandligining ( $\Delta$ ) trubaning ekvivalent diametriga ( $d_e$ ) nisbati *nisbiy g`adir-budurlik* deyiladi va ε bilan ifodalanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{d_e} \quad (9.3)$$

Turbulent rejim uchun ishqalanish koeffitsienti λ ni topishda bir qator tenglamalar taklif etilgan. Turbulent rejimdagi harakatning hamma sohalari uchun quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{\varepsilon}{3.7} + \left(\frac{6.81}{Re} \right)^{0.9} \right] \quad (9.4)$$

Mahalliy qarshiliklardagi bosimning yo`qotilishi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$h_{m.q.} = \sum \xi_{m.q.} \frac{\omega^2}{2g} \quad (9.5)$$

bu yerda: $\xi_{m.q.}$ - mahalliy qarshilik koeffitsienti, uning qiymati tajriba yo`li bilan aniqlanadi.

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

$$h_u = \left(\lambda \frac{l}{d_e} + \sum \xi_{m.q.} \right) \frac{\omega^2}{2g} \quad (9.6)$$

2. Skrubber va issiqlik almashinuv apparatlarining gidrodinamikasi.

Gazlarni tozalash uchun cho'ktirish kameralari, siklonlar, filtrlash apparatlari (skrubber va elektrofiltrlar) ishlatiladi. Toza gaz olish uchun changli gazlarni suv yoki boshqa suyuqliklar bilan yuvib, ularni chang zarrachalaridan tozalanadi. Bu usul ayniqsa sovigan gazlarni tozalash uchun qulay, chunki gazlar soviganda suv bug'lari kondensatsiyalanib, changlar namlanadi va ularning og'irligi ortib, chang zarrachalari gazdan oson ajraladi. Og'irlik kuchi (gazning apparatda to'g'ri chiziqli harakati ostida), inersiya kuchi (gaz oqimi yo'nalishining birdan o'zgarishi natijasida) va markazdan qochma kuch ta'sirida (gazning apparatgatangension yo'nalishi bilan kirishida) namli gazlarni tozalash qiyin, shuning uchun namli gazlarni tozalashda namlash apparatlari ishlatiladi. Bu protseslar bo'sh yoki nasadkali skrubberlarda olib boriladi. Skrubberlar silindrsimon va to'g'ri to'rtburchakli kolonkalar ko'rinishida bo'ladi. Skrubberlarda gaz aralashmasi 0,8...1,5 m/s tezlikda, apparatning pastki qismidan yuqoriga qarab harakat qiladi.

Markazdan qochma skrubber:

- 1-silindrsimon korpus;
- 2-tangensial yo'nalishda gaz kiradigan shtutser;
- 3-suv taqsimlagich;
- 4-suv va shlam chiqaradigan apparatning pastki konus qismi;
- 5-tozalangan gaz chiqib ketuvchi shtutser.

Korpus devori yuzasidan soplo orqali berilgan suv doim yupqa plenka o'xshab oqib turadi. Gaz oqimidagi vintsimon aylanma harakat qiladigan qattiq zarrachalar markazdan qochma kuch ta'sirida skrubberning devorlariga urilib, plenka holida oqayotgan suv bilan yuvilib tushib ketadi. Markazdan qochma skrubberlarda oddiy va nasadkali skrubberlarga nisbatan gaz aralashmalarining tozalanish darajasi yuqori bo'lib, o'lchamlari 5-30 mkm zarrachalar uchun bu ko'satkich 95% gacha va zarrachalarning o'lchami 2-5 mkm bo'lganda 85 – 90% ga teng bo'ladi.

Hozirgi vaqtda kimyo va oziq-ovqat sanoatida gaz aralashmalarini tozalash uchun yuqori unumdorli qaynovchi qatlamli nasadkali skrubberlar keng ishlatilmoqda. Qaynovchi qatlamli nasadkali skrubberlarda ko'pincha past unumli val qimmatbaho shar shaklidagi nasadkalar ishlatiladi

Savollar

1. Hidravlik qarshiliklarni hisoblash qanday amaliy ahamiyatga ega?
2. Mahalliy qarshiliklardagi bosimning yo'qotilishi qanday tenglama bilan topiladi?
3. Nima uchun qaynovchi qatlamli nasadkali skrubberlar keng ishlatiladi?

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi

Adabiyotlar:

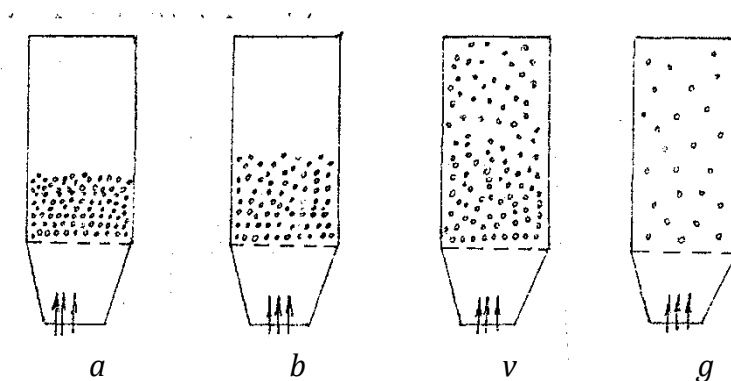
1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

7-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Mavhum qaynash qatlamining gidrodinamikasi. Qatlam hajmini va gidravlik qarshiligini aniqlash.

Maqsad: Mavhum qaynash qatlami haqida tushunchaga ega bo'lish, uni qo'llaniladigan sohalarni, mohiyatini hamda jarayonga ta'sir qilinishini ko'rib chiqish va o'rganish.

Nazariy qism. Hozirgi vaqtda kimiyo sanoatining barcha texnologik jarayonlarida mavhum qaynash usuli keng qo'llanilmoqda. Mavhum qaynash jarayonida fazalar o'rtasidagi kontakt yuza katta bo'lishi tufayli jarayon bir necha marta tezlashadi, natijada apparatning unumdorligi oshadi. Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi nisbatan katta emas, donasimon zarrachalar qatlamini hosil qilish uchun ixtiyoriy shakldagi vertikal idishga donasimon qattiq material gaz tarqatuvchi to'r ustiga joylashtiriladi. Agar to'r orqali pastdan yuqoriga qaratib kichik tezlik bilan gaz yoki suyuqlik oqimi yuborilsa, material qatlami o'zgarmay qoladi. (5.1- rasm, a)



5.1-rasm

Gaz oqimi tezligini asta sekin ko'paytirib borilsa, tezlik ma'lum qiymatga ega bo'lganda qatlamdagi materialning og'irligi oqimning gidrodinamik bosim kuchiga teng bo'lib qoladi. Bunda qattiq zarrachalar gidrodinamik muvozanat holatini egallaydi va har xil yo'nalishda siljiy boshlaydi. Gaz tezligini yana oshirsak qatlam kengayadi, zarrachalar harakatining intensivligi oshadi; bunda gidrodinamik muvozanat buzilmaydi. Bunday sharoitda qatlam mavhum qaynash

holatini egallaydi, ya'ni qatlam xuddi qaynayotgandek bo'lib ko'rinadi (5.1 rasm, b).

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

Agar gazning tezligini oshirsak, tezlik ma'lum qiymatga yetganda gidrodinamik bosim kuchlari materialning og'irlik kuchlardan ortib ketadi, natijada qattiq material donachalari gaz oqimi bilan birga chiqib ketadi (5.1-rasm, g). Qattiq material donachalarining gaz oqimi bilan chiqib ketish holatiga to'g'ri keladigan tezlik chiqib ketish tezligi yoki *ikkinchi kritik tezligi* deb ataladi. Demak, mavhum qaynash holati birinchi va ikkinchi kritik tezliklar orasida yuz beradi.

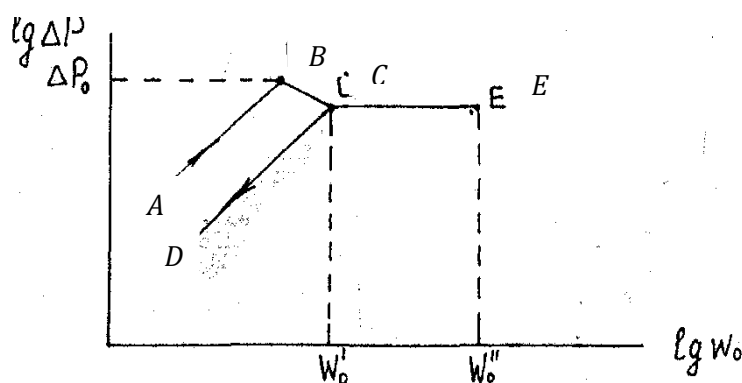
Mavhum qaynash ikki xil (bir jinsli va turli jinsli) ko'rinishda yuz beradi. Bir jinsli mavhum qaynashda birinchi va ikkinchi kritik tezliklar o'rtasida qattiq material zarrachalari butun qatlam balandligi bo'yicha bir xil tarqalgan bo'ladi. Amaliy jihatdan bunday mavhum qaynash jarayoni tomchili suyuqlik yordamida amalga oshiriladi.

Turli jinsli mavhum qaynash asosan qattiq modda zarrachalari oqimi yordamida mavhum qaynash holatiga keltirilganda yuz beradi. Bunda birinchi va ikkinchi kritik tezliklar oralig'ida qattiq modda zarrachalari qatlam bo'ylab har xil tarqalgan bo'ladi. Turli jinsli qatlamning hosil bo'lish darajasi zarrachalarning yuzasi va shakliga, diametriga, oqimning tezligiga, gaz tarqatuvchi to'ring xiliga bog'liq.

Agar qattiq zarrachalarning o'lchami kattalashib, apparatning diametri kichiklashsa va gazning tezligi ko'paysa, o'zaro porshenli qatlam paydo bo'ladi. Porshenli qatlamda qattiq fazaning vertikal yo'nalishidagi aralashtirilishi qiyinlashadi.

Nam qattiq materiallar yoki juda kichik o'lchamli materiallar mavhum qaynash holatiga keltirilganda kanal hosil qiluvchi qatlam paydo bo'ladi. Bunda gaz kanallar orqali o'tib ketadi, qattiq materiallarning asosiy massasi o'zgarmay qoladi. Konussimon va konus-silindrsimon apparatlarda kanal hosil qiluvchi qatlam fontanli qatlamga aylanadi. Bunday sharoitda gaz yoki suyuqlik oqimi asosan apparatning o'qi bo'ylab qattiq zarrachalar bilan birgalikda harakat qiladi va fontan kabi ularni yuqoriga tarqatadi.

Donasimon qatlamning gidravlik qarshiligi va muhitning tezligi orasidagi bog'liqlikni ko'rib chiqamiz (5.2-rasm).



5.2-rasm

AB chiziqlik o'zgarish qatlam orqali o'tayotgan gaz harakatini tasvirlaydi. C nuqta o'zgarish qatlamning mavhum qaynash holatiga o'tishini ko'rsatadi. Shu nuqtaga to'g'ri kelgan tezlik w_0' birinchi kritik tezlikni xarakterlaydi. Mavhum qaynash jarayonining boshlanishi bilan oqimning gidrodinamik bosim kuchlari qatlamidagi qattiq zarrachalar og'irligini muvozanatga solib turadi. Gaz oqimi tezligining ortishi bilan qattiq zarrachalar og'irligi o'zgarmaydi, zarrachalarni mavhum qaynash holatida ushlab turish uchun zarur bo'lgan energiya sarfi ham bir xil bo'ladi. Bu holat grafikda CE gorizontall chiziqlik bilan belgilangan. E nuqtaga to'g'ri kelgan w_0'' ikkinchi kritik tezlikni xarakterlaydi. Tezlik $w_0' > w_0''$ bo'lgan paytda zarrachalar oqim bilan birgalikda apparatdan chiqib ketadi. Bunday sharoitda qatlamdagi qattiq zarrachalar og'irligining kamayishi natijasida qattiq zarrachalarni mavhum qaynash holatiga keltirish uchun kerak bo'lgan energiya sarfi kamayadi. Shu sababli bosimlar farqi Δp nuqta C dan keyin kamayadi.

O'zgarish qatlamdan mavhum qaynash holatiga o'tish uchun bosim cho'qqisi Δp_0 xarakterlidir. Zarrachalar o'rtasidagi o'zaro tortishish kuchlarini yengish uchun qo'shimcha energiya sarflanishi sababli bosim cho'qqisi hosil bo'ladi. Bosim cho'qqisining kattaligi zarrachalar shakli va yuzasiga bog'liq. Agar gaz tezligi asta-sekin kamaytirilsa, egri chiziqlik A nuqtada kesishma pastroqda o'tib, cho'qqi hosil qolmaydi. Bu hodisa *gisteresis* deb ataladi. Mavhum qaynash hosil bo'lishining kritik tezligini topish uchun juda ko'p tenglamalar taklif etilgan. Sharsimon bir jinsli zarrachalar uchun birinchi kritik tezlikni topishda Todes tenglamasidan foydalanish mumkin:

$$Re_{kr} = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad (5.1)$$

bu yerda:

$$Re_{kr} = \frac{\omega_0' \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (5.2)$$

$$Ar = \frac{d^3(\rho_{q.z.} - \rho_m)\rho g}{\mu^2} \quad (5.3)$$

d – qattiq zarrachaning diametri, m;

ρ_m – muhitning zichligi, kg/m³;

$\rho_{q.z.}$ – qattiq zarrachaning zichligi, kg/m³;

μ – muhitning qovushqoqligi, N·s/m;

g – erkin tushish tezlanishi, m²/s.

O'zgarmas qatlam va mavhum qaynash qatlami balandliklari quyidagi bog'lanishlarga ega:

$$H(1 - \varepsilon) = H_0(1 - \varepsilon_0) \quad (5.4)$$

H – mavhum qaynash qatlamining balandligi, m;

ε – mavhum qaynash qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shliq (hajm);

H_0 – o'zgarmas qatlam balandligi, m;

ε_0 – o'zgarmas qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shliq (hajm).

Mavhum qaynash jarayoni mavhum qaynash soni K_ω bilan xarakterlanadi:

$$K_\omega = \frac{\omega_0}{\omega_0'} \quad (5.5)$$

bu yerda: ω_0 – apparatning to'la kesimiga nisbatan olingan oqimning ish tezligi, m/s; ω_0' – mavhum qaynash qatlamining hosil bo'lish kritik tezligi, m/s.

Mavhum qaynash soni K_ω zarrachalarning qatlamdagi aralashish intensivligini ko'rsatadi. K_ω ikkiga teng bo'lsa, intensiv aralashish kuzatiladi.

Zarrachalarning qatlamda o'rtacha bo'lish vaqti:

$$\tau_0 = \frac{G_m}{Q_s} \quad (5.6)$$

bu yerda: G_m – qatlamda bo'lgan qattiq materialning massasi, kg; Q_s – qattiq material sarfi, kg/s.

Qattiq zarrachalarning gaz yoki suyuqlik oqimi bilan chiqib ketish tezligi Todes tenglamasi orqali topiladi:

$$Re = \frac{Ar}{18 + 0,62\sqrt{Ar}} \quad (5.7)$$

$$Re = \frac{\omega'_0 \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (5.8)$$

Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P = H(\rho_{q.z.} - \rho_m)(1 - \varepsilon) \quad (5.9)$$

Asosiy tenglamalar.

1. Qattiq zarrachalarning qo'zg'almas qatlami uchun bo'shliq hajm

$$\varepsilon_0 = \frac{(V_{nas} - V)}{V_{nas}} \quad (5.9)$$

zarrachalar orasidagi muhitning zichligi inobatga olinmasa, unda:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_{nas}}{\rho} \quad (5.10)$$

2. Mavhum qaynash qatlamining gidrodinamik xarakteristikasi bosimlar doimiyligi belgilaydi:

$$\Delta P_{qat} = \frac{G_{qat}}{S} = const \quad (5.11)$$

3. Mavhum qaynash qatlamidan o'tadigan oqim uchun bosimning farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P_{qat} = (\rho - \rho_m)g(1 - \varepsilon)h_1 = (\rho - \rho_m)g(1 - \varepsilon_0)h_0 \quad (5.12)$$

h_1, h_2 – mavhum qaynash va qo'zg'almas qatlamning balandligi, m.

Agar muhit gaz bo'lsa, unda $\rho_m \ll \rho$ va

$$\Delta P_{qat} = \rho g(1 - \varepsilon)h_1 = \rho g(1 - \varepsilon_0)h_0 \quad (5.13)$$

Mustaqil bajarish uchun vazifalar.

1. Donasimon qatlamning gidravlik qarshiligi va muhitning tezligi orasidagi bog`liqlik grafigini ko`rsating.

Amaliy mashg`ulotni chuqurroq o`rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Mavhum qaynash qatlami haqida tushuncha.
2. Mavhum qaynash qatlamining boshlang`ich tezligi.
3. Ikkinchi kritik tezlik haqida tushuncha.
4. Mavhum qaynashning hosil bo`lishi.
5. Qaynashni hosil qiluvchi sabablar.
6. Mavhum qaynash qatlamining holatlari.
7. Mavhum qaynash qatlamining turlari.
8. Donasimon qatlamning gidravlik qarshiligi va muhitning tezligi orasidagi bog`liqlik.

Adabiyotlar:

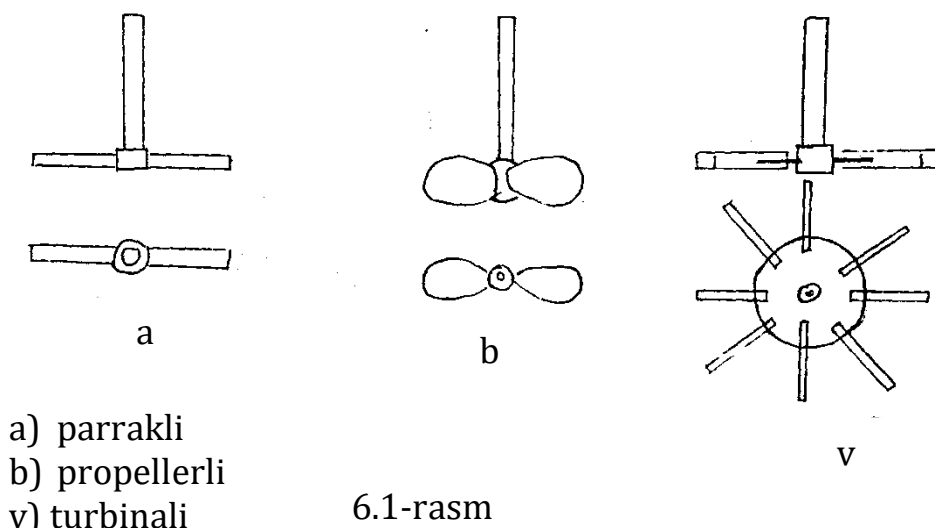
1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil

8-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Suyuqlik muhitida aralashtirish. Suyuqlik va gazlarni aralashtiradigan mashinalarning chidamliligini aniqlash.

Maqsad: Kimyoviy reaksiyalarni amalga oshirishda issiqlik va modda almashinish jarayonlarini tezlashtirish uchun aralashtiradigan mashinalarni tanlash, ishlash prinsipi bilan tanishish va ularning chidamliligini aniqlash.

Nazariy qism. Suyuq fazadagi aralashtirish ikki (mexanik va pnevmatik) usul bilan olib boriladi. Sanoat, ishlab chiqarishlarda ishlatiladigan aralashtirgichlar uch asosiy turga bo'linadi: parrakli, propellerli va turbinali (6.1-rasm).



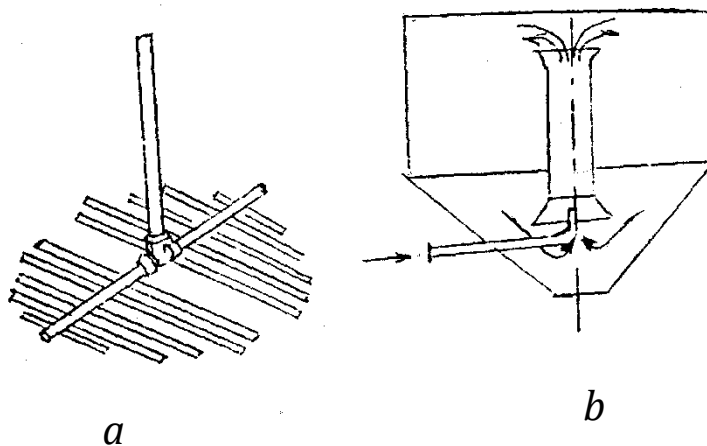
6.1-rasm

Parrakli aralashtirgichlar bir va bir nechta parrakdan iborat bo'ladi. Bir parrakli aralashtirgichlar qovushqoqligi ($1\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ gacha) kichik bo'lgan suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi. Qovushqoqligi katta bo'lgan suyuqliklarni aralashtirish uchun ko'p parrakli aralashtirgichlardan foydalaniladi. Aylanishlar soni minutiga 15.....45 gacha.

Propellerli aralashtirgichlarning asosiy ish organi o'qqa o'rnatilgan propeller (yoki vint) dan iborat. O'q. gorizontal, vertikal, yoki qiya o'rnatilgan bo'lishi mumkin. Vintlar ikki yoki uch qanotli bo'ladi. Propellerning diametri apparat diametrining 0,25....0,3 qismini tashkil qiladi. Aylanishlar soni esa minutiga 150....1000. Propellerli aralashtirgichlarni harakatchan va qovushqoqligi bir oz katta bo'lgan ($6\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ gacha) suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi.

Turbinali aralashtirgichlarning asosiy ish organi turbina g'ildiragi bo'lib, u vertikal o'qda joylashtirilgan bo'ladi. G'ildirak minutiga 200....2000 tagacha aylanma harakat qiladi. Turbina g'ildiragining ishlash prinsipi markazdan qochma kuchlarning ta'siriga asoslangan. Turbinali aralashtirgichlarning diametri apparat diametrining 0,17....0,33 qismini tashkil qiladi. Turbinali aralashtirgichlar qovushqoqligi kam va katta bo'lgan ($1...700 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ gacha) suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi.

Qovushqoqligi uncha yuqori bo'lmagan ($200 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ gacha) suyuqliklarni aralashtirish uchun ayrim hollarda pnevmatik aralashtirgichlar ishlatiladi. Aralashtirish uchun ko'pincha siqilgan havo ishlatiladi. Odatda, pnevmatik usul qo'llanilganda teshikchalari bo'lgan tarqatuvchi trubalar (barbater) orqali siqilgan havo yuboriladi. Sochiluvchi moddalarni siqilgan havo yordamida aralashtirish uchun erlift prinsipidan foydalaniladi. (6.2-rasm).



6.2-rasm

a) Pnevmatik aralashtirish b) Erlift yordamida aralashtirish

Har qanday aralashtirish jarayoni ikki xil kattalik (energiya sarfi va aralashtirish samaradorligi) bilan xarakterlanadi. Har xil jarayonlarda aralashtirish samaradorligi turlicha belgilanadi. Masalan, agar qattiq moddaning suyuqlikdagi suspenziyasi tekshirilayotgan bo'lsa, aralashtirish samaradorligi qattiq modda zarrachalarining suyuqlikda bir xil tarqalish vaqti bilan belgilanadi. Agar aralashtirish issiqlik almashinishni tezlatish uchun ishlatilsa, u holda jarayon samaradorligi muhitdagi issiqlik berish koeffitsientlariniing qanchaga ko'payishi bilan belgilanadi.

Og'irlik kuchlar ta'siri sharoitida suyuqlikni majburiy statsionar harakati kriterial tenglama bilan ifodalanadi:

$$Eu = f(Re, Fr, G_1, G_2, \dots) \quad (6.1)$$

bu yerda: G_1, G_2 – geometrik o'xshashlik komplekslari.

Aralashtirish jarayonini ta'riflab berish uchun modifitsirlangan Eyler (Eu), Frud (Fr) va Reynolds (Re) kriteriylari qo'llaniladi. Ushbu kriteriylar ularning oddiy ko'rinishlarini o'zgarish bilan olish mumkin. Suyuqlikni chiziqli tezligi o'rniga modifitsirlangan kriteriylarga aralashtirgichni doira tezligi proporsional bo'lgan nd kattalik qo'yiladi.

$$W_{doi} = \pi nd \quad (6.2)$$

n – aralashtirgichning aylanmalar soni;

d – aralashtirgichning diametri.

Kriteriylarning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$Re_m = \frac{nd \cdot d\rho}{\mu} = \frac{nd^2 \rho}{\mu} \quad Re = \frac{wd\rho}{\mu} \quad (6.3)$$

$$Fr_m = \frac{n^2 d^2}{gd} = \frac{n^2 d}{g} \quad Fr = \frac{W^2}{gl} \quad (6.4)$$

$$Eu_m = \frac{P}{\rho(nd)^2} \quad Eu = \frac{\Delta P}{\rho \cdot \omega^2} \quad (6.5)$$

Eyler kriteriysiga aralashtirgichni parraklarning oldidagi va orqa tomondagi tekisliklar orasidagi bosimlar farqi ΔP kiradi. Bu bosimlar farqini aralashtirgich vali orqali P kuchi yordamida yengiladigan foydali quvvat bilan ifodalanadi.

$N \approx P(nd)$, unda bosimlar farqi:

$$\Delta P = \frac{P}{S} \approx \frac{N}{(nd) \cdot S} \approx \frac{N}{nd^3} \quad \text{bu yerda:}$$

$S \approx d^2$ - kuch (P) tarqalgan yuza.

ΔP ifodasini Eu_m ga qo'yib:

$$Eu_m = \frac{N}{\rho n^3 d^5} = K_N \quad (6.6)$$

Eu_m kriteriyning bunday ifodasi *quvvat kriteriysi* deyiladi va K_N bilan belgilanadi.

Quvvat kriteriysi grafiklar yordamida aralashtirgichlarning geometrik o'lchamlariga harakat rejimiga qarab aniqlanadi.

Mexanik aralashtirgichlar bilan aralashtirganda ikki xil rejim ajratiladi: laminar va turbulent. Laminar rejimda ($Re < 30$) aralashtirish sekin o'tib boradi va asosan aralashtirgichga yaqin bo'lgan suyuqlik, qatlamlari aralashadi.

$Re_m > 10^2$ turbulent rejim o'rtacha bog'liq bo'ladi va $K_N Re_m$ ga ancha bog'liq bo'lmaydi. $Re_m > 10^5$ teng bo'lganda $K_N Re_m$ ga umuman bog'liq bo'lmaydi. Bu soha avtomodel sohasi deyiladi. Energiyaning sarfi faqat inersiya kuchlari bilan aniqlanadi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1. Chizmaga qarab aralashtirgichlarning turini ayting.

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar.

1. Suyuqlik muhitida aralashtirish usullari.
2. Aralashtirgichli mashinalar, ularning asosiy turlari.
3. Mexanik aralashtirish uchun moslashgan aralashtirgichlarning turlari.
4. Aralashtirish jarayonini xarakterlab beruvchi kriteriyalar.
5. Laminar rejimda aralashtirish.

6. Turbulent rejimda aralashtirish.

Adabiyotlar

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton.
– Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

9 - AMALIY MASHG'ULOT.

Mavzu: Suyuqlik va gazlarni uzatish. Nasoslar va ventilyatorlarni tanlash.

Maqsad: Uzatish qurilmalari bilan tanishish, ularning asosiy parametrlarini aniqlash hamda asosiy hisobotlarni bajarish.

Nazariy qism. Kimyo va farmatsevtika sanoatlarining barcha tarmoqlarida suyuqliklar gorizontaal va vertikal trubalar orqali uzatiladi. Suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar *nasoslar* deyiladi.

Trubalarning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi trubalardan suyuqlikning oqishi uchun harakatlantiruvchi kuchi gidravlik mashinalar yoki nasoslar orqali hosil qilinadi. Nasos elektr dvigateldan mexanik energiya olib, uni suyuqlikning harakatlanayotgan oqim energiyasiga aylantirib, bosimni oshiradi.

Nasoslar asosan ikki turga: dinamik va hajmiy nasoslarga bo'linadi. Dinamik nasoslarda suyuqlik tashqi kuch ta'sirida harakatga keltiriladi. Nasos ichidagi suyuqlik nasosga kirish va undan chiqish trubalari bilan uzluksiz bog'langan bo'ladi. Suyuqlikka ta'sir qiladigan kuchning ta'siriga ko'ra, dinamik nasoslar parrakli va ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan nasoslarga bo'linadi.

Parrakli nasoslar o'z navbatida markazdan qochma va propellerli (o'qli) nasoslarga bo'linadi.

Markazdan qochma nasoslarda suyuqlik ichi g'ildiraklarning markazidan uning chetiga qarab harakat qilsa, propellerli nasoslarda esa suyuqlik g'ildirakning o'qi yo'nalishida harakat qiladi.

Ishqalanish kuchiga asoslangan nasoslar ikki xil (uyurmaviy va oqimli bo'ladi). Uyurmaviy va oqimli nasoslarda suyuqlik asosan ishqalanish kuchi ta'sirida harakatga keladi.

Hajmiy nasoslarning ishlash prinsipi suyuqlikning ma'lum bir hajmini yopiq kameradan itarib chiqarishga asoslangan. Hajmiy nasoslar jumlasiga porshenli, plunjerli, diafragma, shesternali, plastinali va vintsimon nasoslar kiradi.

Sanoatda suyuqliklarni siqilgan gaz (yoki havo) yordamida uzatish uchun gazliftlar va montejoylar ishlatiladi.

Nasosning asosiy parametrlari.

Nasoslardan foydalanish ish unumdorligi, napor va quvvat kabi kattaliklar bilan belgilanadi.

1. Nasosning vaqt birligi ichida uzatib beradigan suyuqlik miqdori *ish unumdorligi* (yoki sarfi) deyiladi. (Q , m³/s).

2. Nasosning massa birligiga ega bo'lgan suyuqlikka bergan solishtirma energiyasi *napor* deb yuritiladi (H , m). Nasosning napori oqimning nasosga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng.

3. Suyuqlikka energiya berish uchun sarflangan nasosning foydali quvvati N_f suyuqlik sarfi miqdori Q ning solishtirma energiyaga ko'paytirilganiga teng:

$$N_f = \gamma QH = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (10.1)$$

Nasosning o'qidagi quvvati foydali quvvatdan kattaroq bo'ladi, chunki nasosda energiya bir qismi yo'qoladi. Energiyaning yo'qolishi nasosning foydali ish koeffitsienti (FIK) η_N bilan belgilanadi. Demak, nasosning o'qidagi quvvati quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N_{o'q} = \frac{N_f}{\eta_N} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_N} \quad (10.2)$$

Foydali ish koeffitsienti η_N nasosdagi quvvatning nisbiy yo'qolishini, nasosning mukammalligini va uni ishlatilishning arzonligini ifodalaydi hamda quyidagi ko'paytma orqali topiladi:

$$\eta_N = \eta_v \cdot \eta_g \cdot \eta_m \quad (10.3)$$

bu yerda: η_v - hajmiy FIK; η_g - gidravlik FIK; η_m - mexanik FIK

Hajmiy FIK nasosning haqiqiy ish unumdorligining nazariy ish unumdorligiga nisbatiga teng bo'lib, nasos konstruksiyasining zich bo'lmagan joylaridan sizib chiqqan suyuqlikning miqdorini belgilaydi.

Gidravlik FIK suyuqlikning nasosdan o'tishida gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun sarf bo'lgan naporning yo'qotilishini ifodalaydi.

Mexanik FIK nasos mexanizmlaridagi ishqalanishni yengish sarflangan quvvatning yo'qotilishini belgilaydi.

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat (yoki dvigatelning nominal quvvati) nasos o'qidagi quvvatdan ortiqroq bo'ladi, chunki quvvatning bir qismi elektr dvigatelning o'qida va elektr dvigateldan mexanik energiya nasosga berilayotganda sarf bo'ladi, ya'ni:

$$N_{dv} = \frac{N_{o'q}}{\eta_u \cdot \eta_{dv}} = \frac{N_f}{\eta_N \cdot \eta_u \cdot \eta_{dv}} \quad (10.4)$$

Ko'paytma η_v , η_g , η_m , nasos qurilmasining to'la FIK deb yuritiladi va η bilan belgilanadi.

Nasos qurilmalarini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvat quyidagiga teng:

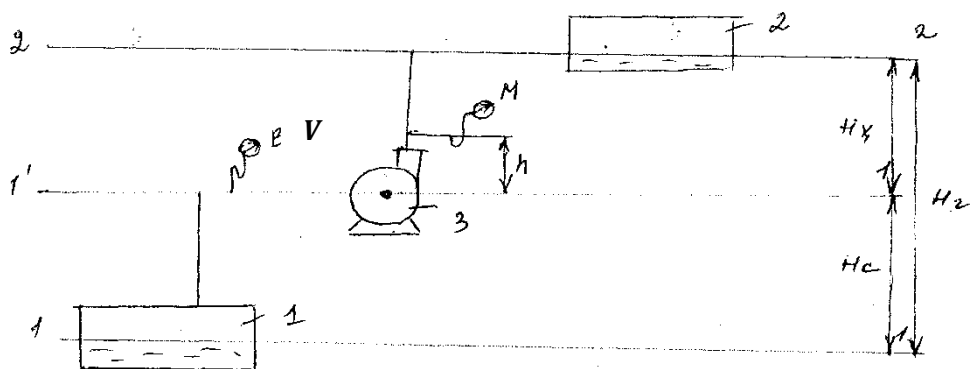
$$N_N = \beta \cdot N_{dv} \quad (10.5)$$

bu yerda: β – quvvatning zahira koeffitsienti, bu koeffitsientning qiymati dvigatelning nominal quvvatiga nisbatan topiladi.

Nasoslarning umumiy napor va so'rish balandligi.

Suyuqliklarni pastki idishdan (10.1-rasm) so'rish va haydash trubalari orqali haydash uchun dvigatel nasosga zarur energiya berishi, yani nasos bosimi (napor) hosil qilishi lozim.

Nasosning umumiy naporini 10.1-rasmdagi nasos qurilmasidan aniqlash uchun so'rish va haydash trubalari uchun Bernulli tenglamasining o'zgarishidan foydalanamiz. Buning uchun so'rish va haydash vaqtidagi parametrlarning o'zgarishini quyidagi tartibda aniqlaymiz:



10.1-rasm. Nasosning umumiy naporini aniqlash.

1 – pastki suyuqlik uzatiladigan rezervuar; 2 – bosim baki; 3 – nasos; M – manometr; V – vakuummetr.

p_i – suyuqlik soʻrib olinayotgan idishdagi bosim;

p – yuqorida joylashgan idishdagi bosim;

p_s, p_x – suyuqlikning nasosga kirishdagi va chiqishdagi bosimi;

H_s – soʻrish balandligi;

H_h – haydash balandligi;

H_g – suyuqlikning geometrik koʻtarilish balandligi;

h – vakuummetr va manometr oʻrnatilgan nuqtalar orasidagi vertikal masofa.

Nasosning naporini aniqlash uchun pastki idishdagi suyuqlik balandligining tekisligiga nisbatan soʻrish vaqtidagi 1-1 va 1^I -1^I kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz;

$$\frac{P_s}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = H_s + \frac{\omega_s^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + h_s \quad (10.6)$$

Xuddi shuningdek, nasos oʻtuvchi tekislikka nisbatan haydash vaqtidagi 1-1 va 2-2 kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$\frac{P_h}{\rho g} + \frac{\omega_h^2}{2g} = H_h + \frac{\omega_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + h_h \quad (10.7)$$

Bu tenglamalarda ω_1, ω_2 – pastki va yuqorigi idishlardagi suyuqlikning tezligi;

ω_s, ω_h – soʻrish va haydash trubalaridagi suyuqlik tezligi;

H_s, H_h – soʻrish va haydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun ketgan napor miqdori.

Soʻrish va haydash trubalaridagi tezlikka nisbatan pastki va yuqoridagi idishlardagi suyuqlik tezligining oʻzgarishi juda kichik boʻlib, u nolga teng. ($\omega_1=0$; $\omega_2=0$)

Nasosning nabori oqimning nasosga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng;

$$H = \frac{P_s - P_h}{\rho g} \quad (10.8)$$

(10.6) va (10.7) tenglamalardan ayirmalar farqini aniqlasak:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{W_s^2 - W_h^2}{2g} + H_s + H_h + h_s + h_h \quad (10.9)$$

Bunda $\omega_s = \omega_h$, chunki soʻrish va haydash trubalarining diametri bir xil $h_u = h_s + h_h$ trubaning umumiy qarshiligi. Bundan tashqari 10.1-rasmdan $H_s + H_h = H$. Bu holda (10.9) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$H = H_g + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + h_u \quad (10.10)$$

Demak, nasosning umumiy nabori suyuqlikning geometrik balandligi H_g ga koʻtarish uchun, pastki va yuqorigi idishlardagi bosimlar orasidagi farqni hamda soʻrish va uzatish trubalaridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflanadi;

Agar pastki va yuqorigi idishlardagi bosim oʻzaro teng boʻlsa, u holda nasosning umumiy nabori:

$$H = H_g + h_u \quad (10.11)$$

Suyuqlik gorizontaal trubalar orqali uzatilsa ($H_g = 0$)

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + h_u \quad (10.12)$$

Xuddi shuningdek, nasosning umumiy naporini manometr va vakuummetrning ko'rsatishi bo'yicha ham aniqlash mumkin;

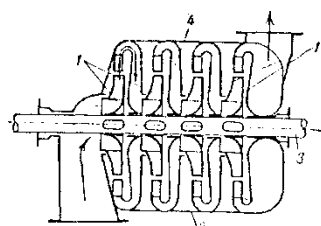
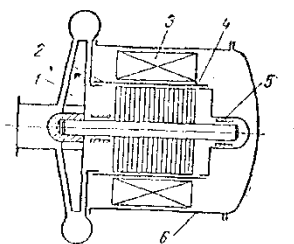
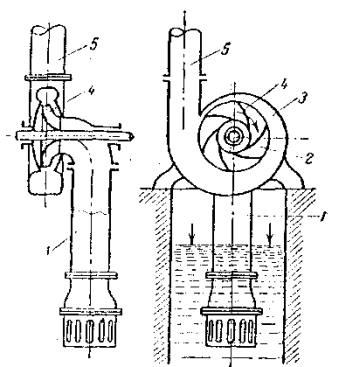
$$H = \frac{P_m - P_v}{\rho g} + h \quad (10.13)$$

Shunday qilib, nasosning umumiy naporini manometr va vakuummetrlar ko'rsatishlarining yig'indisi bilan bu qurilmalar ulangan nuqtalar orasidagi vertikal masofaning (h) yigindisiga teng.

So'rish balandligi. Pastki idishdagi suyuqlikning erkin sirtiga (10.1-rasm) atmosfera bosimi p ta'sir etadi.

Suyuqlik so'rish trubasi orqali balandlikka ko'tarilib, nasosning ish kamerasini to'ldirish uchun bu kamerada vakuumni vujudga keltirish kerak. Bosimlar farqi $p - p_s$ hosil bo'lganligi sababli suyuqlik ustunining metrlarda ifodalangan naporini $\frac{p_0 - p_s}{\rho g}$ hosil bo'ladi. Bu bosimning bir qismi suyuqlikni so'rish trubasida H balandlikka ko'tarish uchun, qolgan qismi esa suyuqlikning trubada W tezlik bilan harakatlanishiga yoki tezlik naporini hosil qilish uchun va so'rilayotgan suyuqlik yo'lida uchraydigan barcha qarshiliklarni yengishga sarflanadi. U holda:

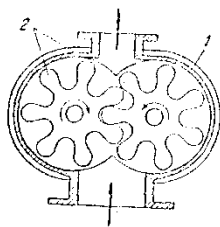
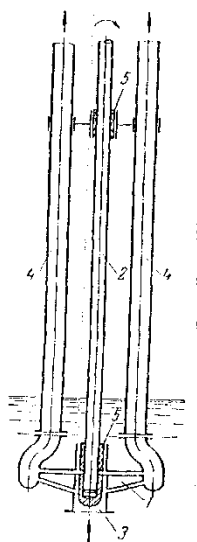
$$\frac{p_0}{\rho g} - \frac{p_s}{\rho g} = H_s + \frac{\omega^2}{2g} + h_s \quad (10.14)$$



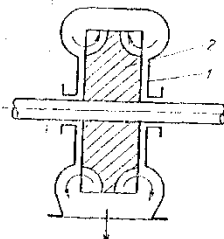
Gorizonttal plunjerli

Ko`p tabaqali

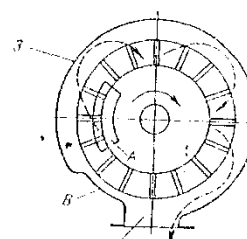
Markazdan qochma
kuch ta`sirida
ishlaydigan



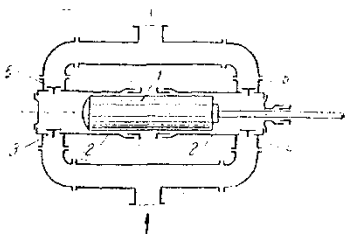
Shesternyali



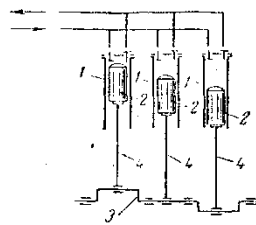
Virxli



Cho`kuvchi



Plunjerli



10.2-rasm. Nasoslarning turlari

Uzatilayotgan suyuqlikning qaynab ketishini hisobga olgan holda (u doim soʻrilishi uchun) soʻrilish trubalaridagi bosim shu temperaturadagi suyuqlikning toʻyingan bugʻ bosimi p_1 dan yuqori boʻlishi kerak. Bunda nasosning normal ishlashi uchun tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\frac{p_s}{\rho g} = \frac{p_0}{\rho g} - \left(H_s + \frac{\omega^2}{2g} + h_s \right) \geq \frac{p_t}{\rho g} \quad (10.15)$$

Bu yerdan:

$$H_s \leq \frac{p_0}{\rho g} - \left(\frac{p_t}{\rho g} + \frac{\omega^2}{2g} + h_s \right) \quad (10.16)$$

Temperatura ortishi bilan suyuqlikning toʻyingan bugʻ bosimi ham ortib, u qaynash temperaturasida tashqi atmosfera bosimiga tenglashadi, bu vaqtda soʻrish balandligi nolga teng. Shuning uchun qovushqoqligi yuqori va issiq suyuqliklarni uzatayotganda nasos qabul qiluvchi idishga nisbatan pastroq, oʻrnatilishi kerak.

Xuddi shuningdek soʻrish balandligini hisoblashda gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari, markazdan qochma nasoslarda kavitatsiya hodisasi, porshenli nasoslarda esa inertsion kuch taʼsirida boʻladigan bosim yoʻqolishlari inobatga olinishi kerak.

Amaliy mashgʻulotni chuqurroq oʻrganishda aqliy hujum, klaster va elpigʻich usullaridan foydalaniladi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar

1. Chizmaga qarab markazdan qochma nasoslarning ishlash tartibini ayting.
2. Plunjerli va shesternali nasoslarning ishlash tartibini taqqoslang.

Nazorat uchun savollar.

1. Nasoslarning turlari, ularning asosiy vazifasi va qoʻllanilishi.
2. Nasosning asosiy parametrlari; napor H , ish unumdorligi Q .
3. Nasosning foydali quvvati N_f , foydali ish koeffitsienti η va nasos oʻqidagi quvvat $N_{o'q}$.
4. Nasosning foydali ish koeffitsientini tashkil qiluvchi koeffitsientlar.

5. Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat.
6. Nasosning umumiy nabori
7. Nasosning so`rish balandligi.
8. Parrakli nasoslarning turlari.
9. Ishqalanish kuchiga asoslangan nasoslar.
10. Hajmiy nasoslar, ularni ishlash printsiplari
11. Suyuqliklarni siqilgan gaz yordamida o`zgaradigan nasoslar.
12. Maxsus nasoslar.
13. Gazlarni siqish mashinalari
14. Siqish darajasi haqida tushuncha
15. Ventilyatorlar haqida tushuncha.

Adabiyotlar:

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

10-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Turli jinsli sistemalarni cho'ktirish. Cho'kish tezligini aniqlash.

Maqsad: Turli jinsli sistemalar haqida tushunchaga ega bo'lish va ularni ajratish usullarini ko'rib chiqish.

Nazariy qism. Har xil fazalardan tashkil topgan aralashmalar *turli jinsli sistemalar* deb ataladi. Har qanday turli jinsli sistemalar ikki yoki undan ko'p fazalardan tashkil topgan bo'ladi. Zarrachalari juda maydalangan holatdagi faza *dispers* yoki *ichki faza* deyiladi. Dispers faza zarrachalarini o'rab olgan faza esa *dispersion* yoki *tashqi faza* deyiladi.

Fazalarning fizik holatiga ko'ra turli jinsli sistemalar quyidagi guruhlariga bo'linadi:

Suspenziya – suyuq va qattiq modda zarrachalaridan tashkil topgan aralashmalar.

Emulsiya – ikki xil o'zaro aralashtirilgan suyuqliklardan iborat bo'lib, bunda birinchi suyuqlikning ichida ikkinchi suyuqlikning tomchilari tarqalgan bo'ladi.

Ko'piklar – o'z tarkibida gaz pufakchalari tutgan sistemalar.

Changlar – o'z tarkibida qattiq moddaning mayda zarrachalarini (3...70 mkm) tutgan gaz sistemalar.

Tutunlar – tarkibida o'lcham 0,3...5 mkm ga teng bo'lgan qattiq modda zarrachalarini tutgan sistemalar.

Tumanlar – suyuq va gaz fazalaridan tashkil topgan sistemalar.

Chang, tutun va tumanlar *aerodispers sistemalar* (yoki aerozollar) deyiladi.

Kimyoviy texnologiyada turli jinsli sistemalarni ajratish uchun quyidagi gidromexanik usullardan foydalaniladi:

1. Cho'ktirish.
2. Filtrlash.
3. Sentrifugalash.
4. Suyuqlik yordamida ajratish.

Cho'ktirish – og'irlik kuchi, inersiya kuchlari (jumladan, markazdan qochma kuch) yoki elektrostatik kuchlar yordamida suyuqlik va gazsimon turli jinsli sistemalar tarkibidagi qattiq yoki suyuq zarrachalarni ajratish. Agar cho'ktirish og'irlik kuchi ta'sirida olib borilsa, bu jarayon tindirish deyiladi.

Filtrlash – suyuq va gazsimon aralashmalarni g'ovaksimon to'siq filtr yordamida ajratish. Filtrlash bosim yoki markazdan qochma kuch ta'sirida olib boriladi va asosan suspenziya hamda changlarni to'la tozalash uchun ishlatiladi.

Sentrifugalash – suspenziya va emulsiyalarni markazdan qochma kuchlar ta'sirida yaxlit yoki g'ovaksimon to'siqlar yordamida ajratish. Sentrifugalash jarayonida cho'kma va suyuqlik fazalari (fugat) hosil bo'ladi.

Suyuqlik yordamida ajratish – qattiq zarrachalarni biror suyuqlik ishtirokida ushlab qolish jarayoni. Bu jarayon og'irlik yoki inersiya kuchlari ta'sirida olib boriladi va gazlarni tozalash uchun ishlatiladi. Ayrim hollarda bu usuldan suspenziyalarni ajratishda ham foydalanish mumkin.

Cho'ktirish usuli suspenziya, emulsiya va changli gazlarni ajratish uchun ishlatiladi. Cho'ktirish tezligi kichik bo'lgani uchun bu usul asosan turli jinsli sistemalarni birlamchi ajratish uchun qo'llaniladi. Cho'ktirish jarayoni changli gazlar, suspenziya va emulsiyalar tarkibidagi mayda qattiq zarrachalarning og'irlik kuchi ta'sirida apparat tubiga cho'kishiga asoslangan. Cho'ktirish jarayonlari tindiruvchi apparatlarda olib boriladi.

Cho'ktirish tezligini aniqlash uchun alohida olingan sharsimon qattiq zarrachalarning suyuqlik muhitida erkin cho'kishini ko'ramiz. Bunda zarrachalarga og'irlik kuchi G , ko'tarish kuchi A va muhitning qarshilik kuchi R ta'sir qiladi.

Cho'ktirgichning harakatlantiruvchi kuchi rolini og'irlik va ko'tarish kuchlari o'rtasidagi farq, ya'ni zarrachalarning suyuqlikdagi og'irligi bajaradi:

$$P = G - A = \frac{\pi d^3}{6} g(\rho_z - \rho_m) \quad (7.1)$$

Muhitning qarshiligi R zarracha yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lib, ishqalanish va inersiya kuchlaridan tarkib topgan. Laminar oqimda ishqalanish kuchlari inersiya kuchlariga nisbatan katta bo'ladi. Stoks qonuniga ko'ra, laminar rejimda sharsimon zarrachaning cho'kishida muhitning qarshilik kuchi R quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$R = 3\pi d\mu \cdot \omega_{ch} \quad (7.2)$$

Cho'kayotgan zarracha dastlab tezroq cho'kadi, biroz vaqt o'tgach muhitning qarshilik kuchi harakatlantiruvchi kuchga tenglashganda o'zgarmas tezlik bilan bir xilda cho'ka boshlaydi. Shu o'zgarmas tezlik *cho'kish tezligi* deyiladi. Demak, zarracha o'zgarmas tezlikka ega bo'lganda $P = R$ bo'lib qoladi, ya'ni

$$\frac{\pi d^3}{6} g(\rho_z - \rho_m) = 3\pi d \mu \cdot \omega_{ch} \quad (7.3)$$

bu yerdan:

$$\omega_{ch} = \frac{d^2 g(\rho_z - \rho_m)}{18\mu} \quad (7.4)$$

Bu *Stoks tenglamasi* deb yuritiladi va $Re < 2$ bo'lganda ishlatiladi. Turbulent rejimida $Re > 500$ bo'lganda inersiya kuchlari ishqalanish kuchlaridan ustun turadi. Bunda qarshilik kuchi R Nyuton qonuniga ko'ra topiladi:

$$R = \xi F \frac{\rho_m \cdot \omega_{ch}}{2} \quad (7.5)$$

bu yerda: ξ – qarshilik koeffitsienti.

$$\xi = 0,44 \text{ agar } Re > 500$$

$$\xi = \frac{18,5}{Re^{0,5}} \text{ agar } 2 < Re < 500 \text{ (oraliq rejim)}$$

F – zarrachaning harakat yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan tekislikka tushirilgan proyeksiyasi.

$$\text{Sharsimon zarracha uchun } F = \frac{\pi d^2}{4}$$

Turbulent rejim uchun quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$\frac{\pi d^3}{6} g(\rho_z - \rho_m) = \xi F \frac{\rho_z \cdot \omega_{ch}^2}{2} \quad (7.6)$$

bu yerdan:

$$\omega_{ch} = 5,45 \frac{d(\rho_z - \rho_m)}{\rho_m} \quad (7.7)$$

Sharsimon bo'lmagan zarrachalarning cho'kish tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega = \omega_{\text{no}} \cdot \varphi \quad (7.8)$$

bu yerda: φ – shakl koeffitsienti; 0,77 – dumaloq zarrachalar uchun; 0,43 – plastinkasimon zarrachalar uchun; 0,66 – uchburchak shakldagi zarrachalar uchun.

Real sharoitlarda cho'ktirish jarayoni ma'lum hajmda, qattiq zarrachalarning konsentratsiyalari katta bo'lganda olib boriladi. Bunda siqilgan holatdagi cho'kish yuz beradi. Siqilgan holatdagi cho'kish tezligi ω erkin cho'kish tezligidan kichik bo'ladi, ya'ni $\omega < \omega_{ch}$, chunki siqilgan holatdagi cho'kishda umumiy qarshilik muhitning qarshiligi va zarrachalarning o'zaro bir-biriga ishqalanishi hamda urilishi natijasida hosil bo'lgan qarshiliklar yig'indisiga teng bo'ladi.

Hamma rejimlar uchun siqilgan holatdagi cho'kish tezligini aniqlashda quyidagi umumiy tenglamadan foydalaniladi:

$$Re = \frac{Ar \cdot E^{4,75}}{18 + 0,6 \sqrt{Ar \cdot E^{4,75}}} \quad (7.9)$$

bu yerda:

Ar – Arximed kriteriysi;

$E = V_0 - V / V_0$ – suyuqlikning suspenziyadagi hajm jihatidan olingan ulushi.

Sharsimon qattiq zarrachalarning siqilgan holatdagi cho'kish tezligini quyidagi tenglamalar orqali ham aniqlash mumkin:

$$\omega = \omega_{ch} \cdot \varepsilon^2 \cdot 10^{1,82(1-\varepsilon)} \quad \text{agar } \varepsilon > 0,7. \quad (7.10)$$

$$\omega = \omega_{ch} \cdot \frac{0,123 \cdot \varepsilon^3}{1 - \varepsilon} \quad \text{agar } \varepsilon \leq 0,7. \quad (7.11)$$

Mustaqil bajarish uchun vasifalar.

1. Masala. Stoks tenglamasidan foydalanish uchun 20°C suvda cho'kayotgan va zichligi $\rho = 2650 \text{ kg/m}^3$ ga teng bo'lgan kvarts zarrachalarining eng katta diametrini aniqlang.

Javob: 60 mkm.

2. Yuqoriga 0,5 m/s da yo`nalgan suv oqimida cho`kayotgan sharsimon bor zarrachalarning eng katta diametrini aniqlang. Suvning temperaturasi 10°C Borning zichligi $\rho=2710 \text{ kg/m}^3$.

Javob: $d=4,55\text{mm}$.

Amaliy mashg`ulotni chuqurroq o`rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar.

1. Turli jinsli sistemalarning klassifikatsiyasi
2. Turli jinsli suyuqlik sistemalar.
3. Turli jinsli gazsimon sistemalar.
4. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari. Cho`ktirish.
5. Tindirish, sentrifugalash usullari.
6. Suyuqlik yordamida ajratish.

Adabiyotlar:

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.

4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

11-AMALIY MASHG'ULOT.

Mavzu: Turli jinsli sistemalarni filtrlash. Filtrlash tezligini aniqlash.

Maqsad: Filtrlash yo'li bilan turli jinsli sistemalarni ajratish mexanizmini ko'rib chiqish.

Nazariy qism: Suspenziya va changlarni filtr to'siqlari orqali o'tkazib tozalash jarayoni *filtrlash* deyiladi. Filtr to'siqlar qattiq; zarrachalarni ushlab qolib, suyuqlik yoki gazni o'tkazib yuborish qobiliyatiga ega. Filtr sifatida mayda teshikli to'rlar, turli gazlamalar, sochiluvchi materiallar (qum, maydalangan ko'mir, bentonitlar) ishlatiladi.

Filtrlash paytida suspenziya tarkibidagi mayda zarrachalar filtrlovchi materialning ustki qismida cho'kma holda yoki filtrlovchi materialning o'zida teshiklarini to'ldirilgan holda o'tirib qolishi mumkin. Bu xususiyatlariga ko'ra filtrlovchi jarayon ikkiga bo'linadi:

1. Cho'kma hosil qilish yo'li bilan filtrlash.
2. Filtrlovchi materialning teshiklarini to'ldirish orqali filtrlash.

Filtrlash jarayonida siqiluvchi va siqilmaydigan cho'kmalar hosil bo'ladi. Siqiluvchi cho'kmalardagi zarrachalardagi bosim ortishi bilan deformatsiyaga uchrab, ularning o'lchami kichiklashadi. Siqilmaydigan cho'kmalarda bosim ortishi bilan zarrachalarning shakli va o'lchami deyarli o'zgarmaydi.

Sanoatda filtrlashdan so'ng quyidagi qo'shimcha jarayonlar amalga oshiriladi:

1. Cho'kmani yuvish.
2. Cho'kmani oddiy havo yordamida dudlash.
3. Cho'kmani issiq; havo yordamida quritish.

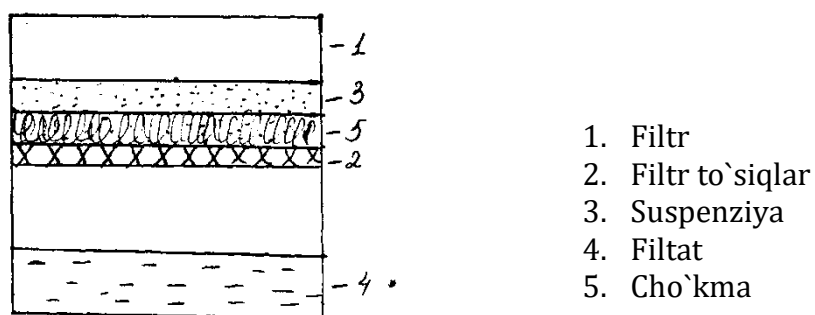
Filtrlash jarayonining unumdorligi va olinadigan filtratning tozaligi, asosan filtr to'siqlarning xususiyatlariga bog'liq. Filtr to'siqlarining teshiklari katta va gidravlik qarshiliklari kichik bo'lishi kerak. Filtr to'siqlar struktura tuzilishiga qarab egiluvchan va egilmas bo'ladi.

Filtr to'siqlardan oldingi va keyingi bosimlar farqi filtrlovchi materialga suyuqlik bosimni hosil qiluvchi markazdan qochma kuchlar filtrlash jarayonining

harakatlantiruvchi kuchi vazifasini bajaradi. Harakatlantiruvchi kuchlar turiga qarab filtrlash ikki guruhga bo`linadi:

1. Bosimlar farqi ta'sirida filtrlash.
2. Markazdan qochma kuchlar ta'sirida filtrlash.

Filtrlash jarayonining intensivligi va filtr apparatining ish unumi filtrlash tezligi bilan xarakterlanadi. Filtrlash tezligi vaqt birligi ichida filtratning hajmini ko`rsatadi.



1-rasm. Filtrlash jarayonining sxemasi

Filtrlash tezligi ajratilgan suspenziyaning fizik-kimyoviy xossalariga, hosil bo`layotgan cho`kmaning xarakteri, filtratning xossasi, filtrlash rejimi va boshqa kattaliklarga bog`liq. Filtrlash jarayoni asosan laminar rejimda o`tib boradi. Uni aniqlovchi formula:

$$W = \frac{dV_f}{F \cdot d\tau_f} \quad (8.1)$$

V_f - filtratning hajmi

F_f - filtrning yuzasi

τ_f - filtrlash vaqti.

Filtrlash tezligi jarayonining harakatlantiruvchi kuchiga to`g`ri va qarshiliklariga teskari proporsionaldir. Bundan tashqari, filtrlash tezligi har qanday

vaqtda bosimlarning farqiga to'g'ri va suspenziyaning qovushqoqligiga, cho'kma va filtr to'siqlarning gidravlik qarshiliklariga teskari proporsionaldir.

Filtrlash tenglamasi.

Filtrlash jarayonida vaqt o'tishi bilan bosimlarning farqi va cho'kmaning gidravlik qarshiligi o'zgarib boradi. Shu sababli filtrlash tezligi differensial ko'rinishdagi quyidagicha ifodalanadi:

$$W = \frac{dV_f}{F \cdot d\tau_f} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{ch} + R_{f.t.})} \quad (8.2)$$

ΔP – bosimlar farqi;

R_{ch} – cho'kma qatlamining qarshiligi;

$R_{f.t.}$ – filtr to'siqlarining qarshiligi.

Filtrlash tezligini aniqlash uchun (8.2) tenglikni integrallab, cho'kmaning gidravlik qarshiligi bilan olinayotgan filtrat hajmi orasidagi bog'liqlikni bilish lozim. Tenglamani integrallashda filtr to'siqlarining qarshiligi o'zgarmas deb olinadi, chunki qattiq zarrachalarning qarshiligi e'tiborga olinmaydi. Bunda cho'kma qatlamining balandligi ortib boradi. Cho'kma gidravlik qarshiligining qiymati esa noldan maksimumgacha o'zgaradi. Shuning uchun tezlik cho'kmaning gidravlik qarshiligi va filtrat hajmiga bog'liq bo'ladi.

Cho'kma hajmining (V_{ch}) filtrat hajmiga (V_f) nisbatini X_0 bilan belgilaymiz:

$$\frac{V_{ch}}{V_f} = X_0 \quad \text{bu yerda} \quad V_{ch} = X_0 \cdot V_f$$

Cho'kmaning hajmi cho'kma qatlami balandligining (h_{ch}) filtrat yuzasiga (F) ko'paytmasiga teng. Natijada:

$$X_0 \cdot V_f = h_{ch} \cdot F \quad \text{bu yerdan:}$$

$$h_{ch} = X_0 \frac{V_f}{F}$$

Cho'kma qatlamining qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{ch} = r_0 h_{ch} = r_0 X_0 \frac{V_f}{F} \quad (8.3)$$

r_0 – choʻkmaning hajmi jihatidan olingan solishtirma qarshiligi, $1/m^2$.

R_{ch} ning qiymatini (8.2) tenglamaga qoʻyib:

$$W = \frac{\Delta P}{\mu \left(r_0 X_0 \frac{V_f}{F} + R_{f.t.} \right)} \quad (8.4)$$

Bu formula *filtrlash jarayonining asosiy tenglamasi* deyiladi.

Agar filtr toʻsiqlarining gidravlik qarshiligi hisobga olinmasa, $R_{f.t.}=0$ va (8.4) tenglamaga $X_0 = \frac{h_{ch} \cdot F}{V_f}$ ning qiymatini qoʻysak, u holda quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$r_0 = \frac{\Delta P}{\mu h_{ch} W} \quad (8.5)$$

Agar $\mu = 1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ va $h_{ch} = 1 \text{ m}$; $V = 1 \text{ m/s}$ boʻlsa, qovushqoqligi $1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ suspenziya 1 m qalinlikdagi choʻkma qatlamida filtrlanganda choʻkmaning hajmi jihatidan olingan solishtirma qarshiligining miqdori bosimlar farqiga teng boʻladi.

Filtrlash rejimlari.

Amalda filtrlash jarayoni uch xil rejimda olib boriladi.

1 $\Delta P = \text{const}$. Bunda vaqt birligi ichida filtrlash tezligi kamayib boradi. Bu rejimda siqilgan havo yordamida filtr bilan choʻkma ostida doimiy oʻzgarmas bosim hosil qilinib turiladi va filtr ochiq boʻlib, filtrat vakuum yordamida tortib olinadi.

2. $W = \text{const}$. Tezlik oʻzgarmas boʻlishi uchun bosimlar farqini oshirish kerak. Bu rejimda ishlaydigan filtrlarga suspenziya porshenli nasoslar yordamida beriladi.

3. *Bir vaqtning oʻzida bosim va filtrlash tezligi oʻzgarib turadi.* Bu rejimda ishlaydigan filtrlarga suspenziya vakuum nasos orqali yuboriladi. Agar (8.5) tenglamadagi bosimlar farqi $\Delta P = \text{const}$ boʻlsa, unda

$$V = F \sqrt{\frac{2\Delta P \tau}{\mu r_0 X_0}} \quad (8.6)$$

bu yerda:

$\Delta P = \Delta P_0 - \Delta P_f$ - umumiy bosimlar farqi, N/m²;

ΔP_0 - cho'kmaning ikki tomonidan olingan bosimlar farqi, N/m²;

ΔP_f - filtr to'siqning ikki tomonidan olingan bosimlar farqi, N/m².

(8.6) tenglamadan filtratning hajmi, filtrning unumdorligini aniqlash mumkin. Hamda har qanday rejim uchun filtrlash vaqtini ham aniqlash mumkin. Bosimlar farqi bir xil bo'lganda filtrlash vaqti qancha ko'p bo'lsa, shuncha ko'p filtrat olinadi. (8.6) tenglamaga binoan bosimlar farqi ΔP , suspenziyaning qovushqoqligi μ , cho'kmaning solishtirma qarshiligi r_0 , cho'kma va filtrat hajmining nisbatlari faqat tajriba orqali aniqlanadi. Shu sababli bularning o'zaro bog'lanishi filtrlash doimiyligi K orqali ifodalanadi:

$$K = \frac{2\Delta P}{\mu \cdot r_0 \cdot X_0} \quad (8.7)$$

Xuddi shuningdek filtr to'siqlarning gidravlik qarshiligini ham filtrlash doimiyligi C bilan belgilash mumkin:

$$\tilde{N} = \frac{R_{f.t.}}{r_0 \cdot X_0} \quad (8.8)$$

Filtr to'siq va filtrlash doimiylarining qiymatlarini (8.4) formulaga qo'ysak, quyidagini olamiz:

$$V^2 + 2V \cdot C = K \cdot \tau \quad (8.9)$$

Filtrlash apparatlari.

Filtrlash apparatlari filtrlovchi to'siqlarning xiliga qarab donasimon materiallar, har xil gazlamalar va qattiq, materiallar (masalan, keramik buyumlar, to'rlar) bilan ishlaydigan filtrlarga bo'linadi.

Barcha turdagi filtrlovchi apparatlar filtrlash yuzasining harakatiga qarab ikki xil bo'ladi:

1. Harakatsiz filtrlash yuzasiga ega bo`lgan filtrlar.
2. Harakatli filtrlash yuzasiga ega bo`lgan filtrlar.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar.

1. Masala. 10 dm^3 suyuqlikni 1 m^2 filtrdan o`tish vaqtini aniqlang, agar dastlabki sinovlardan aniqlanadiki,  $1 \text{ m}^2$  filtrdan jaranning boshlanishidan yig`ilgan filtratning miqdori: 2,25 min 1 dm^3 va 14,5 min 3 dm^3 ga teng.

Javob: 140 min. yoki 2soat 20min.

2. Masala. Romli filtr-pressda suspenziyani filtrlab 3 soat davomida 6 m^3 filtratni olish kerak. Filtr pressning kerakli yuzasini aniqlang, agar tajribalar natijasida aniqlandiki $\Delta P = \text{const}$ bo`lganda 1 m^2 filtr yuzani konstantalari $K = 20,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{soat}$ $C = 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2$ ga teng. Javob: $F = 77,5 \text{ m}^2$

Amaliy mashg`ulotni chuqurroq o`rganishda aqliy hujum, klaster va elpig`ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar.

1. Filtrlash jarayoni haqida tushuncha.
2. Filtrlash usulini qo`llash sohalari.
3. Filtrlash jarayonida hosil bo`luvchi cho`kmalarning xususiyati.
4. Filtrlash jarayonining sxemasi.
5. Filtrlash tezligi.
6. Filtrlash jarayonining asosiy tenglamasi.
7. Filtrlash rejimlari.
8. Filtrlash apparatlari.
9. Filtrat miqdorini hisoblash.

10. Filtrlash siklining umumiy vaqti.

Adabiyotlar

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

12-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Issiqlik almashinish jarayonlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik usulida issiqlikni o'tishini hisoblash.

Maqsad: Issiqlik o'tkazuvchanlik usulida Fur'e tenglamasi asosida issiqlikni o'tishini hisoblash.

Nazariy qism:

Harorati yuqori bo'lgan jismdan harorati past jismga issiqlikning o'z - o'zidan, qaytmas o'tish jarayoniga issiqlik almashinish deyiladi.

Jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi, bu har xil haroratli bo'lgan jismlarning haroratlar farqidir. Termodinamikaning 2-qonuniga binoan, issiqlik har doim harorati yuqori jismdan harorati past jismga o'tadi.

Issiqlik (issiqlik miqdori) – bu issiqlik almashinish jarayonining energetik xarakteristikasi bo'lib, jarayon mobaynida uzatilgan yoki olingan energiya miqdori bilan belgilanadi.

Issiqlik almashinish jarayonida ishtirok etuvchi jismlar issiqlik tashuvchi eltkich yoki issiqlik eltkich deb nomlanadi.

Issiqlik o'tkazish – issiqlik energiyasining tarqalish jarayonlari to'g'risidagi fan.

Issiqlik almashinish jarayonlariga isitish, sovitish, kondensatsiyalash, bug'lanish va bug'latishlar kiradi. Ushbu jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan qurilmalar issiqlik almashinish qurilmalari deb ataladi.

Ma'lumki, issiqlik almashinish jarayonlarida kamida 2 ta turli haroratli muhitlar ishtirok etadi. O'z issiqlik energiyasini uzatuvchi, yuqori haroratli muhit - issiqlik eltkich deb atalsa, issiqlik energiyasini qabul qiluvchi past haroratli muhit esa-sovuqlik eltkich deb ataladi.

Issiqlik va sovuqlik eltkichlar kimyoviy bardoshli bo'lishi, qurilmalarini yemirmasligi va uning devorlarida qattiq, g'ovak, quyqa hosil qilmasligi kerak. Shuning uchun, issiqlik yoki sovuqlik eltkichlarni tanlashda jarayon harorati, narxi va ularni qo'llanish sohalari kabi ko'rsatgichlarga katta ahamiyat berish kerak.

Harorati turli bo'lgan muhitlar orasida issiqlik o'tkazish turg'un va noturg'un sharoitlarda amalga oshishi mumkin.

Turg'un jarayonlarda qurilmaning harorat maydoni vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi. Noturg'un jarayonlarda esa, vaqt o'tishi bilan harorat o'zgaradi. Uzlüksiz ishlaydigan qurilmalarda jarayonlar turg'un boradi, uzlukli (davriy) ishlaydigan qurilmalarda esa – jarayonlar noturg'un bo'ladi. Undan tashqari, davriy ishlaydigan qurilmalarni yurgizish va to'xtatish, hamda ish rejimlari o'zgargan hollarda noturg'un jarayonlar sodir bo'ladi.

Issiqlik o'tkazish jarayonining asosiy kinetik xarakteristikalar bo'lib, o'rtacha haroratlar farqi, issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti va uzatilayotgan issiqlik miqdorlari hisoblanadi.

Issiqlik almashinish qurilmalarini hisoblashda quyidagi parametrlar topiladi:

1. Issiqlik oqimi (qurilmaning issiqlik yuklamasi), ya'ni issiqlik miqdori Q hisoblanadi. Issiqlik oqimini aniqlash uchun issiqlik balansi tuziladi va u Q ga nisbatan yechib topiladi;

2. Berilgan vaqt ichida zarur issiqlik miqdorini uzatishni ta'minlovchi qurilma-ning issiqlik almashinish yuzasi aniqlanadi.

Buning uchun issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan foydalaniladi. Issiqlik asosan 3 usulda uzatilishi mumkin. Issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va issiqlik nurlanishi.

Harorat maydoni va gradiyenti

Muhitlarda issiqlik oqimi va haroratning taqsimlanishi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash issiqlik almashinish nazariyasining asosiy vazifalaridan biridir.

Tekshirilayotgan muhitning hamma nuqtalari uchun istalgan biror vaqtdagi harorat qiymatlari majmuiga *harorat maydoni* deyiladi.

Eng umumiy holatda ma'lum bir nuqtadagi harorat t shu nuqtaning koordinatalari (x, y, z) bog'liq bo'ladi va vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Demak, harorat maydonini ushbu funksiya bilan ifodalash mumkin:

$$\tau = f(x, y, z, \tau) \quad (4.5)$$

Ushbu bog'liqlik turg'un harorat maydonini ifodalovchi tenglamadir.

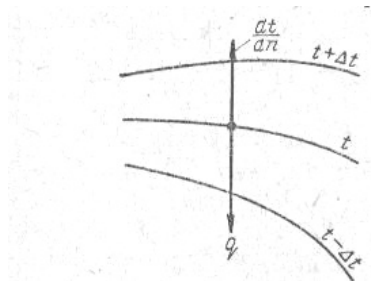
Xususiyl holatda (4.5) tenglama faqat fazoviy koordinatalar funksiyasi bo'ladi, ya'ni:

$$t = f(x, y, z) \quad (4.6)$$

va unga tegishli turg'un harorat maydonini ifodalaydi.

Agar, jismda biror tekislik o'tkazilsa va ushbu tekislikdagi bir xil haroratli nuqtalarni birlashtirsak, o'zgarmas haroratli chiziq (izoterma) ga ega bo'lamiz. Harorati bir xil nuqtalardan tashkil topgan jismning yuzasi izotermik yuza deb nomlanadi.

Ikkita bir-biriga yaqin joylashgan izotermik yuzalarning haroratlar farqi t bo'lsa, ular orasidagi eng qisqa masofa n bo'ladi (4.1-rasm). Agar, ikkala izotermik yuzalar bir-biriga yaqinlashib borsa $\frac{\Delta t}{\Delta n}$ nisbat ushbu chegaraga intiladi:



$$\lim \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right)_{\Delta n \rightarrow 0} = \frac{\partial t}{\partial n} = \text{grad} t \quad (4.7)$$

4.1-rasm. Harorat gradiyentini aniqlashga oid.

Izotermik yuzaga normal bo'yicha yo'nalgan harorat hosilasi harorat gradiyenti deb nomlanadi.

Harorat gradiyenti vektor kattalikdir.

Harorat gradiyenti nolga teng bo'lmagan ($gradt \neq 0$) sharoitdagina issiqlik oqimi hosil bo'lishi mumkin. Ma'lumki, issiqlik oqimi har doim harorat gradiyenti chizig'i bo'ylab harakat qiladi. Lekin, uning harakat yo'nalishi harorat gradiyentiga qarama-qarshi bo'ladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik

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

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau \quad (4.8)$$

(4.8) formuladagi proporsionallik koeffitsiyenti issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti deb ataladi. Bu koeffitsiyent jismning issiqlik o'tkazish qobiliyatini xarakterlaydi va quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[\lambda] = \left[\frac{dQ \partial n}{\partial t dF \cdot d\tau} \right] = \left[\frac{\mathcal{K} \cdot \mathcal{M}}{K \cdot \mathcal{M}^2 \cdot c} \right] = \left[\frac{Bm}{\mathcal{M} \cdot K} \right]$$

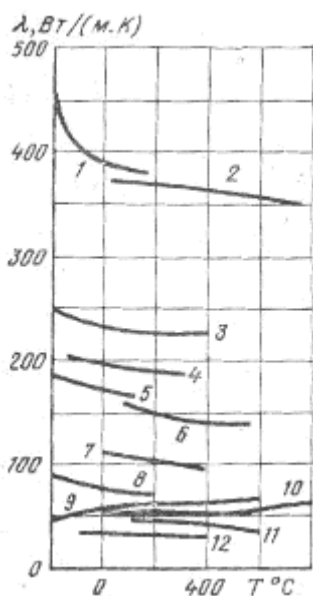
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti issiqlik almashinish yuza birligidan (1 m^2) vaqt birligi davomida izotermik yuzaga normal bo'lgan 1m uzunlikka to'g'ri kelgan haroratlarning 1 K ga pasayishi vaqtida uzatilgan issiqlik miqdorini ifodalaydi.

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

- gazlar uchun 0,005-0,5 $\text{Wt}/(\text{m}^2\text{K})$;
- suyuqliklar uchun 0,08-0,7 $\text{Wt}/(\text{m}^2\text{K})$;
- issiqlik qoplama va qurilish materiallari uchun 0,22-3,0 $\text{Wt}/(\text{m}^2\text{K})$;

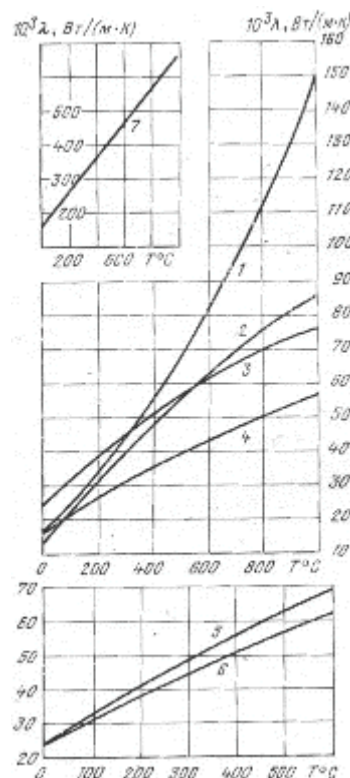
- metallar uchun 2,3-458,0 $\text{Vt}/(\text{m}^2\text{K})$.

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida qo'llaniladigan ayrim metallar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti quyidagi qiymatlarga ega: legirlangan po'lat – 14-23; qo'rg'oshin – 35; uglerodli po'lat – 45; nikel – 58; cho'yan – 63; alyuminiy - 204; mis – 384; kumush - 458 $\text{Vt}/(\text{m}^2\text{K})$. Sanoatda eng ko'p qo'llaniladigan metallar va suyuqliklar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari 4.2 va 4.3 – rasmlarda keltirilgan.



4.2- rasm. Ayrim metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari.

1-toza mis; 2-mis 99,9%; 3- alyuminiy 99,7%; 4-alyuminiy 99,0%; 5-toza marganets; 6-marganets 99,6% ; 7- rux 99,8%; 8-toza platina; 9-nikel 99%; 10-nikel 99,2%; 11-temir 99,2%; 12-texnik toza qo'rg'oshin.



4.3- rasm. Turli gazlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari.

1- suv bug'i; 2- uglekislota; 3- havo; 4- argon; 5- kislorod; 6- azot; 7- vodorod.

Issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi

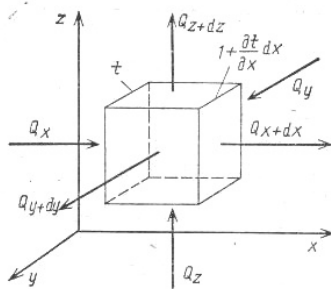
Issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlikning tarqalishi matematik usulda differensial tenglama bilan ifodalanishi mumkin. Ushbu tenglama energiyaning saqlanish qonuni asosida keltirib chiqariladi va issiqlik tarqatayotgan jism yoki

muhitning fizik xossalari (zichlik ρ , issiqlik sig'imi s , issiqlik o'tkazuvchanlik λ) hamma yo'nalishlarda va vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi deb qabul qilinadi. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasini keltirib chiqarish uchun qattiq jismdan qirralari dx , dy va dz bo'lgan elementar parallelepiped ajratib olinadi (4.4-rasm).

Agar, parallelepipedning chap orqa va ostki tomonlaridan vaqt mobaynida Q_x , Q_y va Q_z miqdorda issiqlik kirs, qarama-qarshi - o'ng, old va ustki - tomonlaridan esa o'z navbatida Q_{x+dx} , Q_{y+dy} va Q_{z+dz} miqdorda issiqlik chiqadi.

Biror vaqt ichida parallelepipedga kirgan va undan chiqqan issiqliklarning farqi ushbu ifodadan topiladi:

$$dQ = (Q_x - Q_{x+dx}) + (Q_y - Q_{y+dy}) + (Q_z - Q_{z+dz}) \quad (4.9)$$



4.4-rasm. Furening issiqlik

o'tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

Fure qonuniga binoan (4.9) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$Q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau$$

$$Q_{x+dx} = -\lambda \frac{\partial \left(t + \frac{\partial t}{\partial x} dx \right)}{\partial x} dydzd\tau = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau - \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dydzd\tau$$

Demak,

$$Q_x - Q_{x+dx} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dy dz d\tau \quad (4.10)$$

Yuqoridagi usuldan foydalanib, qolgan qirralar orqali o'tgan issiqlik miqdorlari aniqlanadi:

$$Q_y - Q_{y+dy} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} dx dy dz d\tau \quad (4.11)$$

$$Q_z - Q_{z+dz} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} dx dy dz d\tau \quad (4.12)$$

(4.11) va (4.13) tenglamalarning chap va o'ng tomonlarini qo'shib, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$dQ = \lambda \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) dx dy dz d\tau \quad (4.13)$$

Energiya saqlanish qonuniga binoan, dQ issiqlik miqdorining farqi $d\tau$ vaqt ichida parallelepiped entalpiyasining o'zgarishiga sarflanayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi, ya'ni:

$$dQ = c\rho dx dy dz \frac{\partial t}{\partial \tau} d\tau \quad (4.14)$$

bu yerda s – materialning solishtirma issiqlik sig'imi.

(4.13) va (4.14) ifodalarni solishtirish natijasida Furening issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (4.15)$$

(4.15) tenglamadagi $\alpha/(s\alpha)$ proporsionallik ko'paytmasi harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti deb nomlanadi va u quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[a] = \left[\frac{\lambda}{c\rho} \right] = \left[\frac{\frac{Bm}{M \cdot K}}{\frac{\mathcal{K}}{\kappa z \cdot K} \cdot \frac{\kappa z}{M^3}} \right] = \left[\frac{\frac{\mathcal{K}}{C \cdot M \cdot K}}{\frac{\mathcal{K}}{\kappa z \cdot K} \cdot \frac{\kappa z}{M^3}} \right] = \left[\frac{M^2}{C} \right]$$

Ushbu koeffitsiyent jismning issiqlik o'tkazish qobiliyatini xarakterlaydi.

Odatda, Furening issiqlik o'tkazuvchanlik differensial tenglamasini ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad \text{yoki} \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 \cdot t$$

Issiqlik almashinish qurilmalarining isitish yuzalari tekis, tsilindrik yoki sferik shaklda bo'lishi mumkin.

Shuning uchun, yuqorida qayd etilgan geometrik shaklli devorlarda issiqlikning tarqalishi muhim amaliy ahamiyatga ega.

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi

Savollar

1. Issiqlik almashinish qurilmalarining isitish yuzalari qanday shakllarda bo'lishi?
2. Issiqlik almashinish jarayonida ishtirok etuvchi jismlar qanday nomlanadi?
3. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti nima?

Adabiyotlar:

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195

2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.

3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.

4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

13-AMALIY MASHG`ULOT

**Mavzu: Tekis va silindrsimon devor orqali issiqlikni o`tishini hisoblash.
Issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchlar.**

Maqsad: Issiqlik almashinish jarayonlarida issiqlikning bir muhitdan ikkinchisiga o`tish nazariyasini o`rganish.

Nazariy qism. Issiqlik almashinish jarayonlarida issiqlik bir muhitdan ikkinchisiga o`tadi. Ko`pincha issiqlik tashuvchi agentlar bir-biridan devor orqali issiqlikning berilishi *issiqlikning o`tishi* deyiladi. Bunda berilgan issiqlikning miqdori  $Q$  issiqlik o`tkazishning asosiy tenglamasi orqali topiladi:

$$Q = K \cdot \Delta t \cdot F \cdot \tau \quad (11.1)$$

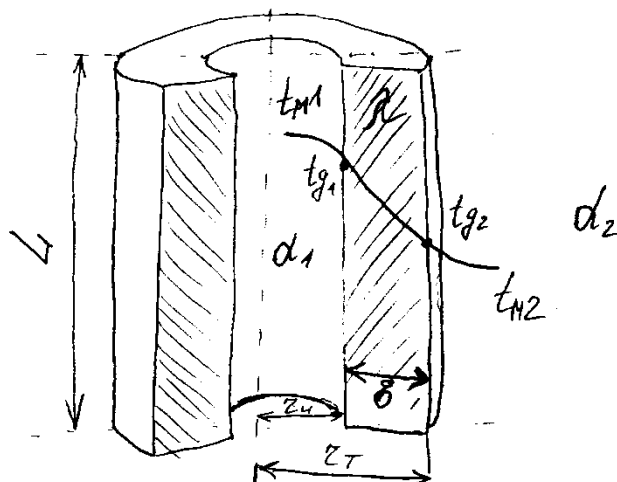
bu yerda K – issiqlik o`tkazish koeffitsienti,  $\Delta t$  – issiq va sovuq muhit haroratlarining o`rtacha farqi, F – muhitlarni ajratuvchi devor yuzasi, τ – jarayonning davomiyligi

Uzluksiz ishlaydigan tur`gun jarayonlar uchun bu tenglamada τ hisobga olinmaydi. U holda:

$$Q = K \cdot \Delta t \cdot F \quad (11.2)$$

Bu tenglamadagi K – birinchi muhit markazidan ajratuvchi devorga issiqlikning berilishi, ya'ni devor orqali issiqlik o`tkazuvchanlik va devor yuzasidan ikkinchi muhit markaziga issiqlik berish yo`llari orqali o`tish tezligini belgilovchi koeffitsient.  $K$  ning qiymatini topish uchun issiq muhitdan sovuq muhitga tekis devor orqali issiqlikning o`tish jarayonini ko`rib chiqamiz. (11.1-rasm).

11.1-rasm



Turg'un jarayon uchun birinchi muhit markazidan devorga berilgan, devordan o'tgan va devordan ikkinchi muhit markaziga berilgan issiqlikning miqdori o'zaro teng, ya'ni:

$$Q = \alpha_1 \cdot (t_{M_1} - t_{D_1}) \cdot F \quad (11.3)$$

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_{D_1} - t_{D_2}) \cdot F$$

$$Q = \alpha_2 \cdot (t_{D_2} - t_{M_2}) \cdot F$$

Bu ifodalardan quyidagilarni olish mumkin:

$$(t_{M_1} - t_{D_1}) = \frac{Q}{\alpha_1 \cdot F}$$

$$(t_{D_1} - t_{D_2}) = \frac{Q \cdot \delta}{\lambda \cdot F} \quad (11.4)$$

$$(t_{D_2} - t_{M_2}) = \frac{Q}{\alpha_2 \cdot F}$$

Natijada tenglamaning chap va o'ng tomonini qo'shamiz:

$$(t_{M_1} - t_{D_1}) + (t_{D_1} - t_{D_2}) + (t_{D_2} - t_{M_2}) = Q \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (11.5)$$

Yoki

$$Q = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)} (t_{M_1} - t_{M_2}) \quad (11.6)$$

(11.5) va (11.6) tenglamani o'zaro solishtirish natijasida tekis devor uchun quyidagi ifodani olish mumkin:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)} \quad (11.7)$$

$$\text{Yoki } \frac{1}{K} = \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (11.8)$$

Issiqlik o'tkazish koeffitsientiga teskari bo'lgan qiymat issiqlik o'tishining termik qarshiligi deb yuritiladi. $1/\alpha_1$ va $1/\alpha_2$ qiymatlar issiqlik berishning termik qarshiliklarini, δ/λ esa devorning termik qarshiligini ifodalaydi.

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

$$K = \left(\frac{Q}{\Delta t \cdot F \cdot \tau} \right) = \left(\frac{J}{m^2 \cdot s \cdot K} \right) = \left(\frac{Vt}{m^2 \cdot K} \right) = \left(\frac{Vt}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$$

Shunday qilib, issiqlik o'tkazish koeffitsienti K harorati yuqori bo'lgan muhitdan harorati past bo'lgan muhitga vaqt birligi ichida ajratuvchi devorning 1 m² yuzasidan muhitlar haroratlari farqi 1°C bo'lganda o'tkazilgan issiqlikning miqdorini bildiradi.

Ko'p qatlamli devordan issiqlik o'tish jarayonida har bir qatlamning termik qarshiliklari hisobga olinadi. Bu holda K ning qiymati quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)} \quad (11.9)$$

Kimyoviy texnologiyada ko'pincha issiqlik truba yuzasi orqali o'tadi. Silindrsimon yuzadan issiqlik o'tishining prinsipial sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan. Truba ichidagi harorati t_1 bo'lgan issiqlik muhiti bo'lib, undan issiqlik trubaning ichki yuzasiga beriladi. Truba tashqarisida harorati t_2 bo'lgan sovuq muhit bor. Truba tashqi yuzasidan sovuq muhitga issiqlikning berilishi α bilan ifodalanadi. Trubaning balandligi L , ichki radiusi r_i , tashqi radiusini esa r_t bilan belgilaymiz. Silindrsimon yuzadan o'tkazilgan issiqlik miqdori quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$Q = K_R \cdot 2\pi \cdot \tau \cdot (t_1 - t_2) \quad (11.10)$$

K_R ning qiymati esa quyidagi tenglama bilan topiladi:

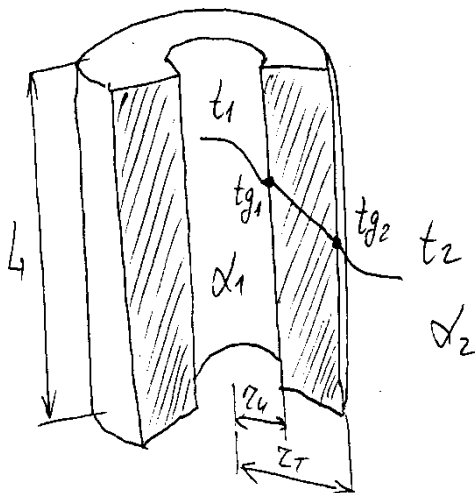
$$K_R = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1 \cdot r_i} + \frac{1}{\lambda} 2,3 \lg \frac{r_t}{r_i} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot r_t} \right)} \quad (11.11)$$

K_R – issiqlik o'tkazishning chiziqli koeffitsienti.

Agar K ning qiymati truba uzunligining birligiga nisbatan olinsa, K_R ning qiymati truba uzunligining birligiga nisbatan olinadi. Shu sababli $K_R = (Wt/(m \cdot K))$ yoki $(Wt/(m \cdot ^\circ C))$ o'lchov birligiga ega.

Silindrsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi.

Uzunligi L , ichki radiusi r_i va tashqi radiusi r_t ga teng bo'lgan silindrsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanligini ko'rib chiqamiz (11.2-rasm). Ichki va tashqi devordagi haroratlarni o'zgarmas, hamda ular t_{D_1} va t_{D_2} ga teng deb olinadi $t_{D_1} > t_{D_2}$.



Biror kesim uchun silindrsimon devorning yuzasi $F = 2\pi r L$. F ning qiymatini Furiye tenglamasiga qo'yib, bir o'lchamli maydon uchun quyidagi ifodani olamiz:

Furiye qonuni: Bu qonunga ko'ra issiqlik o'tkazuvchanlik orqali o'tgan issiqlik miqdori dQ harorat gradientiga dt/dn , vaqtga τ va issiqlik oqimi yo'nalishiga perpendikulyar

boʻlgan maydon kesimiga dF proporsionaldir, ya'ni:

$$dQ = -\lambda \cdot \frac{dt}{dn} \cdot dF \cdot \tau$$

$$Q = -\lambda \cdot 2\pi r \cdot L \cdot \tau \cdot \frac{dt}{d\delta} \quad (11.12)$$

Bu yerda $\delta = r_t - r_i$; $d\delta$ oʻrniga dr ni qoʻyish mumkin:

$$Q = -\lambda \cdot 2\pi r \cdot L \cdot \tau \cdot \frac{dt}{dr} \quad (11.13)$$

Yoki

$$\frac{dr}{r} = -\lambda \cdot \frac{2\pi L \tau}{Q} \cdot dt \quad (11.14)$$

Bu tenglamani r_i dan r_t gacha va t_{D_1} dan t_{D_2} gacha chegaralar boʻyicha integrallaymiz:

$$\int_{r_i}^{r_t} \frac{dr}{r} = -\lambda \cdot \frac{2\pi L \tau}{Q} \cdot \int_{t_{D_2}}^{t_{D_1}} dt \quad (11.15)$$

bundan,

$$\ln \frac{r_t}{r_i} = -\lambda \cdot \frac{2\pi L \tau}{Q} \cdot (t_{D_1} - t_{D_2}) \quad (11.16)$$

yoki $r_t/r_i = d_t/d_i$ hisobga olinsa:

$$Q = \frac{2\pi L \tau}{\frac{1}{\lambda} \cdot 2.3 \lg \frac{d_t}{d_i}} \cdot (t_{D_1} - t_{D_2}) \quad (11.17)$$

bu yerda d_t/d_i - silindrsimon devorning ichki va tashqi diametrlarining nisbati.

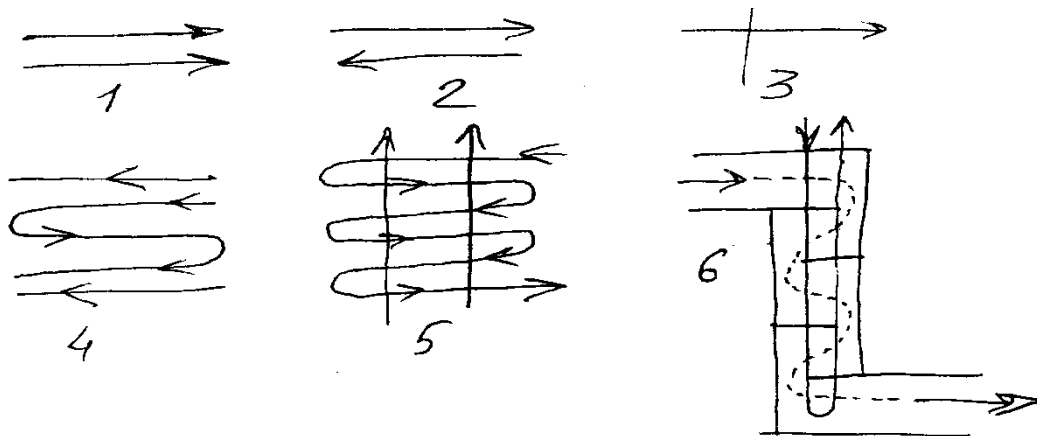
(11.17) tenglamadan koʻrinib turibdiki, silindrsimon devorning qalinligi boʻyicha harorat egri chiziqli boʻyicha oʻzgaradi, bu tenglama turgʻun issiqlik rejimi uchun silindrsimon devorning issiqlik oʻtkazuvchanlik tenglamasini ifodalaydi.

Bir necha qatlamdan iborat bo'lgan silindrsimon devordan issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan berilgan issiqdik miqdorini quyidagi tenglama orqali hisoblash mumkin.

$$Q = \frac{2\pi L \tau (t_{d_1} - t_{d_2})}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda_i} \cdot 2,3 \lg \frac{d_{i+1}}{d_i}} \quad (11.18)$$

Issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi.

Muhitlar harorati o'rtasida biror farq bo'lganida issiqlik harorati yuqori bo'lgan muhitdan harorati past bo'lgan muhitga o'tadi. Bunday haroratlar farqi issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab o'zgaradi, ya'ni ular bir xil qiymatga ega bo'lmaydilar. Shu sababli issiqlik almashinish jarayonlarini hisoblashda o'rtacha haroratlar farqi Δt degan tushuncha ishlatiladi. Muhitlarning o'rtacha haroratlar farqi *issiqlik almashinish jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi* deb yuritiladi.



11.3-rasm. Issiqlik almashinish apparatlarida issiqlik tashuvchi agentlarning yo'nalishi:

1 – bir xil; 2 – qarama-qarshi; 3 – har tomonlama; 4 – murakkab; 5,6 – ko'p pog'onali har tomonlama.

Suyuqliklar haroratlarining issiqlik almashinish yuzasi bo'yicha o'zgarishi muhitlarning o'zaro yo'nalishiga bog'liq (11.3-rasm). Issiqlik almashinish apparatlarida issiq va sovuq suyuqliklar o'zaro parallel, qarama qarshi yoki o'zaro kesishgan bo'lishi mumkin.

Bulardan tashqari amalda issiqlik tashuvchi agentlarning ancha murakkab sxemalari ham uchraydi. Issiqlik tashuvchi agentlarning yo'nalishi bir yoki qarama qarshi yo'nalgan bo'lganda, o'rtacha haroratlar farqi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\Delta t_{o'rt} = \frac{\Delta t_{kat} - \Delta t_{kich}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}}} \quad (11.19)$$

Bu yerda Δt_{kat} va Δt_{kich} – issiqlik almashinish apparatining chetlaridagi haroratlarning katta va kichik farqlari. Haroratlarning bu farqlari quyidagicha aniqlaniladi:

$$\begin{aligned} \Delta t_{kat} &= t_1' - t_2' & \Delta t_{kich} &= t_1'' - t_2'' \\ \text{yoki, } \Delta t_{kat} &= t_1'' - t_2' & \Delta t_{kich} &= t_1' - t_2'' \end{aligned} \quad (11.20)$$

Agar $\Delta t_{kat}/\Delta t_{kich} < 2$ bo'lsa, o'rtacha haroratlar farqi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\Delta t_{o'rt} = \frac{\Delta t_{kat} + \Delta t_{kich}}{2} \quad (11.21)$$

Bunday hisoblashda xatolik 4 % dan oshmaydi.

Bu (11.21) tenglamadan ko'rinib turibdiki, agar $t_{kat} = 0$ va $t_{kich} = 0$ bo'lsa, unda $\Delta t_{o'rt} = 0$ bo'ladi.

Agar $\Delta t_{kat} = \Delta t_{kich}$ bo'lsa, $\Delta t_{o'rt} = \Delta t_{kat} = \Delta t_{kich}$ bo'ladi.

Agarda issiqlik tashuvchi agentlardan birining harorati yuza bo'yicha o'zgarmasa (to'yingan bug'ning kondensatsiyalanishi, suyuqlikning qaynashi)

bunday sharoitda $\Delta t_{o'rt}$ ning qiymati (11.19) yoki (11.21) tenglamalar bo'yicha hisoblanadi.

Agar issiqlik tashuvchi agentlarning yo'nalishi o'zaro kesishsa, o'rtacha haroratlar farqi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\Delta t_{o'rt} = \varepsilon_{\Delta t} \frac{\Delta t_{kat} - \Delta t_{kich}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}}} \quad (11.22)$$

bu yerda $\varepsilon_{\Delta t}$ – muhitlarning haroratlari nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsient. Bu koeffitsient qiymatlari tegishli adabiyotlarda keltiriladi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar.

1. Issiqlik o'tkazish koeffitsientining o'lchov birligini keltirib chiqaring.
2. Issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchini aniqlang.

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Furrye qonuni.
2. Issiqlik o'tishining termik qarshiligi.
3. Issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvch kuchi.
4. O'rtacha haroratlar farqi.

Adabiyotlar:

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton. – Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195
2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
3. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

14-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Konveksiya usulida o'tgan issiqlik miqdorini hisoblash.

Maqsad: Issiqlik almashinish jarayoni haqida tushunchaga ega bo'lish va konvektiv issiqlik o'tkazish jarayonini o'rganish.

Nazariy qism Har xil temperaturaga ega bo'lgan jismlarda issiqlik energiyasining biridan ikkinchisiga o'tishi *issiqlik almashinish jarayoni* deyiladi. "Issiq va sovuq" jismlarning temperaturalari o'rtasidagi farq issiqlik almashinishning harakatlanuvchi kuchi hisoblanadi. Temperaturalar farqi bo'lganda termodinamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra issiqlik energiyasi temperaturasi yuqori bo'lgan jismdan temperaturasi past bo'lgan jismga o'z o'zidan o'tadi.

Issiqlik tarqalishining uchta printsiptial turi bor: Issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va issiqlikning nurlanishi.

Bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz harakati natijasida yuz beradigan issiqlikning o'tish jarayoni *issiqlik o'tkazuvchanlik* (yoki konduksiya) deyiladi. Gaz va tomchili suyuqliklarda kristall panjaradagi atomlarning tebranishi ta'sirida yoxud metallarda erkin elektronlarning diffuziyasi oqibatida issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni sodir bo'ladi.

Gaz yoki suyuqliklarda makroskopik hajmlarning harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarqalishi *konveksiya* deyiladi. Konveksiya ikki xil erkin va majburiy bo'ladi. Gaz yoki suyuqlik ayrim qismlardagi zichliklarning farqi natijasida hosil bo'ladigan issiqlikning almashinishi tabiiy yoki *erkin konveksiya* deyiladi.

Tashqi kuchlar ta'sirida (nasoslar yordamida suyuqliklarni uzatish, yoki mexanik aralashtirish) *majburiy konveksiya* paydo bo'ladi. Issiqlik energiyasining elektromagnit to'lqinlar yordamida tarqalishi *issiqlikning nurlanishi* deyiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik.

Temperatura maydoni va gradienti. Biror jism (yoki suyuqlik) ning ichida temperatura har xil bo'lganida issiqlik energiyasi issiqlik o'tkazuvchanlik orqali tarqaladi. Temperatura maydoni umumiy holda quyidagi funksional bog'liqlik bilan ifodalanadi:

$$t=f(x, y, z, \tau) \quad (12.1)$$

Agar temperatura vaqt davomida o'zgarmasa, temperatura maydoni turg'un bo'ladi. Agar temperatura vaqt o'zgarishi bilan o'zgarsa, bunday temperatura maydoni noturg'un deb hisoblanadi. Koordinatalar soniga ko'ra, temperatura maydoni bir o'lchamli, ikki o'lchamli va uch o'lchamli bo'lishi mumkin.

Bir xil temperaturaga ega bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni izotermik yuza deb yuritiladi. Temperatura bir izotermik yuzadan ikkinchi izotermik yuza yo'nalishiga qarab o'zgaradi. Temperaturalarining eng ko'p o'zgarishi izotermik yuzalarga o'tkazilgan normal chiziqlar bo'yicha yuz beradi. Temperaturalar farqi Δt ning izotermik yuzalar oralig'idagi normal bo'yicha olingan masofa (Δn) ga nisbati temperatura gradiyenti deb ataladi:

$$\text{grad } t = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{\partial t}{\partial n} \quad (12.2)$$

Temperatura gradiyenti nolga teng bo'lmagan taqdirda issiqlik oqimi yuzaga keladi. Bunda issiqlik oqimining yo'nalishi temperatura gradiyenti chizig'i bo'yicha boradi, ammo temperatura gradiyenti qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi:

$$q \approx \left(- \frac{\partial t}{\partial n} \right)$$

Furye qonuni bo'yicha issiqlik o'tkazuvchanlik orqali o'tgan issiqlik miqdori dQ temperatura gradiyentiga vaqtga dt va issiqlik oqimi yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan maydon kesimiga (df) proporsionaldir, ya'ni:

$$dQ = -\lambda \frac{dt}{dn} dF d\tau \quad (12.3)$$

Agar $q = \frac{Q}{F \cdot \tau}$, unda

$$q = -\lambda \frac{dt}{dn} \quad (12.4)$$

bu yerda: q – issiqlik oqimining zichligi; λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Issiqlik o'tkazuvchanlikning birligi:

$$[\lambda] = \left[\frac{dQ \cdot dn}{dt \cdot dF \cdot d\tau} \right] = \frac{J \cdot m}{grad \cdot m^2 \cdot ^\circ C} = \left[\frac{Vt}{m \cdot ^\circ C} \right]$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti issiqlik almashinish yuzasi birligidan (1m) vaqt birligi davomida (τ) izotermik yuzaga normal bo'lgan 1m uzunlikka to'g'ri kelgan temperaturaning $1^\circ C$ ga pasayishi bilan berilgan issiqlik miqdorini belgilaydi.

Furyening qo'zg'almas muhit uchun issiqlik o'tkazuvchanlik differentsial tenglamasi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (12.5)$$

yoki:

$$\frac{dt}{d\tau} = a \cdot \nabla^2 \cdot t \quad (12.6)$$

bu yerda $\nabla^2 \cdot t$ – Laplas operatori.

Nyuton qonuni.

Konvektiv issiqlik almashinishining asosiy qonuni bo'lib Nyutonning sovitish qonuni hisoblanadi. Bu qonunga ko'ra, issiqlik almashinish yuzadan atrof muhitda (yoki biror muhitdan qattiq jism yuzasiga) berilgan issiqlik devorining yuzasiga (df) yuza va muhit temperaturalarining farqiga ($t_w - t_f$) hamda jarayonning davomligiga ($d\tau$) to'g'ri proporsionaldir:

$$dQ = \alpha (t_w - t_f) \cdot df \cdot d\tau \quad (12.7)$$

α – issiqlik berish koeffitsienti.

$$[\alpha] = \frac{dQ}{df \cdot d\tau(t_w - t_f)} = \left[\frac{J}{m^2 \cdot ^\circ C \cdot grad} \right] = \frac{Vt}{m^2 \cdot K} = \frac{Vt}{m^2 \cdot s}$$

Uzlüksiz issiqlik almashinish uchun issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \alpha \cdot F(t_w - t_f) \quad (12.8)$$

Issiqlik berish koeffitsienti devorning $1m^2$ yuzasidan suyuqlikka (yoki muhitdan $1m^2$ yuzali devorga) 1s vaqt davomida, devor va suyuqlik temperaturalarining farqi 1s bo'lganda berilgan issiqlikning miqdorini bildiradi.

Furye-Kirxgoffning konvektiv issiqlik almashinish tenglamasi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} w_x + \frac{\partial t}{\partial y} w_y + \frac{\partial t}{\partial z} w_z = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (12.9)$$

Bu tenglama harakatdagi muhitda issiqlikning bir vaqtning o'zida issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya yo'llari bilan tarqalishining matematik ifodasidir.

Harakatlanuvchi muhitda joylashgan qattiq yuza ustida qalinligi σ ga teng bo'lgan chegara qatlam hosil bo'ladi. Bu qatlam orqali o'tgan issiqlik miqdori Furye qonuni orqali topiladi:

$$dQ = -\lambda \frac{dt}{dn} df \cdot d\tau \quad (12.10)$$

o'tgan issiqlikning miqdorini Nyuton qonuni yordamida ham aniqlash mumkin:

$$dQ = \alpha(t_w - t_f) \cdot df \cdot d\tau \quad \text{yoki} \quad -\lambda \frac{dt}{dn} = \alpha(t_w - t_f) \quad (12.11)$$

bu tenglama konvektiv issiqlik almashinishini to'la ifoda qiladi.

Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi. Yuqorida ko'rib o'tilgan tenglamalar ko'pincha hisob-kitoblarda kam qo'llaniladi. Shuning uchun hisoblash ishlarida kriterial tenglamalar keng qo'llaniladi:

$$Nu = f(Re, Gr, Pr, Fo) \quad (12.12)$$

$Nu = \frac{\alpha L}{\lambda}$ – Nuselt kriteriysi asosiy bo'lib, devor va oqim chegarasidagi issiqlikning o'tish tezligini ifodalaydi.

$Re = \frac{\omega L \rho}{\mu} = \frac{\omega L}{\nu}$ – Reynolds kriteriysi oqimdagi inersiya va ishqalanish kuchlarining nisbatini aniqlaydi.

$$Gr = \frac{gL}{\nu^2} \beta \Delta t \text{ – Grasgof kriteriysi;}$$

β – hajmiy kengayish koeffitsienti.

Erkin konveksiya paytida issiq va sovuq suyuqlik zichliklarining farqi ta'sirida hosil bo'lgan oqimning gidrodinamik rejimini ifodalaydi.

$Pr = \frac{c\mu}{\lambda} = \frac{\nu}{a}$ – Prandtl kriteriysi suyuqlikning qovushqoqlik va temperatura o'tkazuvchanlik xossalari nisbatini ifodalaydi.

$Fo = \frac{a \cdot \tau}{l}$ – Furiye kriteriysi noturg'un issiqlik jarayonlarida temperatura maydonining o'zgartirish tezligi, muhitning o'lchash va fizik kattaliklari o'rtasidagi bog'liqliklarni belgilaydi.

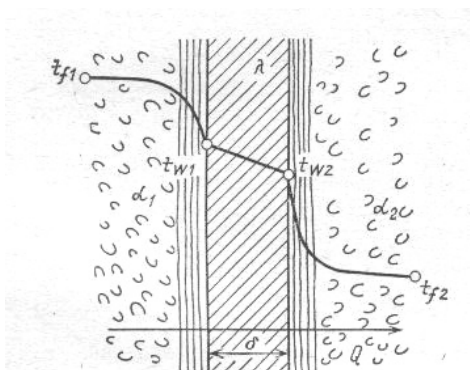
1. Turg'un jarayon uchun kriterial tenglama: $Nu = f(Re, Gr, Pr,)$
2. Suyuqlik oqimi majburiy harakat qilgan paytda: $Nu = f(Re, Pr,)$
3. Suyuqlikning erkin harakati paytida: $Nu = f(Gr, Pr)$

Tekis devorning issiqlik o'tkazishi. 4.13-rasmda qalinligi va materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti bo'lgan tekis devor tasvirlangan.

Devorning bir tomonidan harorati t_{f1} (oqim o'zagida) bo'lgan issiqlik eltkich, ikkinchi tomonidan esa – harorati t_{f2} bo'lgan sovuqlik eltkich oqib o'tmoqda.

Devor yuzalarining harorati t_{w1} va t_{w2} . Issiqlik berish koeffitsiyentlari α_1 va α_2 .

Turg'un jarayonda F yuza orqali birinchi issiqlik eltkich o'zagidan devorga uzatilayotgan issiqlik miqdori, devordan o'tgan va devordan ikkinchi issiqlik eltkich o'zagiga uzatilayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.



**4.13-rasm. Tekis devor orqali
issiqlik o'tkazish jarayonida
haroratning o'zgarish
xarakteri.**

Ushbu issiqlik miqdorini quyidagi tenglamalardan topish mumkin:

$$Q = \alpha_1 (t_{f1} - t_{w1}) \cdot F$$

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) \cdot F$$

$$Q = \alpha_2 (t_{w2} - t_{f2}) \cdot F$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan quyidagi ifodalarni olish mumkin:

$$t_{f1} - t_{w1} = \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{Q}{F}$$

$$t_{w1} - t_{w2} = \frac{\delta}{\lambda} \cdot \frac{Q}{F}$$

(4.93)

$$t_{w2} - t_{f2} = \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{Q}{F}$$

Tenglamalar chap va o'ng tomonlarini qo'shish natijasida, ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$t_{f1} - t_{f2} = \frac{Q}{F} \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (4.94)$$

bundan:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \cdot F \quad (4.95)$$

(4.92) va (4.95) tenglamalarni solishtirib, quyidagi formulaga erishamiz:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4.96)$$

bu yerda K – issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti, $\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Unda, tekis devorning issiqlik eltkichning o'zgarmas haroratlarida issiqlik o'tkazish tenglamasi ushbu ko'rinishni oladi:

$$Q = KF\tau \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \quad (4.97)$$

uzluksiz jarayonlar uchun esa:

$$Q = KF(t_{f1} - t_{f2}) \quad (4.98)$$

(4.97) tenglamaga binoan issiqlik o'tkazish koeffitsiyentining o'lchov birligi:

$$K = \left[\frac{Q}{F\tau(t_{f1} - t_{f2})} \right] = \left[\frac{\mathcal{K}}{m \cdot c \cdot K} \right] = \left[\frac{Bm}{m^2 \cdot K} \right]$$

(4.96) tenglamadan

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (4.99)$$

Shunday qilib issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K harorati yuqori bo'lgan, issiqlik eltkichdan harorati past eltkichga vaqt birligida ajratuvchi devorning 1m^2 yuzasidan eltkichlar harorati 1K bo'lganda o'tkazilgan issiqlikning miqdorini bildiradi.

Issiqlik o'tkazish koeffitsiyentiga teskari bo'lgan kattalik **termik qarshilik** deb nomlanadi. $1/\alpha_1$ va $1/\alpha_2$ lar issiqlik berishning termik qarshiligi bo'lsa, - devorning termik qarshiligi. (4.99) tenglamadan ko'rinib turibdiki, issiqlik o'tkazishning termik qarshiligi issiqlik berish va devorning termik qarshiliklar yig'indisiga teng.

Devorning termik qarshiligini aniqlashda, unga o'tirib qolgan ifloslarning termik qarshiligini ham hisobga olish zarur (4-5 jadval).

$$r_{u\phi n} = \frac{\delta_{u\phi n}}{\lambda_{u\phi n}}$$

Ko'p qatlamli tekis devordan issiqlik o'tish jarayonida har bir qatlamning termik qarshiligi hisobga olinishi zarur. Bunday devorlar uchun K ni quyidagi tenglamadan aniqlash lozim:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4.100)$$

bu yerda i - qatlamning tartib raqami; n - qatlamlar soni.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, har doim issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti eng minimal issiqlik berish koeffitsiyenti qiymatidan kichik bo'ladi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining birligini keltirib chiqarish;
2. Issiqlik berish koeffitsientining birligini keltirib chiqarish;

Amaliy mashg'ulotni chuqurroq o'rganishda aqliy hujum, klaster va elpig'ich usullaridan foydalaniladi

Nazorat uchun savollar.

1. Issiqlik almashinish jarayoni haqida tushuncha.
2. Issiqlik almashinish jarayonining harakatlantiruvchi kuchlar.
3. Konveksiya haqida tushuncha: tabiiy va majburiy konveksiya.
4. Temperatura gradiyenti va maydoni.
5. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, o'lchov birligi.
6. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differentsial tenglamasi.
7. Furiye qonuni.
8. Turli moddalarni issiqlik o'tkazuvchanligi.
9. Issiqlik miqdorini hisoblash.
10. Konvektiv issiqlik almashinishida temperaturaning o'zgarishi.
11. Nyuton qonuni.
12. Uzluksiz issiqlik almashinish uchun issiqlik miqdorini aniqlash.
13. Furiye-Kirxgoffning qonuni.
14. Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi.
15. Issiqlikning miqdorini Nyuton qonuni yordamida aniqlash.

Adabiyotlar:

1. Pharmaceutical process engineering. Anthony J.Hickey, David Garderton.
– Second edition. P. (Drugs and pharmaceutical sciences)195

2. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.

3. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.

4. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.

AMALIY MASHGULOTLAR
1-LABORATORIYA ISHI
SUYUQLIKNING OQISH REJIMINI ANIQLASH

Ishning nazariy asoslari

Ishning maqsadi: suyuqliklarni oqish xususiyatini 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 xususiyatiga 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 hamsuyuqlik ham tushuniladi. Ularni bir-biridan ajratish uchun suyuqliklar tomxili 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:

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

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:

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{op}} \quad (1.5)$$

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

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{vac}} \quad (1.6)$$

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:

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

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 .

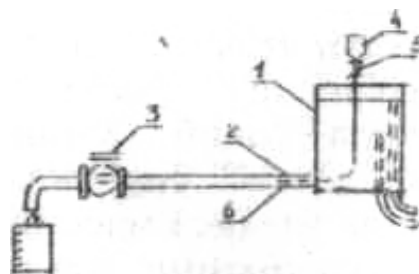
Yuqoridagi tenglikdan: $V = w \cdot S, [M^3 / c]$

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

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

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. Oqimlarning 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 gorizontaal 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 chiziqli bo'ylab gorizontaal ip shaklida harakat qiladi. Chunki, kichik tezlikda suvning zarrachalari bir-biriga aralashmasdan, parallel rejim deb yuritiladi.

Trubadagi suv oqimi tezligi keskin ko'paytirilsa, rangli eritma 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

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

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.

$Re \Rightarrow 2320 \div 10000$ oralig'ida o'zgarsa o'tish sohasi bo'lib, bu vaqtda bir vaqtning o'zida trubada ikki xilharakat 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:

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

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

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

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

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, indikator 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 oqimini kritik tezligi aniqlanadi.

Tekshirish uchun savollar

1. Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari: zichlik, solishritma og'irlik, bosim, qovushqoqlik.

2. Suyuqlikning harakat tezligi va sarflanishi.
3. Gidravlik 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 $V_c = \frac{V}{\tau}, m^3 / c$								
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” loybaratoriya ishini bajaraman.

1. I-rasmdagi loybaratoriya 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., Nurmhammedov 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.

Суюкликнинг оқиш режимини аниқлаш

ВИРТУАЛ ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

Мавзу: Суюкликнинг оқиш режимини аниқлаш

Титул варағи

Ишнинг назарий қисми

Ишни олиб бориш тартиби

Виртуал лаборатория иши

Мустақил таёрлаш учун саволлар

Услубий таъминот

Адабиётлар

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'unharakatdagi 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/pg - statik bosim (h_{em}), shu nuqtadagi solishtirma bosim, potensial energiyani harakterlaydi.

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

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

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

Trubaning ko'ndalang kesimi va suyuqlikning harkat tezligi o'zgarganda energiyaning 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:

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

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

ifodada h_i ishqalanish kuchini yengish uchun sarflangan bosim.

Sarflangan bosim h_i haqiqiy suyuqliklarning harakatpaytida ketgan solishtirma energiyani harakterlaydi.

Agar (2.3) tenglamani o'ng va chap tomonlarini (pg) 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].

$$\Delta P = \rho g h_u \quad (2.6)$$

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'zgarganda 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

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

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

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 qarshilikushbu formuladan aniqlanadi:

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

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

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

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

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

Truba devorlaridagi g'adir-budurliklar 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 qarshiligidek, dinamik bosim orqali topiladi.

Aynan bir mahalliy qarshilikdagi bosim yuqotilishining dinamik bosimga h_d nisbatini - mahalliy qarshilik koeffisienti deyiladi va u $\xi_{m.k.}$ deb belgilanadi. Chunonchi, har xil mahalliy qarshiliklar uchun:

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

$$h_{MK} = \xi_{MK2} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.15)$$

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

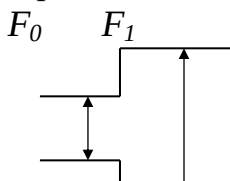
yoki hamma mahalli qarshiliklar uchun

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

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 karshilik 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 jadvaldantopilgan qiymatlari bilan solishtirish. $\Lambda=f(Re)$ va $\xi=f(Re)$ bog'liqliklarini grafik usulda tasvirlash.

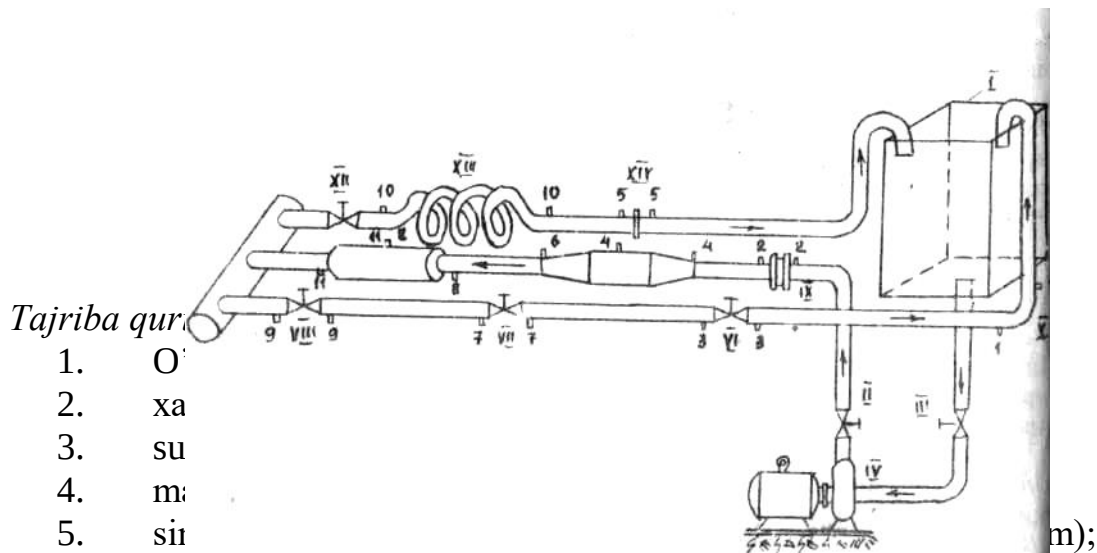
Ishni bajarish tartibi.

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



1. O'...
2. xa
3. su
4. m...
5. si...
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

1.4-jadval

	O'lchov birliigi	1- tajriba	2- tajriba	3- tajriba	4- tajriba
Suyuqlikning hajmiy sarfi V_c	m^3/c				
Manometrning ko'rsatkichi	$\text{kg}\cdot\text{k}/\text{cm}^2$				
Trubaning ko'ndalang kesim yuzasi, F	m^2				
Oqimning o'rtacha tezligi $w_{o'r}$	m/c				
Suvning temperaturasi, t	$^{\circ}\text{C}$				
	$\text{H}\cdot\text{c}/\text{m}^2$				

Suvning dinamik qovushqoqligi μ					
Reynolde soni Re	$\text{kg} \cdot \text{k}/\text{cm}^2$				
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	mm				
Ekvivalent g'adir-budurlik					

1. Suyuqlik uzatuvchi bak suv bilan to'ldiriladi.
2. Surish yo'lidagi kran 3 ochildiladi, xaydash yo'lidagi kran oxirigacha yopiladi.
- 3 yoki 12 kranlardan biri sinalayotgan qarshiliklarning xiliga qarabochib qo'yiladi.
3. Nasos ishga tushiriladi.
4. Kran2 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 manometrningko'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:

$$V = \frac{\alpha \cdot K \cdot \pi \cdot d_0^2}{4} \cdot \sqrt{2gh_d \div \frac{\rho_M - \rho_c}{\rho_c}}$$

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 koefitsientlarini 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. $\lambda = f(\text{Re})$ va $\xi = f(\text{Re})$ bog'liqlik grafigini tasvirlash.

Uslubiy ta'minot:

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter 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. PavlovK.F. RomankovP.G. NoskovA.A “ Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии” L. “Химиya” 1983
4. N.R. Yusupbekov, X.C.Nurmuxamedov, Ismatullaev, C.G. Zokirov, U.V. Mannonov “ Kimyovaoziq – ovqatsanoatlariningasosiyjarayonvaqurilmalarinihisoblashvaloyihalash” Toshkent, 2000 y.

Суюклик харакат қилаётган трубаларнинг маҳаллий ва ишқаланиш қаршиликларини аниқлаш

ВИРТУАЛ ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

Мавзу: Суюклик харакат қилаётган трубаларнинг маҳаллий ва ишқаланиш қаршиликларини аниқлаш

Титул варағи

Ишнинг назарий қисми

Ишни олиб бориш тартиби

Виртуал лаборатория иши

Мустақил таёрлаш учун саволлар

Услубий таъминот

Адабиётлар

Тажриба қурилмаси:

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	Harakatlar mazmuni

					chetlash	
						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 gorizontalar 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 quyidagiturarlarga 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 enrgiyasi 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 $\rho \cdot g \cdot QH$ 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 naborga 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 metrlarda 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 suyuqlikning tezlik bilan xarakatlanishiga yoki tezlik naborini hosil qilish uchun va so'rilayotgan suyuqlik yo'lida uchraydigan barcha qarshiliklarni yengishga sarflanadi.

Nasosning so'rish balandligi quyidagideglam 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 holda so'rish balandligi:

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

shunday qilib nasosning so'rish balandligi so'rib olinayotgan idishdagi bosimning ortishi bilan kuchayib, uzatilayotgan idishdagi bosimning, haydash 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 kavitation 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.

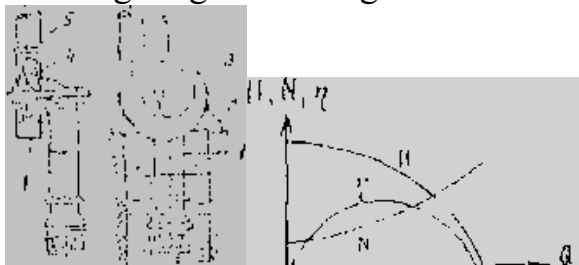
Markazdan qochma nasoslarning hosil qilgan bosimi ishchi g'ildiraklarning aylanish tezligiga bog'lik bo'ladi. Nasos ishga tushirilishidan avval so'rish trubasi ishchi g'ildiragi va qobiq uzatilayotgan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Agar, ishchi g'ildiragi bilan qobiq orasidagi bo'shliq bo'lsa, ishchi g'ildiragining 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 chastotasini 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 koeffitsienti 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. 3.2-rasm. Markazdan qochma nasosning harakteristikasi.

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

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.

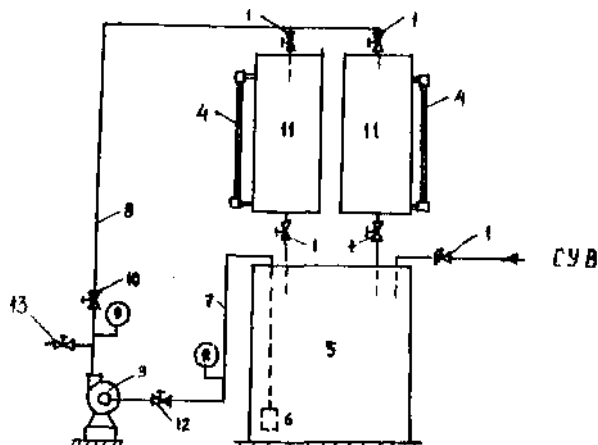
Uzatish trubasiga manometr va suyuqlik miqdorini rostlovchi ventil o'rnatilgan uzatish trubasi orqali suyuqli idishlarga uzatiladi. Har bir idishda suyuqlik satxini o'lchovchi shisha naychalar o'rnatil-gan. Idishlardagi suyuqli jumraklar orqali suyuqlik suriladigan idishga beriladi. Ish unumdorligini 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 – ventil.

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 koeffisienti 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.si m	mm.su v ustuni da Nm	kgk/s m Rv	M.su v Ustu n Ns			

			ustun						

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 ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy

jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.

2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.

2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.

3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.

4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protssesi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.

Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova

M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protssesi i apparati pishevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
 16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
 17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

**Blits – o'yin “Markazdanqochmanasosning xarakteriskasi”
laboratoriya ishini bajarman.**

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 rezervuargacha 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.

Марказдан кочма насосларнинг тавсифи

ВИРТУАЛ ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

Мавзу: Марказдан кочма насосларнинг тавсифи

Титул варағи

Ишнинг назарий қисми

Ишни олиб бориш тартиби

Виртуал лаборатория иши

Мустақил таёрлаш учун саволлар

Услубий таъминот

Адабиётлар

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 ko'effitsentini aniqlash.

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

Ishnig nazariy asoslari

Ko'pchilik texnoloshk 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 agenglarga 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 sovutuvchi 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 $(t_d - t_e)$, 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.

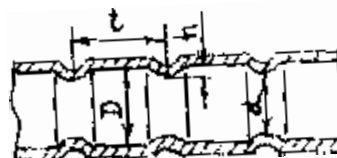
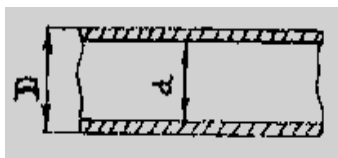
Bir fazali suyuqliklarning truba ichida oqib o'tayotganda quyidagi usullar bilan issiqlik almashinishni tezlatish mumkin: sun'iy yul bilai truba yuzasida turbulizatorlar, g'adir - budurliklar va qirralar hosil qilish, spiralsimon qirralar yordamida oqimga aylanma harakat berish, shnekli na oqimga to'lqinsimon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

Bug'larni kondensaksiyalash 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 bermsh kerak.

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

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

Bu usullardan 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.

Issiqlik berish koeffisienta α devorning 1 m² yuzasidan suyuqlikka 1s vaqt ichida, devor va suyuqliklar farqi 1⁰C bo'lganda, berilgan issiqlik miqdorini bildiradi va u quyidagi o'lchov birligiga ega:

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

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 hossalarga, issiqlik sig'imi s , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti λ , suyuqlikning hajmiy kengayish koeffisienti β , devorning shakli, o'lchami va uning g'adir-budurligiga 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; 1 — aniqlovchi geometrik o'lcham (trubalar uchun uning diamegri), m; λ - muhitiing issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti, Vt/(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'shilib qolsa, issiqlik almashinish tezligi keskin ravishda kamayib ketadi. Lekin, kondensatorlardagi silliqtrubalar, 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.

$$Pe = \frac{w \cdot 1}{\alpha}; \quad \alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad (4.9)$$

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

$$Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{w \cdot 1}{\alpha} : \frac{w \cdot 1}{v} = \frac{v}{a} \quad (4.10)$$

Reynol'de kriteriysi oqimdagi inersiya va ishqalanish kuchlarning nisbatini aniqlaydi.

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

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

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

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

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

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

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

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 oralikda foydalannsh mumkin. Isituvchi agentlar uchun issiqlik berish koeffisientining oraliqda issiqlik berish koeffisientining qiymati quyidagicha o'zgarishi mumkin:

Isitib yoki sovutilayotganda a , $W/m^2 \cdot K$

1. Xavouchun	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. Plenkasimon kondensasiyalanaetgan bur uchun	4640 - 17400
7. Organik moddalar bug'ining	580 - 2320
8. Plyonkasimon kondensasiyalanayotgan ekstraksion benzin-havo bug'ining kondensasiyalanishi uchun	500 - 2000

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

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

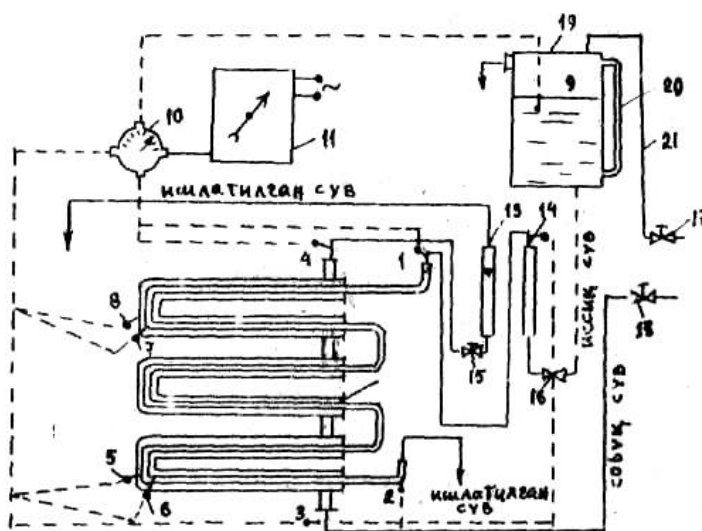
bu yerda r - bug'lanish issiqligi, J/kg.

Kondensasiyalanish kriteriyasi K isituvchi agentning agregat holatining o'zgarishini karakterlaydi. 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 sovituvchi agentga issiqdik o'tganda issiqlik berish koeffisientlarini aniqlash.

Ishning bajarish tartibi

4.2 - rasmda eksperimentl 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. Sovituvchi 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 potensiometrqa ulaydigan qurilma,
 11 - potensiometr, 12 - issiqik almashinish qurilmasi; 13,14 - suv sarfini o'lchaydigan 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 nomi	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.	Bakdagisuvning 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 potensiometrغا 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 koeffitsienti 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, $F_1 = 0,139 \text{ m}^2$ issiqlik berish koeffitsienti qiymatini kriterial tenglamadan aniqlanadi:

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

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

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

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

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

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

bu yerda r - hajmiy kengayish koeffitsientining 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 koeffitsienti α topiladi:

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

bu yerda λ - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti . 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 koeffitsienti 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 koeffitsentini xisoblang. Trubaning diametrik 40x2.5mm. suv oqimining tezligi 1 m/c. suvning o'rtacha temperaturasi 95°C, trubaning uzunligi 2 m.

Echish: Oqim rejimini aniqlaymiz.

Suvning temperaturasi 47.5°C gat eng bo'lganda:

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

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

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

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

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

$\lambda = 0.643 \text{ Wt/m-K}$ – suvning temperaturasi 47.5 °C gat eng bo'lganda uning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti.

Uslubiy ta'minot:

Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompyuter dasturi termoparalar, potentsiometr, issiqlik almashinuv qurilmasi, 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 (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.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

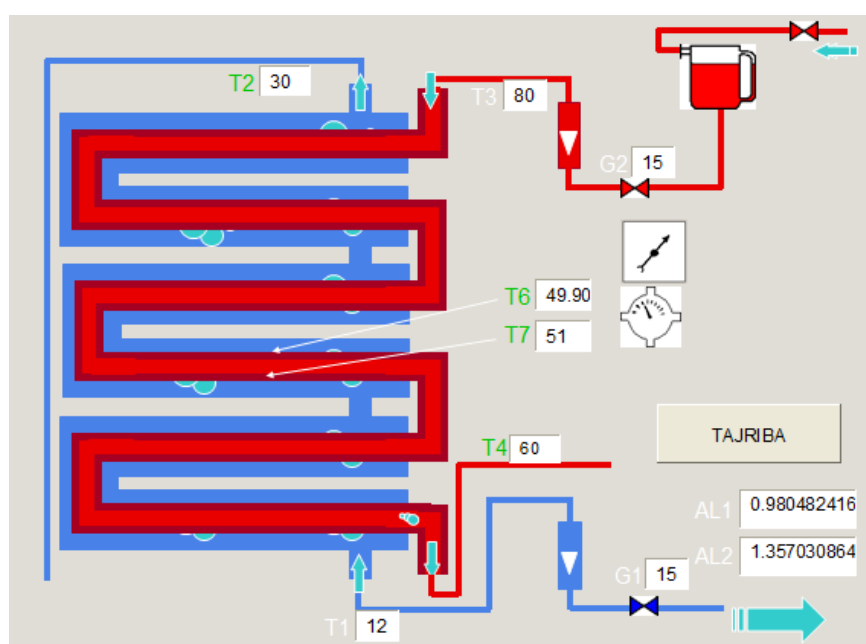
1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda mashinlash jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati shvix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

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
KOEFFISIENTINI 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 fandır. 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:

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

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

Istish yuzasi issiqlik o'tkazishning umumiy tenglamasidan topiladi:

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

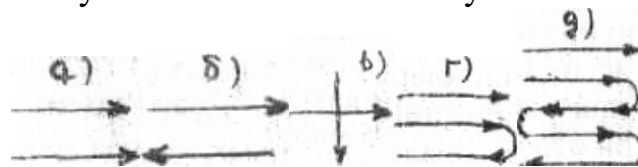
bu yerda Q – suyuqlikni isitish uchun ketgan issiqlik miqdori, Vt ; G - suvni sarfi, kg/s ; Δt_{ur} - o'rtacha temperaturalar farqi, issiqlik jarayonlarini harakailantiruvchi kuchi va u quyidagi tenglama bilan topiladi:

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

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

sirtiyl issiqlik almashinish qurilmalari trubali, zmeevli, plastinali, spiralsimon, qirrali, g'illofli 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 atrofidagi oqimning qatlami turbulizatsiya qilinadi. Bundan tashqari, dumalatib zichlash usuli bilan olingan trubali issiqlik almashinish qurilmalari silliq trubali qurilmalar oldida ushbu asosiy hususiyatlar bilan ajralib turadi:

1. Dumalatib zichlangan trubalarda eng yuqori intensivlash qiymatiga erishiladi. Unda issiqlik o'tkazish koeffisientining 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 koeffisientining 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 koeffisienti kam, trubalar ichki yuzasini tozlash qiyin.

Yuvilib turuvchi issiqlik almashinish qurilmalarining afzalliklari quyidagilardan iborat: sovutuvchi agentning 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 koeffisientiga 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 koeffisientini oshirish mumkin.

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

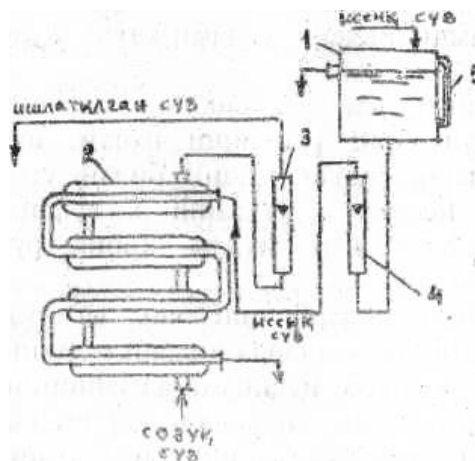
G'ilofli issiqlik almashinish qurilmalari konstruktiv jixatdan sodda, kuzatish va tuzatish qulay.

Ish o'tkazishdan maqsad - "truba ichisa truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasida isituvchi agentdan sovutuvchi agentga issiqlik o'tkazish koeffisientini 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°C) ishlatiladi va u isitkichning ichki trubasiga yo'naltiriladi. Sovutuvchi agent sifatida sovuq suv (11-15°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

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

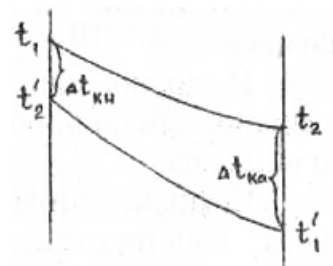
F - devorning yuzasi, $F=0,193m^2$

bu yerda Q_1 - issiq suvdagi issiqlik miqdori, Vt ; Q_2 - sovuq suvdagi issiqlik miqdori, Vt ; c_1c_2 - o'rtacha temperaturadagi issiq va sovuq suvning solishtirma issiqlik sig'imi koeffisienti, $J/kg \cdot K$.

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

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

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



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

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

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

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

.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 almashinish qurilmalarining ishlash prinsipi va konstruksiyasi (qobiq trubali, spiralsimon, zmeevikli, plastinali, g'iloqli va boshqalar).
6. Issiqlik almashinish qurilmalarining solishtirma harakteristikasi.
7. Issiqlik almashinish qurilmalarini hisoblash.
8. Issiqlik berish va issiqlik o'tkazish koeffitsientlarining fizikaviy ma'nosi bo'yicha farqi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar: Masala: 40% li atsetonni 30°C da issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini 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 28^0 C da issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini hisoblang.

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

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

$$\lambda_t = ?$$

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 ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.

Kimyotexnologiyaning issiqlik vamodda almashinish jarayonlaribo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum pogidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessy i apparatiximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova

M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonny: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessy i apparatipishevizproizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiyafitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge



6- LABORATORIYA ISHI

ERITMALARNING TEMPERATURA DEPRESSIYASINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: suyuqlashtirilgan 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 eritmalari, 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 parametrlri (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 qurilmalari 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 qurilmalari keng ishlatiladi. Natijada bu qurilmalarda bug'ning umumiy sarfi, bir korpusli bug'latish qurilmalariga nisbatan 3-4 marta kamayadi, har qanday issiqlik jarayonlaridek, bug'latish jarayonini harakatlantiruvchi kuchi

deb temperaturalar 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 temperaturalarining 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 $\Sigma \Delta$ - temperaturalarining 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 konpep trasiyasi 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 qurilmalarining isitish trubalari ichidagi eritmaning pastki va ustki atlamlaridagi qaynash temperaturalarining farqi. Isitish trubalarning pastki katlamida eritma, suyuqlik ustunining ta'sirida, ustki qatlamga nisbatan yuqori temperaturada qaynaydi. Gidrostatik depressiyaing qiymati aniq xisoblash qiyin, chunki Δ'' isitish trubalarning deyarli katta qismini egallantan bug'-suyuqlik emulsiyaning tsirkulyasiya tezligiga va uning o'zgaruvchan zichligiga, hamda isitish trubasining uzunligiga bog'liq. Eritma sirkulyasiya qilinadigan vertikal qurilmalar uchun Δ'' kiymatini 1 - 3 $^{\circ}\text{C}$ atrofida olish mumkii.

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 xolda eritmaning qaynash temperaturasini quyidagicha aniklash 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 holda, bir qurilma uchun foydali temperaturalarni hisobga olgan holda, ko'p korpusli bug'latish qurilmalarida, ularning optimal sonlarini aniqlash mumkin.

Masalan:

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

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

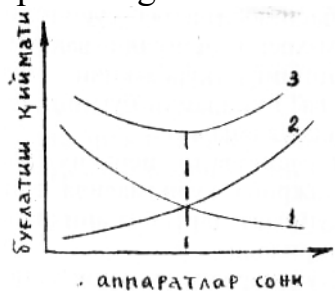
$$\Delta t_f = \frac{25}{3} = 8,3^{\circ}\text{C}$$

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 holda esa uning unumdorligi yuqori bo'ladi.

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



1 - Isituvchi bug'ning sarfi.

2 - Amortizasiya sarflari.

3 - Umumiy sarf.

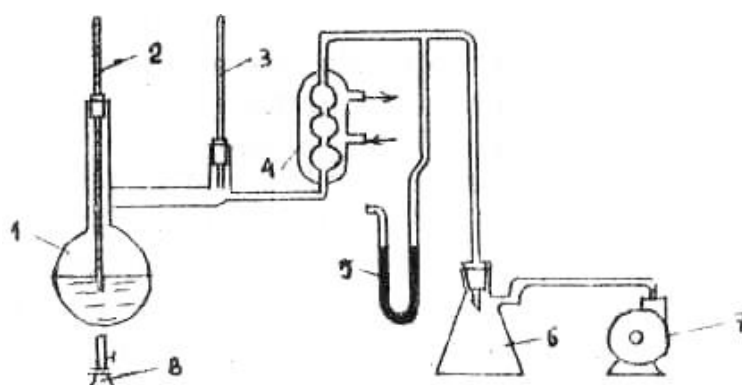
6.1 - rasm. Qurilmaning optimal sonini aniqlash.

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-simon manometrning ko'rsatkichi bo'yicha o'lchanadi. Eritmaning qaynash va ikkilamchi bug'ning temperaturasi termometrlar vositasida o'lchanadi.

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

1. Qurilmaning 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 (t) va to'yingan bug'ning (ikkilamchi bug') temperaturasi (θ) 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:

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

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

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

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

Δ_{atm} – eritmaning konsentratsiyasi bo'yicha 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 Δ'_{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 hisoblangan 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. Temperaturlarning 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 sirkulyatiyali, 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, sovitgich, simobli manometer, Bunzen kolbasi, vakuum – nasos, gaz isitkich, eritma.

Blits o'yini Men “Eritmaning temperaturada depressiyasini aniqlash” loybaratoriya 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
						Vakuum 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.
						Vakuum 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 ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protssesi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.

Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy tekhnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy tekhnologii. M., "Ximiya", 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya tekhnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova

M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonny: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessy i apparaty pishchevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

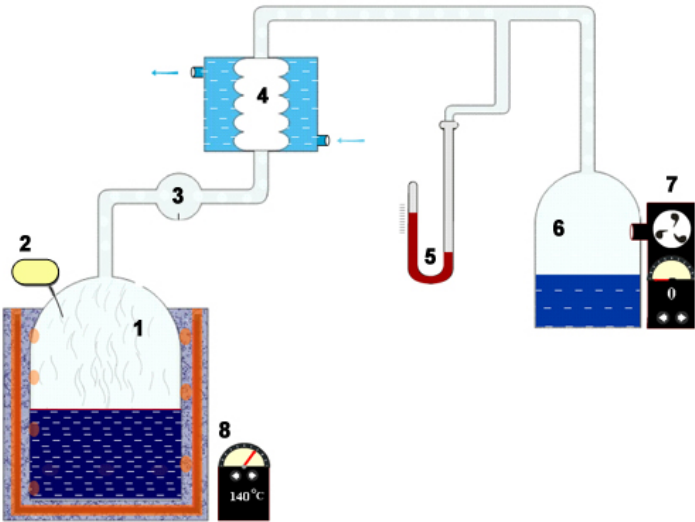
14. Minina S. Ximiya i tekhnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Эритманинг температура депрессиясини аниқлаш		ВИРТУАЛ ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ	
Титул варағи			
Ишнинг назарий қисми			
Ишни олиб бориш тартиби			
Виртуал лаборатория иши			
Мустақил таёрлаш учун саволлар			
Услубий таъминот			
Адабиётлар			

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 - issiklik 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 issiklik 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 $x = \text{const}$ sovuqlas, ma'lum temperaturaga yetgach, namlik shudring sifatida ajrala boshlaydi, bunday jarayonga shudring nuqtasi deyiladi. Bu sharoitda havo tarkibida maksimal miqdorda suv bug'i bo'ladi. 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:

$$x = \frac{\rho_{sb} \cdot t_{sb}}{\rho_{kx} \cdot t_{kx}} \cdot \frac{kg.bug}{kg.abs.kur.xavo} \quad (7.2)$$

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

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 $P_{k.xy}$ 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 $x = d$

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

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; $i_{o.b.}$ - 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 temperaturasi 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 debyuritiladi.

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'zgarmas 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 $I=const$ chiziqlar ordinata o'qiga nisbatan 135° burchak bilan ma'lum masshtabda joylashtirilgan. $x=const$ chiziqlar esa, yordamchi absissa o'qiga perpendikulyar qilib joylashtirilgan. I-x diagrammasiga asosiy chiziklardan tashqari quyidagi chiziqlar ham joylashtirilgan: o'zgarmas temperatura chiziklari yoki izotermal ($t = const$) o'zgarmas nisbiy namlik chiziklar $\varphi=const$, suv bug'ining parsial bosim chizi-i, $\varphi = 100\%$ chizig'i diagrammami 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)

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

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 issiqligi;
- 2) Material bilan G_1, c_1, θ_1 , bu yerda c_1 - nam materialning issiqlik 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 issiqlik sigimi; θ_{mp} - transport surilmalarining dastlabki temperaturasi;
- 4) Quritish kamerasiga kiritilgan qo'shimcha issiqlik 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:

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

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

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

yoki

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

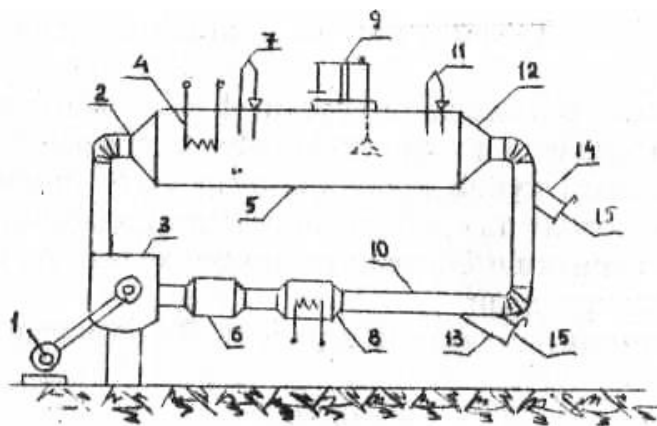
Tenglamaga kiritilgan Δ kattalik quritish kamerasi ichidagi kiritilgan va sarflangan issiqliklar ayirmasining 1 kg bug'langan namlikka nisbatini belgilaydi. Bu yerda asosiy kaloriferda isitilgan havo bilan kirgan chiqqan issiqliklar hisobga olinadi. Ko'pincha Δ quritish kamerasining ichki balansi deb 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 kalbka kog'ozi qo'yib koordinatalar o'qi ko'chirib olinadi kalka 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 issiqlnk 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.

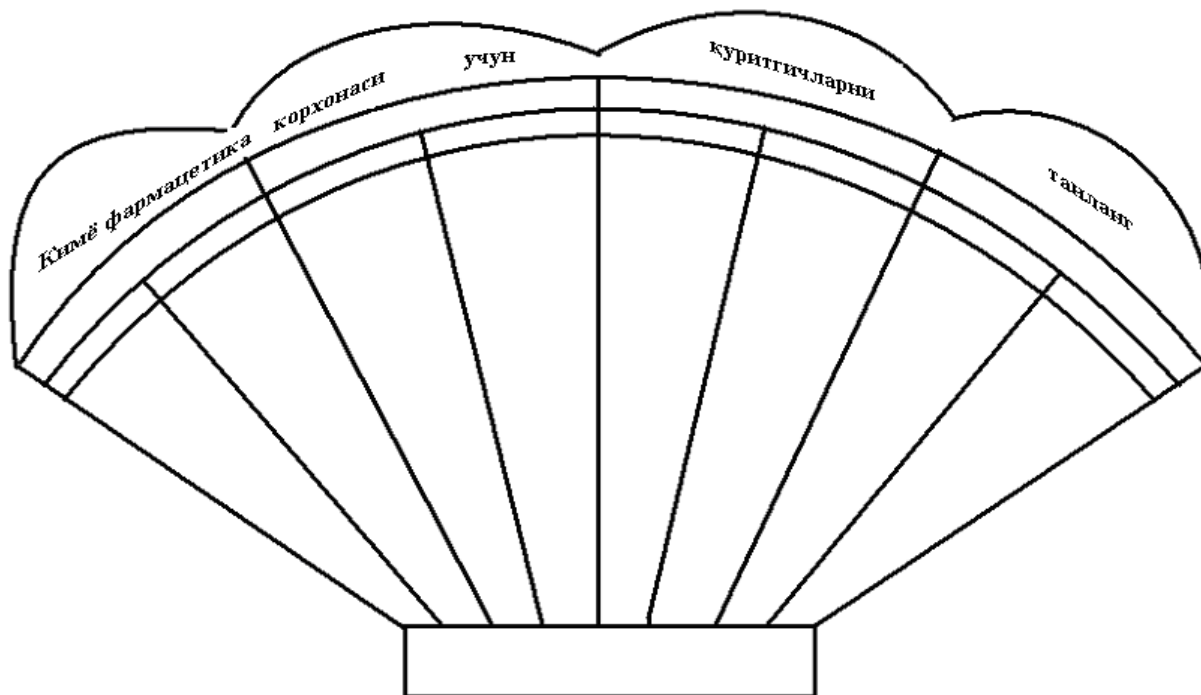
7.1 - jadval

Havo muhitining temperaturasi		Havoning quritish kamerasigacha bo'lgan temperaturasi		Havoning quritish kamerasining keyingi temperaturasi		Nam materialning miqdori, kg	Quritilgan materialning 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

1. 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.
2. I-x diagrammaning tuzilishi
3. I-x diagrammada quritish jarayonini tasvirlang.
4. 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 ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat

sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.

2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta‘minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.

3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.

4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya” , 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Ximiya”, 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. “Ximiya”, 1983.

Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.

10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., “Ximiya”, 1973.

Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

12. Kutuzova

M.A.

Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton

16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Куритиш қурилмасида қуриш жараёнини тасвирлаш	ВИРТУАЛ ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ
Титул варағи	
Ишнинг назарий қисми	
Ишни олиб бориш тартиби	
Виртуал лаборатория иши	
Мустақил таёрлаш учун саволлар	
Услубий таъминот	
Адабиётлар	

Тажриба қурилмаси:

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 jarayonining 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'zgarish 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 koeffitsienti D_m ning (m^2/s) fizik ma'nosi namlikning materialdagi ichki diffuziya koeffitsientining ma'nosi namlikning materialdagi ichki diffuziya koeffitsientini ifodalaydi. Namlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati namlikning material bilan birikish turi, quritish temperaturasi va materialning namligiga bog'liq, bo'lib, tajriba yuli bilan aniqlanadi.

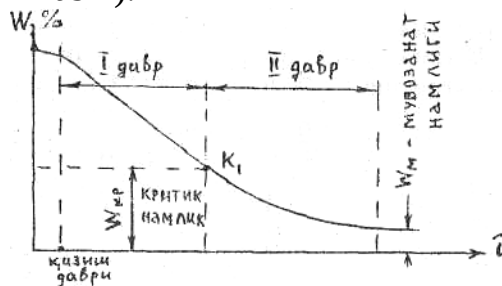
Quritish tezligi va davrlari

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 ($t = \text{const}$, $\phi = \text{const}$, $\omega = \text{const}$) olingan grafik bog'liqligi quritish egri chizig'i deb yuritiladi (9.1-rasm).



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

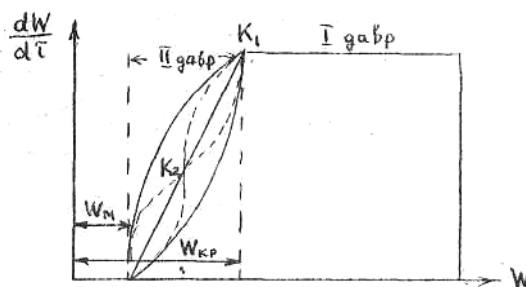
Quritish jarayonining boshlanishida namlik ajralib chiqishi bilan birga material qiziydi. Bu davr qisqa vaqtni tashkil etadi. Materialning qizishi tamom bo'lgandan so'ng, quritish jarayoni to'g'ri chiziq bo'yicha ketadi. Bu davrda quritish jarayoni o'zgarmas tezlikka ega bo'ladi. Bu davr K_1 nuqtada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

Birinci 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). Gorizontaal o'qqa material namligining qiymati (% hisobida), vertikal o'qqa esa quritish tezligi $d\varphi/d\tau$ ning qiymati (%/min) qo'yiladi. Hosil bo'lgan egri chizik quritish tezligini tasvirlaydi.

Birinchi davrda quritish tezligi gorizontaal 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. Hama 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 nuq'ta 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.

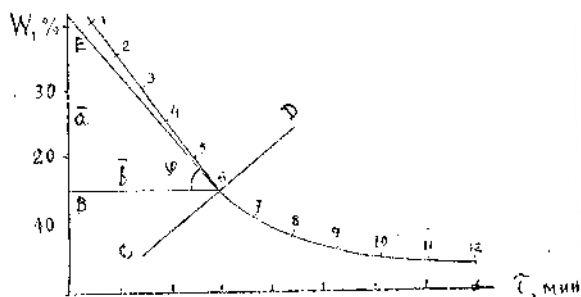
Birinchi davrda quritish tezligi asosan tashqi diffuziyaga bog'liq bo'ladi. Materialning ichida namlikning diffuziyalanish tezligi katta qiymatga ega bo'ladi, biroq bu xolat namlikning material yuzasida berilish tezligini belgilaydi. Ikkinchi davrda quritilayotgan material ichidagi bog'langai namlik 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

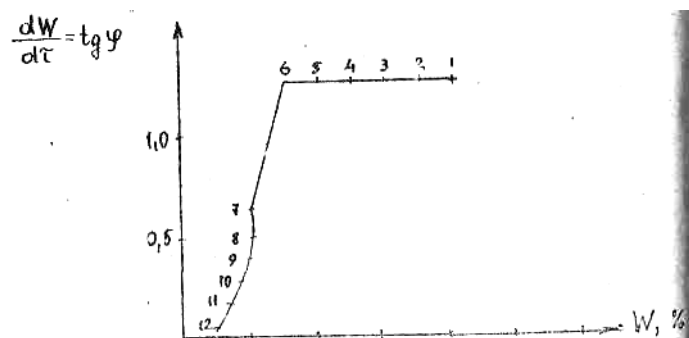
1. Quritgich, ventillyator, elektr isitkich, quruq va ho'l termometrlarning xolati tekshiriladi.
2. 150 — 200 g nam material quritishga tayyorlanadi.
3. Nam material tortib, olinib, quritish kamerasiga joylashtiriladi.
4. Faqat laborant ishtirokida quritgich ishga tushiriladi.

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 $\frac{G_1 - G_n}{G_n} = w\%$

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



487



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 - τ 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:

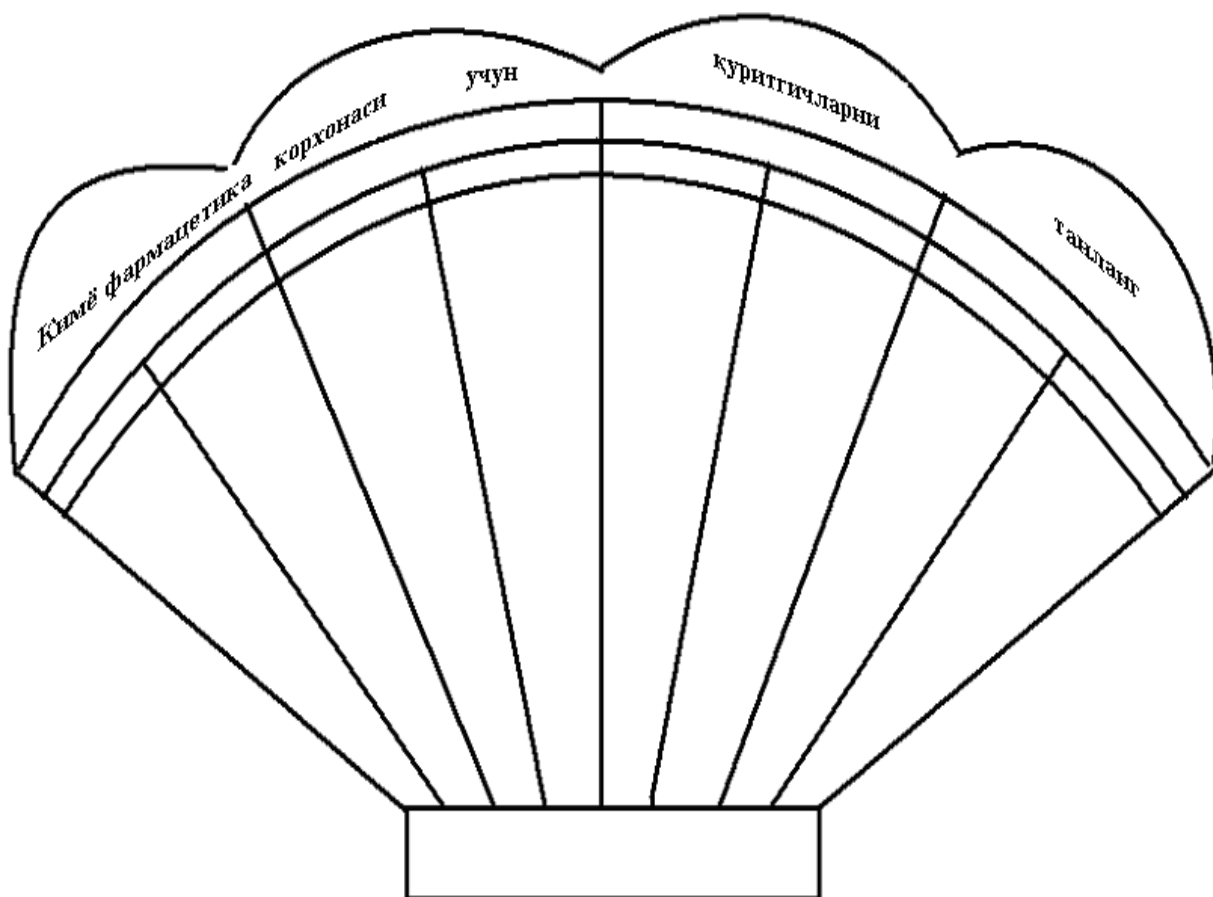
Kompuyter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompuyter dasturi
Quritgich, ventillyator, elektr isitkich, quruq va ho'l termometrlar.

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 " loyatoriya 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 $G = G_{const}$)



Adabiyotlar ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protssesi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protssesi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlarini bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanika va kimyotexnologiya protsesslari ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protssesi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu projektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protssesi i apparati shvix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.
14. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton
16. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin
17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

9-LABORATORIYAISHI

Nasadkali adsorberning xisobi

Ishning asosiy maqsadi: harakatchan nasadkal I 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. By xususiyatlarga ko'ra faza sistemalari quyidagicha bo'ladi:

I. Gaz-suyuqlik; 2 - qattiqjism-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 ftor birikmalaridan), tayyor mahsulotlar, masalan SO_3 va azot oksidlar, HClning 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. Aktiv o'zaga ega 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 ajratib olish uchun (yoki adsorbentni regeneratsiya qilish uchun) xizmat qiladi. Ion almashinish protsessi adsorbiyaning bir turi bo'libi, ayrim qattiq moddalar (ionitlar)o'zlarining harakatchan ioalarini elektrolit eritmalaridagi ionlarga almashtirish qobiliyatiga asoslangan. Har bir adsorbent murakkabar alashmalarda 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 kontsentratsiyasi kam miqdorda bo'lganda adsorbktivni butunlay

ajratib olish uchun qo'llaniladi. Agar ajratilayogan komponentning kontsentratsiyasi yuqori bo'lsa, uxolda adsorvtsiyaqo'llaniladi.

Adsorbtsiya protsessi gazlarni, eritmalarni 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 aromatic uglevodorodlarni ajratib olishda, yoglarni, vintmahsulotlarini, har xil mevasazavot sharbatlarini tozalashda ximiya va ozik-ovkat sanoatining barcha tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

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

Nam materiallarni quritishprotsessini sanoatda tashkil etish katta ahamiyaga ega. Kuritilgan materiallarni transport vositasida o'zatisht arzonlashadi, ularning tegishli xossalari yahshilanadi, apparat va trubalarning korroziyaga uchrashi kamayadi.

Ekstraktsiya protsessi "suyuqlik-suyuqlik", qattiq jism suyuqlik fazalar sistemasida olib boriladi. Biror suyuqlikda erigan moddani boshqasuyuqlik yordamida ajratib olish protsessi suyuqlikni ekstraktsiyalash deb ataladi. Bunday protsessda bir yoki bir necha komponent bir suyuq fazadan ikkiichi suyuq fazaga o'tadi. Suyuqlikli ekstraktsiyalash protsessi neftni kayta ishlash, koks ximiya sanoatida, mineral kislotalar ishlab chiqarish, ozik-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 qattiqg'ovaksimon materiallar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlar erituvchilar yordamida ajratib olinadi. Agar eritish protsessida qattiq faza to'lasuyuq 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, ozik-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 komponentlarniig 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 suyuqlikningbir 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'pmarotablik kontakt paytidagi modda almashinishiga asoslangan.

Rektifikatsiya protsessi spirt, neft va sintetik kauchuk ishlab chiqarishda keng ishlatiladi. Bundan tashqari spirt, vino, liker-aroq, 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 molekullari fazaning yadrosidan shu fazaning chegara qatlamga o'tadi.
2. Chegara qatlamdan taqsimlanayotgan modda fazalararo chegara qatlamga o'tadi.
3. Fazalararo chegara qatlamdan taqsimlanayotgan modda molekullari ikkinchi fazaning yadrosiga o'tadi.

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

Modda berish protsessi qaytar protsessdir, ya'ni modda ikkinchi fazadan ajratuvchiyuzaga o'tishi mumkin. Moddaning o'tish protsessi fazalar orasidagi muvozanat xolatvujudga 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 qiymatigategishli muvozanat kontsentratsiyasi "x" tugri keladi. Muvozanat paytidafazalardagi taqsimlanayotgan modda kontsentratsiyalari o'rtasidagiumumiy bog'liqlik quydagicha 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'zgargandataqsimlanayotgan komponent kontsentratsiyasi yuqoribo'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'liqbo'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 esamodda konvektiv diffuziya yordamida tarqaladi. Turbulent oqimda modda turbulent diffuziyaorqali tarqaladi, bu xolda molekulyar diffuziyaning ahamiyati judakam bo'lib, chegara qatlamda esa moddaning tarqalishi molekulyar diffuziyaga bog'liq bo'ladi. Molekula atom, ion va kolloid zarrachalarning tartibsiz harakatita'sirida moddaning tarqalishi molekulyar diffuziya deb ataladi.

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

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

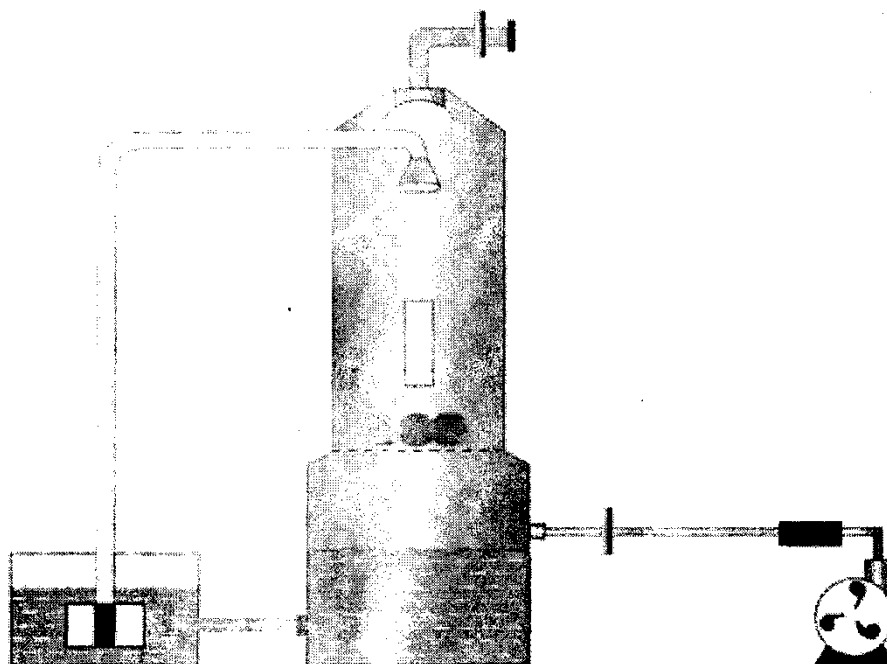
bu erda M - bir fazadan ikkinchi fazaga o'tayotgan moddaning miqdori, kg/s.

Ishni olib borish tartibi

Qurilmavertikalkolonnabo'lib, uningichkikismigaag'darilmatarelka o'rnatilgan. Tarelkaelaksimonbo'lib, teshiklariningdiametrid=0.016 mkolonna yo'zasiniegallagantarelkaningozodkismi $F=20\%$ gateng.

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) orqalio'lchanib, sarfi miqdori kran(5) bilan sozlanadi. Havo diametri $d=110$ mm bo'lgan truba orqali ventilyator vositasida berilgan. Havoning sarfi maxsus moslama bidan 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 rotametr; 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 B_y qiymati, suvni havoda parlanishi samaradorligiga qarab 2 xil sharoitda aniqlanadi.

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

2. $W = \text{const}$ bo'lganda, $B_y = f(L)$ bog'lanishini 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

Kompyuter, printer, multimedia yoki monitor, virtual kompyuter dasturi Colonna, ag'darma tarelka. Nasos, suyuqlik sarfini sozlovchi kran, cuyuqlik sarfini o'chovchi ratometr, ventilyator, pito prandtl trubkasi, bak, nasadka, mikromanometr, pcixrometr.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.
- Kimyotexnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.
10. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
11. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.
- Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
12. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
13. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishchey proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

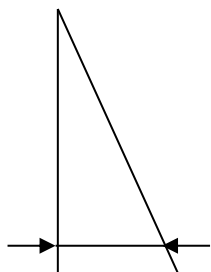
14. Minina S. Ximiya i texnologiyafitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.
 15. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickeyand David Ganderton
 - 16.The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited byIra R. Berry and Robert P. Martin
 17. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers
- Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

1-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Agregat holatini o'zgarishi bilan boradigan issiqlik berish. Issiqlik berish koeffitsientini hisoblash.

Maqsad: Agregat holat o'zgarganda issiqlik berish jarayonining o'tib borishi, ko'rib chiqish, hamda jarayonning harakatlantiruvchi kuchlarini aniqlash.

Nazariy qism: Ayrim issiqlik almashinish jarayonlarida isitilayotgan yoki sovutilayotgan materiallar o'zining agregat holatini o'zgartiradi, ya'ni bug'latish, kondensatsiyalash, suyuqlanish yoki kristallanish jarayonlari sodir bo'ladi. Bu jarayonlar alohida xususiyatga ega: materialga issiqlikning kelishi yoki undan olib ketilishi o'zgarmas temperaturada boradi, issiq bir fazada emas, balki ikki fazada tarqaladi. Agregat holatning o'zgarishi bilan boradigan jarayonlarni hisoblash uchun konvektiv issiqlik berish keng ishlatiladi. Kimyoviy apparatlarda bug' orqali issiqlik berishda bug' yupqa qatlam holida kondensatsiyalanadi. Bug'ning kondensatsiyalanishi vaqtida asosiy termik qarshilik kondensatning yupqa qatlamida yuz beradi. Yupqa qatlamning devor tomondagi temperaturasi devorning temperaturasi t_d ga, bug' tomondagi temperaturasi esa to'yinish temperaturasi t_t ga teng deb olinadi. Yupqa qatlamning termik qarshiligiga nisbatan bug' fazasining termik qarshiligi juda kichik.



Kondensat yupqa qatlamining rejimi Reynolds soniga bog'liq: bug'ning kondensatsiyalanishida issiqlik berish tezligiga, kondensatning fizik xossalari devorning g'adir-budurligi ta'sir ko'rsatadi. Devor yuzasidan g'adir-budurlikning ko'payishi va vertikal devor balandligining ortishi bilan kondensat qatlami pastga qarab qalinlashib boradi. Bug'ning kondensatsiyalanishida gorizontal trubalar o'ramning tashqi yuzalarida kondensatsiyalangan bug' pastki trubalarga tushgan sari kondensat qatlamining qalinligi kattalashib boradi. Shu sababli pastki trubalar uchun issiqlik berish

koeffitsienti kamayib ketadi. Trubalar o'rami uchun o'rtacha issiqlik berish koeffitsienti quyidagicha topiladi.

$$\alpha_{o'r} = \varepsilon \alpha \quad (13.1)$$

ε – trubalarning o'ramda joylashuviga va ularning soniga bog'liq bo'lgan koeffitsient.

Suyuqlikning qaynashi.

Suyuqlikning qaynashi paytida devor yaqinidagi chegara qatlam buziladi, natijada bug' pufakchalari hosil bo'ladi. Bu pufakchalarning shakli va ularning soni berilayotgan issiqlik miqdoriga, isitish yuzasining tozaligiga va g'adir-budurligiga, suyuqlikning isitish yuzasini namlash qobiliyatiga bog'liq. Bug' pufakchalari ma'lum o'lchamga ega bo'lganidan so'ng qaynayotgan suyuqlikning yuzasiga chiqadi. Pufakchalar ko'tarilayotgan paytda uning ichidagi suyuqlik bug'lanadi, natijada pufakchalarning hajmi kattalashib boradi. Shunday qilib, suyuqlikning qaynashi paytidagi issiqlikning berilishi ikki qismdan iborat bo'ladi: issiqlikning devor orqali suyuqlikka berilishi, pufaklarning ichki yuzasidan bug'lanish issiqligi orqali issiqlikning tarqalishi.

Suyuqlikning qaytishi ikki xil rejimda borishi mumkin (pufakli qay-nash, yupqa qatlam bilan qaynash). Pufakli qaynashda issiqlik berish tezligi ancha yuqori bo'ladi. Temperaturalar farqi $\Delta t = t_g - t_k$; ortib borgan sari markazlari shunday ko'payib ketadiki, oqibatda pufakchalarning o'zaro qo'shilib ketishi natijasida isitish yuzasining usti qizdirilgan bug'ning yupqa qatlami bilan qoplanadi. Bu qatlam issiqlikni yomon o'tkazganligi sababli d ning qiymati kamayib ketadi. Bunday holat *yupqa qatlam bilan qaynash* deb yuritiladi.

Issiqlik berish koeffitsienti quyidagi umumiy tenglama yordamida aniqlanadi:

$$Nu = f(Ga, Pr, K) \quad \text{bu yerda:}$$

$$K = \frac{r}{c \cdot \Delta t} \quad \text{– kondensatsiyalanish kriteriysi.}$$

$$Ga = \frac{gl^3 \rho^2}{\mu^2} \quad \text{– Galiley kriteriysi, oqimdagi og'irlik kuchi va ishqalanish}$$

kuchlarining nisbatini bildiradi.

Kondensatsiyalanish kriteriysi esa agregat holatning o'zgarishini ifodalaydi.

Tekis yoki silindrsimon yuzada kondensat yupqa qatlamining laminar harakati uchun quyidagi tenglama berilgan:

$$\alpha = 1,15 \sqrt{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot H}} \quad (13.2)$$

Δt – temperaturalar farqi.

H – vertikal yuzaning balandligi.

Bitta gorizontaal trubaning tashqi yuzasida bug'ning kondensatsiyalanishi uchun quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$\alpha = 0,72 \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot d}} \quad (13.3)$$

Odatda devorni o'ta isitishdan saqlash va qaynash jarayonini pufakli rejimda olib borish uchun apparatlarni kritik qiymatdan kam issiqlik sarfi q bilan ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Katta hajmda erkin konveksiya bilan pufakli qaynash rejimi uchun isitish yuzasini namlovchi suyuqliklarda d ning qiymati quyidagi tenglamalardan topiladi:

$$\alpha = A \cdot q^{0,7}$$

$$\alpha = A^{3,33} \cdot \Delta t^{2,33}$$

$$\text{Suv uchun: } \alpha = 0,56 q^{0,7} \cdot p^{0,15}$$

$$\text{yoki } D = 0,145 \Delta t^{2,33} p^{0,5}$$

P -bosim.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

Konvektiv issiqlik almashinishining kriterial tenglamasini keltirib chiqaring

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar

1. Erkin konveksiya haqida tushuncha.
2. Kondensatning qatlamida temperaturaning taqsimlanishi.
3. Bug'ning kondensatsiyalanishida issiqlik berish koeffitsientini aniqlovchi formula.
4. Bug' kondensatining issiqlik berish tezligiga ta'sir qiluvchi omillar.
5. Galiley kriteriysi, ta'rifi, formulasi.
6. Kondensatsiyalanish kriteriysi, formulasi
7. Kondensat qatlamining laminar harakati uchun belgilangan ifoda.
8. Kondensatning yupqa qatlamini o'rtacha temperaturasi.
9. Suyuqlikning qaynash rejimlari.
10. Pufakli qaynashda issiqlik berish tezligi.
11. Konvektiv issiqlik almashinishining kriterial tenglamasi.
12. Bug' qatlamining qalinligiga ta'sir qiluvchi omillar.
13. Agregat holatning o'zgarish issiqlik berish jarayonining kamchiligi.
14. Yupqa qatlam bilan qaynash.
15. Solishtirma issiqlik sarfi haqida tushuncha.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

2-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Davriy ishlovchi issiqlik almashinish apparatlarining issiqlik hisobi.

Maqsad: Davriy ishlovchi issiqlik almashinish apparatlarining turlari bilan tanishib chiqishi hamda issiqlik tashuvchi agentlarning sarfi, ularning dastlabki va oxirgi temperaturalarini bilgan holda zarur bo'lgan issiqlik almashinish yuzasi F ni aniqlashdir.

Nazariy qism. Issiqlik almashinish apparatlarini loyihalashda ular uchun avval turli hisoblash ishlari bajariladi. Hisoblash uch qismdan iborat:

- a) Issiqlik hisobi;
- b) Konstruktiv hisoblash;
- c) Gidravlik hisoblash;

Bunday issiqlik hisobi natijasida quyidagilar aniqlanadi: 1) o'rtacha temperaturalar farqi va ish muhitining o'rtacha temperaturalar; 2) issiqlik miqdori va ish jismlarining sarfi; 3) issiqlik o'tkazish koeffitsienti; 4) isitish yuzasi.

Issiqlik almashinish apparatining issiqlik hisobini ko'rib chiqamiz. Berilgan boshlang'ich ma'lumotlar:

- 1) isitilayotgan eritmaning miqdori G , kg/s;
- 2) eritmaning konsentratsiyasi C , %;
- 3) eritmaning boshlang'ich va oxirgi temperaturalar t_b , t_o ;
- 4) isitkichning turi – vertikal, gorizontalar trubalar, yo'llar soni;
- 5) isituvchi bug'ning bosimi P yoki temperaturasi t ;
- 6) po'lat trubalarning ichki va tashqi diametri d_i va d_o ;
- 7) trubalarning uzunligi l , m;
- 8) eritmaning hrakat tezligi w , m/s;
- 9) isitish yuzasidan foydalanish koeffitsienti φ .

Hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi:

Asosiy ko'rsatkichlar va formulalar.

I. Isitkichning temperatura shartlarini aniqlash.

To'yingan bug' bosimi P ga ko'ra uning to'yinish temperaturasi t_s maxsus qo'llanmalardan topiladi. Isitishning boshlanishida temperaturalarning maksimal farqi:

$$\Delta t_{\max} = t_s - t_b = \Delta t_{ka}$$

Isitishning oxiridagi muhit temperaturalarining minimal farqi:

$$\Delta t_{\min} = t_s - t_0 = \Delta t_{ki}.$$

$\Delta t_{\max}$ va $\Delta t_{\min}$ temperaturalar farqining qiymati 1-rasmdan aniqlanadi. Agar $\frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}} > 2$ bo'lsa,

$$\Delta t_{ur} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2.3 \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}$$

Agar $\frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}} < 2$ bo'lsa, $\Delta t_{ur} = \frac{\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min}}{2}$

Isitilayotgan muhitning o'rtacha temperaturasi:

$$t = t_s - \Delta t_{ur}.$$

II. Isitilayotgan eritmaning fizik kattaliklarini topish.

O'rtacha temperatura t va c bo'yicha maxsus qo'llanmadagi jadvallardan foydalanib berilgan issiqlik tashuvchi agentlarning fizik miqdorlari topiladi:

- 1) qovushqoqlik μ , $N \cdot s/m^2$ yoki $v \cdot m^2/s$;
- 2) zichlik ρ , kg/m^3 ;
- 3) issiqlik sig'imi c , $J/kg \cdot K$;
- 4) issiqlik o'tkazuvchanlik λ , $Vt/m \cdot K$;
- 5) temperatura o'tkazuvchanlik α , m^2/s ;
- 6) Prandtl soni aniqlanadi.

III. Issiqlik miqdori, bug' va suv sarflarini aniqlash.

Suyuqlikni isitish uchun ketgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan topiladi:

$$Q = H \cdot G \cdot c(t_0 - t_b), Vt.$$

bunda $H = 1,02 \dots 1,05$ – issiqlikning yo'qotilishini hisobga oluvchi koeffitsient; G – suyuqlik sarfi, kg/s ; c – issiqlik sig'imi, $J/kg \cdot K$; t_0 – suyuqlikni oxirgi temperaturasi, $^{\circ}C$; t_b – suyuqlikni boshlang'ich temperaturasi, $^{\circ}C$.

Agar gaz yoki suyuqlik sovitilayotgan bo'lsa, sovituvchi moddaning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$G' = \frac{G \cdot c(t_0 - t_b)}{c'(t_0' - t_b')}, kg/s.$$

bu yerda c' – sovituvchi moddaning issiqlik sig'imi; t_0' – sovituvchi moddaning oxirgi temperaturasi; t_b' – sovituvchi moddaning boshlang'ich temperaturasi.

Bug' sarfi quyidagicha topiladi:

$$D = \frac{Q}{i - \theta}, \text{ kg/s.}$$

i – isituvchi bug'ning entalpiyasi; θ – kondensatning entalpiyasi, J/kg.

$$\theta = t_s - (2...3^\circ \text{C}).$$

i – maxsus qo'llanmalarda berilgan bug' bosimi P bo'yicha olinadi.

IV. Issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlash.

Bir va ko'p qavatli yaxlit devorlardan hamda trubaning ichki diametri d_i ni uning tashqi diametri d_t ga nisbati $d_i/d_t > 0,5$ bo'lgan sharoitda trubalardan issiqlik o'tgan paytda issiqlik o'tkazish koeffitsientini quyidagi tenglama bilan topish mumkin:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \sum r_3 + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K.}$$

Trubalar (silindrsimon yuzalar) uchun issiqlik o'tkazishning chiziqli koeffitsienti 1 m truba uzunligiga nisbatan olinadi va quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$K_k = \frac{3,14}{\frac{1}{\alpha_1 d_i} + \sum \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_t}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_t} \sum \frac{r}{d_3}}, \text{ Vt/m} \cdot \text{K.}$$

bu yerda α_1 – issiq muhitdan (isituvchi bug'dan) devorga issiqlik berish koeffitsienti, $\text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$; α_2 – devordan isitilayotgan muhitga issiqlik berish koeffitsienti; δ – devor qatlamining qalinligi, m; λ – alohida olingan devor qatlamining issiqlik o'tkazuvchanligi, $\text{Vt/m} \cdot \text{K}$; $\sum \frac{\delta}{\lambda}$ – devor qatlamining umumiy termik qarshiligi; $\sum r_3$ – iflosliklarning termik qarshiligi; d_3 – trubaning iflosliklar bilan qoplangan diametri.

Issiqlik berish koeffitsientlari α_1 va α_2 kriterial tenglamalar yordamida topiladi. Masalan, bug'dan devorga berilayotgan issiqlik berish koeffitsienti α_1 quyidagi bilan aniqlanadi:

$$\alpha = 1,15^4 \sqrt{\frac{\lambda^3 \rho^2 r \cdot g}{\mu \Delta t H}}$$

Kondensatning fizik-kimyoviy kattaliklari λ, μ, ρ yupqa qatlam (plenka) ning o'rtacha temperaturasi $t_{pl} = \frac{t_t + t_d}{2}$ bo'yicha topiladi.

Kondensatsiyalanish issiqligi r to'yinish temperaturasi t_t ga qarab aniqlanadi. Temperaturalar farqi quyidagi qyirmaga teng:

$$\Delta t = t_t - t_d$$

bu yerda t_d – devorning temperaturasi; H – vertikal yuzaning balandligi.

Agar isitish trubalari gorizontal bo'lsa, bunda bug'ning truba devorlariga issiqlik berish koefitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = 0,72 \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \rho^2 r g}{\mu \Delta t d}}$$

bu yerda d – trubaning diametri.

Devorlardan isitilayotgan muhitga issiqlik berish koefitsienti harakat rejimiga ko'ra har xil kriterial tenglamalar yordamida topiladi. Hisoblash tenglamasini topish uchun avval Reynolds kriteriysi Re aniqlanadi. Agar $Re > 10000$ bo'lsa, trubalardagi majburiy konvektsiya vaqtidagi issiqlik berish koefitsienti α_2 quyidagiga teng bo'ladi:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4}$$

Agar $2300 > Re > 10000$ bo'lsa:

$$Nu = 0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43}$$

Agar laminar rejimda $Re < 2300$ bo'lsa:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1}$$

So'ngra α ning qiymati Nusselt kriteriysi orqali topiladi:

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

V. Isitish yuzasini topish.

Isitkichning isitish yuzasi issiqlik o'tkazishning umumiy tenglamasidan topiladi:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}, \text{ m}^2$$

Bu yuza uchun qabul qilingan isitkichning sxemasi trubalarning diametri va uzunligiga ko'ra joylashtiriladi. Isitish yuzasini joylashtirish isitkichning konstruktiv hisobini tashkil etadi.

Nazorat uchun savollar.

1. Devorlardan isitilayotgan muhitga issiqlik berish koefitsienti qanday kriterial tenglamalar?
2. Davriy ishlovchi issiqlik almashinish apparatlarining turlarini keltiring/
3. Trubalar (silindrsimon yuzalar) uchun issiqlik o'tkazishning qanday tenglama orqali aniqlanadi?

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

3 – AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Eritmalarni turli xil bosim va temperaturada ayrim teplofizik konstantalarini aniqlash

(Bug'latish jarayonida asosiy ko'rsatkichlarning hisobi: boshlang'ich va oxirgi eritmalarning massaviy sarfi, bug'latish uchun sarflangan issiqlik, eritmaning issiqlik sig'imi, turli bosimlarda eritmalarni qaynash temperaturasi, eritmaning o'rtacha qaynash temperaturasi va umumiy hamda foydali temperaturalar farqi).

Maqsad: Bug'latish jarayonida asosiy ko'rsatkichlar haqida tushunchaga ega bo'lish hamda ularning hisobini bilish.

Nazariy qism.

I. Bug'latish jarayonining moddiy balans tenglamasi:

$$G_{bosh} = G_{ox} + W,$$
$$G_{bosh} X_{bosh} + G_{ox} X_{ox}$$

bu yerda: G_{bosh} , G_{ox} – eritmaning boshlang'ich (dastlabki) va oxirgi (bug'latilgan) moddiy sarfi, kg/s;

X_{bosh} , X_{ox} – eritmaning boshlang'ich va oxirgi eritilgan moddadagi moddiy ulushlari;

W – bug'latilayotgan suvning moddiy sarfi, kg/s.

$$W = G_{bosh} \left(1 - \frac{X_{bosh}}{X_{ox}} \right)$$

II. Bug'latish qurilmasining issiqlik balans tenglamasi:

$$Q = G_{bosh} c_{bosh} t_{bosh} + G_{ox} c_{ox} t_{ox} + W_{ik.k} + Q_{yo'q} + Q_{deg}$$

bu yerda:

Q – bug'latishga sarflangan issiqlik miqdori, Vt;

c_{bosh} , c_{ox} – boshlang'ich (dastlabki) va oxirgi (bug'latilgan) eritmalarining solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg;

t_{bosh} , t_{ox} – boshlang'ich eritmaning qurilmaga kirishidagi va oxirgi erirmaning qurilmadan chiqishidagi haroratlari, $^{\circ}\text{C}$;

$i_{ik.k}$ – ikkilamchi bug'ning qurilmadan chiqayotgandagi solishtirma entalpiyasi, J/kg;

$Q_{yo'q}$ – atrof muhitga yo'qotilgan issiqlik miqdorining qiymati, Vt;

Q_{deg} – degidratatsiya issiqligi, Vt. (quyuqlashtirish uchun sarflangan issiqlik miqdori).

III. Bug'latishga sarflangan issiqlik miqdorini aniqlash:

$$Q = G_{bosh} c_{bosh} (t_{ox} - t_{bosh}) + W(i_{ik.k} - c_c t_{ox}) + Q_{yo'q}$$

bu yerda:

$c_c - t_{ox}$ ga mos kelgan suvning solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K.

Agar eritma bug'latish eritmasiga qizdirilgan holatda, ya'ni $t_{bosh} > t_{ox}$ bo'lsa, u holda $Q = G_{bosh} c_{bosh} (t_{ox} - t_{bosh})$ bo'lib manfiy ishoraga ega bo'ladi va bu yerda ma'lum qism suv eritmani sovishi tufayli bug'lanadi. $G_{bosh} c_{bosh} (t_{ox} - t_{bosh})$ qiymat o'z – o'zini bug'latish qiymati deb nomlanadi.

Atrof muhitga yo'qotilgan issiqlik miqdorini hisoblash uchun bug'latish qurilmasining $Q_{isit} + Q_{bug'}$ yig'indisining 3 – 5 % ni olish mumkin. $Q_{yo'q}$ ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$Q_{yo'q} + \alpha \cdot F_{izol} (t_{izol} - t_h)$$

bu yerda:

$\alpha = \alpha_{nur} + \alpha_{konv}$ – nurlanish va konveksiya issiqlik berish koefitsiyentlarining yig'indisi, Vt/m²K;

F – qurilmaning qoplama (izolyatsiya) qilingan yuzasi, m;

t – qoplama tashqi yuzasining temperaturasi, $^{\circ}\text{C}$ yoki K;

t_h – havo temperaturasi $^{\circ}\text{C}$ yoki K.

IV. Bug'latish qurilmasidagi isituvchi bug' sarfi $G_{i.b}$.

$$G_{i.b} = \frac{Q}{(i'' - i')x} = \frac{q}{r_{i.b}}$$

bu yerda:

i'' – to'yingan quruq bug'ning solishtirma entalpiyasi, J/kg;

i' – kondensatsiyalanish temperaturadagi kondensatning solishtirma entalpiyasi, J/kg;

x – qizdirish bug'ining namlik darajasi (quruqlik darajasi);

$r_{i.b}$ – qizdirish bug'i solishtirma kondensatsiyalanish issiqligi, J/kg.

Isituvchi bug'sarfi $G_{i.b}$ ning bug'lanayotgansuv sarfi w nisbatiga bug'latish uchun ketgan bug'ning solishtirma sarfi deyiladi:

$$d = \frac{G_{i.b}}{W}.$$

V. Eritmaning issiqlik sig'imi:

Eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$C = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots$$

C_1, C_2, C_3 – tashkil etuvchi komponentlarning solishtirma issiqlik sig'imi;

X_1, X_2, X_3 – tashkil etuvchi komponentlarning miqdoriy ulushi.

Ikki komponentli suyultirilgan suvli eritmalar (suv + eritilgan modda) ning solishtirma issiqlik sig'imini hisoblash uchun quyidagi taxminiy tenglamadan foydalaniladi ($x < 0,2$):

$$c = 4190(1 - x)$$

bu yerda:

4190 J/kg K – suvning solishtirma issiqlik sig'imi;

x – eritilgan moddaning konsentratsiyasi, massaviy ulushi.

Quyuqlashtirilgan ikki komponentli suvli eritma uchun ($x > 0,2$) hisoblash quyidagi tenglama yordamida olib boriladi:

$$c = 4190(1 - x) + c_1 x$$

c_1 – suvsiz eritilgan moddaning solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg K .

Agar tajriba ma'lumotlari yo'q bo'lib, kimyoviy birikmaning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash kerak bo'lsa, quyidagi tenglamadan taxminiy qiymatini topish mumkin:

$$M \cdot c = n_1 c_1 + n_2 c_2 + n_3 c_3 + \dots$$

bu yerda:

M – kimyoviy birikmaning molyar massasi;

c – kimyoviy birikmaning massaviy solishtirma issiqlik sig'imi ($\text{J/kg} \cdot \text{K}$);

$n_1, n_2, n_3 \dots$ - birikmadagi elementar atom soni;

$c_1, c_2, c_3 \dots$ - atom issiqlik sig'imi, $\text{J/kg} \cdot \text{K}$.

Yuqoridagi keltirilgan tenglama yordamida birikmalarning solishtirma issiqlik sig'imini hisoblash uchun 1-jadvalda keltirilgan atom issiqlik sig'imlaridan foydalanish kerak.

1-jadval

Element	Atomning issiqlik sig'imi, $\text{J/kg} \cdot \text{K}$		Element	Atomning issiqlik sig'imi, $\text{J/kg} \cdot \text{K}$	
	qattiq holda	suyuq holda		qattiq holda	suyuq holda
C	7,5	11,7	F	20,95	29,9
H	9,6	18,0	P	22,6	31,0
B	11,8	19,7	S	22,6	31,0
Si	15,9	24,3	qolgani	26,0	33,6
O	16,8	25,1			

VI. Eritmalarning qaynash temperaturasi hisoblash ($P \geq P_{atm}$).

1 usul. Agar eritmaning ma'lum bosimda 2 ta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa quyidagi tenglamadan

$$\frac{\lg P_{A1} - \lg P_{A2}}{\lg P_{B1} - \lg P_{B2}} = c$$

yoki 1 nomogrammadan foydalanish mumkin. Bu yerda:

P_{A1} va P_{B1} – bir xil t_1 temperaturadagi 2 suyuqlikning to'yingan bug'larining bosimi;

P_{A2} va P_{B2} – bir xil t_2 temperaturadagi 2 suyuqlikning to'yingan bug'larining;

c – o'zgarmas konstanta.

2 usul. Agarda, eritmaning faqat ma'lum bir bosimda bitta qaynash temperaturasi aniq bo'lsa, boshqa bosimdagi qaynash temperaturasini Babo qoidasidan foydalanib topish mumkin:

$$\left(\frac{P}{P_0}\right)_t = const,$$

bu yerda:

P – eritma bug'ining bosimi;

P_0 – o'sha temperaturada toza erituvchining to'yingan bug' bosimi.

Konsentratsiyalangan suvli eritmalar uchun $\left(\frac{P}{P_0}\right)_t = const$ tenglamani 2-jadvalda keltirilgan koeffitsiyentlarni inobatga olgan holda hisoblash kerak.

P/P_0							2-jadval
0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	Tuzatish koeffitsiyenti
Bosim P , mm. s. ust.							$\pm \Delta t, K$
100	200	400	450	500	550	650	0,9
-	50	200	350	450	500	550	1,8
-	-	100	275	300	350	400	2,6
-	-	-	150	200	250	300	3,6

Agarda, erish issiqligi musbat bo'lsa (eritish paytida issiqlik ajralib chiqsa), tuzatish koeffitsienti qo'shiladi, manfiy bo'lsa ayiriladi.

VII. t_{qayn} – bu truba ichida eritmaning o'rtacha qaynash temperaturasi

$$t_{qay} = t_{kon} + t_{g.ef}$$

bu yerda:

$t_{g.ef}$ – gidrostatik depressiya yoki gidrostatik bosim hisobiga eritmaning qaynash temperaturasini ortishi (gidrostatik effekti).

Bug'latish qurilma trubalarining balandligi bo'yicha eritmaning qaynash temperaturasi o'zgaradi. Shuning uchun, gidrostatik bosimni hisobga olgan holda eritmaning truba balandligi bo'yicha o'rtacha qaynash temperaturasi aniqlanadi.

Bug'latilayotgan eritmaning o'rta qatlamidagi bosim ushbu tenglama yordamida topiladi:

$$P_{o'rt} = P_1 + 0.5\rho_e g H_{satx} - P_1 + \Delta P_{g.ef}$$

Gidrostatik depressiya $\Delta t_{g.ef}$ bevosita $\Delta P_{g.ef}$ bilan bog'liqdir va H_{satx} eritma balandligi satxi, zichligiga bog'liq. Optimal balandlik satxi, quyidagi tenglama bilan hisoblab topiladi:

$$H_{opt} = [0.26 + 0.0014(\rho_e + \rho_s)] H_{satx}$$

Agar t_{qay} bo'yicha ma'lumotlar bo'lmasa,

$$(\rho_e + \rho_s)_{t_{qay}} \approx (\rho_e + \rho_s)_{t=20^0 C}$$

deb olsa bo'ladi. Bu yerda:

ρ_e – oxirgi konsentratsiyali eritma zichligi

ρ_s – suvning zichligi

Gidrostatik depressiya $\Delta t_{g.ef}$ quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\Delta t_{g.ef} = \Delta t_{ur} - \Delta t_1$$

bu yerda

$\Delta t_{ur} - \Delta P_{ur}$ bosimda suvning qaynash temperaturasi.

Eritmaning o'rtacha qaynash temperaturasi quyidagi tenglama orqali hisoblanadi:

$$t_{qay} = t_{ox} + \Delta t_{g.ef} = t_o + \Delta t_{g.s} + \Delta t_{g.ef} = t_o + \sum \Delta t_{yo'q}$$

VIII. Umumiy va foydali temperaturalar farqi

Isituvchi bug' kondensatsiyalanish temperaturasi $t_{i.b}$ va ikkilamchi bug' kondensatsiyalanish temperaturalari t_0 orasidagi farqi **umumiy temperaturalar farqi** deyiladi.

$$\Delta t_{um} = t_{i.b} - t_0$$

Isituvchi bug' kondensatsiyalanish temperaturasi $\Delta t_{i.b}$ va eritma qaynash temperaturasi t_{qay} orasidagi farqi **foydali temperaturalar farqi** deyiladi.

$$\Delta t_{foy} = t_{i.b} - t_{qay} = \Delta t_{um} - \sum \Delta t_{yo'q}$$

Bug'latish qurilmasining issiqlik o'tkazish yuzasi ushbu tenglama yordamida aniqlanadi:

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

Amaliy qism

Masalalar yechish namunasi

Masala №1

Natriy gidroksidning boshlang'ich eritmasida 79 g/l suv bor. 30⁰C da bug'latilgan eritmaning zichligi 1.555 g/sm³. Bu esa 840 g/l konsentratsiyali eritmaga to'g'ri keladi. 1 t boshlang'ich eritmadan bug'latilgan suv miqdorini aniqlang.

Yechish.

Boshlang'ich eritmada eritilgan moddaning massaviy ulushi:

$$x_{bosh} = \frac{79}{1000 + 79} = 0,0733$$

Oxirgi eritmada eritilgan moddaning massaviy ulushi:

$$x_{ox} = \frac{840}{1,555} = 0,54$$

1 t boshlang'ich eritmada bug'latilgan suvning miqdori:

$$W = G(1 - \frac{x_{bosh}}{x_{ox}}) = 1000(1 - \frac{0,0733}{0,54}) = 865kg$$

Masala №2

Natriy salitsilatning 25 % suvli eritmasini issiqlik sig'imini aniqlang.

Yechish.

Eritmaning konsentratsiyasi 20 % dan ko'p bo'lgani uchun issiqlik sig'imini ikki komponentli suvli eritmalar uchun belgilangan tenglama yordamida aniqlaymiz:

$$c = 4190(1 - x) + c_1x$$

bu yerda:

c_1 – suvsiz eritilgan moddaning issiqlik sig'imi, J/kg·K

$x > 0,2$

Dastlab silitsil kislotaning quruq natriyli tuzining issiqlik sig'imini quyida keltirilgan tenglama yordamida aniqlaymiz:

$$M \cdot c = n_1c_1 + n_2c_2 + n_3c_3 + \dots$$

bu yerda: M – kimyoviy birikmaning molekulyar massasi;

c – uning massaviy issiqlik sig'imi, J/kg·K;

n_1, n_2, n_3 – birikmaga kirgan elementlarning atomlar soni;

c_1, c_2, c_3 – atomlarning issiqlik sig'imi, J/kg·K.

Tuzning kimyoviy formulasi:



$$\tilde{n}_1 = \frac{(7,5 \cdot 7 + 9,6 \cdot 5 + 16,8 \cdot 3 + 26,0)}{160} = 1,11kJ / kg \cdot K$$

25 % eritmaning issiqlik sig'imi:

$$c = 4190(1 - x) + c_1 x = 4190 \cdot 0,75 + 1110 \cdot 0,25 = 3420 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$$

Nazorat uchun savollar va masalalar

1. Bug'latish jarayoni haqida tushuncha.
2. Bug'latish jarayonining asosiy ko'rsatkichlari.
3. Eritmaning massaviy sarfi. Uni hisoblash tenglamalari.
4. Bug'latish uchun sarflangan issiqlik. Uni aniqlovchi ifoda.
5. O'rtacha qaynash temperatura.
6. Umumiy temperaturalar farqi. Asosiy tenglamalar.
7. Foydali temperaturalar farqi. Asosiy tenglama.
8. Hidrostatik effekti haqida tushuncha, uni aniqlovchi ifoda.
9. Bug'latish qurilmasining issiqlik o'tkazish yuzasini hisoblash.
10. Bug'latilgan suv miqdorini hisoblash.
11. Eritmalarni qaynash temperaturasi hisoblash: 2 ta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa.
12. Eritmalarni qaynash temperaturasi hisoblash: 1 ta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa.
13. Yo'qotilgan issiqlik miqdorini hisoblash.
14. Isituvchi bug' sarfi va uni hisoblash.
15. Eritmaning issiqlik sig'imi haqida tushuncha va uni hisoblash.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

4 – AMALIY MASHG`ULOT

Mavzu: Davriy bug'latish jarayonining hisobi. Bug'latilgan modda miqdorini aniqlash.

Maqsad: Uzluksiz va davriy bug'latish jarayonlarini taqqoslash. Bir korpusli bug'latish qurilmasidan iborat bo'lgan bug'latish jarayonini hisoblash.

Nazariy qism.

Uchuvchan bo'lamagan moddalar eritmalarini ularning tarkibidagi erituvchini qaynatish paytida chiqarib yuborish yo'li bilan quyuqlashtirish jarayoni *bug'latish* deb yuritiladi. Agar bug'latish jarayoni qaynash temperaturasidan past temperaturalarda suyuqlikning yuzasidan ro'y bersa, bug'latish jarayonida bug' eritmaning butun hajmidan ajralib chiqadi.

Bug'latish jarayonida isituvchi reagent 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. Eritmani bug'latish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori devor orqali beriladi. Faqat ayrim hollardagina, eritmalarini quyultirish uchun kerak bo'lgan issiqlik tutun gazlari yoki boshqa gazsimon issiqlik tashuvchi agentlarning suyuqlik bilan o'zaro kontakti orqali beriladi.

Bug'latish 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 ancha past temperaturalarda olib borish mumkin, bu hol ayniqsa yuqori temperaturada parchalanib ketishi mumkin bo'lgan moddalar eritmalarini quyuqlashtirishda juda qo'l keladi. Bundan tashqari, vakuum ta'sirida isituvchi agent va eritma temperaturasi o'rtasidagi foydali farq ko'payadi, bu esa apparatning isitish yuzasini kamayishiga olib keladi, vakuum bilan bug'latish uchun nisbatan past parametrlil isituvchi reagentdan foydalanish mumkin. Vakuum ishlatilganda ikkilamchi bug'dan qaytadan birlamchi bug' sifatida foydalanish imkoni tug'iladi.

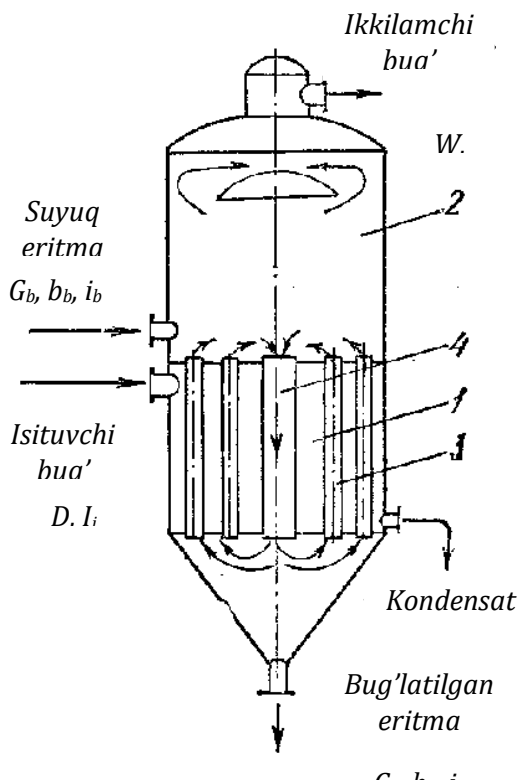
Vakuum ostida bug'latish jarayonining kamchiliklari: vakuum ishlatish bug'latish qurilmasining narxini oshiradi, vakuum hosil qilish uchun kondensatorlar, tomchi ushlagichlar, vakuum nasoslar kerak bo'ladi, bundan tashqari, qurilmani ishlatish uchun zarur bo'lgan sarf ham ko'payadi.

Atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan bosimda bug'latishda hosil bo'lgan ikkilamchi bug'dan qaytadan bug'latish jarayonida hamda bug'latish bilan bog'liq bo'lmagan boshqa maqsadlarda foydalanish mumkin. Boshqa maqsadlar uchun ajratilgan bug' *ekstra bug'* deb ataladi. Yuqori bosim bilan bug'latish jarayonida ekstra bug'ni ajratib olib ishlatish vakuum yordamida bug'latishga nisbatan issiqlikdan to'laroq foydalanish imkoniyatini beradi. Yuqori bosim bilan bug'latish eritmaning qaynash temperaturasining ortishiga olib keladi. Bundan tashqari, yuqori bosim bilan bug'latishni amalga oshirish uchun yuqori temperaturali

isituchi reagent kerak bo'ladi. Shu sababli bu usul yuqori temperaturaga chidamli moddalarning eritmalarini quyultirishda ishlatiladi.

Atmosfera bosimi bilan bug'latishda ikkilamchi bug' ishlatilmaydi, u atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bunday usul oddiy, lekin eng tejamsiz hisoblanadi.

Ishlash rejimiga ko'ra bug'latish apparatlari davriy va uzluksiz bo'ladi. Kichik masshtabdagi ishlab chiqarishlarda va ayrim vaqtda eritmalarini yuqori konsentratsiyalargacha bug'latishda davriy ishlaydigan bug'latish apparatlari ishlatiladi.



1-rasm. Markaziy sirkulyatsiya trubasi bo'lgan bug'latish apparati:
1 – isitish kamerasi; 2 – separator; 3 – isitish trubalar; 4 – sirkulyatsiya trubasi.

Moddiy balans. Bitta apparatli bug'latish qurilmasining moddiy balansi:

$$G_b = G_{ox} + \omega$$

G_b – eritmaning boshlang'ich miqdori;

G_{ox} – eritmaning oxirgi miqdori;

ω – erituvchining (ikkilamchi bug'ning) miqdori.

Eritma tarkibida bo'lgan quruq moddaga nisbatan moddiy balans quyidagicha yoziladi:

$$\frac{G_b X_b}{100} = \frac{G_{ox} X_{ox}}{100}$$

X_b, X_{ox} – eritmaning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalari.

Bunda yuqorida berilgan tenglamalar yordamida apparatning shu unumi topiladi.

Quyuqlashtirilgan eritma bo'yicha:

$$G_k = \frac{G_b X_b}{X_{ox}}$$

Bug'latilayotgan suv bo'yicha:

$$\omega = G_b - G_{ox} = G_b \left(1 - \frac{X_b}{X_{ox}}\right)$$

Issiqlik balanssi. Issiqlik balansini hisoblash uchun quyidagi belgilarni qabul qilamiz:

D – isituvchi bug'ning sarfi;

I_i – isituvchi bug'ning entalpiyasi;

I – ikkilamchi bug'ning entalpiyasi;

$i_b = C_b t_b$ – dastlabki eritmaning entalpiyasi;

$i_k = C_k t_k$ – quyuqlashtirilgan eritmaning entalpiyasi;

$i' = C' \theta$ – isituvchi bug' kondensatining entalpiyasi;

C_b, C_k, C' – dastlabki va quyuqlashgan eritma hamda kondensatning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'implari;

t_b, t_k, θ – dastlabki quyuqlashgan eritma va isituvchi bug'ning to'yinish temperaturalar.

Issiqlikning kirishi (dastlabki eritma bilan) $G_b, i_b;$

isituvchi bug' bilan $DI_i;$

Issiqlikning sarflanishi (quyuqlashgan eritma bilan) $G_q, i_q;$

Ikkilamchi bug' bilan $\omega I;$

Isituvchi bug'ning kondensati bilan $D \cdot i;$

Quyuqlashtirish issiqligi $Q_{kons};$

Atrof – muhitga yo'qotilgan issiqlik $Q_y;$

Issiqlik balasi quyidagicha ifodalanadi:

$$G_b i_b + DI_i = G_q i_q + \omega \cdot I + Di' + Q_{kons} + Q_y$$

Dastlabki eritma quyuqlashgan eritma va bug'latilishi lozim bo'lgan suv aralashmasidan iborat hamda dastlabki eritmaning issiqlik sig'imi temperaturasi t_b bilan t_q intervalda o'zgarmay qoladi deb olamiz. Bunda issiqlik balanssi quyidagicha:

$$G_b C_b t_k = G_k C_k t_k + \omega C'' t_q$$

bu yerda C'' – temperature 0°C dan t_k gacha o'zgargan paytdagi suvning o'rtacha issiqlik sig'imi.

t_b , i_k , i' va $G_k C_k$ larning qiymatlarini asosiy tenglamaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$G_b C_b t_b + D I_i = G_b C_b t_k - \omega C'' t_k + \omega I + D C' \theta + Q_{kons} + Q_y$$

Bu tenglamadan bug'latish apparatiga vaqt birligi ichida isituvchi bug' bilan kiritilgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz:

$$Q = D(I_i - C' \theta) = G_b C_b (t_k - t_b) + \omega(I - C'' t_k) + Q_{kons} + Q_y$$

Bu tenglamaning o'ng tomonidagi birinchi qismi dastlabki eritmani qaynash temperaturasi uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdorini, ikkinchi qismi esa eritmadan suvning bug'lanishi uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdorini belgilaydi.

Eritmani quyuqlashtirish paytidagi issiqlik effekti Q_{kons} bilan ifodalanadi. Quyuqlashtirish jarayonida issiqlikning yutilishi yoki chiqishi sodir bo'ladi. Agar Q_{kons} ning miqdori ancha katta bo'lsa, u hisobga olinadi, kam bo'lsa hisobga olinmaydi.

Isituvchi bug'ning sarfi:

$$D = \frac{G_b t_b (t_k - t_b) + \omega(I - C'' t_k) + Q_{kons} + Q_y}{I_i - C' \theta}$$

Agar eritma avval qaynash temperaturasi uchun isitilib, so'ngra bug'latish apparatiga berilsa, $t_b = t_k$ bo'ladi. Q_{kons} va Q_y ning miqdori hisobga olinmasa, unda 1 kg suvning bug'latish uchun kerak bo'lgan isituvchi bug'ning nazariy sarfini topish mumkin:

$$D = \frac{\omega(I - C'' t_k)}{I_g - C' \theta} = \frac{\omega_r}{r'} = \omega$$

bu yerda:

$I_g - C' \theta = r'$ – isituvchi bug'ning kondensatsiyalanish issiqligi,

$I - C'' t_k = r$ – qaynab turgan eritmalaridan suvning bug'lanish issiqligi (taxminan $r = r'$ deb olinishi mumkin).

Isitish yuzasi. Uzluksiz ishlaydigan bug'latish apparatining isitish yuzasi issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi orqali topiladi:

$$F = \frac{Q}{K \Delta t}$$

bu yerda:

Q – issiqlik sarfi;

K – issiqlik o'tkazish koeffitsienti;

Δt – temperaturalarning foydali farqi.

Temperaturaning yo'qotilishi. Bug'latish apparatlarida temperaturaning yo'qotilishi natijasida isituvchi bug' va bug'latilayotgan eritma temperaturalari o'rtasidagi farq kamayadi. Temperaturalarning yo'qotilishi Δ temperatura depressiyasi Δ' , gidrostatik depressiya Δ'' va gidravlik depressiya Δ''' lardan tashkil topgan bo'ladi:

$$\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta'''$$

Temperatura depressiyasi deb bir xil bosimda olingan eirtma qaynash temperaturasi bilan toza erituvchi qaynash temperaturasi o'rtasidagi farqqa aytiladi. Δ' odatda atmosfera bosimida topilgan bo'ladi. Boshqa bosimlardagi suyultirilgan eritmalar uchun Δ' ning qiymatini I.A.Tishenko tenglamasi orqali topish mumkin:

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

bu yerda:

Δ'_{atm} – atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi, $^{\circ}\text{C}$;

T – toza erituvchining berilgan bosimdagi qaynash temperaturasi, K;

r – toza erituvchining berilgan bosimdagi bug'lanish issiqligi, kJ/kg.

Gidrostatik effekt ta'sirida eritma qaynash temperaturasining ortish jarayoni *gidrostatik depressiya* deb ataladi.

Gidravlik qarshiliklar ta'sirida eritma temperaturasining ortish jarayoni *gidravlik depressiya* deb yuritiladi.

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

$$t_q = T' + \Delta' + \Delta''$$

bu yerda: T' – ikkilamchi bug' temperaturasi.

Masala

Davriy ishlaydigan, isitish yuzasi 49 m^2 ga teng bo'lgan vakuum bug'latgich apparati 20 tonna kuchsiz eritma bilan to'ldiriladi. Eritmaning boshlang'ich konsentratsiyasi $X_b = 5 \%$, boshlang'ich temperaturasi esa $T_b = 20^{\circ}\text{C}$ eritmaning oxirgi konsentratsiyasi $X_{ox} = 50 \%$. 1-jadvaldagi eritmaning qaynash temperaturasi va apparatdagi issiqlik berish koeffitsienti konsentratsiyaga bog'liqligi keltirilgan.

1-jadval

Konsentratsiya X,	5	10	20	30	40	50
Qaynash temperaturasi, $^{\circ}\text{C}$ ($t_{qay} = t_{to'y} + \Delta t_g$)	55	56	60	67	76	95
Qaynash temperaturasida issiqlik koef-ti K, $\text{Vt/m}^2\text{K}$	2150	1740	1130	740	490	280

Apparatdagi absolyut bosim $0,15 \text{ kgk/sm}^2$, bunga esa $t_{to'y} = 53,6^{\circ}\text{C}$ to'g'ri keladi. Kuchsiz eritmani qizdirish va qaynatish davriga to'g'ri kelgan issiqlik

o'tkazish koeffitsienti $K = 350 \text{ Vt/m}^2\text{K}$ ga teng. To'yingan bug'ning temperaturasi 120°C . Isituvchi bug'ning namligi 5% ga teng bo'lgan deb hisoblab uning sarfini hamda bug'latish jarayonining muddatini aniqlang.

Nazorat uchun savollar

1. Davriy bug'latish jarayoni haqida tushuncha.
2. Birlamchi va ikkilamchi bug' haqida tushuncha.
3. Vakuum ostida bug'latish jarayonini olib boorish.
4. Barqaror bo'lmagan eritmalarni konsentratsiyalash usullari.
5. Vakuum ostida bug'latish jarayonining kamchiligi.
6. Atmosfera bosimida bug'latish jarayoni.
7. Bir korpusli bug'latish qurilmasining tuzilishi.
8. Bir korpusli bug'latish qurilmasini moddiy balansi.
9. Bir korpusli bug'latish qurilmasini issiqlik balansi.
10. Bir korpusli bug'latish qurilmasini ish unumdorligi.
11. Bir korpusli bug'latish qurilmasining isitish yuzasini aniqlash.
12. Bir korpusli bug'latish qurilmasinida temperatura yo'qotilishini aniqlash.
13. Temperatura depressiyasi haqida tushuncha. N.Markaziy sirkulyatsion trubasi bo'lgan bug'latish apparatini ishlash prinsipi.
14. Sirkulyatsion trubasi bo'lmagan bug'latish apparatini ishlash prinsipi.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

5 – AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Uzluksiz harakatdagi bug'latish apparatining issiqlik hisobi

Maqsad: Uzluksiz harakatdagi bug'latish apparatining asosiy ko'rsatkichlarini hisoblash.

Nazariy qism.

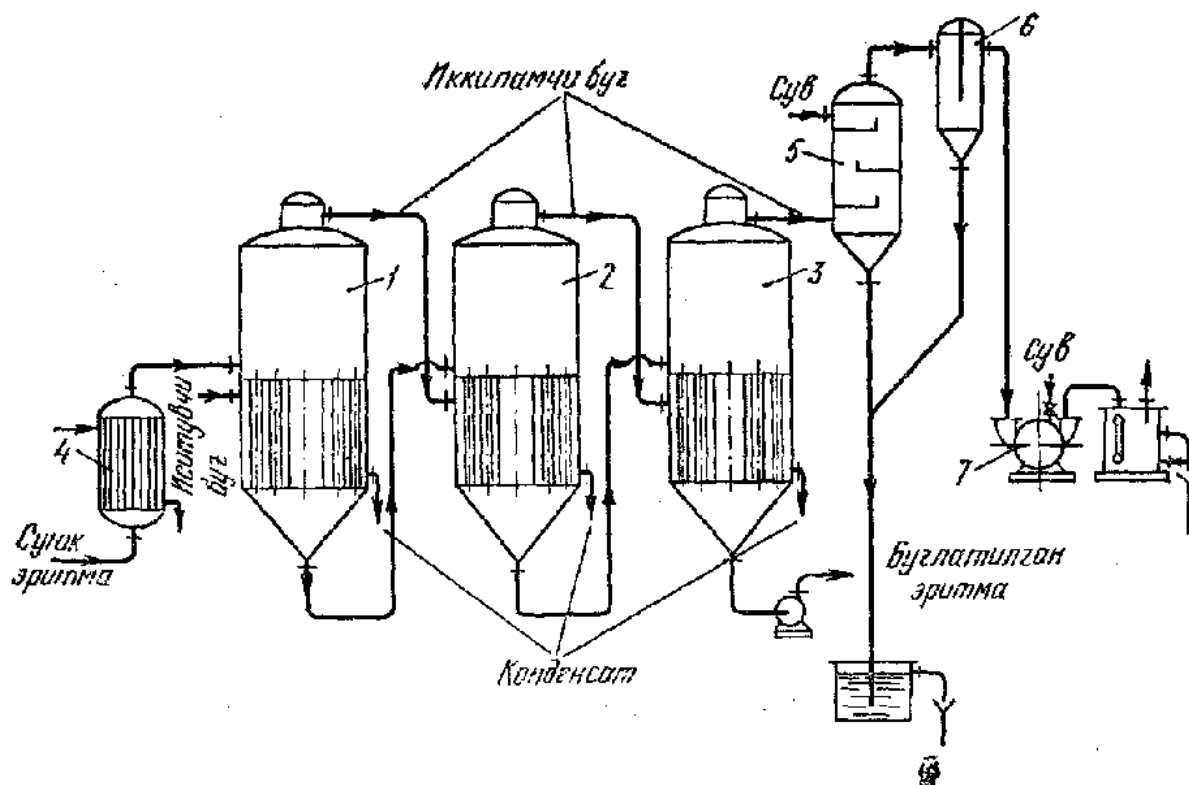
Uch korpusli bug'latish qurilmasini hisoblash namunasi.

NaNO_3 ning 12 % li suvli eritmasini 5 t/soat sarfda konsentratsiyalash uchun uch korpusli tabiiy sirkulyatsiya qurilmasi hisoblab chiqiladi.

Eritmanir konsentratsiyasi 40 % (mass). Bug'latish qurilmasiga eritma bug'latish sigacha isitilgan holatda yuboriladi.

To'yingan suv bug'ining absolyut bosimi 4 kg k/sm², isituvchi trubalar uzunligi 4 m.

Barometrik kondensatordagi vakuum 0,2 kg k/sm² ga tengdir.



1-rasm. Uch korpusli bug'latish qurilmasining sxemasi

Yechish.

1. Uchala qurilmalarda bug'lanayotgan erituvchining umumiy miqdori:

$$W = G(1 - \frac{X_{bosh}}{X_{ox}}) = \frac{5000}{3600}(1 - \frac{12}{40}) = 3500kg / s = 0,97kg / sek$$

2. Har bir korpusga yuklamaning taqsimlanishi.

Nazariy taxlil va sanoatdagi ko'p yillik natijalar asosida, har bir korpusdagi ikkilamchi bug'ning miqdori quyidagicha ekanligi aniqlangan:

$$W_1 : W_2 : W_3 = 1,0 : 1,1 : 1,2$$

Har bir korpusda hosil bo'lgan ikkilamchi bug' miqdorini hisoblaymiz:

1 korpusda $W_1 = \frac{3500 \cdot 1}{3600 \cdot 3,3} = 0,295kg / sek$

2 korpusda $W_2 = \frac{3500 \cdot 1,1}{3600 \cdot 3,3} = 0,324kg / sek$

3 korpusda $W_3 = \frac{3500 \cdot 1,2}{3600 \cdot 3,3} = 0,351kg / sek$

Jami	0,97 kg/sek

3. Korpuslar bo'yicha eritmaning konsentratsiyasi X_1 ni hisoblash. Buning uchun birinchi korpusdan ikkinchisiga kirayotgan eritmaning miqdori.

$$G_1 = G_{bosh} - W_1 = \frac{5000}{3600} - 0,295 = 1,09kg / sek$$

konsentratsiyasi esa

$$X_1 = \frac{G_{bosh} \cdot X_{bosh}}{G_{ox} - W_1} = \frac{1,39 \cdot 12}{1,39 - 0,295} = 15,2\%$$

I korpusdagi eritmani oxirgi konsentratsiyasi va II korpusdagi boshlang'ich konsentratsiyalar teng, ya'ni 15,2 %.

II korpusdan III ga kirayotgan eritmaning miqdori:

$$G_2 = G_{bosh} - W_1 - W_2 = 1,39 - 0,295 - 0,324 = 0,77kg / sek$$

konsentratsiyasi esa

$$X_2 = 1,39 \frac{12}{0,77} = 21,6\%$$

III korpusda chiqqan eritmaning miqdori:

$$G_{ox} = G_{bosh} - W = 1,39 - 0,97 = 0,42 \text{ kg / sek}$$

konsentratsiyasi esa

$$X_{ox} = 1,39 \frac{12}{0,42} = 40\%$$

4. Korpuslar bo'yicha isituvchi bug' bosimini taqsimlanishi.

I korpus va barometrik kondensatorlardagi isituvchi bug' bosimlarining farqi:

$$\Delta P = 4,0 - 0,2 = 3,8 \text{ kgk / sm}^2$$

Dastlab, ushbu bosimlar farqini korpuslar o'rtasida barobar taqsimlaymiz, ya'ni

$$\Delta P = \frac{3,8}{3} = 1,27 \text{ kgk / sm}^2$$

Bunda, korpuslardagi absolyut bosim quyidagicha taqsimlanadi:

III korpusda **$P = 0,2 \text{ kgk/sm}^2$** (berilgan)

II korpusda **$P = 0,2 + 1,27 = 1,47 \text{ kgk/sm}^2$**

I korpusda **$P = 1,47 + 1,27 = 2,47 \text{ kgk/sm}^2$**

Isituvchi bug' bosimi:

$$P = 2,47 + 1,27 = 4,0 \text{ kgk / sm}^2$$

Bug' jadvallaridan korpuslarda qabul qilingan bosimlar uchun suvning to'yingan bug'i temperaturalarini va solishtirma bug' hosil qilish issiqliklarini topamiz:

Korpuslar	To'yingan bug' temperaturasi, $^{\circ}\text{C}$	Solishtirma bug' hosil qilish issiqligi, (g) kJ/kg
I	129,4	2179
II	110,1	2234
III	59,7	2357
Isituvchi bug'	143	2241

Ushbu temperaturalar, korpuslar bo'yicha ikkilamchi bug'lar kondensatsiyalanish temperaturalarini bo'ladi.

5. Korpuslar bo'yicha temperaturaning pasayishini hisoblash.

a) temperatura depressiyasidan.

Jadvallardan atmosfera bosimida eritmalarni qaynash temperaturalarini aniqlanadi:

Korpuslar	NaNO ₃ ning konsentratsiyalari, %	Qaynash temperaturasi, °C	Depressiya, °C yoki K
I	15,2	102	2,0
II	21,6	103	3,0
III	40	107	7,0

Uch korpus bo'yicha depressiya:

$$\Delta t_{gen} = 2 + 3 + 7 = 12^{\circ}C$$

b) gidrostatik effekt depressiyasidan.

20°C NaNO₃ ning zichligi konsentratsiyalar bo'yicha tanlanadi:

NaNO ₃ ning konsentratsiyasi, %	15,2	21,6	40
Zichlik, kg/m ³	1098	1156	1567

Trubalardagi eritmalarning optimal sathda qaynashini hisoblaymiz:

$$H_{opt} = [0,026 + 0,0014(\rho_{er} - \rho_s)] \cdot H_{tr} = [0,026 + 0,0014(1098 - 1000)] \cdot 4 = 1,589m$$

$$P_{o'rt} = P + 0,5\rho_{er} \cdot g \cdot H_{tr} = 2,74 + \frac{0,5 \cdot 1098 \cdot 9,81 \cdot 1,589}{9,81 \cdot 10^4} = 2,827 kgk / sm^2$$

$$P_1 = 2,14 kgk/sm^2 \text{ da } t_{qay} = 129,3^{\circ}C$$

$$P_{o'rt} = 2,827 kgk/sm^2 \text{ da } t_{qay} = 130,6^{\circ}C$$

$$\Delta t_{g.ef} = 130,6 - 129,4 = 1,2^{\circ}C$$

II korpusda

$$H_{opt} = [0,026 + 0,0014(1156 - 1000)] \cdot 4 = 1,91m$$

$$P_{o'rt} = 1,47 + \frac{0,5 \cdot 1156 \cdot 9,81 \cdot 1,91}{9,81 \cdot 10^4} = 1,580 kgk / sm^2$$

$$P_1 = 0,2 kgk/sm^2 \text{ da } t_{qay} = 59,7^{\circ}C$$

$$P_{o'rt} = 1,580 kgk/sm^2 \text{ da } t_{qay} = 112,3^{\circ}C$$

$$\Delta t_{g.ef} = 112,3 - 110,1 = 2,2^{\circ}C$$

Jami $\sum \Delta t_{g,ef} = 1,2 + 2,2 + 14,7 = 18,1^{\circ}C$

c) gidravlik qarshilik depressiyasi.

Har bir korpus oralig'ida temperaturalar pasayishini $1^{\circ}C$ deb qabul qilamiz. Oraliqlar hammasi bo'lib I – II, II – III, III – kondensator, ya'ni

$$\Delta t_{g,k} = 1 \cdot 3 = 3^{\circ}C$$

Butun qurilma uchun temperaturalar yo'qotilishining yig'indisi:

$$\sum \Delta t_{yo'q} = 1 + 18,1 + 3 = 33,1^{\circ}C$$

6. Temperaturalarining foydali farqi.

Temperaturalarining umumiy farqi:

$$\Delta t_{um} = 143 - 59,7 = 83,3^{\circ}C$$

Temperaturalarining foydali farqi:

$$\Delta t_{foy} = 83,3 - 33,1 = 50,2^{\circ}C$$

7. Korpuslarda qaynash temperaturalarini aniqlaymiz:

III korpusda $t_2 = 59,7 + 1 + 7 + 14,7 = 82,4^{\circ}C$

II korpusda $t_2 = 110,1 + 1 + 3 + 2,2 = 116,3^{\circ}C$

I korpusda $t_1 = 129,4 + 1 + 2 + 1,2 = 133,6^{\circ}C$

8. Har bir korpus uchun issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlaymiz.

Qurilmadagi eritmalarning qaynash temperaturasi va konsentratsiyalariga qarab ma'lumotnomalardan eritmaning fizik xossalari ($\rho, \mu, \lambda, c \dots$) aniqlanadi, isitish trubalarining turiga qarab diametr qabul qilinadi. So'ngra kondensatsiyalanayotgan bug' va qaynayotgan eritma uchun tegishli kriterial tenglamalar yordamida issiqlik berish koeffitsientlaridan issiqlik o'tkazish koeffitsienti topiladi.

Hisoblash paytida trubalar qaynash natijasida hosil bo'lgan qoplama qalinligi ($\delta = 0,5 \text{ mm}$) inobatga olinadi.

Dastlab hisoblar natijasida quyidagi qiymatlar qabul qilinadi:

I korpusda $K_1 = 1700 \text{ Wt/m}^2K$

II korpusda $K_2 = 990 \text{ Wt/m}^2K$

III korpusda $K_3 = 580 \text{ Wt/m}^2K$

Tuzning suvli eritmalarini bug'latish jarayonida korpuslar bo'yicha issiqlik o'tkazish koeffitsientlarining taxminiy nisbatlari quyidagicha:

$$K_1 : K_2 : K_3 = 1 : 0,58 : 0,34$$

9. Korpuslar bo'yicha issiqlik balanslarini tuzamiz. Taxminiy hisoblarni solishtirish maqsadida issiqlik balanslarini issiqlik yo'qotilishini hisobga olmagan holda tuzamiz va bir korpusdan ikkinchisiga eritma o'rtacha qaynash temperaturasida o'tadi deb qabul qilamiz.

Shartga binoan 1 korpusga bug'latish uchun eritmani qaynash temperaturasigacha qizdirilgan holda uzatiladi.

I – korpusda issiqlik sarfining miqdori:

$$Q_1 = W_1 r_1 = 0,295 \cdot 2179 \cdot 10^3 = 643000Vt$$

II – korpusga eritma o'ta qizdirilgan holda beriladi va unda issiqlik sarfining miqdori:

$$Q_2 = W_2 \cdot r_2 - G_1 c_1 (t_1 - t_2) =$$

$$0,324 \cdot 2234 \cdot 10^3 - 1,09 \cdot 4190 \cdot 0,848(133,6 - 116,3) = 657000VT$$

I korpusdan chiqayotgan ikkilamchi bug' beradigan issiqlik miqdori. Issiqlik kirishi va sarf bo'lishining farqi 1 %.

III – korpusdagi issiqlik miqdorining sarfi:

$$Q_3 = W_3 \cdot r_3 - G_3 c_3 (t_2 - t_3) =$$

$$0,351 \cdot 2357 \cdot 10^3 - 0,77 \cdot 4190 \cdot 0,784(116,3 - 82,7) = 743000Vt$$

10. I korpusda isituvchi bug' sarfi:

$$G_{ib} = \frac{643000}{2141 \cdot 10^3} = 0,3kg / sek$$

bug' ning solishtirma sarfi:

$$d = \frac{G_{ib}}{W} = \frac{0,3}{0,97} = 0,31kg / sek$$

11. Foydali temperaturalar farqining korpuslar bo'yicha taqsimlanishi.

Buni ikki usul yordamida qilish mumkin: Hamma qurilmalarning isitish yuzasi engkam bo'lgan sharoitlarda topish mumkin, ya'ni Q/K va $\sqrt{Q/K}$ ga proporsionallik shartidan.

Proporsionallik faktorlarini topamiz:

nisbat	$\frac{Q}{K}$	$\sqrt{\frac{Q}{K}} 10^3$
I korpusda	$\frac{643000}{17000} = 378$	615

II korpusda	$\frac{657000}{990} = 664$	815
III korpusda	$\frac{743000}{580} = 1280$	1131

$$\sum \frac{Q}{K} = 2322$$

$$\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} 10^3 = 2561$$

Foydali temperaturalar farqi korpuslar bo'yicha quyidagicha aniqlanadi:

Korpusning isitish yuzasi bir xil variantli bo'lganda $\Delta t_1 = \frac{(Q_1 / K_1) \Delta t}{\sum (Q / K)} = \frac{50,21 \cdot 378}{2322} = 8,174$	Umumiy isitish yuzasi eng kam variantli bo'lganda $\Delta t_1 = \frac{\sum \sqrt{(Q_1 / K_1) \Delta t}}{\sum \sqrt{(Q / K)}} = \frac{50,21 \cdot 615}{2561} = 12,05$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 664}{2322} = 14,358$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 815}{2561} = 15,97$$

$$\Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1280}{2322} = 27,682$$

$$\Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1131}{2561} = 22,174$$

12. Har bir korpusning isituvchi yuzasi topiladi.

Korpuslarning isitish yuzasi
bir xil variantli bo'lganda

Korpuslarning isitish yuzasi
eng kam variantli bo'lganda

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 8,174} = 46,27$$

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 12,05} = 31,38$$

$$F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 14,358} = 46,22$$

$$F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 15,978} = 41,58$$

$$F_3 = \frac{743000}{580 \cdot 27,682} = 16,28$$

$$F_3 = \frac{743000}{580 \cdot 22,174} = 57,77$$

$$\sum F = 138,8m^2$$

$$\sum F = 130,7m^2$$

Demak, korpuslarning bir xil issiqlik almashinish yuzalari bo'lganda, umumiy isitish yuzasi 6 % ga ko'pdir. Shuning uchun, korpuslarning isitish yuzasi uchun bir xil variant qabul qilinadi, chunki bu variant qurilmalarning bir xilligini ta'minlaydi.

Korpuslar bo'yicha bosim va ikkilamchi bug' temperaturasini tekshiramiz:

Korpus	Qaynash temperaturasi, $\Delta t_{qay} = t_{ib} - \Delta t_{yo'q}$	Ikkilamchi bug' kondensatning temperaturasi, °C $t_0 = t_{qay} - \Delta t_{yo'q}$	Bosim, P_{abs} kgk/sm ²
I	143,0 – 10,1 = 132,9	132,9 – 3,59 = 129,3	2,7
II	129,3 – 17,6 = 111,7	111,7 – 4,96 = 106,7	1,31
III	106,7 – 33,4 = 73,3	73,3 – 13,32 = 59,98	0,2

Shundan so'ng, atrof muhitga issiqlik yo'qotilishini va temperatura, bosimlarning korpuslar bo'yicha taqsimlanishini birmuncha o'zgarganini hisobga olib, korpuslarning isitish yuzalari topilgani tufayli qurilmaning aniq hisobi o'tkaziladi.

Nazorat uchun savollar

1. Bug'latish jarayoni haqida tushuncha.
2. Bug'latish jarayonining asosiy ko'rsatkichlari.
3. Eritmaning massaviy sarfi. Hisoblash formulalari.
4. Bug'latish uchun sarflangan issiqlik. Uni aniqlovchi ifoda.
5. O'rtacha qaynash temperaturasi.
6. Umumiy temperaturalar sharti. Asosiy formula.
7. Foydali temperaturalar farqi. Asosiy formula.
8. Hidrostatik effekt haqida tushuncha, uni aniqlovchi ifoda.
9. Bug'latish qurilmasining issiqlik o'tkazish yuzasini hisoblash.
10. Bug'latilgan suv miqdorini hisoblash.
11. Eritmalarni qaynash temperaturasini hisoblash. 2 ta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa.
12. Eritmalarni qaynash temperaturasini hisoblash. 1 ta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa.
13. Yo'qotilgan issiqlik miqdorini hisoblash.
14. Isituvchi bug' sarfi va uni hisoblash.
15. Eritmaning issiqlik sig'imi haqida tushuncha va uni hisoblash.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

Mavzu: Massa almashinish jarayonlarida diffuziya koeffitsientini aniqlash.

Maqsad: Massa (modda) almashinish jarayonlari haqida tushuncha hosil qilish va diffuziya koeffitsientini aniqlash.

Nazariy qism.

Massa almashinish asoslari

Bir yoki bir necha komponentlarni binary yoki murakkab aralashmalarda bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishida ro'y bergan jarayonlari *massa almashinish jarayoni* deb ataladi (Masalan, gazdan gazga, suyuqlikdan gazga, qattiq jismdan suyuqlik yoki gazga). Odatda, komponentlarning bir fazadan ikkinchisiga o'tishi molekulyar yoki turbulent diffuziya orqali sodir bo'ladi. Shuning uchun, bu jarayonlar *diffuzion jarayonlar* deb ataladi.

Massa almashinish jarayonlari faol komponent va inert tashuvchi fazalar bilan xarakterlanadi. Faol komponent – bu fazadan fazaga o'tuvchi massa, inert tashuvchilarning miqdori esa, jarayon davomida o'zgarmaydi.

Massa almashinish jarayonini harakatga keltiruvchi kuch – konsentratsiyalar farqi.

Umumiy tushunchalar

Sanoat texnologiyalarida ishlatiladigan absorbsiya, haydash, rektifikatsiya, ekstraktsiya (“suyuqlik – suyuqlik”, “qattiq jism – suyuqlik” sistemalarida), adsorbsiya, quritish, kristallanishlarda massa almashinish jarayonlari sodir bo'ladi.

Absorbsiya – bu gaz aralashmasidan biror moddaning suyuq fazaga selektiv ravishda yutilish jarayonidir. Ya'ni, bu jarayonda modda bug' yoki gaz fazadan suyuq fazaga o'tishini kuzatishimiz mumkin.

Moddani o'ziga yutuvchi faza *absorbent* deb nomlanadi. Absorbsiya 2 xil bo'ladi: *fizik absorbsiya* – bu gazning suyuqlikda oddiy yutilishi; *xemosorbsiya* – bu gazning suyuqlikda yutilishi davrida kimyoviy birikma hosil bo'lishi.

Absorbsiyaga teskari jarayon, ya'ni yutilgan komponentlarni suyuqlikdan ajratib olish **desorbsiya** deb ataladi.

Suyuqliklarni haydash va rektifikatsiya – bu suyuq va bug' fazalar orasida komponentlar o'zaro modda almashinish yo'li bilan suyuq aralashmalarni komponentlarga ajratish jarayonidir. Ushbu jarayon issiqlik ta'sirida olib borilib, komponentlarning qaynash temperaturasi har xil bo'lishiga asoslanadi. Bu jarayon 2 xil bo'ladi: oddiy haydash (distillash) va murakkab haydash (rektifikatsiya). Shuni alohida ta'kidlash kerakki, bunda modda suyuq fazadan bug'ga va bug'dan suyuq fazaga o'tadi.

Ekstraksiya – bu eritma yoki qattiq jismdan erituvchi yordamida bir yoki bir necha komponent ajratib olish jarayonidir. “Suyuqlik - suyuqlik” sistemasida faol komponent bir suyuq fazadan ikkinchisiga o'tadi. “Qattiq jism - suyuqlik” sistemasida modda qattiq jismdan suyuq fazaga o'tadi. Bunday sistemada komponentning suyuq fazaga o'tishi *eritish jarayoni* deb nomlanadi.

Adsorbsiya – bu gaz, bug' yoki suyuq aralashmalardan bir yoki bir necha komponentlarni qattiq, g'ovakli jism bilan yutilish jarayonidir. Juda katta faol yuzaga ega qattiq jismlar *adsorbentlar* deb ataladi. Ushbu jarayon sanoatning turli sohalarida ishlatiladi va gaz, bug' yoki suyuq aralashmalardan u yoki bu komponentni ajratib olish uchun xizmat qiladi.

Adsorbsiya jarayonida suyuq yoki gaz fazadagi komponent qattiq jismga o'tadi.

Quritish –bu qattiq materiallar tarkibidagi nimlikni bug' shaklida ajratib olish jarayonidir. Ushbu jarayonda faol komponent – namlik qattiq fazadan gaz yoki bu' fazasiga o'tadi.

Kristallanish – bu suyuq eritmalar tarkibidagi qattiq fazani kristall shaklida ajratib olish jarayonidir. Ushbu jarayonda suyuq fazadan moddaning qattiq fazaga o'tishi ro'y beradi.

Yuqorida keltirilgan jarayonlardan ko'rinib turibdiki, ularning hammasi uchun bir fazadan ikkinchisiga massa o'tishi yoki massa o'tkazish xos.

Moddaning bir fazadan ikkinchisiga, ajratib turuvchi yuza orqali o'tishi **massa o'tkazish jarayoni** deb ataladi.

Bir faza ichida, fazadan ajratib turuvchi yuza yoki ajratib turuvchi yuzidan fazaga moddaning o'tishiga **massa berish jarayoni** deyiladi.

Massa o'tkazish kinetikasi

Muvozanat holatiga erishish yo'nalishida moddaning bir fazadan ikkinchisiga o'tish jarayoniga **massa o'tkazish** deyiladi.

Massa almashinish jarayonida eng kamida 3 ta modda ishtirok etadi: 1) birinchi fazani tashkil etuvchi modda; 2) ikkinchi fazani tashkil etuvchi modda; 3) bir fazadan ikkinchisiga o'tgan tarqaluvchi modda.

Massa almashinish jarayonida muvozanat holatlarini aniqlashda **fazalar qoidasidan** foydalaniladi:

$$\Phi + C = K + 2 \quad (1)$$

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

Bu qoidaga binoan, muvozanat holatlarini hisoblashda parametrlarining (bosim, temperatura, konsentratsiya) nechtasini o'zgartirish imkoniyati borligini aniqlash mumkin.

Birinchi fazani – G , ikkinchisini – L va tarqaluvchi massani – M bilan belgilab olamiz. Hamma massa almashinish jarayonlari qaytar, shuning uchun modda G fazadan L ga va teskari yo'nalishda o'tishi mumkin.

Dastavval, tarqaluvchi modda faqat G fazada va y konsentratsiyali bo'lsin. Boshlang'ich davrda L fazada tarqaluvchi modda yo'q bo'lsa, unda fazadagi konsentratsiyasi $x = 0$.

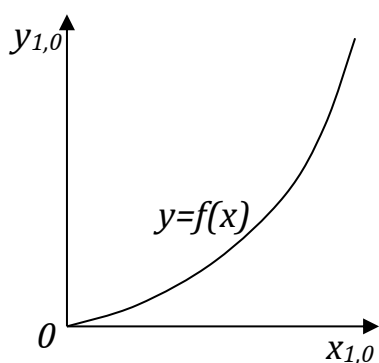
Agar, fazalarni aralashtirib yuboradigan bo'lsak, unda tarqaluvchi modda G fazadan L fazaga o'tadi. L fazada tarqaluvchi modda M bo'lishi bilan teskari o'tish

boshlanadi, ya'ni L fazadan G fazaga. Ma'lum vaqtgacha, G fazadan L ga o'tayotgan tarqaluchi modda zarrachalarining soni M , L fazadan G fazaga o'tayotgannikidan ko'proq bo'ladi.

Lekin, ya'ni biror fursatdan so'ng, M moddaning to'g'ri va teskari o'tish tezliklari tenglashadi. Sistemaning bunday holati fazaviy muvozanat deyiladi. Muvozanat paytida x ning ma'lum qiymatiga boshqa fazadagi tegishli aniq bir qiymatli muvozanat konsentratsiyasi y_M to'g'ri keladi. Xuddi shunday, y ning ma'lum qiymatiga tegishli muvozanat konsentratsiyasi x_M mos keladi. Muvozanat paytida fazalardagi tarqaluvchi komponent konsentratsiyalari o'rtasida umumiy bog'liqlik quyidagi ko'rinishga ega:

$$\bar{y}_p = f_1(\bar{x}); \quad \bar{x}_p = f_2(\bar{y}) \quad (2)$$

Ushbu tenglamalar grafikda muvozanat chizig'i bilan ifodalanadi va massa almashinish jarayonining turiga qarab to'g'ri yoki egri chiziqli ko'rinishda bo'ladi.



8.1-rasm. $p = const$ va $t = const$ bo'lgandagi muvozanat

8.1-rasmda gaz fazasidagi muvozanat konsentrat-siyasining suyuq fazadagi konsentratsiya bilan bog'liqligi berilgan.

Muvozanat paytidagi fazalar konsentratsiyalarining nisbati **tarqalish ko'effitsientim** deb nomlanadi:

$$m = \frac{y_M}{x}$$

Odatda, ko'pchilik eritmalar uchun muvozanat chizig'i to'g'ri chiziq shaklida bo'ladi. Tarqalish ko'effitsientining qiymati ko'pincha o'zgarmas bo'li, muvozanat chizig'ining qiyalik burchagi tangensiga tengdir.

Turli – tuman massa almashinish jarayonlariga oid qonunlarining aniq turlari tegishli boblarda ko'rib chiqiladi.

Muvozanat bog'liqliklar jarayon yo'nalishi bilan birga, bir fazadan ikkinchisiga tarqaluvchi modda o'tish tezligini ham aniqlash imkonini beradi.

Muvozanat va haqiqiy konsentratsiyalar orasidagi farq massa almashinish jarayonlarini harakatga keltiruvchi kuchi deb hisoblanadi.

Massa almashinish jarayonlarining tezlik ko'effitsienti va harakatga keltiruvchi kuchini hisoblash massa o'tkazish kinetikasining asosiy masalasidir.

Massa o'tkazishning asosiy tenglamasi kinetikaning umumiy tenglamasidan keltirib chiqarilishi mumkin.

Ushbu tenglamaga binoan, massa almashinish jarayonlarining tezligi harakatga keltiruvchi kuchga to'g'ri va jarayon diffuzion qarshiligiga teskari proporsionaldir.

Agar, diffuzion qarshilik teskari kattalikni $K = I/R$ (bu yerda R – diffuzion qarshilik) deb belgilasak, ushbu tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\frac{dM}{F \cdot d\tau} = k\Delta \quad (3)$$

bu yerda, M – bir fazadan ikkinchisiga o'tgan massa miqdori, kg; F – massa o'tkazish yuzasi, m^2 ; τ – jarayon davomiyligi, c; k – massa o'tkazish koeffitsienti. Ko'rinib turibdiki, $dM/Fd\tau$ ajratib turuvchi yuza borligiga to'g'ori keladigan massa o'tkazish tezligidir.

Demak, agar $k = const$ bo'lsa, butun massa almashinish yuzasi uchun

$$M = k \cdot \Delta \cdot F \tau$$

$$M = K_y F \Delta y_{ur} \cdot \tau \text{ yoki } M = K_x F \Delta x_{ur} \cdot \tau \quad (4)$$

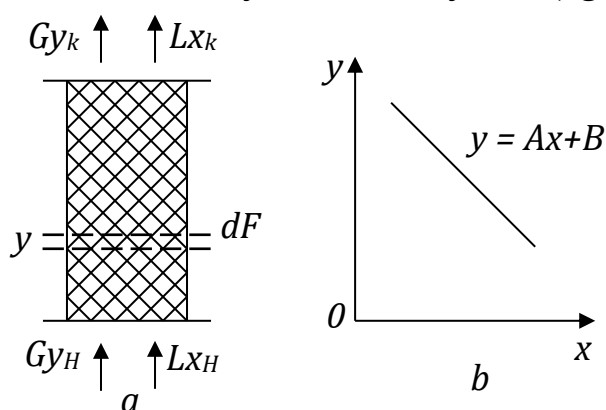
(4) massa o'tkazish jarayonining asosiy tenglamasi deb nomlanadi. Ushbu tenglamaga binoan, bir faza yadrosidan ikkinchi faza yadrosiga uzatilgan massa miqdori fazalar yadrosidagi konsentratsiyalar farqi, ajratib turuvchi yuza va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsionaldir.

Massa o'tkazish koeffitsienti, vaqt birligi ichida harakatga keltiruvchi kuch birga teng bo'lganda, ularni ajratib turuvchi yuza birligidan o'tgan massa miqdorini xarakterlaydi.

(4) tenglamani tashkil etuvchi parametrlar birlilariga qarab, massa o'tkazish koeffitsienti quyidagi o'lchov borligiga ega bo'ladi: m/s; kg/(h.k.k b. m^2s); kmol/(h.k.k m^2s).

Massa almashinish jarayonining moddiy balansi

Bir xil yo'nalishli fazalar o'rtasida massa almashinish ro'y berayotgan elementar massa almashinish qurilmasining sxemasini ko'rib chiqamiz. Fazalarni ajratib turuvchi yuzaga nisbatan massaviy tezliklarini G va L (kg/soat), tarqaluvchi modda konsentratsiyalarini esa – y va x (kg/kg) deb belgilab olamiz (8.2-rasm).



Agar, $y > y_M$ deb faraz qilsak, tarqaluvchi modda G fazadan L fazaga o'tadi, ammo G fazada konsentratsiya $\bar{y}_b$ dan $\bar{y}_{ox}$ gacha kamayadi.

L fazada esa, mos ravishda konsentratsiya $\bar{x}_b$ dan $\bar{x}_{ox}$ gacha ortadi

Qurilmaning cheksiz kichik dF yuzasi uchun:

8.2-rasm. Jarayonning moddiy balansini tuzishga va ishchi chiziq tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

$$dM = G(-d\bar{y}) = Ld\bar{x} \quad (5)$$

a – qurilmadagi oqimlar sxemasi;

Qurilmada tarqaluvchi modda konsentratsiyalari o'zgarishi chegarasida (5) tenglikni integrallab, quyidagi tenglamani olamiz:

$$M = -G(\bar{y}_{ox} - \bar{y}_b) = G(\bar{y}_b - \bar{y}_{ox}) = L(\bar{x}_{ox} - \bar{x}_b) \quad (6)$$

Bundan, fazalarning massaviy sarfini aniqlaymiz:

$$G = L \frac{\bar{x}_{ox} - \bar{x}_b}{\bar{y}_b - \bar{y}_{ox}}; \quad L = G \frac{\bar{y}_b - \bar{y}_{ox}}{\bar{x}_b - \bar{x}_{ox}} \quad (7)$$

(5) tenglamani boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalar oralig'ida integrallab quyidagi ifodani olamiz:

$$G(\bar{y}_b - \bar{y}) = L(\bar{x} - \bar{x}_b)$$

Bundan, joriy konsentratsiyalar orasidagi bog'liqlik topiladi:

$$\bar{y} = \frac{L}{G}\bar{x} + \frac{G\bar{y}_b - L\bar{x}_{ox}}{G} \quad (8)$$

yoki

$$\bar{y} = A\bar{x} + B \quad (9)$$

bu yerda $A = L/G$; $B = (G\bar{y}_b - L\bar{x}_{ox})/G$.

(8) va (9) lar ishchi chiziq tenglamasini xarakterlaydi. Ulardan, massa almashinish qurilmalarini hisoblashda foydalaniladi.

Shunday qilib, muvozanat va ishchi chiziq tenglamlaridan jarayonning yo'nalishini ham aniqlash mumkin.

Haqiqiy (ishchi) konsentratsiyalar orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi to'g'ri chiziq tenglamasi (9) **jarayonning ishchi chizig'i** deb nomlaandi.

Massa o'tkazishning asosiy qonunlari

Massa o'tkazish jarayonlari bir necha massa almashinish yo'li bilan amalgam oshirilishi mumkin: gaz (yoki bug') va suyuqlik oqimlari orasida; ssuyuqlik oqimlari orasida; suyuqlik oqimi va qattiq faza orasida; gaz (yoki bug') oqimi va qattiq faza orasida.

Massa o'tkazishning asosiy qonunlari bo'lib molekulyar diffuziya (Fikning I – qonuni), massa berish (Nyuton – Shukarev qonuni) va massa o'tkazuvchanlik qonunlari hisoblanadi.

Molekulyar diffuziya qonuni (Fikning I - qonuni). Molekula, atom, ion va kolloid zarrachalarning xaotik harakati natijasida moddalarning tarqalishi **molekulyar diffuziya** deb nomlanadi. Ma'lumki, moddalar har doim konsentratsiyasi yuqori zonadan konsentratsiyasi past zonaga qarab tarqaladi. Ushbu qonunga binoan, diffuziya yo'li bilan tarqalgan modda miqdori konsentratsiyalar gradiyenti, diffusion oqim yo'nalishidagi perpendikulyar ajratuvchi yuza va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsionaldir:

$$dM = -D \frac{\partial c}{\partial t} F d\tau \quad \text{yoki} \quad M = -D \frac{dc}{dn} F \tau \quad (10)$$

bu yerda dM – diffuziya yo'li bilan tarqalgan massa miqdori; D – diffuziya koeffitsienti; $\partial c / \partial t$ - konsentratsiyalar gradiyenti; F – diffuziya o'tayotgan yuza; $d\tau$ – diffuziya davomiyligi.

Diffuziya koeffitsienti, 1 m^2 ajratuvchi yuza orqali 1 soat davomida 1 m oraliqdagi konsentratsiyalar farqi 1 ga teng bo'lganda tarqalgan modda miqdorini xarakterlaydi.

Tenglamadagi “minus” ishora molekulyar diffuziya jarayonida konsentratsiya kamayib borishini ifodalaydi.

(10) tenglamadagi diffuziya koeffitsientining o'lchov birligini aniqlaymiz:

$$[D] = \left[\frac{M \cdot dn}{dc \cdot F \cdot \tau} \right] = \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}} \right] = \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$$

Molekulyar diffuziya koeffitsienti o'zgarmas fizik kattalik bo'lib, moddaning diffuziya yo'li bilan qo'zg'almas muhitga kirish qobiliyatini xarakterlaydi. Ushbu koeffitsient jarayonning gidrodinamikasiga bog'liq emas. Lekin, u tarqaluvchi modda va muhitning issiqlik – diffusion xossalari, temperatura va bosimga bog'liqdir. Ya'ni temperatura olishi va bosim pasayishi bilan uning qiymati ortadi.

Odatda, diffuziya koeffitsientining qiymatlari adabiyotlardan yoki quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$D = 4,35 \cdot 10^{-2} \frac{T^2}{P(V_A^{0,33} + V_B^{0,33})} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (11)$$

suyuqliklar uchun

$$D = \frac{8,2 \cdot 10^{-12} T}{\mu \cdot V_a^{0,33}} \left[1 + \left(\frac{3V_B}{V_A} \right)^{0,66} \right] \quad (12)$$

bu yerda T – temperatura, K; P – bosim, Pa; V_A va V_B – jarayonda ishtirok etuvchi moddalar mol hajmi, sm^3/mol ; M_A va M_B – moddalarning molekulyar massasi, kg/mol ; μ – dinamik qovushqoqlik, $\text{mPa}\cdot\text{s}$; A va B – moddaning tabiatiga bog'liq tajribaviy konstanta.

Diffuziya koeffitsienti sistemaning agregat holatiga bog'liq. Gazlar uchun D ning qiymatlari $(0,1 \dots 1,0) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Suyuqliklarning diffuziya koeffitsienti to'rt darajaga past bo'ladi. Ma'lumki, temperatura ortishi bilan D ortadi, bosim oshishi bilan esa – kamayadi.

Gazlardagi diffuziya koeffitsienti konsentratsiyaga umuman bog'liq emas. Lekin, suyuqliklarda esa, diffuziya koeffitsienti konsentratsiyaga bog'liqligi bor. Paxta yog'ining normal sharoitda ekstraksion benzindagi diffuziya koeffitsienti $D = 0,71 \cdot 10^{-5}$; gazning boshqa bir gazdagi tarqalish diffuziya koeffitsienti $\sim 0,1 \dots 1,0 \text{ sm}^2/\text{s}$; gazning suyuqliklardagi diffuziya koeffitsienti $10^4 \dots 10^5$ marotaba kam bo'lib, taxminan $1 \text{ sm}^2/\text{sutkaga}$ teng.

Xulosa qilib aytganda, molekulyar diffuziya juda sekin o'tadigan jarayondir.

Turbulent diffuziya. Turbulent tebranish ta'sirida oqimning harakatida bir fazadan ikkinchisiga moddaning tarqalishi **turbulent diffuziya** deb nomlanadi.

Turbulent diffuziya tezligi oqimning turbulentlik darajasiga, jarayonning gidrodinamik rejimiga bog'liqdir. Istalgan fazada turbulent diffuziya yo'li bilan tarqalgan moddaning miqdori ushbu tenglamadan topiladi:

$$M = -\varepsilon_A \frac{\partial c}{\partial n} F \cdot \tau \quad (13)$$

bu yerda ε_A – turbulent diffuziya koeffitsienti.

(13) tenglamadan ε_A – aniqlaymiz:

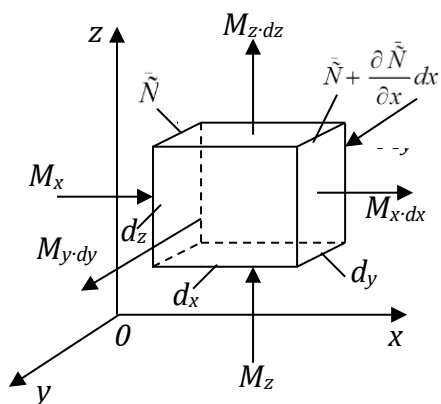
$$[\varepsilon_A] = \left[\frac{M \cdot dn}{dc \cdot F \cdot \tau} \right] = \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^2}{\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}} \right] = \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$$

Turbulent diffuziya koeffitsienti vaqt birligi ichida konsentratsiya gradiyenti birga teng bo'lganda ajratuvchi yuza birligidan turbulent diffuziya yo'li bilan tarqalgan moddaning niqdorini bildiradi. Uning qiymati jarayonning gidronamik rejimiga bog'liq. Bu yerda gidrodinamik rejim deganda oqimning tezligi va turbulentlik masshtabi nazarda tutiladi.

Molekulyar diffuziyaning differensial tenglamasi (Fikning II – qonuni).

Biror fazaning oqimida ajratib olingan elementar parallelepiped uchun tarqaluvchi moddaning moddiy balansi ko'rib chiqiladi va undan konvektiv

diffuziya yoki massa berish jarayonining tenglamasini keltirib chiqarish mumkin (8.3-rasm).



8.3-rasm. Molekulyar diffuziyaning differensial tenglamasini keltirib chiqarishga oid.

Elementar kichik parallelepiped orqali molekulyar diffuziya yo'li bilan modda tarqalayotgan bo'lsin.

Agar, $dydz$, $dxdy$ va $dxdz$ tomonlari orqali M_x , M_z va M_y miqdorda moddalar o'tayotgan bo'lsa, qarama – qarshi tomonlardan esa M_{x+dx} , M_{z+dz} va M_{y+dy} miqdorda moddalar chiqadi. Ya'ni, parallelepipedning elementar hajmi $dM = (M_x - M_{x+dx}) + (M_y - M_{y+dy}) + (M_z - M_{z+dz})$ miqdorda tarqalgan modda yutib oladi. Bunda, moddaning konsentratsiyasi $(\partial C / \partial \tau) \partial \tau$ miqdorga ortadi.

Fikning 1 – qonuniga binoan:

$$M_x = -D \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} dydzd\tau$$

$$M_{x+dx} = -D \frac{\partial \left(\bar{C} + \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} dx \right)}{\partial x} dydzd\tau = -D \frac{\partial \bar{C}}{\partial x} dydzd\tau - D \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} dxdydzd\tau$$

demak:

$$M_x - M_{x+dx} = D \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} dxdydzd\tau$$

Xuddi shunday qilib parallelepipedning qolgan tomonlari uchun ham o'tgan moddalar farqini aniqlab olamiz.

Parallelepiped bilan yutilgan umumiy modda miqdori:

$$dM = D \left(\frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial z^2} \right) dxdydzd\tau \quad (14)$$

Ushbu modda miqdorini parallelepiped hajmini tarqalayotgan modda konsentratsiyasining $\partial \tau$ vaqt ichida o'zgarishiga ko'paytirib ham topsa bo'ladi:

$$dM = dx dy xz \frac{\partial \bar{C}}{\partial \tau} d\tau \quad (15)$$

(14) va (15) larni tenglashtirib, ushbu ko'rinishdagi molekulyar diffuziyaning differensial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial \bar{N}}{\partial \tau} = D \left(\frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial z^2} \right) \quad (16)$$

(16) tenglama Fikning 2 – qonuni deb yuritiladi. $\partial \bar{N} / \partial \tau$ - fazoda olingan istalgan nuqtadagi konsentratsiyaning vaqt bo'yicha o'zgarish tezligini xarakterlaydi.

Massa berishning asosiy qonuni. Ushbu qonun qattiq jismlar erishini o'rganish paytida rus olimi Shukarev tomonidan aniqlangan. Bu qonunga binoan, fazalarni Ajratib turuvchi yuzadan biror faza yodrasiga yoki teskari yo'nalishda massa berish yo'li bilan o'tgan modda miqdori fazalar konsentratsiyasi farqiga fazaga va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsionaldir.

Diffuzion chegaraviy qatlam nazariyasiga asosan tarqaluvchi modda suyuqlik oqimi yadrosidan fazalarni ajratuvchi yuzaga suyuqlik konvektiv oqimlari va molekulyar diffuziya yo'li bilan o'tadi. Ko'rilayotgan sistemada oqim yadrosi va chegaraviy diffuzion qatlamlar bor (8.4-rasm). Faza yadrosida moddaning tarqalishi asosan suyuqlik yoki gaz oqimi bilan amalga oshiriladi. Oqimlarning turbulent harakati davrida tarqaluvchi modda konsentratsiyasi o'zgarmas bo'ladi. Chegaraviy diffuzion qatlamga yaqinlashgan sari moddaning turbulent tarqalishi kamayadi va molekulyar diffuziya hisobiga massa berish ulushi ortadi.

Bunda, tarqaluvchi moddaning konsentratsiya gradiyenti hosil bo'ladi va fazalarni ajratuvchi chegaraga yaqinlashib borgan sari, uning qiymati oshib boradi. Shunday qilib, chegaraviy diffuzion qatlam atrofi – bu konsentratsiya gradiyenti hosil bo'lishi va o'sishi sohasidir. Undan tashqari bu yer – umumiy massa o'tkazishga molekulyar diffuziya tezligining ta'siri ko'payadigan sohadir.

G fazadan L fazaga tarqalayotgan modda miqdori M bo'lsin. Agar, fazalar yadrosidagi moddalar konsentratsiyasini y_f va x_f deb, fazalarni Ajratib turuvchi yuzadagi konsentratsiyalarni esa y_u va x_u deb belgilasak, unda massa berish jarayonida o'tgan modda miqdorlarini quyidagi tenglamalardan aniqlash mumkin:

$$dM = \beta_y (y_f - y_u) \cdot F d\tau; \quad dM = \beta_x (x_u - x_f) \cdot F d\tau \quad (17)$$

bu yerda, β_y , β_x – konvektiv va molekulyar oqimlar bilan modda uzatilishini xarakterlovchi massa berish koeffitsientlari: $y_u = y_M$ va $x_u = x_M$ deb qabul qilinadi.

Massa berish koeffitsientining o'lchov birligi quyidagicha:

$$[\beta] = \left[\frac{M}{(y_f - y_{\div}) \cdot F \cdot \tau} \right] = \left[\frac{kg \cdot m^3}{kg \cdot m^2 \cdot soat} \right] = \left(\frac{m}{soat} \right)$$

Massa berish koeffitsienti vaqt birligida jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi birga teng bo'lganda, yuza birligidan fazalarni ajratuvchi yuzadan fazaning yadrosiga yoki teskari yo'nalishda o'tgan modda miqdorini xarakterlaydi.

Massa berish koeffitsienti fazalarning zichligi, qovushqoqligi va boshqa xossalriga, suyuqlik harakat rjimiga, qurilmaning tuzilishiva o'lchamlariga bog'liqdir. Shuning uchun ham uning qiymatini tajriba yoki hisoblash yo'li bilan aniqlash qiyin. Lekin, har bir aniq sharoit va suyuqliklar uchun β ning qiymatini tajriba yo'li bilan topish mumkin.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, massa berish koeffitsienti fizik ma'nosi bo'yicha massa o'tkazish koeffitsientidan farq qilsa ham, lekin bir xil o'lchov birligiga ega.

Qattiq jism ishtirokida massa almashinish

Bunday jarayonlarga adsorbsiya, desorbsiya, kristallanish, quritish, eritish, qattiq materiallardan ekstraktsiyalash kabilar kiradi. Albatta, bu noturg'un jarayonlarning o'ziga xos alohida xususiyatlari bor. "Qattiq jism – suyuqlik" sistemada massa almashinish juda murakkab jarayon deb hisoblanadi.

G'ovaksimon qattiq jismdan fazalarni ajratib turuvchi Chegara orqali gaz (yoki bug') suyuqlik muhitga yoki gaz (yoki bug') muhitdan qattiq jismga moddaning tarqalishi, o'tkazish potentsiali gradiyenti mavjud bo'lgandagina ro'y beradi. Boshqacha qilib aytganda, "qattiq jism – suyuqlik" sistemada massa o'tkazish jarayoni ichki va tashqi diffuziyalardan tashkil topgan bo'ladi. Bu sistemada massa almashinish jarayoniga qattiq jismning tuzilishi katta ta'sir ko'rsatadi. Ma'lumki, qattiq jism murakkab, geometrik sistema bo'lib, g'ovaklilik, polidisperslik, kapillyarlik shakli va kovakchalarni o'lchami bo'yicha taqsimlanishi bilan ajralib turadi.

Kapillyar kovakli tuzilishga qarab qattiq jismlar quyidagi sinflarga ajratiladi: yirik kovakli ($d_{kr} \leq 100 \text{ nm}$); o'rtacha kovakli va ultramikrokovakli materiallar bo'ladi.

"Qattiq jism – suyuqlik" sistemasida massa berish jarayoni bilan **massa o'tkazuvchanlik** (qattiq jismda moddaning tarqalishi) bir vaqtda o'tadi.

Bu sistemada kechadigan jarayonlarning tezligi vaqt o'tishi bilan molekulyar diffuziya tezligiga qaraganda kamayib boorish xosdir. Shuning uchun ushbu jarayonlarni ifodalashda "siqiq diffuziya" degan atamadan foydalaniladi.

Eritmaning "siqiq diffuziya"si uchun Kadi va Vilyamslar tominidan ushbu formula taklif etilgan:

$$D_{SI} = D \frac{1}{1 + a \left(\frac{r}{R} \right)}$$

(18)

bu yerda: D_{SI} – “siqiq diffuziya” koeffitsienti; D – molekulyar diffuziya koeffitsienti; r – tarqalayotgan molekula o’lchami; R – qattiq jism kovakchalarining ko’ndalang o’lchami.

“Siiqq diffuziya” o’rniga jarayonni har tomonlama to’liq ifodalovchi umumiy kinetic xarakteristika – massa o’tkazuvchanlikni aniqlash maqsadga muvofiqdir. Unda, qattiq jismda tarqalgan moddaning uzatilishini ifodalovchi qonun sifatida qabul qilinish mumkin: qattiq jismda massa o’tkazuvchanlik hisobiga tarqalgan massamiqdori konsentratsiyalar gradiyenti, oqim yo’nalishiga perpendikulyar yuza va jarayon davomiyligiga to’g’ri proporsionladir, ya’ni

$$dM = -k \frac{\partial C}{\partial x} dF d\tau \quad (19)$$

bu yerda: k – massa o’tkazuvchanlik koeffitsienti, m^2/s .

Ushbu koeffitsient temperatura va qattiq jismda tarqalgan modda konsentratsiyalariga bog’liqdir.

8.5-rasmda g’ovaksimon qattiq jismlarning tipik tuzilishlari keltirilgan. Ko’rinib turibdiki, bunday tuzilishli jismlarda jarayonning kinetikasi turlicha bo’lishi tabiiydir.

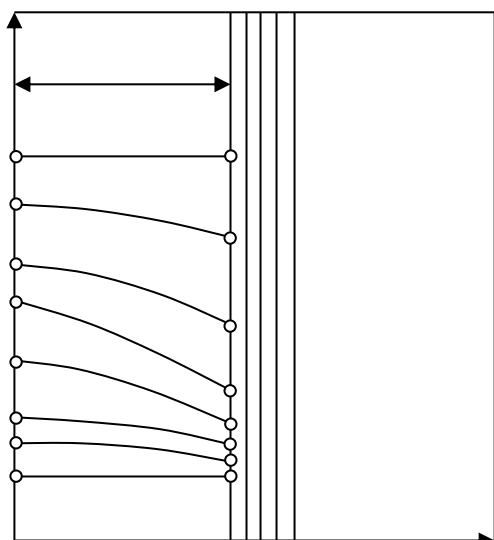
Qattiq jismdan namlikni desorbsiyai misolida massa almashinish jarayonni ko’rib chiqamiz (**8.6-rasm**).

Boshlang’ich vaqt $\tau = \tau_0$ da plastinaning butun hajmida konsentratsiya o’zgarmas bo’ladi ($c = const$). Qattiq jism bilan massa almashinuvchi suyuqlik fazada tarqaluvchi moddaning konsentratsiyasi o’zgarmas va y_f ga tengdir. Dastlabki davrda, tarqalayotgan modda qattiq jismdan suyuqlikka qarab harakat qiladi.

Qattiq materialdan erkin bog’langan namlikning chiqib ketishi bilan jismning temperaturasi o’zgarmaydi va u ho’l termometr temperaturasiga teng bo’ladi. Material ustiga bug’ bosimi esa, suyuqlikning to’yingan bug’lari bosimiga barobardir.

Shu davrda materialdan namlikning bug’ holatida chiqib ketishi o’zgarmas tezlikda sodir bo’ladi.

Vaqt o’tishi bilan jismning konsentratsiyasi uzluksiz ravishda pasayib boradi.



Biror kritik konsentratsiya x_{kr} dan boshlab, bug'lanish zonasi jismning ichiga suriliadi. Bu hol, albatta o'tkazish potentsiali gradiyentining kamayishiga va jarayonning sekinlashuviga olib keladi. Namlikni bug'lanishi nafaqat o'zgaruvchan koordinatali yuzalarda bo'libgina qolmasdan, balki jismning "avvalgi" qatlamlarida ham boradi. Lekin, jismning tashqi yuzasiga yaqinlashgan sari, jarayon intensivligi kamayadi. Bunday hol namlikni material bilan turli usullarda bog'langanligidan dalolat beradi.

Jarayon tezligi pasayishi davrida massa almashinish jarayonining tezligi massa o'tkazuvchanlik tezligi bilan belgilanadi. O'z navbatida, Massa o'tkazuvchanlik tezligi massa almashinish mexanizmiga bog'liqdir.

Nazorat uchun savollar

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

7 – AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Absorbsiya jarayoni, absorberlarni balandligini aniqlash.

Maqsad: Absorbsiya jarayonini o'rganish. Absorbsiya jarayonini olib borish usullarini o'rganish.

Nazariy qism.

Umumiy tushunchalar.

Gaz yoki bug'larni gaz yoki bug'li aralashmalardagi komponentlarining suyuqlikda yutilish jarayoni *absorbsiya* deb nomlanadi. Yutilayotgan gaz yoki bug' *absorbktiv*, yutuvchi suyuqlik esa *absorbent* deb ataladi. Ushbu jarayon selektiv va qaytar jarayon bo'lib, gaz yoki bug' aralashmalarini ajratish uchun xizmat qiladi.

Absorbktiv va absorbentlarning o'zaro ta'siriga qarab, absorbsiya jarayoni ikkiga bo'linadi: fizik absorbsiya, kimyoviy absorbsiya (yoki xemosorbsiya).

Fizik absorbsiya jarayonida gazning suyuqlik bilan yutilishi paytida kimyoviy reaksiya yuz bermaydi, ya'ni kimyoviy birikma hosil bo'lmaydi. Agar, suyuqlik bilan yutilayotgan gaz kimyoviy reaksiyaga kirishsa, bunday jarayon *xemosorbsiya* deyiladi.

Ma'lumki, fizik absorbsiya ko'pincha qaytar jarayon bo'lgani sababli, ya'ni suyuqlikka yutilgan gazni ajratib olish imkonini bo'ladi. Bunday jarayon *desorbsiya* deb nomlanadi. Absorbsiya va desorbsiya jarayonlarini uzluksiz ravishda tashkil etish yutilgan gazni sof holda ajratib olish va absorbentni ko'p marta ishlatish imkonini beradi.

Absorbsiya jarayoni sanoat korxonalarida uglevodorodli gazlarni ajratish, sulfat, azot, xlorid kislotalar va ammiakli suvlarni olishda gaz aralashmalaridan qimmatbaho komponentlarni ajratish va boshqa hollarda keng maqsadda ishlatiladi.

Absorbsiya jarayoni ishtirok etadigan texnologiyalarni qurilmalar bilan jihozlash murakkab emas. Shuning uchun, kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoatlarda absorberlar ko'p qo'llaniladi.

Absorbsiya jarayonining fizik asoslari

Gaz faza suyuqlik bilan o'zaro ta'siri natijasida ikkita faza ($\Phi=2$) va uchta komponent, ya'ni tarqaluvchi modda va ikkita modda tashuvchi ($K=3$) lardan iborat sistema hosil bo'ladi.

Fazalar qoidasiga binoan, bunday sistema 3 ta erkinlik darajasiga ega:

$$\tilde{N} = \hat{E} + 2 - \hat{O} = 3 + 2 - 2 = 3$$

Sistemadagi fazaviy muvozanatni belgilovchi asosiy uchta parametrlar quyidagilardir: bosim, temperatura va konsentratsiya. Demak, "gaz-suyuqlik" sistemada ikkala fazaning bosimi p , temperaturasi t va konsentratsiyasi x o'zgarishi

mumkin. Absorbsiya jarayoni o'zgarmas bosim va temperaturada borayotgan bo'lsa, bir fazada tarqalayotgan moddaning har bir konsentratsiyasiga ikkinchi fazadagi aniq konsentratsiya to'g'ri keladi.

O'zgarmas temperatura ($t = \text{const}$) va umumiy bosimli sharoitda muvozanat konsentratsiyalari orasidagi bog'liqlik Genri qonuni bilan ifodalanadi. Bu qonunga binoan, biror temperaturada eritmadagi eritma ustidagi gaz parsial bosimi, uning mol ulushiga to'g'ri proporsionaldir:

$$\delta = A\tilde{o}$$

$$\tilde{o} = \frac{\delta}{A} \quad (9.1)$$

bu yerda: p muvozanat holatidagi eritmada x konsentratsiyali yutilayotgan gazning parsial bosimi; E – Genri konstantasi.

Genri konstantasi absorbtiv va absorbentlarning xossalariga, hamda temperaturaga bog'liq bo'ladi:

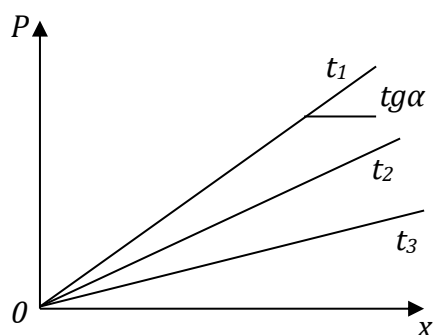
$$\ln E = \frac{q}{RT} + C \quad (9.2)$$

bu yerda q – gazning erish issiqligi, kJ/kmol; R – 8,325 kJ/(kmol·K) – universal gaz doimiysi; T – absolyut temperatura, K; C – yutayotgan suyuqlik va gazlarning tabiatiga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattalik.

(2) tenglamadan ko'rinib turibdiki, temperatura ortishi bilan gazning suyuqlikda erishi kamayadi.

Dalton qonuniga binoan, gaz aralashmasidagi komponentning parsial bosimi, ushbu komponent mol ulushining umumiy bosimga ko'paytirilganiga tengdir, ya'ni:

$$\delta = D \cdot o \quad \text{va} \quad o = \frac{\delta}{D} \quad (9.3)$$



9.1 – rasm. Turli temperaturalarda ($t_1 > t_2 > t_3$) gazning suyuqlikda erishi

bu yerda: P – gaz aralashmasining umumiy bosimi; y – tarqalayotgan moddaning aralashmadagi konsentratsiyasi; mol ulushi.

(1) va (3) tenglamalarni taqqoslab, quyidagi ifodaga kelimiz:

$$o = \frac{\delta}{D} = \frac{A}{D} \tilde{o}$$

yoki fazaviy muvozanat konstantasi E/P ni m orqali belgilab, quyidagi ifodani

$$o = mx \quad \text{olamiz:} \quad (9.4)$$

(4) tenglama, gaz aralashmasi va suyuqlikda tarqalayotgan moddalarning muvozanat konsentratsiyalari orasidagi bog'liqlik to'g'ri chiziq bilan ifodalanishini ko'rsatadi. Ushbu chiziq koordinata boshidan o'tadi va uning qiyalik burchagi tangensi m ga teng. Qiyalik burchak tangensi temperatura va bosimga bog'liq. 9.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, bosim oshishi va temperatura kamayishi bilan gazning suyuqlikda eruvchanligi ortadi (m esa kamayadi).

Suyuqlik bilan gazlar aralashmasi muvozanat holatida bo'lganida, aralashma gaz komponentining har biri Genri qonuniga bo'ysunadi.

Absorbsiya jarayoni nisbiy mol konsentratsiyalarda ham hisoblanishi mumkin. Bunda, gaz fazasining suyuqlikdagi kichik konsentratsiyalari x da Genri qonuni ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$O = \partial \tilde{O}$$

Shuni alhoqida ta'kidlash kerakki, o'ta suyultirilgan eritmalar, hamda suyuqlikning o'zaro muvozanat holati Genri qonuniga bo'ysunmaydi, chunki fazalarning muvozanat konsentratsiyalari orasidagi bog'liqlik egri chiziq bilan ifodalanadi.

Absorbsiyaning moddiy balansi va kinetik qonuniyatlari

Absorbsiya jarayonining moddiy balansi quyidagi ko'rinishdagi umumiy tenglama bilan ifodalanadi:

$$G(dy) = L \cdot dx$$

Oxirgi tenglamani boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalar oralig'ida integrallagandan so'ng, undan absorbent sarfini (kmol/s) aniqlash mumkin:

$$L = G \frac{y_b - y_{ox}}{x_{ox} - x_b} \quad (9.5)$$

1 kmol inert gaz uchun zarur solishtirma sarf:

$$l = \frac{L}{G} \cdot \frac{y_b - y_{ox}}{x_{ox} - x_b} \quad (9.6)$$

Jarayon ishchi chizig'i $y - x$ koordinatalarida to'g'ri chiziq ko'rinishida bo'ladi. Uning qiyalik burchagi tangensi $l = L/G$.

Absorbent solishtirma sarfining absorber o'lchamiga va suyuq fazada tarqalayotgan moddaning oxirgi konsentratsiyasiga ta'sirini ko'rib chiqamiz.

Absorberda fazalar yo'nalishi parallel deb qabul qilamiz.

$y - x$ koordinatalarning B nuqtasida aniqlanayotgan suyuq fazada tarqalayotgan moddaning boshlang'ich konsentratsiyasi x_b , gaz fazasidagi boshlang'ich kon-sentratsiya y_b , oxirgisi esa y_{ox} (9.2-rasm).

Fazalar muvozanat holati $y_M = f(x)$ tenglamaga binoan, turli qiyalik burchagi ostida bir nechta ishchi chiziqlar o'tkazamiz. Rasmdagi A_1, A_2, A_3 nuqtalar gaz faza va absorbentdagi boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalarni xarakterlaydi. Jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi ishchi va muvozanat chiziqlar o'rtasidagi farq bilan aniqlanadi, ya'ni $\Delta y = y - y_M$. Butun qurilma uchun o'rtacha harakatga keltiruvchi kuch o'rtacha logarifmik qiymat sifatida topiladi. Agar, ishchi chiziq BA vertikal chiziq bilan ustma – ust tushsa, harakatga keltiruvchi kuch eng katta qiymatga ega bo'ladi. Agar, (6) tenglamaga $x_{ox} - x_b$ qo'yilsa, absorbentning sarfi cheksiz bo'ladi.

Boshqa holatda esa, ya'ni ishchi chiziq BA_3 muvozanat chizig'i bilan tutashsa, absorbentning sarfi minimal va tutashish nuqtasida harakatga keltiruvchi kuch nolga teng bo'ladi, chunki $y_b = y_M$.

Birinchi holatda absorberning o'lchamlari minimal bo'ladi, chunki absorberning cheksiz sarfida $\Delta y_{o'r}$ maksimal qiymatga egadir. Ikkinchi holatda esa, absorbentning sarfi minimal bo'lganda absorbentning o'lchamlari cheksiz bo'ladi.

Massa almashinish, shu jumladan, absorbsiya jarayonida ham muvozanatga erishib bo'lmaydi, chunki har doim ($x_{ox} < x_M$). Demak, absorbentning sarfi har doim minimal qiymatdan katta bo'lishi kerak. Absorbentning minimal sarfini quyidagi tenglamadan topish mumkin:

$$l_{min} = \left(\frac{L}{G} \right)_{min} - \frac{y_b - y_{ox}}{x_{kr} - x_b} \quad (9.7)$$

Absorbentning optimal sarfi texnik – iqtisodiy hisoblashlar asosida aniqlanadi,

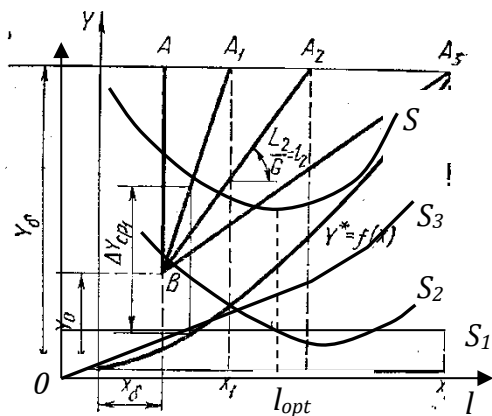
1 kmol gazni yutish uchun zarur sarflar gaz va ekspluatatsiya narxi S_1 , amortizatsiya va ta'mirlash uchun sarflar, energiya narxi S_2 , gazni uzatish va desorbsiya S_3 ga ketadigan harajatlar yig'indisiga teng:

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

Ma'lumki, S_1 kattalik absorbentning solishtirma sarfiga bog'liq emas. Agar, l ortsa, absorberning ishchi balandligi va uning gidravlik qarshiligi kamayadi. Lekin, bunda qurilmaning diametri kattalashadi.

Shunday qilib, $S_2 = f(l)$ funksiya minimumga ega bo'lishi mumkin.

Absorberning solishtirma safri l oshishi bilan gazni uzatish va desorbsiyasiga ketadigan sarflar S_3 ko'payadi. 9.3–rasmda yuqorida keltirilgan bog'liqliklar xarakteristikalari tasvirlangan. Hamma egri chiziqlar ordinatalarini qo'shsak, 1 kmol gazni absorbsiya qilish uchun zarur sarflar yig'indisi egri chizig'ini olamiz. Ushbu egri chiziqning minimumi, absorbent optimal solishtirma sarfiga to'g'ri keladi.



Absorbsiya jarayonining asosiy tenglamasi absorbsiya jarayoni ikki fazali sistemalarning massa o'tkazish tenglamasi bilan ifodalanishi mumkin:

$$M = K_v F \Delta y_{o'r} \cdot \tau$$

yoki

$$M = K_x F \Delta x_{o'r} \cdot \tau$$

Ko'pincha absorbsiya jarayonining massa o'tkazish tenglamasida harakatga keltiruvchi kuch $p - p_m$ bosimlar farqi bilan ifodalanadi:

$$M = K_m (p - p_m) F \cdot \tau$$

yoki

$$M = K_m \Delta p_{o'r} F \cdot \tau \quad (9.8)$$

bu yerda p – gaz aralashmasida tarqalayotgan gazning ishchi parsial bosimi; p_m – absorbent ustidagi gazning muvozanat bosimi; K_m – massa o'tkazish koeffitsienti; M – gaz fazasidan suyuq fazaga o'tgan massa miqdori; Δp_{o_r} – jarayonning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi.

Agar muvozanat chizig'i to'g'ri bo'lsa, jarayonning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi ushbu formuladan topiladi:

$$\Delta p_{o'rt} = \frac{\Delta p_{kat} - \Delta p_{kich}}{2,3lg \frac{\Delta p_{kat}}{\Delta p_{kich}}}$$

bu yerda $\Delta\check{\theta}_{k\hat{a}} = \check{\theta}_b - p_{ox}^*$ va $\Delta p_{ki} = p_{ox} - p_b^*$ absorberning oxirgi qismlaridagi harakatga keltiruvchi kuchlar; p_b va p_{ox} - absorberga kirayotgan va chiqayotgan gazning parsial bosimi; p_{ox}^* , p_b^* - absorberga kirayotgan va chiqayotgan gazning muvozanat parsial bosimi.

Absorbsiya jarayonida massa almashinish mexanizmi quyidagicha: har bir faza asosiy massa va chegaraviy yupqa qatlamdan iborat bo'ladi. Asosiy massa yutiluvchi komponent konvektiv diffuziya yo'li bilan o'tadi.

Ikkala chegaraviy yupqa qatlamda esa, yutiluvchi komponentning o'tishi molekulyar diffuziya usulida boradi. Shuning uchun, absorbsiya jarayonida massa o'tkazishga bo'lgan qarshilik chegaraviy yupqa qatlamlar yig'indisidan iborat bo'ladi. Suyuq, yupqa qatlamdagi massa o'tkazishga bo'lgan qarshilik $1/\beta_y$, gazdagi esa m/β_x bo'lsa, massa o'tkazish koeffitsienti ushbu tenglamadan

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_x} + \frac{m}{\beta_y}} \quad \text{hisoblanadi.} \quad (9.9)$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y m}} \quad (9.10)$$

bu yerda β_y – gaz oqimidan fazalarni ajratuvchi yuzasiga massa berish koeffitsienti; β_x – fazalarni ajratuvchi yuzadan suyuqlik oqimiga massa berish koeffitsienti; m – proporsionallik koeffitsienti, absorbtiv va absorbent xossalriga va temperaturaga bog'liq.

Koeffitsient m ning kattaligi massa o'tkazish tenglamasining tuzilishiga ham ta'sir etadi. Yaxshi eriydigan gazlar uchun m ning qiymati juda kichik bo'ladi. Shuning uchun, suyuqlik fazasidagi diffuzion qarshilik ham kichikdir. $1/\beta_y \gg m/\beta_x$ bo'lgani uchun, (9) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$K_y = \beta_y$$

Qiyin eriydigan gazlar uchun proporsionallik koeffitsient m ning qiymati juda kattadir. Shuning uchun, gaz fazasidagi diffuzion qarshilikni nisbatga olmasa ham bo'ladi. $1/\beta_x \gg 1/\beta_y m$ bo'lgani uchun, (10) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$K_x = \beta_x$$

ya'ni, hamma diffuzion qarshilik suyuq fazada mujassamlangan bo'ladi.

Absorbsiya jarayonini olib borish usullari

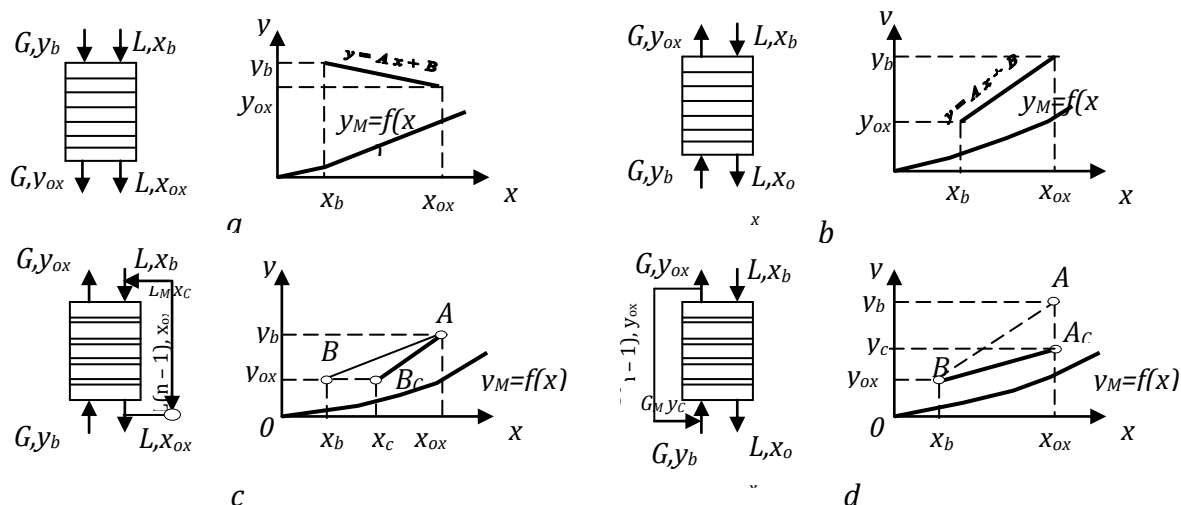
Xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida absorbsiya jarayonini tashkil etishda quyidagi prinsipial sxemalar qo'llaniladi:

- parallel yo'nalishli;
- qarama – qarshi yo'nalishli;
- bir pog'onali, qisman resirkulyatsiyali;
- ko'p pog'onali, qisman resirkulyatsiyali;

Parallel yo'nalishli sxema 9.4a – rasmda ko'rsatilgan. Bunda gaz oqim va absorbent parallel (bir xil) yo'nalishli harakatlanadi. Absorberga kirishda, absorbtiv konsentratsiyasi katta bo'lgan gaz faza, absorbtiv konsentratsiyasi past

bo'lgan suyuq faza bilan to'qnashuvda bo'lsa, qurilmadan chiqishda esa – absorbtiv konsentratsiyasi kichik bo'lgan gaz faza, absorbtiv konsentratsiyasi yuqori bo'lgan suyuqlik bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi.

Qarama – qarshi yo'nalishli sxema 9.4b – rasmda ko'rsatilgan.



9.4-rasm. Absorbsiya sxemalari va jarayonni y-x koordinatlarda tasvirlash.

a – parallel; *b* – qarama-qarshi; *c* – absorbent resirkulyatsiyasi bilan; *d* – absorbtiv resirkulyatsiyasi bilan.

Ushbu sxemali absorberlarning bir uchida absorbtiv konsentratsiyasi yuqori gaz va suyuqlik to'qnashuvda bo'lsa, ikkinchi uchida esa – konsentratsiyalari past fazalar o'zaro ta'sirda bo'ladi.

Qarama-qarshi yo'nalishli sxemalarda parallel yo'nalishliga qaraganda, absorbentdagi absorbtiv eng yuqori qiymatiga erishsa bo'ladi. Lekin, jarayonning o'rtacha harakatga keltiruvchi kuchi parallel yo'nalishliga nisbatan kam bo'lgani uchun, qarama-qarshi yo'nalishli absorberning gabarit o'lchamlari katta bo'ladi.

Absorbent yoki gaz fazaning resirkulyatsiyali sxemalari (9.4c,d-rasm). Bunday sxemalarda absorbent ko'p marta o'tadi.

9.4c-rasmda absorbent bo'yicha resirkulyatsiyali sxema keltirilgan. Bunda, gaz faza absorberning tepa qismidan kirib, past qismidan chiqib ketsa suyuq faza esa qurilmadan bir necha marta qaytarib o'tkaziladi. Absorbent qurilmaning tepa qismiga uzatiladi va gaz fazasiga qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Yangi, x_b konsentratsiyali absorbent absorberdan chiqayotgan suyuq faza bilan aralashishi natijasida uning konsentratsiyasi x_c ga ko'tariladi. Jarayonning ishchi chizig'i y-x diagrammada AB to'g'ri chizig'i bilan ifodalanadi. Absorbentning aralashtirishdan keyingi konsentratsiyasi x_c ni moddiy balans tenglamasidan topish mumkin.

Agar absorberga kirishdagi absorbent miqdorini yangi absorbent miqdoriga nisbatini n deb belgilasak, moddiy balans tenglamasi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$G \cdot (y_b - y_{ox}) = L \cdot (x_{ox} - x_b) = Ln \cdot (x_{ox} + x_c)$$

bundan

$$x_c = \frac{x_{ox}(n-1) + x_b}{n} \quad (9.11)$$

Gaz fazasi resirkulyatsiyali absorbsiya sxemasi 9.4d-rasmda keltirilgan. Ishchi chiziqli holati $A_c (y_{ox}, x_{ox})$ va $B (y_{ox}, x_b)$ nuqtalari bilan belgilanadi. y_c konsentratsiya moddiy balans tenglamasidan aniqlanadi:

$$y_c = \frac{y_{ox}(n-1) + y_b}{n} \quad (9.12)$$

Absorbent harakat tezligi ortishi bilan massa berish koeffitsienti ko'payadi, bu esa o'z navbatida massa o'tkazish koeffitsientining o'sishiga olib keladi.

Qiyin eruvchan gazlarni absorbsiya qilish paytida absorbentni resirkulyatsiya qilish usulini qo'llash maqsadga muvofiqdir. Agar, absorbtiv resirkulyatsiya qilsa, gaz fazasida massa berish koeffitsienti ko'payadi. Bu usul yaxshi eriydigan gazlarni absorbsiya qilishda yuqori samara beradi.

Absorberlar konstruksiyalari.

Absorbsiya jarayoni fazalarni ajratuvchi yuzada sodir bo'ladi. Shuning uchun ham, suyuqlik va gaz fazalar to'qnashuvda bo'ladigan absorberlar yuzasi iloji boricha katta bo'lishi kerak. Massa almashinish yuzalarini tashkil etish va loyihalash bo'yicha absorberlar 4 guruhga bo'linadi.

Sirtiyl absorberlarda harakatlanayotgan suyuqlik ustiga gaz uzatiladi. Bunday qurilmalarda suyuqlik tezligi juda kichik va to'qnashuv yuzasi kam bo'lgani uchun bir nechta qurilma ketma – ket qilib o'rnatiladi.

Suyuqlik va gaz qarama – qarshi yo'nalishda harakatlantiriladi. Gorizontall trubalardan tashkil topgan yuvilib turuvchi absorberlarda trubalar ichida – suyuqlik oqib o'tsa, unga teskari yo'nalishda gaz harakat qiladi. Trubalar ichidagi suyuqlik sathi ostona yordamida bir xil balandlikda ushlab turiladi.

Yupqa qatlamli absorberlar ixcham va yuqori samaralidir. bu absorberlarda fazalarning to'qnashish yuzasi oqib tushayotgan suyuqlik yupqa qatlamli yordamida hosil bo'ladi. Yupqa qatlamli qurilmalar guruhiga trubali, list – nasadkali, ko'tariladigan qatlamli absorberlar kiradi.

Trubali absorberlarda suyuqlik vertikal trubalarning tashqi yuzasidan pastga qarab oqib tushsa, gaz faza esa qarama – qarshi yo'nalishda yuqoriga qarab harakatlanadi. Qolgan turdagi absorberlarda ham fazalarning harakat yo'nalishi trubali absorberlarnikiga o'xshashdir.

Trubali absorberlar tuzilishiga qarab qobiqlar – trubali issiqlik almashinish qurilmasiga o'xshaydi. Qurilmadan hosil bo'lgan issiqlikni ajratib olish uchun trubalar ichiga suv yoki boshqa sovuqlik eltkich yuboriladi.

Nasadkali absorberlar. Turli shaklli qattiq nasadkalar bilan to'ldirilgan vertikal silindrsimon kolonalarining tuzilishi soda, ixcham va yuqori samarador bo'lgani uchun sanoatda ko'p ishlatiladi. Odatda, nasadkalar qatlamli teshikli

panjaralarga joylashtiriladi. Gaz faza teshikli panjara ostiga yuboriladi va undan o'tib, qatlam orqali yuqoriga qarab harakatlanadi.

Suyuqlik faza absorberning yuqori qismidan taqsimlash moslamasi yordamida purkaladi va nasadka qatlamida gaz fazasi bilan o'zaro ta'sir etadi. Qurilma samarali ishlashi uchun suyuq faza bir tekisda purkalishi va taqsimlanishi zarur. Bu turdagi absorberlarda nasadkalar ham suyuqlikni bir me'yorda taqsimlashga salmoqli hisssa qo'shadi. Nasadkalar quyidagi talablarga javob berishi kerak: katta solishtirma yuziga ega bo'lishi; gaz oqimiga ko'rsatadigan gidravlik qarshiligi kichik bo'lishi; ishchi suyuqlik bilan yaxshi ho'llanishi; absorber ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab suyuqlikni bir tekisda taqsimlashi; ikkala faza ta'siri ostida yemirilmaydigan bo'lishi; yengil va arzon bo'lishi kerak.

Gidrodinamik rejimlar. Absorbsiya jarayonining samaradorligi gidrodinamik rejimlarga bog'liq. Bu rejimlar uzatilayotgan suyuqlik miqdori (namlash zichligi) va gaz oqimining tezligi bilan belgilanadi. Qurilmada ro'y beradigan rejimlar nasadka gidravlik qarshiligini gaz oqimining soxta tezligiga bog'liqlik funksiyasi sifatida tasvirlanadi (9.5-rasm).

1-rejim – **yupqa qatlamli rejim** – gaz oqimining tezligi kichik va uzatilayotgan suyuqlik miqdori kam bo'lganda ro'y beradi. Suyuqlik nasadka bo'ylab yupqa qatlam ko'rinishida oqib tushadi. Yupqa qatlamli rejim birinchi o'tish nuqtasi (*A* nuqta, 9.5-rasm) da tamom bo'ladi va u **osilib turish nuqtasi** deb nomlanadi. Bu rejimda fazalararo to'qnashish yuzasi kichik va jarayon samaradorligi kamroq bo'ladi.

2-rejim – **osilib turish rejimi**. Bunda fazalar qarama-qarshi yo'nalishli harakati tufayli gaz va suyuqlik orasidagi ishqalanish kuchlari ortadi. Bu hol suyuqlikni nasadkadan oqib tushish tezligini sekinlashtiradi, yupqa qatlam qalinligi va undagi suyuqlik miqdori ortadi. Shu bilan birga fazalar orasidagi to'qnashish yuzasi ko'payadi, jarayonning samaradorligi birmuncha kattaroq bo'ladi. Bu rejim ikkinchi o'tish nuqtasi (*B*) da tamom bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, osilib turish rejimida qatlamning sekin oqishi buziladi; uyurma va tomchilar hosil bo'ladi, ya'ni barbotaj holatiga o'tish sharoitlar tug'iladi.

3-rejim – **emulgatsion rejim** – nasadkaning bo'sh hajmida suyuqlik yig'ilishi natijasida paydo bo'ladi. Suyuqlik yig'ilishi ko'tarilayotgan gaz va oqib tushayotgan suyuqlik orasidagi ishqalanish kuchi teng bo'lgunga qadar davom etadi. Natijada “gaz – suyuqlik” dispers sistemasi va tashqi ko'rinishi bo'yicha barbotajli (ko'pikli) qatlam yoki gaz suyuqlikli emulsiya hosil bo'ladi.

Shuning uchun, yuqori bosimda ishlaydigan absorberlarda gidravlik qarshilikning ta'siri sust yoki bo'lmagani uchun absorbsiya jarayoni emulgatsion rejimda olib boriladi.

Emulgatsion rejim samarali rejim deb hisoblanadi. Bu rejimda fazalar to'qnashish yuzasi katta bo'lgani uchun jarayon juda intensive kechadi.

4-rejim – **uchib chiqish rejimida** suyuq faza kolonnadan gaz oqimi bilan tashqariga chiqib boshlaydi. Ushbu rejim sanoatda ishlatiladigan qurilmalarda qo'llanilmaydi.

Nazorat uchun savollar

1. Absorbsiya nima?
2. Xemosorbsiya qanday jarayon?
3. Desorbsiya nima?
4. Absorbsiyaning moddiy balansi.
5. Absorbsiya jarayonini olib boorish usullari.
6. Absorberlar konstruksiyalari.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

8 – AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Haydash va rektifikatsiyada flegmadagi moddalarning kontsentratsiyalarini aniqlash.

Maqsad: Haydash va rektifikatsiya jarayonini o'rganish. Rektifikatsiya jarayonining moddiy va issiqlik balanslarini hisoblashni o'rganish.

Umumiy tushunchalar

Ikki va undan ortiq uchuvchan komponentlardan tarkib topgan bir jinsli suyuqlik aralashmalarini ajratish uchun qo'llaniladigan usullardan eng keng tarqalgani haydash va rektifikatsiyadir.

Haydash va rektifikatsiya jarayonlari kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoatlarda juda keng ko'lamda ishlatiladi. Masalan, texnik va oziq-ovqat etil spirtlarini, aromatik moddalar ishlab chiqarishda, hamda aralashmalarni dag'al ajratish uchun qo'llaniladi. Juda to'la ajratish uchun rektifikatsiya jarayonidan foydalaniladi.

Haydash va rektifikatsiya jarayonlari bir xil temperaturada aralashma komponentlarining turli uchuvchanligiga asoslangandir. Yuqori uchuvchanlikka ega komponent **yengil uchuvchan**, past uchuvchanlikka ega komponent **qiyin uchuvchan** deb nomlanadi. Demak, yengil uchuvchan komponent qiyin uchuvchanga qaraganda pastroq temperaturada qiynaydi. Shuning uchun ham, ular past va yuqori temperaturada *qaynaydigan komponentlar* deb ataladi.

Haydash va rektifikatsiya jarayonida boshlang'ich aralashma yengil uchuvchan komponenti bilan boyitilgan **distillyat** va qiyin uchuvchan komponent bilan boyitilgan **kub qoldig'iga** ajraladi. Haydash jarayonida hosil bo'lgan bug' kondensator – deflegmatorga kondensatsiyalash natijasida distillyat olinadi. Qurilma kubida esa – kub qoldig'i qoladi.

Haydash va rektifikatsiya jarayonining nazariy asoslari.

Eng oddiy aralashma 2 ta komponentdan tarkib topgan bo'ladi va u binary aralashma deb ataladi. Binar aralashmaning erkinlik daraja soni quyidagiga teng:

$$C = K + 2 - \Phi = 2 + 2 - 2 = 2$$

bu yerda K – komponentlar soni, Φ – fazalar soni.

Sistema holatini uchta bir-biriga bog'liq bo'lmagan parametr belgilaydi: bosim p , temperatura t va konsentratsiya x . Agar, istalgan ikkita parametr tanlansa, uchinchisini aniqlash qiyin emas. Demak, muvozanat chizig'ini istalgan ikkita o'zgaruvchi parametr orqali ifodalash mumkin, ya'ni p va x , t va x , p va t , x va y .

Ma'lumki, suyuqlik aralashmalari o'zlarining fizik-kimyoviy xarakteristikalarini bo'yicha katta farq qiladi.

Komponentlarning o'zaro erishiga qarab, binary aralashmalarni 3 guruhga bo'lish mumkin:

- komponentlari cheksiz eruvchan aralashmalar;
- komponentlari o'zaro erimaydigan aralashmalar;
- komponentlari qisman eruvchan aralashmalar.

Komponentlari cheksiz eruvchan aralashmalar o'z navbatida ideal va haqiqiy eritmalarga bo'linadi.

Ideal aralashmalar deb, eritma tarkibidagi component olinishi natijasida issiqlik ajrab chiqmaydigan va hajmi o'zgarmaydigan aralashmalarga aytiladi.

Yengil uchuvchan A va qiyin uchuvchan B komponentli binar, suyuq aralashmani ko'rib chiqamiz. A va B toza komponentlar to'yingan bug'larining bosimini P_A va P_B deb belgilaymiz.

Ma'lumki, ideal aralashmalar Raul qonuniga bo'ysunadi. Ushbu qonunga binoan, suyuqlik ustidagi toza komponentning bug' bosimi uning suyuqlikdagi mol ulushiga proporsionaldir:

$$p_A = P_A \cdot x; \quad p_B = P_B(1-x) \quad (10.1)$$

bu yerda p_A , p_B — A va B komponentlarning parsial bosimi; x , $(1-x)$ — suyuq aralashmadagi A va B komponentlarning mol ulushlari.

Dalton qonuniga binoan, sistemadagi umumiy bosim, parsial bosimlar yig'indisiga teng:

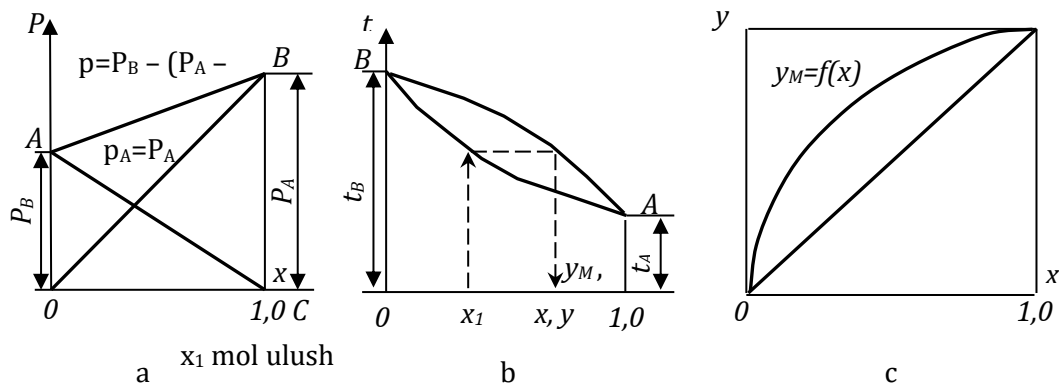
$$P = P_A \cdot x + P_B(1-x) = P_B + (P_A - P_B) \cdot x \quad (10.2)$$

bundan

$$x = \frac{P - P_B}{P_A - P_B}$$

(10.1) va (10.2) tenglamalardan ko'rinib turibdiki, bir xil o'zgarmas temperaturada suyuqlik aralashmasi ustidagi komponentlar parsial va bug'larning umumiy bosimi yengil uchuvchan komponentning mol ulushi x bilan to'g'ri chiziqli bog'liqlikda bo'ladi.

10.1a-rasmda komponentlar parsial bosimi va umumiy bosim izotermalari tasvirlangan.



10.1-rasm. Ideal aralashmalar uchun suyuqlik – bug' muvozanat diagrammasi.

a – aralashma ustidagi komponent parsial bosimi va umumiy bosim izotermalari; b – t - x , y diagrammalari; c – y - x diagramma.

OB va CA to'g'ri chiziqlar komponentlar parsial bosimi (p_A va p_B) ni, AB esa – suyuqlik ustidagi umumiy bosim o'zgarishini ifodalaydi. OA va CB vertikal kesmalar toza komponentlar to'yingan bug'i bosimi (P_A va P_B) ni ko'rsatadi.

Dalton qonuniga ko'ra, bug'dagi komponentning parsial bosimi, undagi shu komponent mol ulushiga proporsionaldir:

$$p_A = P \cdot y; \quad p_B = P(1 - y) \quad (10.3)$$

bu yerda P – sistema umumiy bosimi; y , $(1 - y)$ – bug' aralashmasidagi A va B komponentlarning mol ulushlari.

Muvozanat sharoiti uchun:

$$P_A \cdot x = P_A \cdot y; \quad P_B(1 - x) = P(1 - y) \quad (10.4)$$

bundan

$$y = \left(\frac{P_A}{P} \right) x \quad \text{yoki} \quad 1 - y = \left(\frac{P_B}{P} \right) \cdot (1 - x) \quad (10.5)$$

Odatda, haydash va rektifikatsiya jarayonlari izobarik jarayonda o'tkaziladi. Shuning uchun, $P = \text{const}$ bo'lgan holatdagi binary aralashmani ko'rib chiqamiz.

Bunda muvozanat chizig'ini t - x , y yoki y - x koordinatlarda tasvirlash mumkin. Agar, temperature ma'lum bo'lsa, va x , y kattaliklari hisoblab topilsa, sistemadagi muvozanatni ifodalovchi diagrammani qurish mumkin. Diagrammadagi pastki chiziq (10.1b-rasm) suyuq aralashmaning qaynash temperaturasi, yuqori chiziq esa – bug' aralashmani kondensatsiyalash temperaturasi ifodalaydi. $x = 0$ va $x = 1,0$ da ordinata o'qlaridagi kesmalar, qiyin va yengil uchuvchan komponentlar qaynash temperaturasi ko'rsatadi.

Suyuqlikning ma'lum tarkibi x_1 bo'yicha bug' tarkibini aniqlash uchun suyuqlik konsentratsiyasiga tegishli abssissa o'qidagi nuqtadan qaynash chizig'i bilan kesishguncha vertikal chiziq o'tkaziladi. So'ng esa, kesilish nuqtasidan bug' kondensatsiyalanish chizig'i bilan kesishguncha gorizontal chiziq o'tkaziladi. Kesilish nuqtasining abssissa o'qidagi qiymati bug'ning muvozanat tarkibi y_{p_1} ni beradi.

10.1b-rasmdan ko'rinib turibdiki, bir xil qaynash temperaturasida bug'dagi yengil uchuvchan component konsentratsiyasi uning suyuqlik bug'lari muvozanat konsentratsiyasidan katta bo'ladi. “Suyuqlik – bug” sistemaning bu xossasi **Konovalovning birinchi qonuniga** bo'ysunadi, ya'ni eritma bilan muvozanatda bo'lgan bug' doim o'zida shunday komponentni ortiqcha ushlaydi, bunda eritmaga shu komponentdan qo'shilganda uning qaynash temperaturasi kamayadi. Masalan, etil spirtiga suv qo'shilsa, sistemaning qaynash temperaturasi pasayadi. Konovalovning 1 – qonuniga binoan, eritmaning qaynashi davrida suv bug'i fazasining spirt bug'lari bilan boyishi sodir bo'ladi.

Rektifikatsiya jarayonini hisoblash uchun y - x diagrammadan foydalanish qulaydir (10.1v-rasm).

$y_m = f(x)$ funksiya quyidagi tenglamaga mos keladi:

$$y = \frac{P_A \cdot x}{P} = \frac{P_A \cdot x}{P_B + (P_A - P_B) \cdot x} \quad (10.6)$$

hamda suyuq va bug' fazalar muvozanat tarkiblari orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.

Komponentlar nisbiy uchuvchanligi:

$$\alpha = \frac{P_A}{P_B}$$

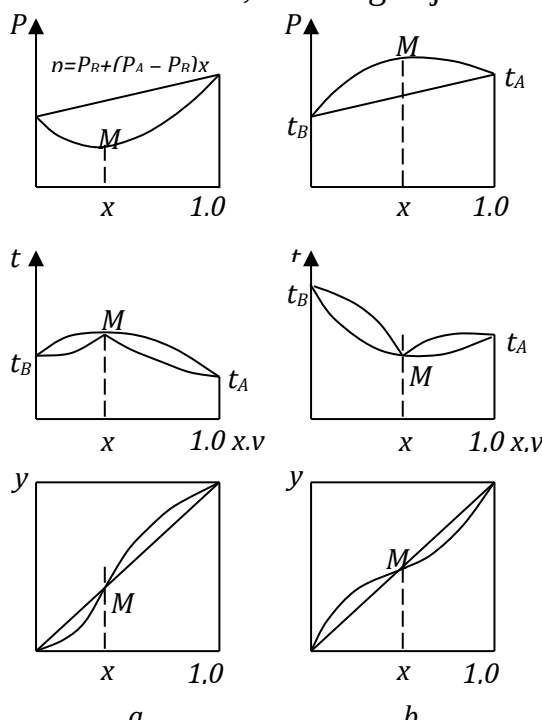
ma'lum bo'lsa, ideal aralashmalar muvozanat chizig'ini hisoblash va qurish mumkin.

$$y = \frac{\alpha \cdot x}{1 + (\alpha - 1) \cdot x} \quad (10.7)$$

Faqat yengil uchuvchan komponentlardan tarkib topgan suyuqlik bilan shu komponentdan tarkib topgan bug' muvozanat holatida bo'ladi. Muvozanat chizig'ining eng chetki nuqtalari kvadratning qarama-qarshi burchaklarida joylashgan. Kvadrat diagonali va muvozanat egri chizig'i suyuq va bug' fazalarning mavjud bo'lish sohalarini chegaralaydi.

Haqiqiy suyuqlik aralashmalari. Bunday aralashmalardan komponentlar ajratib olinganda issiqlik ajrab chiqadi, hajmi o'zgaradi va ko'pchilik hollarda Raul qonuniga bo'ysunmaydi.

Undan tashqari, bu aralashmalar bug' fazasining molekulalari o'zaro tortishish kuchlarini, ularning hajmlarini va boshqalarni hisobga olish zarur.



10.2 – rasm. Haqiqiy eritmalarining fazaviy diagrammalari. a – manfiy og'ish; b – musbat og'ish

Raul qonuniga nisbatan og'ish manfiy yoki musbat bo'lishi mumkin. Agar, og'ish musbat bo'lsa, eritma ustidagi umumiy bosim Raul qonuni bo'yicha ideal eritma uchun hisoblangandan katta, manfiy og'ishda esa – kichik bo'ladi.

Musbat og'ishda umumiy bosim chizig'i ideal eritmanikidan yuqori, manfiy og'ishda – pastroqdan o'tadi.

Parsial bosimlarning konsentratsiyaga bog'liqligi botiq yoki bo'rliq chiziqlar orqali tasvirlanadi (10.2-rasm). Haqiqiy eritmalar uchun fazaviy muvozanat diagrammalari tajribaviy ma'lumotlar asosida quriladi.

Muvozanat chizig'idan og'ishning son qiymatlari Raul qonunidan juda katta farq qilishi va bir qator eritmalar uchun ma'lum bir konsentratsiyada qaynash temperaturasi o'zgarmas kattalikka ega bo'lishi mumkin.

Konovalovning ikkinchi qonuniga binoan, suyuq eritma ustidagi muvozanat holatidagi bug'ning tarkibi suyuq eritma tarkibiga tengdir, ya'ni $y_m = (x)$ (10.2-rasmdagi M nuqta). Bunday aralashmalar **azeotrop** eritmalar deb nomlanadi. Azeotrop eritmalar maksimal va minimal qaynash temperaturali bo'lishi mumkin.

Azeotrop eritmalar tarkibi bosim (temperatura) ga bog'liq bo'ladi.

Biror sistemada bosim o'zgarishi bilan uning muvozanat holati o'zgaradi. Bu esa, o'z navbatida bug' fazasi tarkibining o'zgarishiga olib keladi

Ushbu o'zgarishlar mexanizmini bilish uchun **M.S. Vrevskiy** tomonidan quyidagi qonunlar yaratilgan:

a) ikki komponentli eritmaning qaynash temperaturasi (yoki bosimi) ortganda, bug'lar tarkibida bug'lanishi uchun katta energiya talab etuvchi komponentning nisbiy miqdori oshadi;

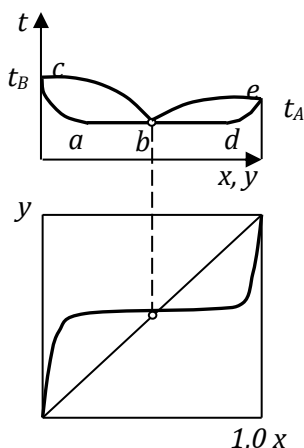
b) bug' uchuvchanligi maksimumga ega bo'lgan eritmalarining temperaturasi (yoki bosimi) oshirilganda, azeotrop eritmalarida bug'lanishi uchun katta energiya talab etuvchi komponentning nisbiy qiymati ortadi. Bug'ning uchuvchanligi minimum bo'lganda, eritmaning qaynash temperaturasi oshirilganda azeotrop eritmada bug'lanishi uchun kam energiya talab qiluvchi komponentning nisbiy miqdori ko'payadi.

Vrevskiy qonuniga binoan, azeotrop eritmalarini ajratish uchun bosimni o'zgartirib haydash yoki rektifikatsiya qilish jarayonlaridan foydalanish mumkin.

Bir-birida erimaydigan yoki qisman eriydigan suyuqlik aralashmalari.

Agar, A va B komponentlar bir-birida to'liq erisa, komponentlar molekularining o'zaro tortishish kuchlari 0 ga teng bo'ladi. Bunda, har bir komponent o'zini mustaqil tutadi va quyidagi bosimda qaynaydi:

$$P = P_A + P_B$$



10.3-rasm. Qisman eriydigan aralashmalarning faza-viy

Agar, aralashma komponentlari bir-birida erimasa, istalgan komponent parsial bosimi, uning o'sha temperaturada to'yingan bug' bosimiga teng.

Aralashmaning qaynash temperaturasi t_{ar} suyuq aralashmaning tarkibiga bog'liq emas (10.3-rasm abd chiziq).

Aralashmaning qaynash temperaturasi har doim toza komponentlar qaynash temperaturalaridan past bo'ladi.

Tabiatda bir-birida absolyut erimaydigan moddalar kimdan-kam uchraydi. Agar, qisman eriydigan suyuqlik aralashmalarida qaynash temperaturasi ac yoki dc chizig'i bo'ylab eritmaning asosiy komponentining qaynash temperaturasi-gacha o'zgaradi.

Bug'ning kondensatsiyalanish temperaturasi cb va eb chiziqlari bo'ylab o'zgaradi. Diagrammadagi b nuqtada $y_0 = P_a/P = \text{const}$ tarkibli bug' kondensatsiyalanadi.

Nazorat uchun savollar

1. Haydash nima?
2. Konovalov qonuni qanday ta'riflanadi?
3. Rektifikatsiya nima?
4. Haydash va rektifikatsiya qaerda ishlatiladi

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

9- AMALIY MASHGULOT.

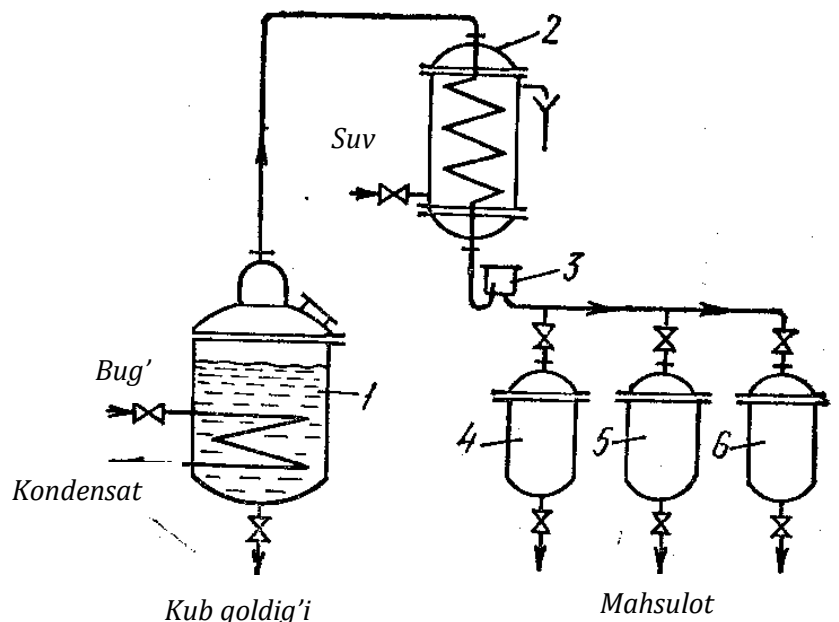
Mavzu: Oddiy haydashda issiqlik sarfini aniqlash.

Suyuqlik aralashmalarini bir marotaba qisman bug'latish yo'li bilan ajratish jarayoni **oddiy haydash** deb nomlanadi. Oddiy haydash jarayonini eritma

komponentlari uchuvchanligi orasidagi farq katta bo'lgan hollardagina qo'llash maqsadga muvofiq va yuqori samara beradi.

Oddiy haydash quyidagi usullarda amalga oshiriladi: fraksiyali haydash; deflegmatsiya bilan haydash; suv bug'i bilan haydash; molekulyar haydash.

Fraksiyali haydash. bu usul haydash kubidagi eritmani asta-sekin bug'latish yo'li bilan olib boriladigan ajratish jarayonidir (10.4-rasm).



10.4-rasm. Oddiy haydash qurilmasi.

1 – kub; 2 – kondensator; 3 – sovutkich; 4,5,6 – distillyat yig'gichlar.

Jarayon davomida hosil bo'layotgan bug' kondensatorga uzatiladi va u yerda kondensatsiyalanib, distillyat holatida yig'gichga yuboriladi. Jarayon tugagandan so'ng, kubdagi kub qoldig'i chiqarib tashlanadi. Kub to'yingan suv bug'i yoki tutun gazlari bilan qizdiriladi.

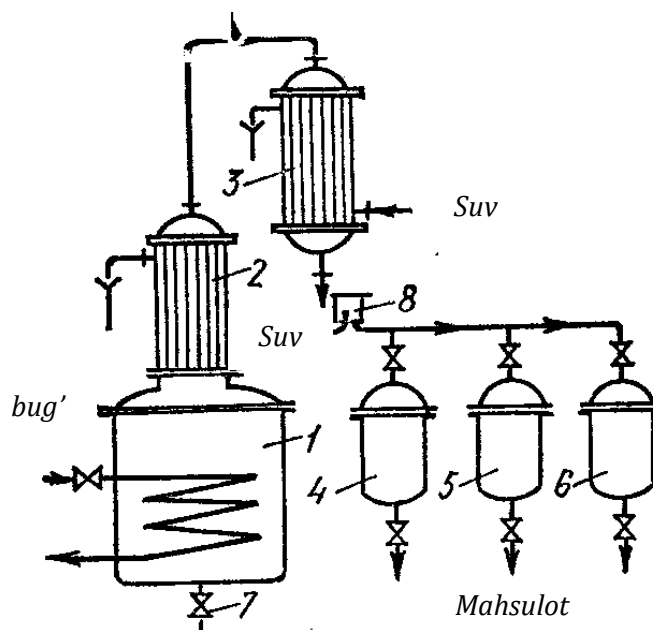
Eritmani haydash jarayonida kub qoldig'ida yengil uchuvchan komponent miqdori va distillyat tarkibidagi miqdori maksimal qiymatdan minimalgacha kamayadi. Shuning uchun har xil tarkibli distillyat fraksiyalari turli yig'gichlarga ajratib olinadi. Har xil tarkibli mahsulot olishga mo'ljallangan eritmalarini ajratib olish usuli **fraksiyali haydash** deb nomlanadi.

Bu usulda haydash atmosfera yoki vakuum ostida olib boriladi. Vakuum ostida haydash usuli issiqlikka chidamsiz eritmalarini ajratish imkoniyatini yaratadi, chunki bu usulda qaynash temperaturasi pasayadi. Shuning uchun ham bu usulda haydash davrida past temperaturali suv bug'laridan foydalanadi.

Deflegmatsiya bilan haydash. Bu usul eritmalarini ajratish darajasini ko'tarish uchun qo'llaniladi (10.5-rasm).

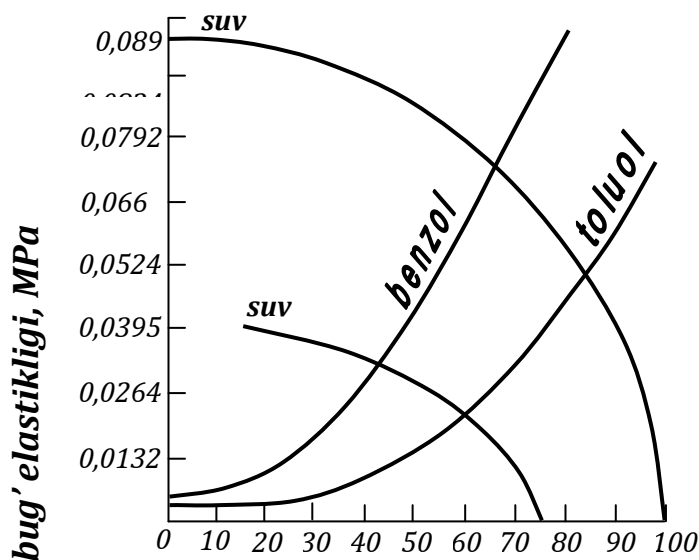
Bu usulda, kubda hosil bo'lgan bug'lar deflegmatorga uzatiladi va u yerda qisman kondensatsiyalanadi. Qisman kondensatsiyalanish davrida qiyin uchuvchan component miqdoriko'p bo'lgan flegma hosil bo'ladi va qaytadan kubga tushiriladi. Kubga tushish vaqtida ko'tarilayotgan bug'lar bilan o'zaro ta'sirida bo'ladi.

Yengil uchuvchan component miqdori yuqori bo'lgan bug'lar kondensatorga yo'naltiriladi. Kondensatdiyalanish natijasida hosil bo'lgan distillyat yig'gichga tushadi. Kub qoldig'ining konsentratsiyasi o'rnatilgan x_{ω} qiymatiga yetgandan so'ng, kubdan chiqarib yuboriladi.

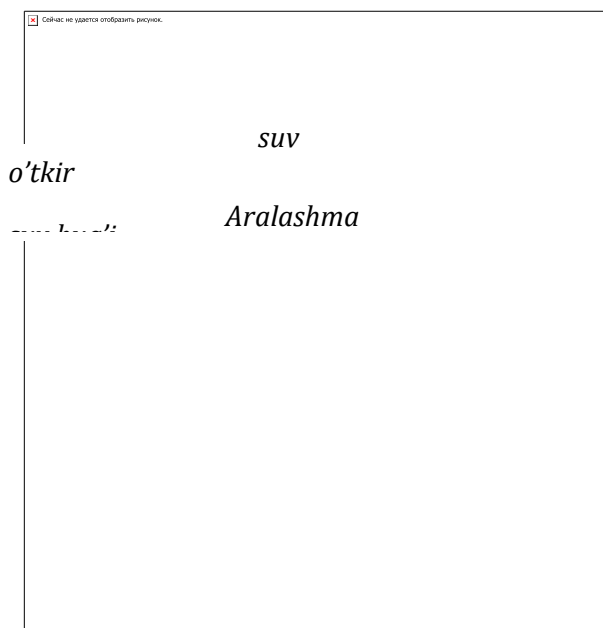


10. 5 – rasm. Deflegmatsiyali oddiy haydash qurilmasi.
 1 – kub; 2 – deflegmator; 3 – kondensator; 4,5,6 – yig'gichlar.

Suv bug'i bilan haydash.



10.6-rasm. Suv bug'i bilan haydash paytida qaynash temperaturasi aniqlash diagrammasi.



10.7-rasm. Suv bug'i bilan oddiy haydash qurilmasi.

Eritmalar qaynash temperaturasi pasaytirish uchun jarayonni vakuum ostida tashkil etish usuli oldindan ma'lum edi. Lekin, eritmalar suv bug'i bilan haydash usulida ham qaynash temperaturasi pasaytirish mumkin. Ayniqsa, bu usul qaynash temperaturasi 100°C dan ortiq bo'lgan va komponentlari suvda erimaydigan eritmalar uchun juda qo'l keladi. Shuning uchun, eritma komponentlari suvda erimasa, unda haydash kubiga qo'shimcha komponent sifatida suv bug'i yuboriladi.

10.6-rasmda suv bug'i bilan oddiy haydash davrida qaynash temperaturasi aniqlash diagrammasi keltirilgan.

Bu diagrammada qaynash temperaturasi suv bug'ining elastiklik egri chizig'i bilan turli suyuqliklar elastiklik egri chiziqlari kesishgan nuqtasi to'g'ri keladi. Grafikdan ko'rinib turibdiki, atmosfera bosimida benzolni suv bilan haydash paytida jarayon temperaturasi 69,5°C, bosim $p = 0,0395$ MPa da 46°C atrofida, bosim $p = 0,1$ MPa da toluol uchun esa - 85°C.

10.7-rasmda aralashmalarni suv bug'i bilan haydash qurilmasining sxemasi keltirilgan.

Boshlang'ich eritma kubga yuklanadi va uning g'ilofiga suv bug'i bilan yuboriladi. So'ng, kub ichidagi eritmaga barbotyor orqali kuchli suv bug'i haydalanadi. Eritmaning qaynash paytida hosil bo'lgan bug'lar kondensatorga uzatiladi va undan keyin separatorida kondensat ajratiladi. Separatoridan suv

chiqariladi. Suvda erimaydigan yengil uchuvchan komponent esa maxsus idishga yig'iladi. Odatda bu usul muvozanat bo'lmagan sharoitlarda amalga oshiriladi.

Molekulyar haydash. Bu usul yuqori temperaturada qaynaydigan va issiqlikka chidamsiz eritmalarini ajratish uchun qo'llaniladi.

Ushbu jarayon o'ta past vakuumda, ya'ni bosim 1,31...0,13 Pa bo'lgan oraliqda olib boriladi.

Molekulyar haydash eritmani tashqi yuzasidan bug'latish orqali amalga oshiriladi. Jarayon bir – biriga yaqin o'rnatilgan bug'latish va kondensatsiyalanish yuzalarida ro'y beradi. Shuni alohida ta'kidlash kerakki, ular orasidagi masofa odatda 20...30 mm, ya'ni molekulalarning erkin harakati uzunligidan kam bo'lishi kerak. Bunday holatda issiq yuzadan ko'tarilayotgan yengil uchuvchan komponent molekulalari sovuq yuzaga urulishi bilan kondensatsiyalanadi. Bug'lanish va kondensatsiyalanish yuzalari o'rtasidagi temperaturalar farqi 100°C atrofida.

Rektifikatsiya.

Suyuqlik aralashmalarini tashkil etuvchi komponentlarga bir necha marta qisman bug'latish va bug'larni kondensatsiyalash natijasida ajratishga **rektifikatsiya** deyiladi.

Odatda, eritmalarini to'la ajratishni faqat rektifikatsiya usuli ta'minlaydi. Bu jarayon nasadkali yoki tarelkali kolonnalarda o'tkaziladi. Kolonnada bug' va eritma qarama – qarshi yo'nalishda harakatlantiriladi va har bir to'qnashish moslamasida bug' kondensatsiyalansa, eritma esa bug'ning kondensatsiyalanish issiqligi hisobiga qisman bug'lanadi.

Shunday qilib, bug' yengil uchuvchan komponent bilan, kolonnadan pastga oqib tushayotgan suyuqlik esa – qiyin uchuvchan komponent bilan boyitiladi. Bug' va eritmaning ko'p marta to'qnashishi hisobiga distillyat butunlay yengil uchuvchan, kub qoldig'i esa – qiyin uchuvchan komponentdan tarkib topgan bo'ladi.

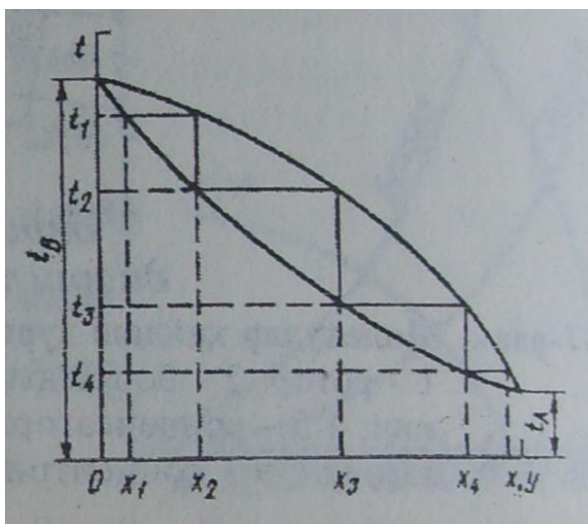
Rektifikatsiya jarayonini hisoblashda quyidagi tahminlar qabul qilinadi:

a) 1 kmol bug' kondensatsiyalanish davrida 1 kmol suyuqlik bug'lanadi. Demak, rektifikatsion kolonnaning istalgan ko'ndalang kesimida harakatlanayotgan bug'ning miqdori bir xildir;

b) deflegmatorda kondensatsiyalanayotgan bug'ning tarkibi o'zgarmaydi. Demak, rektifikatsion kolonnadan chaqib ketayotgan bug'ning tarkibi distillyatnikiga teng ($y_d = x_d$);

c) eritma bug'lanishi davrida uning tarkibi o'zgarmaydi. Demak, bug'lanish davrida hosil bo'lgan bug'ning tarkibi kub qoldig'inikiga tenglashadi, ya'ni ($y_w = x_w$).

Ko'pincha rektifikatsiya jarayoni $t - x, y$ diagramma yordamida tasvirlanadi (10.8 – rasm).



10.8 – rasm. $t - x, y$ – diagramma.

Konsentratsiyasi x_1 bo'lgan boshlang'ich eritma qaynash temperaturasi t_1 gacha qizdirilganda, suyuqlik bilan muvo-zanatdagi bug' olinadi va u kondensat-siyalanganda yengil uchuvchan kompo-nentga boyitilgan x tarkibli suyuqlik hosil bo'ladi. Ushbu suyuqlik yana qizdirilsa va uning temperaturasi t_2 gacha yetkazilsa, hosil bo'lgan bug'ning kondensatsi-yanishi natijasida x_3 tarkibli suyuqlikni olamiz. Shunday qilib, bug'lanish va kondensatsiyalash jarayoni ko'p marta qaytarilsa, boshlang'ich eritmani toza, yengil va qiyin uchuvchan komponentlarga ajra-tish mumkin.

Rektifikatsiya jarayonining moddiy va issiqlik balanslari

Jarayonning prinsipial sxemasi asosida rektifikatsiyaning moddiy va issiqlik balanslari tuziladi (10.9-rasm). rektifikatsion kolonnaga uzatilgan boshlang'ich eritma distillyat va kub qoldig'iga ajratiladi.

Kolonnadan chiqayitgan bug'lar deflegmator 4 da kondensatsiyalanadi va ajratuvchi idish 3 ga tushadi. Bu yerda suyuqlik ikki qismga, ya'ni flegma Φ va distillyatga ajratiladi. Flegma kolonnada purkatilish uchun yo'naltiriladi.

Jarayon moddiy balansini ushbu ko'rinishga ega:

(10.8)

Kolonnadan chiqayotgan bug'lar deflegmator 4 da kondensatsiyalanadi va ajratuvchi idish 3 ga tushadi. Bu yerda suyuqlik ikki qismga, ya'ni flegma Φ va distillyatga ajratiladi. Flegma kolonnada purkatilish uchun yo'naltiriladi.

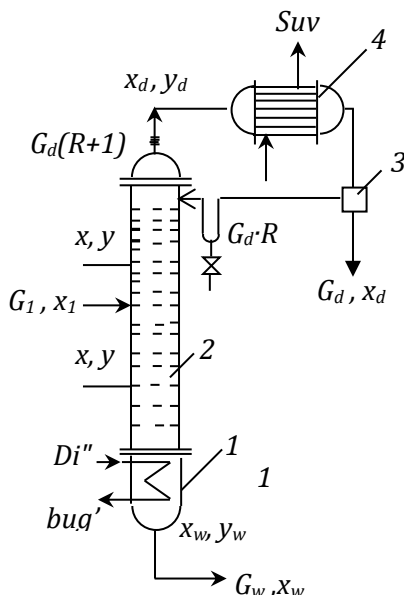
Jarayon moddiy balansini ushbu ko'rinishga ega:

$$G_f = G_d + G_w \quad (10.9)$$

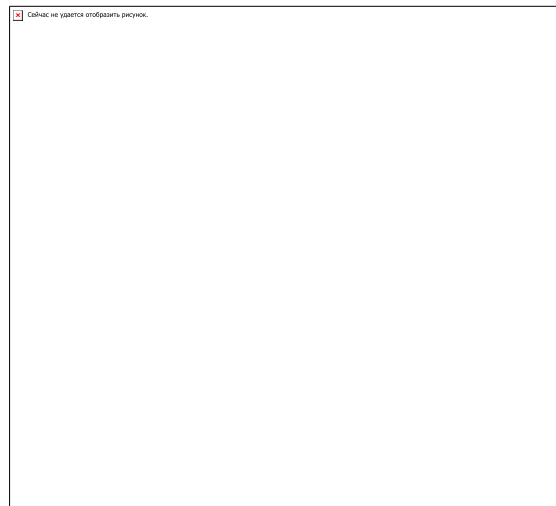
Yengil uchuvchan komponent bo'yicha esa:

$$G_f \cdot x_f = G_d \cdot x_d + G_w + x_w \quad (10.10)$$

bu yerda G_f , G_d , G_w – boshlang'ich eritma, distillyat va kub qoldig'i massalari, kmol; x_f , x_d , x_w – boshlang'ich eritma, distillyat va kub qoldiqlaridagi yengil uchuvchan komponentning konsentratsiyalari, mol ulushlar.



10.9-rasm.Rektifikatsiya jarayo-ning moddiy va is-siqlik balanslarini tu-zish.



10.10-rasm.Rektifikatsiya jarayoni ishchi chizig'ining tas-viri.

(10.9) va (10.10) tenglamalardan distillyat va kub qoldig'ining massalari aniqlanadi:

$$G_d = G_f \frac{x_f - x_w}{x_d - x_w} \quad (10.11)$$

$$G_w = G_f \frac{x_d - x_f}{x_d - x_w} \quad (10.12)$$

Boshlang'ich eritma, kub qoldig'i va flegmalarning 1 kmol distillyatga nisbat-larini quyidagicha belgilab olamiz:

$$\frac{G_f}{G_d} = F; \quad \frac{G_w}{G_d} = W; \quad \frac{\hat{O}}{G_d} = R$$

Flegma miqdorining distillyat miqdoriga nisbati flegma soni deb nomlanadi.

Rektifikatsion kolonnaning ta'minlash tarelkasi uni 2 ga ajratadi: yuqori va pastgi qismlarga.

Umumiy tenglama asosida kolonnaning yuqori va pastki qismlari uchun moddiy balans tenglamalarini tuzamiz:

$$G \cdot dy = L \cdot (-dx) \quad (10.13)$$

bu yerda $L = R \cdot G_d$ – kolonna yuqori qismida oqib tushayotgan suyuqlik miqdori.

Kolonna bo'ylab yuqoriga ko'tarilayotgan bug' miqdori:

$$G = G_d + \hat{O} = G_d + RG_d = G_d(1 + R) \quad (10.14)$$

Kolonnaning yuqori qismi uchun:

$$(R + 1) \cdot dy = R \cdot (-dx) \quad (10.15)$$

Pastki qismi uchun:

$$(R + 1) \cdot dy = (F + R) \cdot (-dx) \quad (10.16)$$

Konsentratsiyalari x , y bo'lgan kolonna yuqori qismining istalgan ko'ndalang kesimi va konsentratsiyalari x_d , y_d bo'lgan kolonnaning yuqori qismi uchun (10.15) tenglamani yozamiz: ($x_d = y_d$ deb qabul qilingan holda).

$$(R + 1) \cdot (y_d - y) = (R + 1) \cdot (x_d - y) = R \cdot (x_d - x)$$

Bundan

$$y = \frac{R}{R + 1} x + \frac{x_d}{R + 1} \quad (10.17)$$

Konsentratsiyasi x , y bo'lgan kolonnaning pastki qismi va konsentratsiyalari x_w , y_w bo'lgan kubning istalgan ko'ndalang kesimi uchun, $x_w = y_w$ ni hisobga olib (10.16) tenglamani yozamiz:

$$(R + 1) \cdot (y - y_w) = (R + 1) \cdot (y - x_w) = (F + R) \cdot (x - x_w)$$

yoki

$$y = \frac{R + F}{R + 1} x - \frac{F - 1}{R + 1} x_w \quad (10.18)$$

Ko'rinib turibdiki, (10.17) va (10.18) tenglamalar to'g'ri chiziqni ifodalaydi. (10.17) tenglamadagi $R/(R + 1) = \operatorname{tg} \alpha$ – ishchi chiziqning abssissa o'qiga og'ish burchagi tangensi $x_d/(R + 1) = B$ chiziq $y - x$ diagramma ordinata o'qida ajratgan kesmasi (10.10-rasm).

Nazorat uchun savollar

1. Haydash va rektifikatsiya nima?
2. Haydash va rektifikatsiya jarayonining nazariy asoslari.
3. Oddiy haydash nima?
4. Fraksiyali haydash.
5. Deflegmatsiya bilan haydash.

6. Suv bug'i bilan haydash.
7. Molekulyar haydash.
8. Rektifikatsiya jarayonining moddiy va issiqlik balanslari.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

10 – AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Ekstraksiyalash jarayoni hisobi. Samarali diffuziya vaqtini aniqlash.

Maqsad: Ekstraktorlar, ularning turlari, tuzilishini o'rganish va ekstraksiyalash jarayoni hisobini o'rganish.

Nazariy qism.

Ekstraksiya jarayoni turli xil konstruksiyali qurilmalarda – ekstraktorlarda o'tkaziladi.

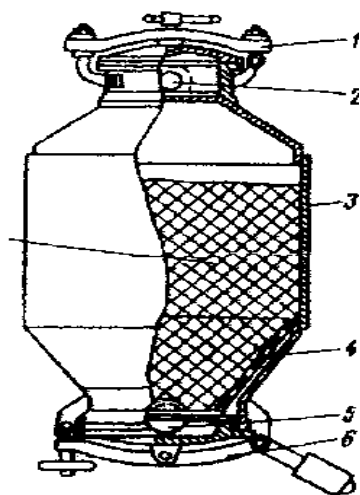
Jarayon tashkil etilishiga qarab ekstraktorlar davriy va uzluksiz ishlaydigan bo'ladi. Jarayonda qatnashayotgan fazalar to'qnashuviga qarab ekstraktorlar 3 guruhga bo'linadi: aralashtirib-tindiruvchi; differensial kontaktli va pog'onali yoki sektsiyali.

Ekstartorlarni tanlashda qattiq faza fizik-mexanik xossalari va ajrab chiqadigan ekstrakt konsentratsiyasi yoki tayyor mahsulot chiqishi hisobga olinadi.

Ma'lumki, davriy ishlaydigan qurilmalar ish unumdorligi kam bo'ladi. Shuning uchun, ular kichik hajmli korxonalarda qo'llaniladi. Lekin, sanoat miqyosida ko'pincha uzluksiz ishlaydigan qurilmalar ishlatiladi. Ekstraktor va eritkich bir-biridan katta farqlanmaydi. Agar, qurilma qattiq, g'ovaksimon jismni ekstraksiyalash uchun qo'llanilsa **ekstraktor** deb nomlanadi. Agar qurilma qattiq, g'ovaksimon materialni eritish uchun ishlatilsa, unda u **eritkich** deb ataladi.

Ekstraktor va eritkichlarga qo'yiladigan talablar quyidagilardan iborat:

- qurilma hajmi birligiga to'g'ri kelgan ekstraktning miqdori, ya'ni solishtirma ish unumdorligi katta bo'lishi zarur;
- hosil bo'layotgan eritma konsentratsiyasi iloji boricha yuqori bo'lishi kerak;
- energiya sarfi kam bo'lishi zarur.



12.1-rasm.
Perkolyator.

1-qopqoq; 2,5-erituvchi uchun shtutserlar; 3-qobiq; 4-teshikli panjara; 6-ko'tarma lyuk; 7-material.

Perkolyator – bu davriy ishlaydigan, qo'zg'almas qatlamli ekstraktor (12.1-rasm). U konussimon tubli va yassi qopqoqli silindrik qurilma bo'lib, tubida teshikli panjara o'rnatilgan. Ushbu panjaraga tepa lyukdan maydalangan qattiq material qatlami yuklanadi.

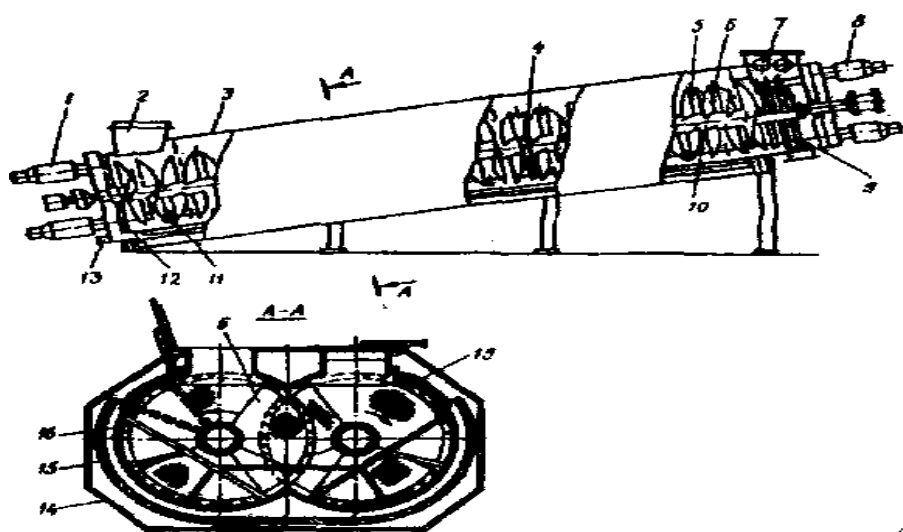
Ishqorlab ajratish jarayoni tugagandan so'ng, material pastki ko'tarma lyukdan chiqarib yuboriladi. Perkolyatorlar ketma-ket ulanib batareyalar hosil qilinadi. Batareyaga ulanadigan perkolyatorlar soni 4 ta dan 15 ta gacha bulishi mumkin. Erituvchi perkolyatorning past qismidan yuqoriga nasos yordamida haydaladi. Batareyalarda oqimlar yo'nalishi har doim qarama-qarshi bo'ladi. Istalgan perkolyatorda ajratish darajasi belgilangan darajaga etishi bilan ishlatib bo'lingan materialni to'kish uchun batareya o'chiriladi va yangi xom-ashyo yuklanadi. Odatda, qurilmadan material bosim ostida to'kiladi.

Uzluksiz ishlaydigan diffuzion qurilmalar kimyo, tog'-kon, oziq-ovqat va boshqa sanoatlarda juda ko'p ishlatiladi. Ayniqsa, qand lavlagidan shakar olishda va uning turpini chiqarib tashlashda bu turdagi qurilmalar juda

samarali qo'llanilmoqda.

Ikki shnekli, og'ma diffuzion qurilma odatda $8...11^0$ burchak ostida ishlatiladi. Qurilmaning tepa qismida qand lavlagi qirindilarini yuklash uchun bunker va hosil bo'layotgan turpini (jomni) chiqarish uchun shneklar o'rnatilgan (12.2-rasm).

Qurilma ichida qand lavlagi qirindisi ikkita shnek yordamida pastdan tepaga qarab uzatiladi. Vint chizig'i bo'ylab joylangan parraklar tizimi shneklarni hosil qiladi. Birinchi shnekning parraklari, ikkinchi shnekning parraklararo bo'shlig'iga kirib turadi. Shneklarning bunday joylashishi qirindini bir tekisda uzatish va qirindini parrak bilan birga aylanishiga to'sqinlik qiladi. Buning uchun qurilmaga kontrparraklar va qopqoqning pastki qismida to'siqlar o'rnatilgan.



12.2-rasm, Ikki shnekli, og'ma diffuzion qurilma.

1,8- elektr yuritkichlar; 2- yuklovchi bunker; 3- qopqoq; 4-tayanch; 5- to'siq; 6,9-parraklar; 7- to'kish shneki; 10- shnek; 11-isituvchi kamera; 12-elak; 13- diffuzion sharbatni

chiqarish shtutseri; 14-qoburg'a; 15-qoplama; 16-kontrparrak.

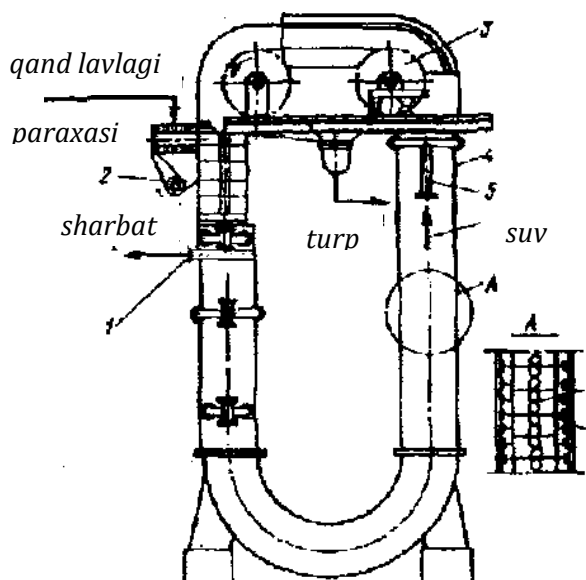
Lavlagi turpi qurilmaning tepa qismidagi shneklar yordamida chiqariladi. Turpni samarali to'kish uchun parraklar ham yordam beradi. To'kish shneklari uzatish shneklariga nisbatan to'g'ri burchak ostida o'rnatilgan va ularga qarama - qarshi yo'nalishda aylanadi. Ekstraksiyalanayotgan materialni isitish uchun qurilmaning ostki qismida isituvchi kamera o'rnatilgan.

Ikki pog'onali diffuzion qurilma U - simon, to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli qobiqdan iborat bo'ladi. Ushbu qobiq maxsus tayanchlari bilan og'ir poydevorga o'rnatiladi.

Qurilma qobig'i ayrim sargalardan tarkib topgan bo'lib, qattiqlik qoburg'alari bilan mustahkamlanadi. Ekstraktorda material uzatuvchi romchalar o'rnatilgan plastmassa zanjirlar yordamida uzatiladi. Ushbu zanjir elektr yuritkichga ulangan uzatma yordamida harakatga keltiriladi. Romchalarni vertikal holatda materialdan to'liq tozalash uchun zarba tipidagi tozalagich o'rnatilgan.

Xom - ashyo qurilmaga panjarasimon konveyer va rotatsion uloqtirgich yordamida yuklanadi. Isitilgan sharbat qurilmaga soplolar yordamida purkaladi

Qurilmadan diffuzion sharbat kamerada o'rnatilgan konussimon teshikli elak va patrulkalar orqali chiqariladi. Barometrik suv qurimaning tepa qismida joylashgan presslangan turp suyuqligi esa, pastki soplolar orqali qurilmaga kiritiladi.



12.3-rasm. Ikki kollonnali diffuzion qurilma. 1,5-shtutserlar; 2-rotatsion uloqtirgich; 3-baraban; 4-qobiq; 5-zanjir; 6-romcha.

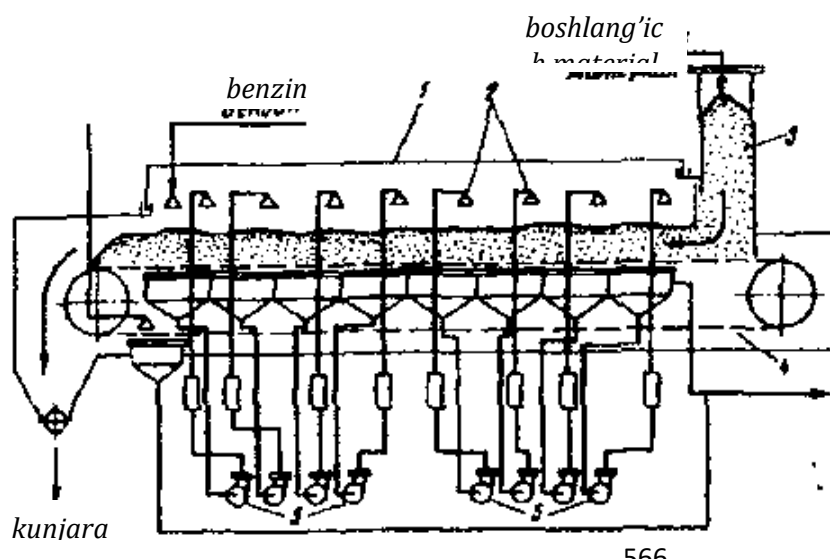
Qand lavlagi paraxasi romchali zanjir yordamida qurilma bo'ylab uzatiladi va oxirida to'kish shtutseriga olib kelinadi. Barometrik va presslangan turp suvlari, qand lavlagi qirindisiga qarama - qarshi yunalishda, kolonnaning tepa qismiga yuboriladi. Jarayon yakunida hosil bo'lgan diffuzion sharbat keyingi texnologik jarayonga uzatilsa, turp esa -presslashga yoki omborga yuboriladi. Ayrim qurilmalarda qattiq material kovshlar yordamida uzatiladi.

Lekin, materialni uzatish uchun romcha yoki kovsh zanjirli moslamalarni qo'llash, qattiq jismlarning zichlanishiga sababchi bo'ladi. Ma'lumki, zichlangan materialni ekstraksiyalash ancha qiyin.

Parrakli va kontrparrakli diffuzion qurilmalarda qirindi ancha maydalanadi, bu esa diffuzion sharbatning filtrlanishini qiyinlashtiradi. Natijada, ekstraksiyalash

jarayonining tezligi ham kamayadi.

Lentali ekstraktorlar ko'pincha tarkibida yog' bor materiallardan (pista, chigit va h...) yog'ni ekstraksiyalash uchun qo'llaniladi (12.4-rasm).

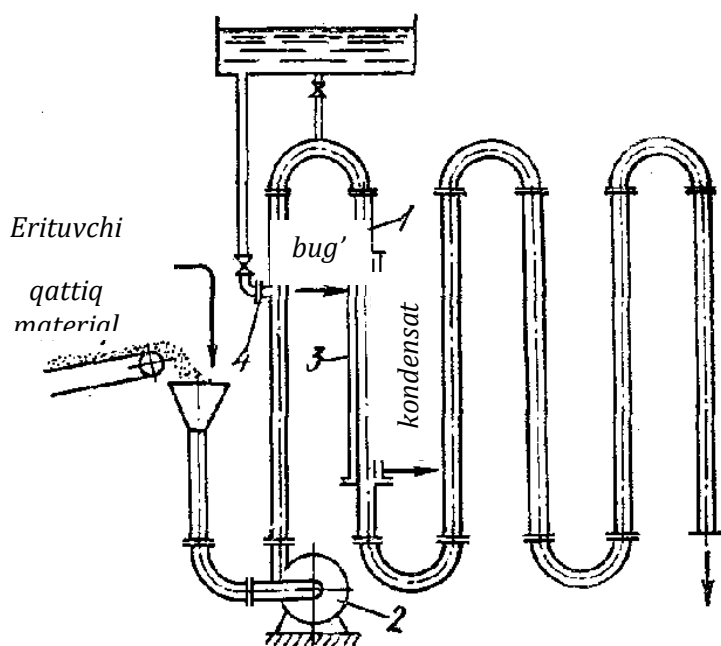


12.4-rasm. Lentali ekstraktor.

1-qobiq; 2-soplolar; 3-yuklovchi shaxta;

Maydalangan qattiq faza (pista) lentada yupqa qatlam holida uzatilsa, ekstragent benzin yoki geksan esa nasoslar yordamida lentadagi xom-ashyoga purkaladi. Qattiq material va ekstragentlarning o'zaro harakati kombinatsiyalangan, murakkab bo'lib, ya'ni har

bir bo'limda uzaro kesishgan va ekstraktorning butun uzunligi bo'ylab qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Ekstraktor konstruksiyasi qattiq material va ekstragentning o'zaro yaxshi to'qnashuvini ta'minlay olmaydi. Shuning uchun, ekstraksiyalash jarayoni juda kichik tezlikda kechadi. Demak, xom-ashyodan yog'ni to'la ajratib olish uchun ekstraksiya jarayoni bir necha pog'onali qurilmada olib borish kerak.



12.5-rasm. Trubali ekstraktor.

- 1,5-shtutserlar;
- 2-rotatsion uloqtirgich;
- 3-baraban;
- 4-qobiq;

Mavhum qaynash qatlamli ekstraktorlar. Bu turdagi qurilmalarda qattiq material zarrachalar yuzasi butun jarayon mobaynida turbulent oqim bilan yuvilib turadi, ya'ni to'qnashuvda bo'ladi. Natijada, ekstraksiyalash va eritish jarayonlari intensivlashadi.

Trubali ekstraktor (12.5-rasm) ketma-ket ulangan truba 1 lardan iborat bo'lib, ulardan qattiq, mayda zarrachali suyuqlik nasosi 2 yordamida haydaladi. Ma'lumki, temperatura ortishi bilan jarayon tezlashadi. Shuning uchun, trubalar bug' qobig'i 3 bilan o'ralgan. Nasos to'satdan to'xtab qolgan hollarda, truba ichidagi qattiq quyqalarni devorga o'tirib qolmasligi uchun yuvib yuboriladi. Buning uchun tepada joylashgan idishdan trubalarga suv yuboriladi.

Ushbu qurilmalarda ekstraksiyalash jarayonining intensivligi, unda ideal siqib chiqarish rejimiga yaqin sharoit yaratilishi bilan bog'liqdir. Qurilmada fazalar qarama-qarshi harakat yo'nalishini qo'llab bo'lmasligiga sabab, qattiq jismning mayda zarrachalari suyuqlik bilan chiqib ketishidir.

Mavhum qaynash qatlamli ekstraktorlar. (12.6-rasm)

Silindrsimon kolonna 1 ga pastki shtutser 2 orqali eritma uzluksiz ravishda uzatiladi. Shtutser 2 orqali kiritilgan eritma belgilangan tezlikda taqsimlovichi panjara 3 teshiklaridan o'tadi va maydalangan qattiq material qatlamini mavhum qaynash holatiga keltiradi.

12.6-rasm. Mavhum qaynash qatlamli ekstraktor.

1-kalonna;

2-eritmakirishsutseri;

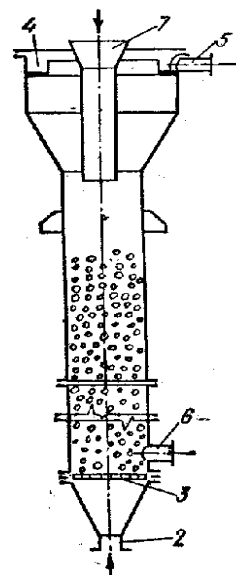
3-taqsimlovchiteshiklipanjara;

4-halqasimontarnov;

5-konsentrlanganeritmachiqadiganshtutser;

6-qattiqqoldiqnito'kishsutseri;

7-qattiqmaterialniyuklashtubasi.



Boshlang'ich material qurilmaning yuklash trubasi 7 orqali mavhum qaynash qatlamiga uzatiladi. Odatda, mavhum qaynash qatlami bir necha metr bo'ladi. Qurilmadan chiqishda yuqori konsentratsiyali eritma olish mumkin. Konsentrlangan eritma halqasimon tarnovga tushadi va shtutser 5 orqali tashqariga chiqariladi. Hosil bo'layotgan qattiq qoldiq taqsimlovchi panjara 3 dan ozgina yuqorida joylashgan shtutser 6 orqali uzluksiz ravishda chiqarib turiladi.

Bunday ekstraktorlar tuzilishi sodda va kam metall sarflanadi. Undan tashqari, jarayon intensivligi katta va qattiq jismdan kerakli komponentni ajratish darajasi yuqori.

Nazorat uchun savollar

1. Ekstraksiyalash jarayoni.
2. Ekstraksiyalash jarayonining prinsipial sxemasi.
3. Perkolyatorning ishlash prinsipi.
4. Ikki pog'onali diffuzion qurilmaning ishlash prinsipi.
4. Trubali ekstraktorning ishlash prinsipi.
5. Mavhum qaynash qatlamli ekstraktorning ishlash prinsipi.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.

4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

11– AMALIY MASHG'ULOT

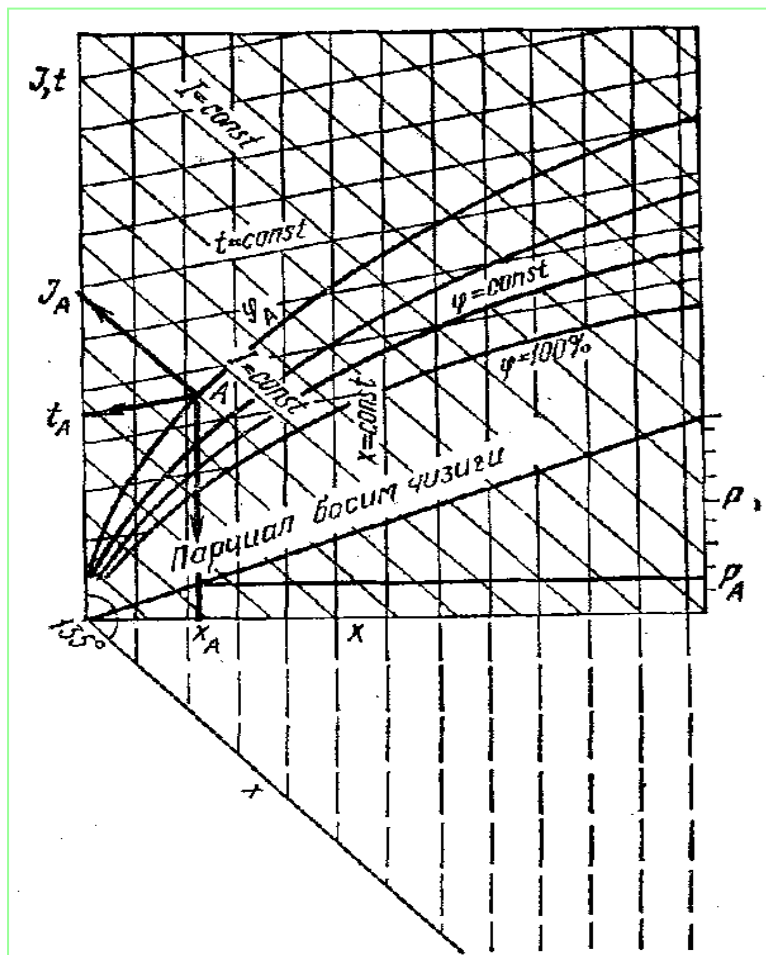
Mavzu: Ramzin diagrammasi bo'yicha nam havoning parametrlarini hisoblash

Maqsad: Ramzin diagrammasi haqida tushuncha, nam havo holatini diagrammada tavsiflash va asosiy parametrlarni diagramma yordamida hisoblab olish.

Nazariy qism.

Nam havoning asosiy xossalari texnik hisoblashlar uchun zarur bo'lgan aniqlik bilan $I - x$ diagrammasi yordamida topilishi mumkin. Bu diagramma L.K.Ramzin tomonidan taklif qilingan. $I - x$ diagrammasini tuzishda bosimning qiymatini o'zgarmas deb olinga, ya'ni $P = 745$ mm simob ustuni (99 kPa ga yaqin).

Diagrammaning asosiy o'qlari oralig'idagi burchak 135° ga teng. (6.1-rasm).



6.1-rasm. $I - x$ diagrammasi

Asosiy o'qlarga nam havoning ikkita asosiy parametrlari – entalpiya I va nam saqlash x joylashtirilgan. Nam saqlashning qiymatlari diagrammadan foydalanish qulay bo'lishi uchun yordamchi gorizontali 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 abssissa o'qiga perpendikulyar qilib joylashtirilgan.

$I - x$ diagrammasiga asosiy chiziqlardan tashqari quyidagi chiziqlar ham joylashtirilgan; o'zgarmas temperatura chiziqlari yoki izotermalar ($t = \text{const}$), o'zgarmas nisbiy namlik chiziqlari $\varphi = \text{const}$ suv bug'ining parsial bosimi chizig'i.

$\varphi = 100\%$ chizig'i diagrammani ikki qismga bo'ladi. Bu chiziqning tepa qismi diagrammaning ish yuzasi deb ataladi va u to'yinmagan nam havoga to'g'ri keladi. To'yinmagan nam havo qurituvchi agent sifatida ishlatiladi. $\varphi = 100\%$ chizig'ining pastki qismida joylashgan yuza suv bug'i bilan to'yingan havoga to'g'ri keladi va quritkichlarni hisoblashda ishlatilmaydi.

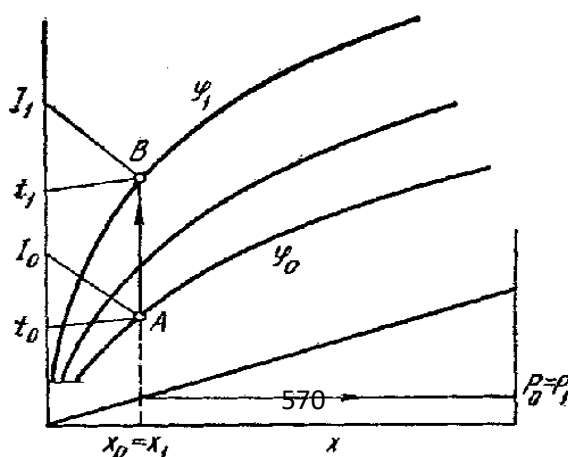
Temperatura $99,4^\circ\text{C}$ ga yetganda to'yingan bug'ning bosimi o'zgarmas barometrik bosim qiymati ($P = 745$ mm simob ustuni) ga teng bo'lib qoladi, natijada nisbiy namlik φ temperaturaga bog'liq bo'lmaydi. Bunday sharoitda φ namlik saqlash x kabi amaliy jihatdan o'zgarmas qiymatni egallaydi. Shu sababli $t = 99,4^\circ\text{C}$ bo'lganda $\varphi = \text{const}$ chizig'i keskin buriladi va yuqoriga vertikal bo'ylab yo'naladi.

$I - x$ diagrammasi yordamida nam havoning istalgan ikkita parametri bo'yicha uning holatini belgilovchi nuqta (masalan, A) topiladi, so'ngra bu nuqta yordamida nam havoning qolgan parametrlarini aniqlash mumkin.

Suv bug'ining parsial bosimi chizig'i diagrammaning pastki qismiga joylashtirilgan. Agar diagrammada nam havoning holatini belgilovchi nuqta ma'lum bo'lsa, suv bug'ining parsial bosimi qiymati p_a ni aniqlash mumkin.

Nam havoni isitish.

Nam havoni sirtiy issiqlik almashinish apparatlarida (kaleriferda) isitish paytida havoning namlik saqlashi o'zgarmaydi, shu sababli havoni isitish prosessi $x = \text{const}$ chizig'i bilan ifodalanadi (6.2-rasm). Havoning dastlabki holati A nuqta bilan belgilanadi, uning temperaturasi t_0 , entalpiyasi I_0 va nisbiy namligi φ_0 . Isitish prosessi AB chiziq bilan ifodalanadi. Isitilgan havoning temperaturasi t_1 , nisbiy namligi φ_1 , entalpiyasi esa I_1 ga teng.

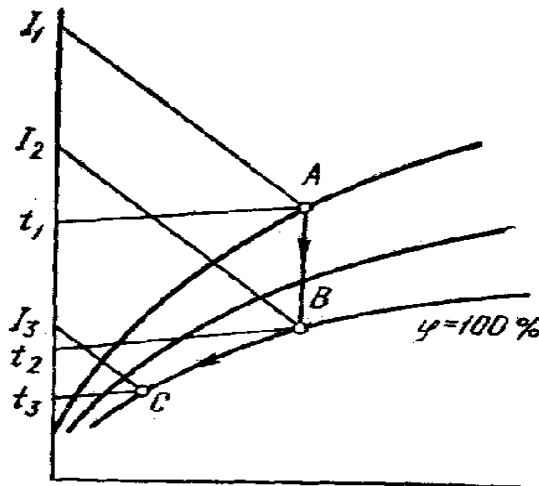


6.2-rasm. Havoning isishini $I - x$ diagrammada ifodalash

Isitish paytida havoning o'ziga qabul qilgan issiqlik miqdori diagramma yordamida topilishi mumkin: $I_1 - I_0 = \Delta I$ (J – kg quruq havo)

Nam havoni sovitish.

Agar havoning dastlabki holati A nuqta bilan belgilansa, uni sirtiy issiqlik almashinish apparatida (sovitkichda) sovitish prosessi ham $x = \text{const}$ chiziq bilan ifodalanadi (6.3-rasm). Diagrammada havoni sovitish prosessi AC chiziq bilan belgilangan. Sovitish paytida havoning nisbiy namligi ortib boradi. C nuqtada havoning nisbiy $\varphi = 100\%$ bo'ladi. Havoni sovitish natijasida ajralish mumkin bo'lgan issiqlik $I_1 - I_2$ ga teng (J – kg quruq havo).

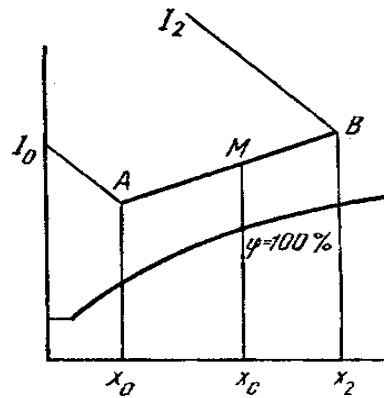


6.3-rasm. Havoning sovishini $I - x$ diagrammada tasvirlash

Sovitish prosessi yana davom ettirilsa, suv bug'larining kondensatsiyalanishi boshlanadi. B nuqtaga to'g'ri kelgan temperatura shudring nuqtasining temperaturasi t_2 deb ataladi. Havoning o'ta sovtilishi paytida undan ortiqcha namlik ajralib chiqadi, biroq nisbiy namlik o'zgarmaydi ($\varphi = 100\%$). Havoning o'ta sovtilish prosessi BC chiziq bo'yicha boradi. C nuqtaga to'g'ri kelgan temperatura t_3 va entalpiya I_3 diagramma bo'yicha topilishi mumkin.

Turli parametrlari havoni aralashtirish

Holati A nuqta bilan belgilanadigan havoni holati B nuqta to'g'ri kelgan havo bilan aralashtirish prosesini ko'rib chiqamiz (6.4-rasm).



6.4-rasm. Turli parametrlarga ega bo'lgan havoning aralashishini diagrammada tasvirlash

A nuqtaga to'g'ri kelgan nam havoning tarkibida 1 kg absolyut quruq havo bor deb olamiz. Holati B nuqta bilan belgilanadigan nam havoning tarkibida esa n kg absolyut quruq havo bor deb hisoblanadi. Bunda aralashmaning entalpiyasi:

$$I_{ar} = \frac{I_0 + n \cdot I_2}{1 + n} I_{ar} - I_0 = n(I_2 - I_{ar})$$

Aralashmaning nam saqlashi:

$$x_{ar} = \frac{x_0 + nx_2}{1 + n}; \quad x_{ar} - x_0 = n(x_2 - x_{ar})$$

bu yerdan

$$n = \frac{x_{ar} - x_0}{x_2 - x_{ar}}$$

$$\frac{I_{ar} - I_0}{x_{ar} - x_0} = \frac{I_2 - I_{ar}}{x_2 - x_{ar}}$$

Bu tenglama 6.4-rasmdagi A va B nuqtalardan o'tgan to'g'ri chiziq tenglamasini ifodalaydi. Aralashmaning holati M nuqta bilan ifodalanadi, bu nuqta AB to'g'ri chiziqni ikki qismga quyidagi nisbatda bo'ladi:

$$\frac{MA}{MB} = \frac{x_{ar} - x_0}{x_2 - x_{ar}} = \frac{n}{1}$$

MA va MB kesmalarining qiymati A va B holatlarga to'g'ri kelgan nam havolar tarkibidagi quruq havolar massalariga teskari proporsionaldir.

6.4 – rasmda ko'rsatilgan aralashmaning holati (ya'ni M nuqta) $\varphi = 100\%$ chiziqning tepasida joylashgan. Bunday sharoitda havo tarkibidagi suv bug'lari kondensatsiyalanmaydi. Ayrim sharoitlarda M nuqta to'yinish chizig'ining pastki qismida joylanishi mumkin, bunda turli parametrlari havolarning aralashishi natijasida suv bug'lari kondensatsiyalanadi va shudring ajralishi ro'y beradi.

Adiabatik quritish jarayonida modda tarkibidagi namlik faqat havo bilan berilgan issiqlik tufayli bug'latiladi.

Agar quritilayotgan moddaning temperaturasi (uning tarkibidagi namlik ham) o'zgarmasa va 0°C ga teng bo'lsa unda havoning entalpiyalari quritilgandan keyingi I_2 va quritishdan oldinga I_1 teng bo'ladi, chunki namlikni bug'latish uchun havo bilan berilgan issiqlik moddadan chaqib ketgan bug'lar bilan havoga yana qaytariladi. Bunday jarayon nazariy quritish jarayoni deyiladi ($I_2 = I_1 = I = \text{const}$).

Nam havo va bug'lanayotgan namlik o'rtasida muvozanat o'rnatilgandan so'ng nam havoning temperaturasi doimiy qiymatni egallaydi va bunday holat ho'l termometrning temperaturasi t_x deyiladi.

Havo temperaturasi t_x va ho'l termometrning temperaturasi t_x orasidagi farq quritish potentsiali deyiladi va bu ko'rsatkich havoning moddadan namlikni yutib olish qobiliyatini bildiradi:

$$\varepsilon = (t_x - t_x)$$

Quritish potentsiali jarayonining tezligini xarakterlaydi.

Nazorat uchun savollar

1. Nam havo uchun Ramzin ($I - x$) diagrammasi haqida tushuncha.
2. Doimiy temperaturalar chizig'i.
3. Doimiy nisbiy namlik chizig'i.
4. Suv bug'ining potentsial bosimi chizig'i.
5. Nam havoni isitishni Ramzin diagrammasida tasvirlash.
6. Nam havoni sovitishni tasvirlash.
7. Turli parametrlarga ega bo'lgan havoning aralashishini diagrammada tasvirlash.
8. Aralashmani entalpiyasini aniqlash.
9. Aralashmaning namlik saqlashini aniqlash.
10. Shudring nuqtasi.
11. Adiabatik quritish jarayoni.
12. Ho'l termometr haqida tushuncha.
13. Quritish potentsiali haqida tushuncha.

Amaliymashg'ulotnichuqurlashtirishmaqsadidaaqliyhujum, klaster, elpig'ishusullariva 3x3 texnologiyalaridanfoydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, S.G. Zokirov “Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar” 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To`ychiyev “Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari” 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov “Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash” 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

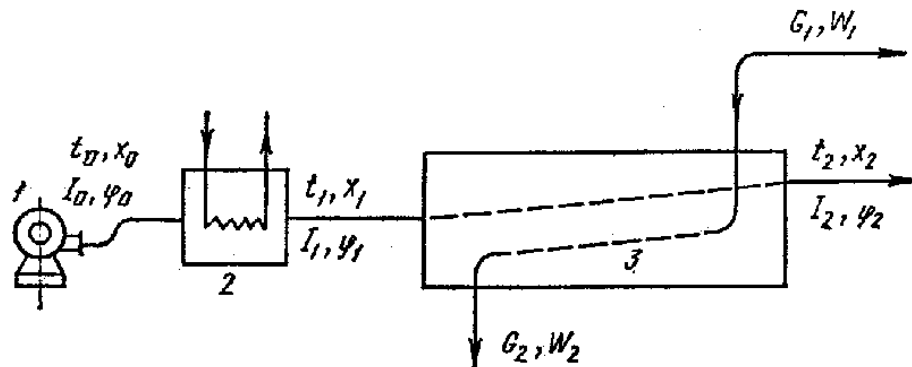
12 – AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Quritish apparatining hisobi.

Maqsad: Quritish apparati haqida tushuncha, apparatning hisobini o'rganib chiqish.

Nazariy qism. Quritish apparatining hisobi.

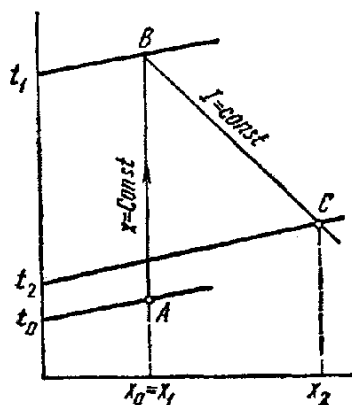
Quritgichlarning nazariy hisobi. 7.1-rasmda quritish qurilmasining sxemasi ko'rsatilgan. Bu qurilma ventilyator, isitkich (kalorifer) va quritish kamerasidan iborat. Isitkichga kirayotgan havoning parametrlarini I_0, t_0, φ_0, x_0 bilan belgilaymiz. Isitkichda havo t_1 temperaturagacha qizdiriladi, bunda uning namlik saqlashi o'zgarmaydi ($x_0 = x_1$), nisbiy namligi kamayadi (φ_1), entalpiyasi ortadi (I_0). Shu parametrlar bilan qizigan havo quritish kamerasiga kiradi.



7.1-rasm. Quritish qurilmasi.

Quritish kamerasida havoga qo'shimcha issiqlik berilmaydi va havo o'zidagi issiqlikni yo'qotmaydi deb qabul qilamiz. Bu protsess *nazariy quritish* deb ataladi. Havo orqali materialga berilgan issiqlik miqdori namlikning materialdan bug'lanishi uchun sarflanadi va hosil bo'lgan suv bug'i orqali materialdan qaytadi deb qabul qilinadi. Nazariy quritishda havoning entalpiyasi o'zgarmay qoladi ($I = \text{const}$).

Quritkichdan chiqayotgan havoning parametrlari t_2, φ_2, I_2, x_2 , biroq $I_2 = I_1; x_2 = x_1; t_2 < t_1; \varphi_2 > \varphi_1$. Sxemadan ko'rinib turibdiki, nam materialning massasi $G_1(\text{kg/soat})$, uning namligi $W_1(\%)$, qurigan materialning massasi $G_2(\text{kg/soat})$ va uning namligi $W_2(\%)$.



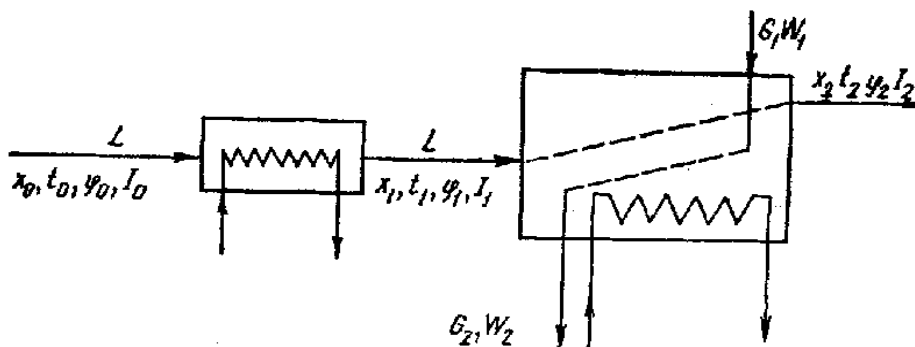
7.2-rasmda quritish protsessi $I - x$ diagrammasida tasvirlangan. Isitkichdagi havoning t_0 temperaturadan t_1 temperaturagacha qizdirish protsessi AB chiziq bilan ifodalangan. BC chiziq esa quritish kamerasida sodir bo'ladigan protsessni ko'rsatadi.

Quritish kamerasidan chiqayotgan havoning holati C nuqta bilan belgilanadi.

Diagramma yordamida (7.2-rasm) namlikni

7.2-rasm. Quritish protsessi- bug'latish uchun zarur bo'lgan havo sarfi l (kg) va issiqlik ning $I - x$ diagrammada ifo- sarfi q (kJ) ni aniqlash mumkin: dalanishi.

$$l = \frac{1}{x_2 - x_1} = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (1)$$



7.3-rasm. Quritish kamerasida havoni qo'shimcha qizdirish usuli bilan materiallarni quritish.

$$q = l(I_1 - I_0) = \frac{I_1 - I_2}{x_2 - x_1} \quad (2)$$

Real quritgichning moddiy va issiqlik balanslari. Real quritkichlardagi protsess nazariy quritishdagi protsessdan shu bilan farq qiladiki, bunda $I_2 \neq I_1$ bo'ladi. Bunga sabab shuki, real quritkichlarda issiqlikning bir qismi atrof-muhitga yo'qoladi. Ayrim paytlarda quritish kamerasiga qo'shimcha issiqlik kiritiladi (7.3-rasm).

Uzluksiz ishlaydigan quritkichning moddiy balansini tuzish uchun quyidagi belgilarni qabul qilamiz: G_1 – nam materialning massasi, kg/soat; W_1 – uning namligi, %; G_2 – quruq materialning massasi, kg/soat; W_2 – uning namligi, %; W – bug'langan namlik miqdori, kg/soat; L – havoning sarfi (quruq havo hisobida), kg/soat.

Moddaning kirishi (kg/soat): 1) havo L ; 2) havo tarkibidagi namlik Lx_0 ; 3) nam material G_1 .

Moddaning chiqishi (kg/soat): 1) havo L ; 2) havo tarkibidagi namlik Lx_2 ; 3) qurigan material G_2 .

Moddiy balans tenglamasini tuzamiz:

$$L + Lx_0 + G_1 = L + Lx_2 + G_2$$

Bundan $G_1 - G_2 = Lx_2 - Lx_0 = L(x_2 - x_0)$;

yoki $W = L(x_2 - x_0)$.

Bu yerda
$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{G_2(100 - W_2)}{100} \quad (3)$$

Quritish protsessi uchun quruq moddalar bo'yicha ushbu balans tenglamasini tuzish mumkin:

$$\frac{G_1(100 - W_1)}{100} = \frac{G_2(100 - W_2)}{100}$$

Bu so'nggi ifodadan quritish oxiridagi materialning massasini aniqlaymiz:

$$G_2 = G_1 \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right)$$

Bug'langan namlikning (yoki materialdan chiqarilgan suvning) miqdorini quyidagi tenglama orqali ham topish mumkin:

$$W = G_1 - G_2 = G_1 - G_1 \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right)$$

yoki

$$W = G_1 \left[1 - \frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right] = G_1 \left(\frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} \right)$$

Moddiy balans asosida real quritkichning issiqlik balansini tuzamiz.

Issiqlikning kirishi (kJ/soat): 1) havo bilan $LI_1 = LI_0 + Q_n$ (bu yerda: LI_0 – isitkichga kirgan havoning issiqligi, Q_n – isitkichda havoning bergan issiqligi); 2) material bilan $G_1 c_1 \theta_1$ (bu yerda: c_1 – nam materialning issiqlik sig'imi, θ_1 – materialning dastlabki temperaturasi); 3) transport qurilmalari bilan $G_{tr} c_{tr} \theta'_{tr}$ (bu yerda: G_{tr} – transport qurilmalarining massasi, c_{tr} – transport qurilmalari materialining issiqlik sig'imi, θ'_{tr} – transport qurilmalarining dastlabki temperaturasi); 4) quritish kamerasiga kiritilgan qo'shimcha issiqlik q_k .

Issiqlikning sarflanishi (kJ/soat): 1) quritkich chiqayotgan havo bilan LI_2 ; 2) quritilgan material bilan $G_2 c_2 \theta_2$; 3) transport qurilmalari bilan $G_{tr} c_{tr} \theta''_{tr}$; 4) issiqlikning atrof-muhitga yo'qolishi Q_y .

Issiqlik balansini tuzamiz:

$$LI_1 + G_1 c_1 \theta_1 + G_{tr} c_{tr} \theta'_{tr} + q_k = LI_2 + G_2 c_2 \theta_2 + G_{tr} c_{tr} \theta''_{tr} + Q_y \quad (4)$$

bundan

$$L(I_2 - I_1) = G_1 c_1 \theta_1 + G_{tr} c_{tr} \theta'_{tr} + q_k - G_2 c_2 \theta_2 - G_{tr} c_{tr} \theta''_{tr} - Q_y \quad (5)$$

yoki $L(I_2 - I_1) = \sum Q$.

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

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

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

$$l(I_2 - I_1) = \Delta \quad (6)$$

yoki

$$I_2 = I_1 + \frac{\Delta}{l} \quad (7)$$

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 va chiqqan issiqliklar hisobga olinmaydi. Ko'pincha Δ quritish kamerasining ichki balansi deb ataladi.

(6) tenglamadan 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 $I_2 = I_1$.

Real quritkichdagi protsessni diagrammada tasvirlash.

Nazariy quritishlarda $\Delta = 0$ bo'lsa, real quritkichlarda esa $\Delta \neq 0$. Ikki xil sharoit bo'lishi mumkin: a) $\Delta > 0$; b) $\Delta < 0$. Avval $\Delta > 0$ bo'lgan sharoit uchun $I - x$ diagrammada quritish chizig'ining shaklini ko'ramiz.

Berilgan shartlar bo'yicha dastlab nazariy quritishning chizig'i CB ni tuzamiz. Quritish kamerasiga qo'shimcha issiqlik kiritilganda ($\Delta > 0$), real quritkichning chizig'i B nuqtadan boshlanib, $I_1 = \text{const}$ chizig'ining yuqorisidan o'tadi (7.4-rasm). Real protsessning oxirgi nuqtasi C_1 nazariy protsessga tegishli bo'lgan $\varphi = \text{const}$ chiziqda yotadi. BC_1 chiziqni tuzish uchun (1) va (6) tenglamalarini o'zaro solishtirib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\Delta = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_1} \quad (8)$$

Bu ifoda, agar Δ ning qiymati ma'lum bo'lsa, BC_1 chiziqning o'rnini topishga yordam beradi. Buning uchun BC chiziqning ustida ixtiyoriy olingan e nuqtadan eF gorizont va eE vertikal chizig'ini o'tkazamiz. C nuqtadan G_1G vertikal chiziqni to BC chiziqning davomi bilan G nuqtada kechish-guncha davom ettiramiz. BEE va BC_1G ; FBe va DBG uchburchaklarning o'xshashligidan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

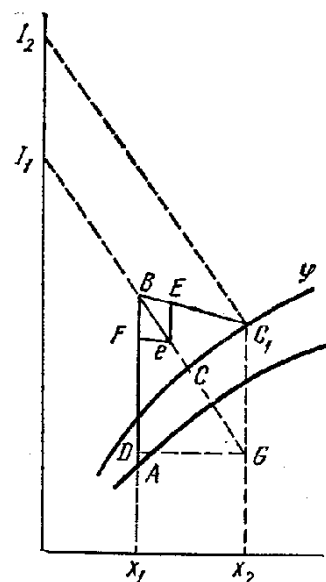
$$\frac{C_1G}{Ee} = \frac{DG}{eF},$$

biroq $C_1G = (I_2 - I_1)M_l$ va $DG = (x_2 - x_1)M_x$;

bu yerda M_l va M_x — entalpiya va namlik saqlashning masshtablari. Bu tenglamalardan quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\frac{(I_2 - I_1)M_l}{Ee} = \frac{(x_2 - x_1)M_x}{eF}$$

yoki



7.4-rasm. Nazariy quritkichni grafik usulda hisoblash ($\Delta > 0$).

$$Ee = \frac{(I_2 - I_1)M_l}{(x_2 - x_1)M_x} eF = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_1} eFn,$$

bu yerda $n = \frac{M_l}{M_x}$; biroq $\frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_1} = \Delta$, natijada $Ee = \Delta nFe$. (9)

Shunday qilib, $\Delta > 0$ bo'lgan sharoitda BC_1 chiziqni hosil qilishni ko'rib chiqamiz. Quritishning berilgan shartlari bo'yicha avval nazariy quritish chizig'ini tuzamiz. BC chiziqda olingan e nuqtadan eF kesmasini o'tkazamiz. eF kesmaning uzunligini (mm hisobida) o'lchaymiz va (9) formula bo'yicha eF kesmaning uzunligini (mm hisobida) aniqlaymiz. eE kesmaning qiymatini diagrammaga joylashtiramiz, so'ngra B va eE nuqtalar orqali real quritkich chizig'ini o'tkazamiz.

Agar $\Delta < 0$ bo'lsa, ya'ni quritkichda issiqlikning yo'qolishi mavjud bo'lsa, real quritkichning chizig'ini tuzish oldinga misoldan (ya'ni $\Delta > 0$ bo'lgandagidan) farq qolmaydi. Faqat eE kesma nuqtadan pastga qarab chiziladi. $\Delta < 0$ bo'lgan sharoit uchun real quritkichda protsessni o'tkazish 7.5-rasmda ko'rsatilgan.

Havo va issiqlikning solishtirma sarflarini topishda (1) va (2) tenglamalardan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar

1. Quritish haqida tushuncha.
2. Quritish apparatlari haqida tushuncha.
3. Quritkichlarning nazariy hisobi.
4. Real quritkichlarning moddiy balansi.
5. Real quritkichlarning issiqlik balansi.
6. Real quritkichdagi diagrammada tasvirlash.
7. Issiqlik sarfi va havo sarfini aniqlash formulalari.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

3 – AMALIY MASHG`ULOT

Mavzu: Quritishning turli xil variantida havo va issiqlikning sarf bo'lishi.

Maqsad: Quritishning turli xil variantlari bilan tanishish va har bir variantda havo va issiqlikning sarf bo'lishini hisoblash.

Nazariy qism.

Qattiq va pastasimon materiallarni qurituvchi agent yordamida suvsizlantirish jarayoni **quritish** deb ataladi. Bu jarayonda namlik qattiq faza tarkibidan gaz (yoki bug') fazasiga o'tadi.

Nam materialni quritish jarayonini sanoatda tashkil etish katta ahamiyatga ega. Quritilgan materiallarni transport vositasida uzatish arzonlashadi, ularning tegishli xossalari yaxshilanadi, apparat va trubalarning korroziyaga uchrashi kamayadi.

Materialni uch xil usulda: mexanik, fizik-kimyoviy va issiqlik yordamida suvsizlantirish mumkin.

Mexanik usulda suvsizlantirish tarkibida ko'p miqdorda suv tutgan materiallarni quritish uchun ishlatiladi. Bu usul bilan suvsizlantirishda namlik siqish yoki sentrifugalarda markazdan qochma kuch yordamida ajratib olinadi. Odatda, mexanik yo'l bilan namlikni ajratish – materiallarni suvsizlantirishda birinchi bosqich hisoblanadi. Mexanik suvsizlantirishdan so'ng materilda yana bir qism namlik qoladi, bu qolgan namlikni issiqlik yordamida, ya'ni quritish yo'li bilan ajratib chiqariladi.

Fizik-kimyoviy usul bilan materiallarni suvsizlantirish laboratoriya sharoitlarida ishlatiladi. Bu usul suvni o'ziga tortuvchi moddalar (masalan, H_2SO_4 , $CaCl_2$) dan foydalanishga asoslangan. Yopiq idish ichida suvni tortuvchi modda ustiga nam material joylashtirish yo'li bilan uni suvsizlantirish mumkin.

Issiqlik ta'sirida suvsizlantirish (quritish) kimyo sanoatida keng ishlatiladi. Quritish ko'pchilik ishlab chiqarishlarning oxirgi, ya'ni tayyor mahsulot olishdan oldingi jarayon hisoblanadi.

Quritish ikki xil (tabiiy va sun'iy) yo'l bilan olib boriladi. Materialni ochiq havoda suvsizlantirish *tabiiy quritish* deyiladi, bu jarayon uzoq davom etadi.

Kimyo va farmatsevtika sanoatlarida materiallarni suvsizlantirish uchun *sun'iy quritish* usuli ishlatiladi, bu jarayon quritkich qurilmalarida olib boriladi.

Issiqlik tashuvchi reagentning quritilayotgan material bilan o'zaro ta'sirlashuv usuliga ko'ra quritish quyidagi turlarga bo'linadi:

1) **konvektiv quritish** – nam material bilan qurituvchi reagent to'g'ridan-to'g'ri o'zaro aralashadi;

2) **kontaktli quritish** – issiqlik tashuvchi reagent va nam material o'rtasida ularni ajratib turuvchi devor bo'ladi;

3) **radiatsiyali quritish** – issiqlik infraqizil nurlar orqali tarqaladi;

4) **dielektrik quritish** – material yuqori chastotali tok maydonida qizdiriladi;

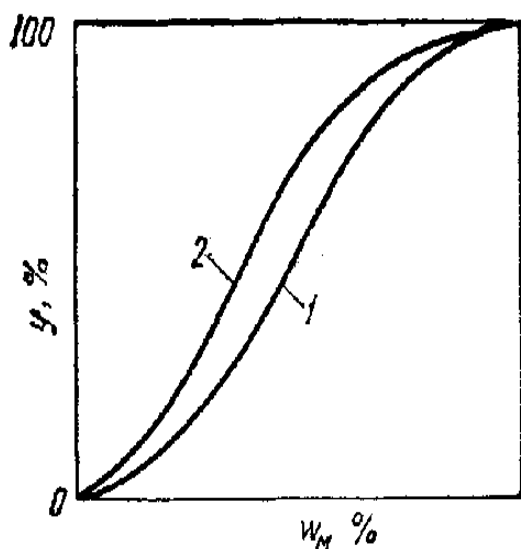
5) **sublimatsion quritish** – material muzlagan holda, yuqori vakuum ostida suvsizlantiriladi.

Radiatsiyali, dielektrik, sublimatsion quritish – maxsus quritish usullariga kiradi.

Qattiq material va nam havo o'zaro ta'sir ettirilganda asosan ikki xil jarayon sodir bo'ladi: 1) quritish (materialdan namlikning desorbsiyalanishi, agar $P_m > P_h$); 2) namlanish (namlikning material tomonidan sorbsiyalanishi, agar $P_m < P_h$; bu yerda P_m – bug'ning material yuzasidagi parsial bosimi; P_h – bug'ning havo yoki gazdagi parsial bosimi).

Quritish paytida P_m ning qiymati kamayadi va $P_m = P_h$ chegarasiga yaqinlashib boradi. Bunday holat dinamik *muvozanat holati* deb ataladi, materialning bu muvozanat holatiga to'g'ri kelgan namligi *muvozanat namligi* deyiladi.

Materialning muvozanat namligi W_m suv bug'ining material ustidagi parsial bosimiga yoki unga proporsional bo'lgan havoning nisbiy namligiga bog'liq va u tajriba yo'li bilan topiladi. $W_m = f(\varphi)$ funksiya o'zgarmas temperatura sharoitida aniqlanadi, shu sababli u izotermani tashkil qiladi.



1-rasm. Quritish jarayonining muvozanati.

1 – desorbsiya izotermasi;

1-rasmdagi 1 egri chiziq nam materialni quritish jarayoni uchun hosil qilingan va u **desorbsiyalanish izotermasi** deyiladi.

2 egri chiziq esa quruq materialni namlash uchun hosil qilingan, u **sorbsiyalanish izotermasi** deyiladi.

Sorbsiyalanish izotermasi desorbsiyalanish izotermasi ustida joylashgan bo'ladi. 1 va 2 egri chiziqlarning bir-biridan farqi **gisterezis** deb ataladi.

Gisterezis hodisasidan shu xulosa kelib chiqadiki, bir xil qiymatga ega bo'lgan muvozanat namlikka erishish uchun havoning nisbiy namligi materialni namlash jarayonida uni quritishdagiga nisbatan katta bo'lishi zarur.

Gisterezisning hosil bo'lishiga asosiy sabab, quritilgan materialning kapillyarlariga havo kirib, bu havoning kapillyarlar devorlarida sorbsiyalanishidir. Natijada material qaytadan namlanganda uning namlik bilan ho'llanish darajasi kamayadi va havoni kapillyarlardan siqib chiqarish uchun suv bug'ining katta parsial bosimi (yoki katta nisbiy namlik φ) kerak bo'ladi.

Quritish jarayonining mexanizmi ma'lum darajada namlikning material bilan bog'lanish turiga bog'liq. Namlikning material bilan ta'sirining uch turi taklif qilingan:

1) Kimyoviy usulda material namlik bilan ta'sirliashganda juda mustahkam va ma'lum nisbatlarda birikma hosil bo'ladi. Bu namlikni materialdan ajratish uchun yuqori temperaturalar ta'sirida qizdirish yoki kimyoviy reaksiya yo'li bilan ta'sir qilish kerak. Quritish jarayonida bunday namlikni materialdan chiqarish mumkin emas.

2) Mexanik usulda birikkan namlik materialdan juda tez chaqib ketadi. Bunday namlik moddaning kapillyarlarida va uning yuzasidan joylashgan bo'ladi. Mexanik usulda birikkan namlik o'z navbatida ikki xil bo'ladi: makrokapillyarlarning va mikrokapillyarlarning namligi modda yuzasidagi joylashgan namlik *ho'llanish namligi* deb yuritiladi. Mexanik birikkan namlik *erkin namlik* deb ataladi va bunday namlikni materialdan mexanik usullar yordamida ajratish mumkin.

3) Fizik-kimyoviy yo'l bilan birikkan namlik ikki turga bo'linadi: adsorbsion va osmotik. Adsorbsion namlik materialning yuzasidan va uning g'ovaklarida, molekulalarning kuch maydoni ta'sirida mustahkam birikkan bo'ladi. Osmotik birikkan namlik *bo'kish namligi* deb ataladi; bu namlik materiallarning to'qimalarida osmotik kuchlar ta'sirida bog'langan bo'ladi. Material tarkibida fizik-kimyoviy yo'l bilan ushlab turilgan namlik *bog'langan namlik* deb yuritiladi.

Nazorat uchun savollar

1. Quritish jarayoni haqida tushuncha.
2. Quritishning turli usullari.
3. Quritishning turlari. Konvektiv, kontaktli quritish.
4. Quritishning maxsus turlari.
5. Quritish va namlanish orasidagi farq.
6. Dinamik mavozanat va muvozanat namlik haqida tushuncha.
7. Gisterezis haqida tushuncha.
8. Quritish jarayonining mexanizmi.
9. Desorbsiyalanish izotermasi.
10. Sorbsiyalanish izotermasi.
11. Materialning muvozanat namligi.
12. Nisbiy va muvozanat namlikning o'zaro bog'liqligi.
13. Kimyoviy usulda birikkan namlik.
14. Mexanik usulda birikkan namlik.

15. Fizik-kimyoviy usulda birikkan namlik.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.

2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.

3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.

14 – AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Kristallizatsiya jarayoni. Kristallizatorlar.

Maqsad: Kristallanish statikasi va kinetikasi, kristallanish usullari bilan tanishish.

Nazariy qism.

Kristallanish. Umumiy tushunchalar.

Eritmalardan erigan qattiq komponentlarni kristall holda ajratib olish **kristallanish** jarayoni deb nomlanadi.

Kristallanishga teskari jarayon **eritish** jarayoni deb nomlanadi.

Kristall deganda har xil shakldagi, tekis qirralar bilan cheklangan bir jinsli qattiq moddalar tushuniladi.

Kristallanish qattiq moddalarni toza holda olishning asosiy usuli, chunki kristallanish jarayonida har doim shunday sharoit yaratish mumkinki, keraksiz moddalar eritmada qolib, faqat toza modda kristallanadi.

Kristallanish jarayoni kimyo, neft kimyosi, metallurgiya, meditsina, farmasevtika, oziq – ovqat va boshqa sanoatlarda keng miqyosda qo'llaniladi. Kristallanish jarayonini o'tkazishdan maqsad: eritmalardan kristallik fazani ajratish, bir va ko'p bosqichli kristallash usullarida aralashmalarni ajratish; moddalarni aralashmalardan o'ta tozalash; monokristallar yetishtirish.

Kristallanish jarayonida turli o'lchamli kristallar, ya'ni sochiluvchan mahsulot olinadi.

Har doim modda kristallarining o'ziga xos geometrik shakllari bor. Hammasi bo'lib 32 xil kristallar simmetriya o'qlar soni mavjud va ular 7 ta kristallografik guruhga ajratilgan: kubik, trigonal, tetragonal, geksagonal, rombik, monoklin, triklin.

Bir kimyoviy modda bir necha xil kristallar hosil qilishi **polimorfizm** deb yuritiladi.

O'z tarkibida suv molekulalarini turgan kristall **kristallogidratlar** deyiladi.

Kristallanish jarayoni ro'y berishi uchun boshlang'ich eritma o'ta to'yingan holatda bo'lishi kerak. Agar, eritmada erigan modda konsentratsiyasi uning eruvchanligidan yuqori bo'lsa, bunday eritmalar **o'ta to'yingan** deb nomlanadi. Lekin, o'ta to'yingan eritmalar noturg'un sistema bo'lgani uchun, undan erigan moddaning ortiqcha miqdori ajralib chiqadi, ya'ni kristallanish jarayoni sodir bo'ladi. Kristallar ajralib chiqishi to'xtagandan keyin to'yingan eritma qoladi

Sanoat texnologik jarayoni 3 bosqichdan iborat: 1) kristallanish; 2) kristallarni eritmalardan ajratish; 3) kristallarni yuvish va quritish.

Kristallanish statikasi va kinetikasi

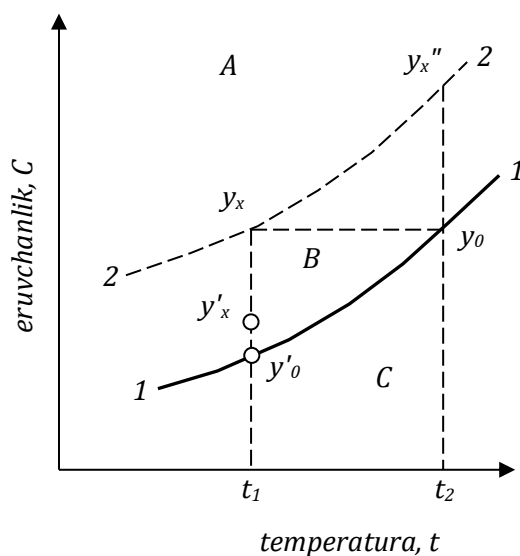
Jarayon statikasi. Temperatura ortishi bilan qattiq moddalar eruvchanligi o'zgarishiga qarab “musbat” yoki “manfiy” eruvchanlikka ega bo'lishi mumkin.

Agar, temperatura o'sishi bilan moddalar eruvchanligi ortsa, unda "musbat", Aksincha bo'lsa "manfiy" eruvchanlikli bo'ladi.

Ma'lum temperaturada qattiq faza bilan muvozanatda bo'lgan eritma **to'yingan eritma** deb nomlanadi. Bunday eritmalar qattiq modda va eritma o'rtasida dinamik muvozanat holati mavjuddir.

Erigan modda konsentratsiyasi uning eruvchanligidan katta bo'lgan aralashma-larga **o'ta to'yingan eritmalar** deb nomlanadi. O'ta to'yingan eritmalar noturg'un bo'ladi va to'yingan holatga oson o'tadi. Bunday o'tish davrida o'ta to'yingan eritmalaridan kristallar ajralib chiqadi.

Temperatura o'zgarishi bilan eritmalar yuz beradigan o'zgarishlarni holat diagrammasi xarakterlaydi (13.1 – rasm).



13.1-rasm. Eritmalar holat diagrammasi.

1-1 – eruvchanlik egri chizig'i;

2-2 – metastabil soha chegarasi;

A-labil (o'zgaruvchan) eritmalar

Konsentratsiyasi lobil (o'zga-ruvchan) zonaga to'g'ri keladigan eritmalar juda tez kristallanadi. Metastabil zonaga oid konsentratsiyali eritmalar esa – nisbatan sekin kristallanadi, chunki jarayon tezligi eritma temperaturasi, issiqlikni ajratib olish yoki erituvchini bug'lanish tezligi, aralashtirish va boshqa omillarga bog'liq.

Agar, temperatura t_2 dan t_1 gacha o'zgarsa, eritmada juda kam miqdorda kristallar ajralib chiqadi va u eritma konsentratsiyasi $y_2 - y_0$ o'zgari-shiga to'g'ri proporsionaldir.

O'zgaras t_2 temperaturada erituvchining bir qismi yo'qotilgan taqdirda, o'ta to'yingan eritma olishiga erishish mumkin. Bunda, konsen-tratsiyalar farqi $y_x - y_0$ ga proporsional miqdorda kristallar hosil bo'ladi.

Demak, bunday eritmalar kristallanishi eritma temperaturasini pasaytirish yoki erituvchining bir qismini yo'qotish yo'li bilan o'tkazish mumkin.

Eritma eruvchanligining temperaturaga bog'liqligi juda katta bo'lsa, temperaturani kamaytirib kristallash optimal usulga to'g'ri keladi.

Agar, temperatura ortishi bilan moddalar eruvchanligi o'zgarmasa, unda erituvchining bir qismini yo'qotish usulida kristallash mumkin.

Jarayon kinetikasi. Eritmadan moddani qattiq fazaga o'tishi, erigan modda-larning chegaraviy qatlam orqali diffuziya usulida amalga oshadi. Kristallanish

jarayonining tezligi chegaraviy qatlam orqali erigan modda diffuziyasi yoki kristall bilan modda qo'shilish tezligi yoki bir vaqtning o'zida ikkala omil bilan aniqlanishi mumkin.

Saxarozaning kristallanish jarayonini ko'rib chiqamiz. kristallar o'lchami o'sishi jarayonida ular δ qalinlikdagi o'ta to'yingan, metastabil eritma chegaraviy qatlami bilan o'ralgan bo'ladi. Ushbu o'ta to'yingan eritmada ortiqcha saxaroza molekulalari tezda ajralib chiqadi va kristall yuzasiga yopishadi. Natijada, eritma y_n konsentratsiyali holatiga o'tadi.

Lekin kristallarni ma'lum bir masofada o'rab turgan eritmada konsentratsiyasi y_p bo'lgan o'ta to'yingan saxaroza saqlanib turadi.

Konsentratsiyalar farqi $y_p - y_n$ bo'lgani uchun eritmaning chegaraviy qatlami orqali saxaroza diffuziya qiladi. Kristall qirralariga yaqinlashgach, saxaroza molekulalari kristallik panjaraga o'tadi, ya'ni fazaviy o'tish sodir bo'ladi. Shunday qilib, kristallar o'tish tezligi saxarozaning diffuziya va fazalarni ajratuvchi chegarada fazaviy o'tish tezliklari bilan belgilanadi. Agar, fazaviy o'tish tezligi saxarozaning diffuziya tezligidan yuqori bo'lsa, unda saxarozaning kristallanish jarayonini cheklovchi bosqichi bo'lib uning diffuziyasi hisoblanadi.

Saxaroza kristallarining o'tish tezligini ushbu tenglama yordamida ifodalash mumkin:

$$\frac{dM}{d\tau} = \frac{D \cdot F (y_p - y_n)}{\delta} \quad (1) \quad 3.1)$$

bu yerda dM – vaqt birligida kristallangan modda miqdori; D – diffuziya koeffitsienti; F – kristallanish yuzasi; y_p – o'ta to'yingan eritma hajmidagi modda konsentratsiyasi; y_n – kristall sirti atrofidagi modda konsentratsiyasi (odatda eritma konsentratsiyasiga teng deb qabul qilinadi); δ – konsentratsiyasi y_p dan y_n gacha o'zgaradigan eritma chegaraviy qatlamining qalinligi.

(13.1) tenglamani integrallasak, ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$M = \frac{D \cdot (y_p - y_n) F \tau}{\delta}$$

Kristallanish tezligi esa:

$$\frac{M}{F \tau} = \frac{D \cdot (y_p - y_n)}{\delta} \quad (13.2)$$

Kristallar laminar rejimda o'ta to'yingan eritma bilan yuvilib turishini hisobga olsak, chegaraviy qatlam qalinligi ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$\delta \approx \left(\frac{\mu}{\nu} \right)^{0,5} \quad (13.3)$$

bu yerda μ – to'yingan eritmaning dinamik qovushqoqligi; ν – kristallarning eritmada harakat tezligi. Stoks qonuniga binoan $\nu = l/\mu$.

Eynshteyn nazariyasiga binoan diffuziya koeffitsientining absolyut temperatura T va qovushqoqlik μ ga bog'liqligi quyidagi funksiya bilan ifodalanadi:

$$D = \frac{kT}{\mu} \quad (13.4)$$

bu yerda k – diffuziyalanayotgan modda tabiatiga bog'liq o'zgarmas kattalik.

(13.3) va (13.4) tenglamalarni (13.2) ga qo'ysak, ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$\frac{M}{F\tau} = \frac{kT(y_p - y_n)}{\mu^2} \quad 3.5) \quad (1$$

$\mu^2 = 1$ bo'lganda, koeffitsient $k = 2318$. Unda, (13.5) tenglama ushbu ko'rinish-ni oladi.

$$\frac{M}{F\tau} = \frac{2318 \cdot (y_p - y_n)}{\mu^2} \quad (13.6)$$

bu yerda $M/(F\tau)$ – saxarozaning kristallanish tezligi, $\text{mg}/(\text{m}^2\text{min})$; $y_p - y_n$ – konsentratsiyalar farqi, gram 100 g eritmaga; μ – to'yingan eritmaning dinamik qovushqoqligi, $\text{mPa}\cdot\text{s}$.

Kristallanish tezligini belgilovchi asosiy omillar: eritmaning o'ta to'yinish darajasi; temperatura; kristallanish markazlarining hosil bo'lishi; aralash intensivligi; eritmada qo'shimcha moddalar borligi va h.k.

Kristallanish jarayoni 2 bosqichdn iborat: kristallanish markazlarini hosil bo'lishi va kristallarning o'sishi.

Kristallanish markazlarining hosil bo'lishi. O'ta to'yingan yoki sovutilgan eritmalarda kristallanish markazlarini sun'iy ravishda hosil qilish mumkin. Masalan, eritmaga mayin dispers zarrachalar yoki “tomizg'i” qo'shish yo'li bilan yoki erkin, o'z – o'zidan hosil bo'ladi.

O'z – o'zidan kristallanish markazlarining hosil bo'lishiga induksion davr sababchi, chunki bu davrda kristallanish yuz bermaydi. Ushbu davrda kristallik asoslari eritma bilan harakatchan muvozanatda bo'ladi. Kristallik asoslar va eritma orasidagi harakatchan muvozanat buzilishi bilan yoppasiga kristallanish boshlanadi. Eritmani silkitish yoki aralashtirish va temperatura ortishi bilan kristall asoslari hosil bo'lish tezligi ko'payadi.

Kristallarning o'sishi. Eritmada erigan modda zarrachalarining hosil bo'lgan kristall asoslarda adsorbsiyasi hisobiga bo'ladi.

Kristallanish jarayonida kristall hamma qirralari bo'ylab bir vaqtda o'sadi, lekin o'sish tezligi har xil bo'ladi. Bu hol kristallar o'lchami va shaklining o'zgarishiga olib keladi.

Kristallarning shakli asosan kristallanayotgan modda tabiatiga bog'liq. Agar, kristallik asoslar erkin va bir tekisda yuvilib tursa, to'g'ri shaklli, yaxshi qirra va tomonli kristallar hosil bo'ladi. Agar qurilma devori va aralashtirish moslamasiga kristallar ishqalansa yoki urilsa, uning qirralari silliqqlanishi hisobiga kristall shakli buziladi, ya'ni mahsulot sifati yomonlashadi.

Odatda, olinayotgan kristallar har xil bo'lishi, eritmani yomon aralashtirilishi bilan bog'liqdir. Lekin, eritma intensiv aralashtirilishi bir tomondan kristallanish tezligini oshirsa, ikkinchi tomondan – mayda kristallar hosil bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Olingan mahsulot granulometrik tarkibini yaxshilash maqsadida klassifikatsiya qilinadi.

Kristallar tozaligi kristallanish jarayonini o'tkazish sharoitlariga, hamda kristallarni filtrlash va yuvishga bog'liq.

Kristallanish usullari

Kristallanish jarayonini davriy va uzluksiz tashkil etish mumkin. Davriy kristallanish jarayoni kam tonnajli, uzluksiz esa – ko'p tonnajli ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Sanoat miqyosida quyidagi kristallanish usullaridan foydalaniladi: eritmalaridagi erituvchining bir qismini bug'latish; eritma temperaturasini o'zgartirib kristallash; kombinatsiyalangan usullardan foydalanib kristallash.

Eritmadagi erituvchining bir qismini bug'latib kristallash. Erituvchining bir qismini yo'qotish uchun bug'lanish yoki muzlatish usulidan foydalanish mumkin. Eritma tarkibidagi suvni haydash uchun bug'lanish keng ko'lamda ishlatiladi. Odatda bu jarayon bug'latish qurilmalarida amalga oshiriladi. Kerakli darajadagi o'ta to'yingan eritma hosil bo'lgandan keyin, u shu qurilmada kristallanadi. Ushbu usul **izotermik kristallanish** deb ataladi.

Bu usulning kamchiliklari: hosil bo'layotgan kristallar issiqlik almashinish yuzalariga yopishib qoladi; boshlang'ich eritmalar tarkibidagi aralashmalar ham quyۇqlashadi.

Qurilma ichida qattiq moddalar yopishib yoki cho'kib qolmasligi uchun eritmaning sirkulyatsiya tezligi ko'paytiriladi.

Kristallarni ajratish va yuvish filtr yoki sentrifugalarda o'tkaziladi.

Eritma temperaturasini o'zgartirib kristallash. Bunday usul izogidrik kristallash deb nomlanadi, chunki bu jarayon eritmada erituvchi miqdori o'zgarmas bo'lgan holatda olib boriladi.

Kimyo sanoatida musbat eruvchanlikka ega tuzlarni kristallash juda keng tarqalgan. Bunday eritmalarning o'ta to'yinishiga uni sovitish yo'li bilan erishiladi. Jarayon davriy yoki uzluksiz, pog'onali joylashgan bir yoki ko'p korpusli qurilmalarda olib boriladi. Sovituvchi eltkich sifatida suv ishlatiladi. Havo yordamida sovitilganda jarayon nisbatan sekin boradi, lekin yirik va bir jinsli kristallar hosil bo'ladi. Manfiy eruvchanlikka ega eritmalarni kristallash uchun eritmani qizdirish zarur.

Kombinatsiyalangan usullarga vakuum ostida, erituvchining bir qismini issiqlik eltkich yordamida bug'latib kristallash va fraksiyali kristallashlar kiradi.

Vakuum ostida kristallash. Bu usulda erituvchi devor orqali issiqlik uzatish yo'li bilan bug'latilmasdan, balki eritmaning o'z fizik issiqligini berish hisobiga ro'y beradi. Ushbu issiqlikning bir qismi erituvchini (taxminan 10% mass) bug'latish uchun sarflanadi. Hosil bo'layotgan bug'lar vakuum – nasos yordamida so'rib olinadi. Uzatilayotgan issiq to'yingan eritma temperaturasi qurilmadagi bosimga tegishli eritmaning qaynash temperaturasigacha pasayadi va jarayon adiabatik kechadi. Eritmaning o'ta to'yinish holatiga uni sovitish yo'li bilan erishiladi, chunki konsentratsiya bunda sezilar – sezilmas o'zgaradi. Erituvchi eritmaning fizik issiqligi hisobiga, hamda kristallanish jarayonida ajralib chiqayotgan issiqlik hisobiga bug'lanishi mumkin. Eritmaning sovitish va kristallanishi bilan birga bug'lanishi uning butun hajmida sodir bo'ladi. Bunday holat qurilma devorlarida kristallar yopishib qolishini kamaytiradi, hamda uni tozalash bilan bog'liq sarflar qisqaradi.

Erituvchining bir qismini issiqlik eltkich yordamida bug'latib kristallash. Bu usulda erituvchining bir qismi eritma ustida harakatlanayotgan havo yordamida bug'lanadi va eritma sovutiladi.

Fraksiyali kristallash. Agar eritma tarkibida ajratiladigan moddalar bir nechta bo'lsa, uni fraksiyali kristallash usulida qayta ishlanadi. Bu usulda eritma temperatura va konsentratsiyasini o'zgartirish yo'li bilan kristallar ketma – ket cho'ktiriladi va ajratib olinadi.

Kristallizatorlar konstruksiyalari

Ishlash prinsipiga qarab kristallizatorlar davriy va uzluksiz qurilmalarga bo'linadi. Uzluksiz ishlaydigan qurilmalar o'z navbatida erituvchining bir qismini bug'latuvchi va eritmani sovituvchi kristallizatorlarga ajraladi. Undan tashqari, mavhum qaynash qatlamli kristallizatorlar ham bo'ladi.

Tabiiy sirkulyatsiyali, davriy ishlaydigan, osma isituvchi kamerali vakuum – kristallizator.

Isituvchi kamera konussimon teshikli panjara va trubalar o'ramidan tarkib topgan. Trubalar ushbu panjaraga razvalsovka usulida mahkamlangan.

Isituvchi kameraning o'qi bo'ylab sirkulyatsion truba joylashtirilgan. Qurilma qobig'i va isituvchi kamera orasida halqasimon bo'shliq bo'lib, unda utfel sirkulyatsiya qilinadi. Qurilmada temperaturalar farqi tufayli chiziqli uzayishlar

paydo bo'ladi. Shu sababli, bug'ni uzatish uchun temperature deformatsiyalarini kompensatsiya qiluvchi maxsus moslama o'rnatilgan.

Ushbu moslama isituvchi kamera bilan qattiq birlashtirilgan bo'lsa, qurilma qobig'i bilan esa – temperatura ta'sirida hosil bo'ladigan uzayishlarni bartaraf qiluvchi membrane yordamida birlashtirilgan. Utfel sirkulyatsiyasini yaxshilash maqsadida kamera ostiga bug' yordamida puflash qo'llaniladi.

Vakuum – kristallizatorlarda qo'llaniladigan isituvchi kamera konstruksiyalari turli bo'lishi mumkin. Hozirgi kunda eng keng tarqalgan isituvchi kamera konstruksiyasi – bu osma kameralardir. Ularning teshikli panjarasi konussimon, sferik va boshqa murakkab shaklli bo'lishi mumkin. Isituvchi bug' kameraning trubalararo bo'shlig'iga, bug'latilayotgan eritma esa – truba ichiga yuboriladi.

Uzluksiz ishlaydigan kristallizatorlar quyuqlashtirgich, kristall generatori va kristall o'stirish kamerasidan iborat. Qurilma konstruksiyasi kristallarni devorlarga cho'kib qolmasligini ta'minlovchi, intensiv sirkulyatsiyali bo'lishi kerak. Undan tashqari, uning issiqlik almashinishi yuqori va bir xil kattalikdagi kristallar olishni ta'minlashi kerak.

Qand ishlab chiqarish sanoatida qo'llaniladigan uzluksiz ishlaydigan kristallizatorlarda quyuqlashtirgich va kristall generatorlari halqasimon segment ko'rinishida yasalgan bo'lib, isitish yuzalari zarur o'lchamdagi trubalardan hosil qilingan. Qurilmaning boshqa qismlaridan quyuqlashtirgich ajratilgan va yaxshi zichlangan. Shuning uchun ham, uning ichida boshqa qismlariga bog'liq bo'lmagan holda ortiqcha bosim hosil qilish imkoni bor. Kristall generatorining yuqori, ochiq qismi kristall o'stirish kamerasi utfel usti bo'shlig'i bilan bog'langan. Odatda, kristall o'stirish kamerasi silindrik ko'rinishda bo'lib, silindrik va radial to'siqlar yordamida 4 ta bo'linga ajratilgan bo'ladi.

Qurilma ishlashi avtomatik ravishda boshqariladi.

Davriy ishlaydigan kristallizatorlar mexanik aralashtirgichli va zmeevikli vertikal, silindrik qurilmalardir. Bunday qurilmalarda kristallash jarayoni va eritmani sovitish bir vaqtda olib boriladi.

Lenta aralashtirgichli tog'orasimon tipdagi kristallizatorlar. Ayrim hollarda lentali aralashtirgich o'rniga uzluksiz vint shaklidagi shnekli aralashtirgich o'rnatilishi mumkin.

Bu turdagi kristallizatorlarda olingan kristallar o'lchami 0,5...6 mm dan oshmaydi. Tog'orasimon kristallizatorlar tuzilishi soda, ekspluatatsiya qilish qulay va ishonchliligi yuqori.

Barabanli kristallizatorlar tarkibida suv yoki havoli sovitish moslamali bo'ladi. Havo yordamida sovitilganda, eritmadan havoga issiqlik berish koeffitsienti kichik bo'ladi.

Shuning uchun yirik, katta o'lchamli kristallar hosil bo'ladi. Lekin, kristallizator ish unumdorligi, suv bilan sovitish usuliga qaraganda, kamroq bo'ladi.

Brabanli kristallizator aylanuvchi, silindrik barabandan tashkil topgan. Odatda, baraban eritma harakat yo'naklishi bo'ylab, ufq chizig'iga nisbatan ma'lum qiyalik burchagida o'rnatiladi.

Eritma barabanning tepa qismiga beriladi. va hosil bo'lgan kristallar uning pastki uchidan to'kiladi. Baraban aylanishi paytida uning devorlari eritma bilan ho'llanadi va natijada suvning bug'lanish yuzasi ortadi.

Baraban qobiq ichiga joylashtirilgan bo'lib, ular orasidagi halqasimon bo'shliqqa sovuqlik, ya'ni suv yoki havo yuboriladi. Eritma va sovuqlik eltkich qarama – qarshi yo'nalishda harakatlanadi. 1 m³ eritmani sovitish uchun taxminan 5 m³ suv sarflanadi. Qurilma devorlarida kristallar cho'kib yoki yopishib qolish oldini olish maqsadida barabanning pastki qismi qizdirib turiladi. Buning uchun qobiq va baraban orasidagi bo'shliqqa zmeevik o'rnatiladi.

Mavhum qaynash qatlamli kristallizatorlar kristallash jarayonini intensiv rejimlarda o'tkazish imkoniyatini beradi.

Kristallanish jarayoni erituvchining bir qismini bug'latib yo'qotish yoki eritmani sovitish usullarida tashkil etilishi mumkin.

Mavhum qaynash qatlamida kristallash jarayonida boshqa usullarga nisbatan yaxshi granulometrik tarkibli kristallar olinadi.

Ko'p korpusli vakuum – kristallash qurilmasi. Odatda bunday qurilmalar tarkibida 3...4 ta aralashtirgichli vakuum kristallizator bo'ladi.

Ko'p korpusli vakuum – kristallizatorlar tuzilishi soda, iqtisodiy jihatdan samarador va yirik, ko'p tonnajli korxonalarda ishlatiladi.

Kristallizatorlarni hisoblash

Moddiy balans.

Eritmadagi erituvchining bir qismini bug'latib kristallash. Jarayonda qatnashayotgan moddalar va oqimlar parametrlarini belgilab olamiz:

– G_b , G_{kr} , G_m – boshlang'ich eritma, olingan kristallar va kristallardan ajratilgan suyuqlik qoldiqlarining massasi, kg;

– W – bug'latilgan erituvchi massasi, kg;

– x_b , x_m – boshlang'ich eritma va kristallari ajratib olingan suyuqlik qoldig'i tarkibidagi erigan modda konsentratsiyalari, massaviy ulushlar;

– $a = M/M_{kr}$ – erigan absolyut quruq modda molekulyar massasining kristallogidratning molekulyar massasiga nisbati, suv molekulalarini qo'shmasdan kristallash uchun $M = M_{kr}a = 1$;

– L – quruq gaz sarfi, kg;

– x_1 , x_2 – gazning boshlang'ich va jarayon oxiridagi nam saqlashi.

Kristallanish jarayonining umumiy moddiy balansi ushbu formula bilan ifodalanadi:

$$G_b = G_{kr} + G_m + W \quad (13.7)$$

Erigan absolyut quruq modda bo'yicha moddiy balans ushbu ko'rinishda bo'ladi:

$$G_b x_b = G_{kr} a + G_m x_m \quad (13.8)$$

Agar $a = 1$ bo'lsa, bug'latilgan erituvchining massasi ushbu formuladan topiladi:

$$W = \frac{G_{kr}}{G_b \left(1 - \frac{x_b}{x_m}\right)} \quad (13.9)$$

(13.7) va (13.8) formulalardan foydalanib hosil bo'lgan kristallar massasini aniqlash mumkin:

$$G_{kr} = \frac{G_b (x_m - x_b) - W \cdot x_m}{x_m - a} \quad (13.10)$$

Eritmadagi erituvchini bug'latmasdan kristallashda $W = 0$ bo'ladi. Bu usulda olingan kristallar miqdori:

$$G_{kr} = \frac{G_b (x_b - x_m)}{a - x_m} \quad (13.11)$$

Agar $a = 1$ bo'lsa,

$$G_{kr} = \frac{G_b (x_b - x_m)}{1 - x_m} \quad (13.12)$$

Erituvchini bug' holatiga o'tkazish uchun sarflangan gaz miqdori ushbu tenglamadan hisoblanadi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1} \quad (13.13)$$

Nazorat uchun savollar

1. Kristallanish jarayoni.
2. Kristallanish statikasi.
3. Kristallanish kinetikasi.
4. Kristallanish usullari.
4. Kristallizatorlar konstruksiyalari.
5. Kristallizatorlarni hisoblash.

Amaliy mashg'ulotni chuqurlashtirish maqsadida aqliy hujum, klaster, elpig'ish usullari va 3x3 texnologiyalaridan foydalaniladi.

Adabiyotlar

1. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, S.G. Zokirov "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar" 2003 yil.
2. Z. Salimov, I.S. To'ychiyev "Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari" 1987 yil.
3. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhammedov, P.R. Ismatullayev, S.G. Zokirov, U.V. Mannonov "Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarining hisoblash va loyihalash" 2000 yil.
4. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, NY, USA, v.195

1. MUSTAQIL ISHNI TASHKIL ETISHNING SHAKLI VA MAZMUNI

Talaba mustaqil ishi (TMI) - muayyan fandan o'quv dasturida belgilangan bilim, ko'nikma va malakaning ma'lum bir qismini talaba tomonidan fan o'qituvchisi maslahati va tavsiyalari asosida auditoriya va auditoriyadan tashqari o'zlashtirilishiga yo'naltirilgan tizimli faoliyatidir.

“Kimyo farmatsevtika ishlab chaqarish jarayonlari va apparatlari” fanidan talabalar tomonidan ishni bajarishi talabalar bilimini nazorat qilish va baholashning reyting tizimi Nizomi talablari asosida nazorat qilinadi. Shuning uchun har bir professor – o'qituvchi dastlab talabada o'z qobiliyati va aqliy imkoniyatlariga ishonch uyg'otish, ularni sabr – toqat bilan, bosqichma – bosqich mustaqil bilim olishini to'g'ri tashkil qilishga o'rgatib borishi lozim bo'ladi. Talabalar tomonidan mustaqil ravishda o'zlashtiradigan bilim va ko'nikmalarning kursdan – kursga murakkablashib, kengayib borishini hisobga olgan holda ularning tashabbuskorligini oshirib borish zarur. Shunda mustaqil ta'limga ko'nika boshlagan talaba faqat o'qituvchi tomonidan belgilab berilgan ishlarni bajaribgina qolmay, o'zining extiyoji, qiziqishi va qobiliyatiga qarab, o'zi zurur deb hisoblagan qo'shimcha bilimlarni ham mustaqil ravishda tanlab o'zlashtirishga o'rganib boradi.

Talabalar “Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fanidan mustaqil ishlarining shakli va hajmini belgilashda quyidagi jihatlar e'tiborga olinishi lozim:

- o'qish bosqichi;

- muayyan fanning o'ziga xos xususiyati va o'zlashtirishdagi qiyinchilik darajasi;

- talabaning qobiliyati hamda nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasi (tayanch bilimi);

- fanning axborot manbalari bilan ta'minlanganlik darajasi;

- talabaning axborot manbalari bilan ishlay olish darajasi.

TMI ni tashkil etishda talabaning akademik o'zlashtirish darajasi va qobiliyatini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish mumkin:

- fanning ayrim mavzularini o'quv adabiyotlari yordamida mustaqil o'zlashtirish, o'quv manbalari bilan ishlash;

- amaliy, seminar va laboratoriya mashg'ulotlariga tayyorgarlik ko'rib kelish;

- ma'lum mavzu bo'yicha referat tayyorlash;

- kurs ishi (loyihalari) ni bajarish;

- bitiruv malakaviy ish va magistrlik dissertatsiyasi uchun materiallar to'plash;

- maket, model va badiiy asar ustida ishlash;

- amaliyotdagi mavjud muammoning yechimini topish, test, munozarali savollar va topshiriqlar tayyorlash;

- ilmiy maqola, tezislar va ma'ruza tayyorlash;

- uy vazifalarini bajarish va boshqalar;

Mavzuni mustaqil o'zlashtirish. Faning hususiyati, talabalarning bilim darajasi va qobiliyatiga qarab ishchi o'quv dasturiga kiritilgan alohida mavzulari talabalarga mustaqil ravishda o'zlashtirish uchun topshiriladi. Bunda mavzuning asosiy mazmunini ifodalash va ochib berishga xizmat qiladigan tayanch iboralar, mavzuni tizimli bayon qilishga xizmat qiladigan savollarga e'tibor qaratish, asosiy adabiyotlar va axbarot manbalarini ko'rsatish lozim.

Topshiriqni bajarish jarayonida talabalar mustaqil ravishda o'quv adabiyotlaridan foydalanib mavzuni konspektlashtiradilar, tayanch iboralarni anglagan holada mavzuga taalluqli savollarga javob tayyorlaydilar.

Referat tayyorlash. Talabaga qiyinchilik darajasi uning shaxsiy imkoniyatlari, qobiliyati va bilim darajasiga muvofiq bo'lgan biror mavzu bo'yicha referat tayyorlash topshiriladi. Bunda talaba asosiy adabiyotlardan tashqari qo'shimcha adabiyotlardan (monografiyalar, ilmiy uslubiy maqolalar, internetdan olingan ma'lumotlar, elektron kutubxona materiallari va h.k.) foydalanib materiallar yig'adi, tahlil qiladi, tizimga soladi va mavzu bo'yicha imkon darajasida to'liq, keng ma'lumot yerishga harakat qiladi. Zarur hollarda o'qituvchidan maslahat va ko'rsatmalar oladi. Yakunlangan referat kafedrada ekspertlar ishtirokida himoya qilinadi.

Ko'rgazmali vositalar tayyorlash. Talabaga muayyan mavzuni bayon qilish va yaxshiroq o'zlashtirish uchun yordam beradigan ko'rgazmali materiallar (jadvallar, chizmalar, rasmlar, harakatlar, maketlar, modellar, grafiklar, namunalar va h.k.) tayyorlash topshiriladi. Mavzu o'qituvchi tomonidan aniqlanib, talabaga ma'lum ko'rsatmalar, yo'l-yo'riqlar beriladi. Ko'rgazmali vositalarning miqdori, shakli va mazmuni talaba tomonidan mustaqil tanlanadi. Bunday vazifani bir mavzu bo'yicha bir nechta talabaga topshirish ham mumkin.

Mavzu bo'yicha testlar, munozarali savollar va topshiriqlar tayyorlash. Talabaga muayyan mavzu bo'yicha testlar, qiyinchilik darajasi har xil bo'lgan masalalar va topshiriqlar, munozaraga asos bo'ladigan savollar tuzish topshiriladi.

Ilmiy maqola, tezislar va ma'ruzalar tayyorlash.

Talabaga biron bir mavzu bo'yicha (mavzuni talabaning o'zi tanlashi ham mumkin) ilmiy (referativ) xarakterda maqola, tezis yoki ma'ruza tayyorlash topshirilishi mumkin. Bunda talaba o'quv adabiyotlari, ilmiy – tadqiqot ishlari, dissertatsiyalar, maqola va monografiyalar hamda boshqa axborot manbalaridan mavzuga tegishli materiallar to'playdi, tahlil qiladi, zarurlarini ajratib olib, tartibga soladi, shaxsiy tajribasi va bilimi, ilmiy natijalariga asoslangan holda qo'shimchalar, izohlar kiritadi, o'z nuqtai- nazarini bayon etadi va asoslaydi. Bunda talaba o'qituvchi bilan hamkorlikda ishlaydi.

Tayyorlangan maqola, tezis yoki ma'ruza kafedrada himoya qilinadi.

Talaba mustaqil ishini samarali tashkil etishda:

- tizimli yondoshish;
- barcha bosqichlarini muvofiqlashtirish va uzviylashtirish;
- bajarilishi ustidan qat'iy nazorat o'rnatish;
- tashkil etish va nazorat qilish mexanizmini takomillashtirib borish zarur.

2. MUSTAQIL ISHNI BAJARISH BO‘YICHA TAVSIYALAR

“Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fanining xususiyatidan kelib chiqib talabalar mustaqil ish shakllarini erkin tanlashi mumkin. Topshiriqlar puxta o‘ylab, ishlab chiqilgan va ma’lum maqsadga yo‘naltirilgan bo‘lishi, talabalarning auditoriya mashg‘ulotlarida olgan bilimlarini mustahkamlashi, chuqurlashtirish, kengaytirish va to‘ldirishda xizmat qiladi.

Darslik yoki o‘quv qo‘llanmalar, tarqatma materiallar bo‘yicha fanlar boblar va mavzularni o‘rganish, konspekt qilish. Bunda mavzuning asosiy mazmunini ifodalash va ochib berishga xizmat qiladigan tayanch iboralar, mavzuni tizimli bayon qilishga xizmat qiladigan savollarga e’tibor qaratish, asosiy adabiyotlar va axborot manbalarini ko‘rsatish lozim.

Topshiriqni bajarish jarayonida talabalar mustaqil ravishda “Biofaol moddalar texnologiyasi” faniga oid o‘quv adabiyotlaridan foydalanib ushbu mavzuni konspektlashtiradilar, tayanch iboralarning mohiyatini anglagan holda mavzuga taalluqli savollarga javob tayyorlaydilar.

Mavzuni bayon etish uchun dars jarayonidagi reja asosida va uning qo‘shimcha qilgan holda konspektlashtirishlari lozim. Shuningdek, mavzuga doir, tayanch iboralar va ularga izoh beruvchi Glossariylardan tuzilishi lozim. Tayanch iboralar soni mavzuning ko‘lamidan kelib siqqan holda 15 tadan kam bo‘lmasligi lozim. Topshiriq ohirida foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati va internet saytlari tartibi bo‘yicha aks ettirish lozim. Zarur hollarda (o‘zlashtirish qiyin bo‘lsa, savollar paydo bo‘lsa, adabiyotlar yetishmasa, mavzuni tizimli bayon eta olmasa va h.k.) o‘qituvchidan maslahat oladilar.

3. ISHNING REJASINI TUZISH VA BAJARILADIGAN ISHLARNI NAZORAT QILISH

3.1. Kafedraning asosiy vazifalari

Kafedra tomonidan mustaqil ishni amalga oshirishda quyidagi ishlar amalga oshirish kerak:

- mustaqil ish mavzularini tasdiqlash va qayta ko‘rib chiqish;
- talaba mavzuni o‘rganishda unga kerakli ko‘rsatmalar va amaliy yordam berish;
- talabaga ilmiy rahbarlarni tayinlash va biriktirish;
- talabaning ishni tayyorlash uchun rejani tasdiqlab berish va uning vazifasini bajarishni nazorat qilish;
- talaba tomonidan bajarilgan ishning sifatiga taqriz berishdan iborat bo‘lladi.

3.2. Ilmiy rahbarning vazifalari.

Talabaning ilmiy rahbari ishga rahbarlik qilishda quyidagi vazifalarni bajarishi kerak:

- talaba ishni bajarishi uchun vazifani tasdiqlab berish;
- ishning rejasini tuzishda talabaga yordam berish va adabiyotlarni tavsiya etish;
- talabaning rejasini tasdiqlashi, reja bo'yicha muntazam ravishda ishni tekshirishi, maslahatlar va ko'rsatmalar berishi;
- talaba ishini bajarishda tashkiliy va uslubiy yo'nalishlar berib bishi.

3.3. Talabaning vazifalari.

Talaba mustaqil ishni bajarish jarayonida quyidagilarni bajarishi lozim:

- ishning mavzusini kafedraning talablaridan kelib chiqqan holda tanlash;
- ilmiy rahbarning tuzib bergan reja asosida berilgan topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish;
- o'rnatilgan tartib bo'yicha mustaqil ishning hisobini o'z vaqtida kafedraga taqdim etish kerak .

Talaba mustaqil ishni nazorat qilish kafedrada ishlab chiqilgan jadval va fanning texnologik xaritasi asosida olib boruvchi professor – o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi. Talabaning reyting ko'rsatkichlari, shu jumladan mustaqil ishi bo'yicha fakultetning an'anviy guruh reyting oynasida yoki maxsus elektron tarmog'ida yoritib boriladi. Talaba mustaqil ishning nazorat qilish turlari va uni baholash mezonlari ishlab chiqiladi va fakultet ilmiy kengashida tasdiqlanadi.

“Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fani bo'yicha mustaqil ishlarni baholash mezonlari talabalarga o'quv yili boshlanishi oldidan uslubiy materiallar bilan birgalikda tarqatiladi. Talaba mustaqil natijalari amaldagi “Oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimni nazorat qilish va baholashning reyting tizimi to'g'risidagi Nizom” asosida amalga oshiriladi.

“Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fani bo'yicha mustaqil ish mavzulari va baholash me'zoni kafedraning yig'ilishi qaroriga binoan amalga oshiriladi. “Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fani yuzasidan mustaqil ishlari bo'yicha o'zlashtirish muntazam ravishda talabalar guruhlarida, kafedra yig'ilishlari va fakultet ilmiy Kengashlarida muhokama etib boriladi. Talabaning mustaqil ish materiallari kafedra arxivida ro'yxatga olinadi va o'quv yili mobaynida saqlanadi.

«Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari » fani bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan. Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, misol va masalalar echadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan misol va masalalarni echadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni o'qib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar echadi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi.

Uyga vazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish

yo‘llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma’lumotlar to‘plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to‘garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola va ma’ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta’limsiz o‘quv faoliyati samarali bo‘lishi mumkin emas. Uy vazifalarini tekshirish va baholash amaliy mashg‘ulot olib boruvchi o‘qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o‘zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma’ruza darslarini olib boruvchi o‘qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

«Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari » fanidan mustaqil ish 136 soatni o‘z ichiga oladi va quyidagi 14 ta katta mavzu ko‘rinishida shakllantirilgan.

5. « KIMYOFARMATSEVTIKAISHLAB CHIQARISH JARAYONLARI VA APPARATLARI » FANIDAN MUSTAQIL ISH MAVZULARI

1. Farmatsevtika texnologiyasida jarayonlarni zamonaviylashtirish
2. Farmatsevtika texnologiyasida suyuqliklarning turli vaziyat va rejimlarda xarakatini tavsiflash
3. Farmatsevtik sanoatda filtrlash apparatlari.
4. Farmatsevtik sanoatda nasoslarning maxsus turlari.
5. Cho‘ktirish apparatlarining amaliyotda qo‘llanilishi.
6. Zamonaviy aralashtirish apparatlari.
7. Issiqlik almashinish moslamalarining maxsus turlari.
8. Qobiqli bug‘latish qurilmalari.
9. Absorbsiya usullarini farmatsevtika sanoatida qo‘llanilishi
10. Zamonaviy ekstraktorlar, ularning tuzilishi va sanoatda qo‘llanilishi
11. Zamonaviy rektifikatsiya kolonnalarining farmatsevtik sanoatda qo‘llanilishi
12. Oddiy xaydashni farmatsevtik sanoatda qo‘llanilishi
13. Maxsus quritgichlarning farmatsevtik sanoatda qo‘llanilishi
14. Farmatsevtik sanoatda qo‘llaniladigan kristallizatorlar.

№	Mustaqil ish mavzulari	Mustaqil ta'limga oid topshirik va tavsiyalar	Soat	Bajarilish muddatlari
1.	Farmatsevtika texnologiyasida jarayonlarni zamonaviylashtirish	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	6	1,2xafta
2	Farmatsevtika texnologiyasida suyuqliklarning turli vaziyat va rejimlarda xarakatini tavsiflash	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	3,4 xafta
3	Farmatsevtik sanoatda filtrlash apparatlari	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	5,6 xafta
4	Farmatsevtik sanoatda nasoslarning maxsus turlari	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	7,8 xafta
5	Cho'ktirish apparatlarining amaliyotda qo'llanilishi	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	9,10 xafta
6	Zamonaviy aralashtirish apparatlari	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	11,12xafta
7	Issiqlik almashinish moslamalarining maxsus turlari	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	13,14 xafta
8	Qobiqli bug'latish qurilmalari	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	15,16 xafta
9	Absorbsiya usullarini farmatsevtika sanoatida qo'llanilishi	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	17,18 xafta
10	Zamonaviy ekstraktorlar, ularning tuzilishi va sanoatda qo'llanilishi	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	19,20 xafta
11	Zamonaviy rektifikatsiya kolonnalarining	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari,	10	21,22xafta

	farmatsevtik sanoatda qo'llanilishi	masala, multimedia.		
12	Oddiy xaydashni farmatsevtik sanoatda qo'llanilishi	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	23,24 hafta
13	Maxsus quritgichlarning farmatsevtik sanoatda qo'llanilishi	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	25,26 hafta
14	Farmatsevtik sanoatda qo'llaniladigan kristallizatorlar.	Referat, prezentatsiya, test, internet tizimi axborotlari, masala, multimedia.	10	27,28 hafta
		ja'mi	136	

Testlar

Namuna

1.Suyuqlik harakatlanishida bosim yoqotilishiga sababni ko'rsating

+mahalliy qarshiliklar

-harorat

-qatlam

-cho'kma

2.Suyuqliklarni oqish rejimini qaysi kriteriy bilan ifodalanadi

+Reynolds

-Fur'e

-Nuselt

-Prandtl

3.Sorish va uzatish bilanligi qanday topiladi

+Bernulli tenglamasi

-Reynolds Tenglamasi

-Eyler tenglamasi

-Arhimed tenglamasi

4.Truba quvurlarida nega suyuqlik tezligi kamayadi

+ishqalanish va mahalliy qarshiliklar

-nasos va trubalar holati

-suyuqliklarni ifloslanganligi

-suyuqlik tarkibi va konsentratsiyasi

5.Oqimning uzluksizligini bajarilmaslik shartlarini ko'rsating

+bosimni kamayishi hisobiga syuqlikni qaynashi va bug' hosil bo'lishi

-tezlikning keskin o'zgarish

-bosimni keskin ortishi

-haroratning doimiyligi

6.Suyuqlikni oqish rejimi qaysi kattaliklarga bo'g'liq

+tezlik, diametr, zichlik va qovushqoqlik

-zichlik va qovushqoqlik

-tezlik, diametr, zichlik

-tezlik, diametr

7.Cho'ktirish jarayonining afzalligi nimada

+arzon va kam harajatli Jarayon

-qimmat jarayon

-energiya talab jarayon

-murakkab jarayon

8.Oddiy filtrlashda suspenziyaga qanday kuchlar ta'sir qiladi?

+og'irlik kuchlari

-inertsiya kuchi

-Arhimed kuchi

-markazdan qochma kuch

9.Elektrofiltrda qanday kuch ishlatiladi

+elektrostatik

-energiya

-og'irlik

-markazdan qochma

10.Filtr to'sig'idagi ushlanib qolgan zarrachalar qaysi agent bilan tozalanadi

+havo

-gaz

-vodorod

-kislorod

Glossariy

Termin	Ingliz tilidagi sharhi	Rus tilidagi sharhi
Absorber Абсорбер	implemented in the process of absorption device.	absorbsiya jarayonini amalga oshiriladigan qurilma реализованы в процессе устройства поглощения.
Absorption Абсорбция	of gas or vapor mixture of liquid absorption. Absorption process of a sweepstakes (the adsorbent) in size	gaz yoki bug' aralashmasidagi moddalarning suyuqlikka yutilishi. Absorbsiya jarayoni yutkich (absorbent)ning butun xajmi газа или смеси паров жидкого поглощения. Процесс поглощения тотализаторы (адсорбента) в Размер

		bo'yicha yuz beradi.	
Autoclave Автоклав	hot and held various processes under atmospheric pressure of high pressure equipment.	qizdirib va atmosfera bosimidan yuqori bosim ostida turli jarayonlar o'tkaziladigan qurilma	горячая и занимал различные процессы при атмосферном давлении аппаратов высокого давления.
Modular Apparat	the machine that performs the task in the process of mutual exchange and technological Mahluf aggregate ,; unificated element or a combination of mechanical machines that work together.	mashinaning to'la o'zaro almashinadigan va texnologik jarayonida mahlum vazifani bajaradigan yiriklashgan,; unifikatsiyalangan elementi yoki birgalikda ishlaydigan bir qancha mashinalarning mexanik birikmasi.	взаимные задач процесса машины и технологические almashinadiganma hlumyiriklashib выполнены; или сколько механический элемент машины работая вместе сочетание
Adsorber Адсорбер	implemented in the process of adsorption device.	- adsorbsiya jarayonini amalga oshiriladigan qurilma	реализуется в процессе адсорбции устройство.
Adsorption Адсорбция	a gas or a liquid mixture of substances to the surface of the solid body absorption.	gaz yoki suyuqlik aralashmasidagi moddalarning qattiq jism sirtiga yutilishi.	газовой или жидкой смеси веществ к поверхности твердого тела, поглощение тела.
Hardware Аппарат	equipment, technical equipment,	asbob, texnik qurilma, moslama.	оборудования, технического оборудования,

	apparatus		аппаратуры
Barbotaj Барботаж	Mixing layers of liquid gas, or steam pressure	aralashtirish, suyuqlik qatlamidan gaz yoki bug'ni bosim bilan o'tkazish.	Перемешивание слоев жидкости, газа или пара под давлением
Barbotyor Барботёр	Bottle of water vapor or gas to the various forms of a perforated tube.	idishning ichiga suv bug'i yoki gaz berishga mo'ljallangan turli shaklga ega bo'lgan teshikli truba.	Бутылка воды, пара или газа в различных формах перфорированной трубки.
Vacuum Вакуум	Put in prison, much less bosimatmosfera pressure gas	idishga qamalgan, bosimatmosfera bosimidan anchagina past bo'lgan gaz holati.	был прикован к контейнеру, давление газа достаточно низкое из условия
A vacuum pump Вакуум-насос	Rare gases (vacuum) in order to make sure that the device capable of sucking bottles of gases or vapors.	siyrak gazlar (vakuum) hosil qilish maqsadida idishlardan gaz yoki bug'larni so'rib oladigan qurilma.	Редких газов (вакуума) для того, чтобы убедиться, что устройство способно всасывать бутылок газов или паров.
Valve Вентил	Pipe was moving liquid, gas or steam amount zolotnik set to open the shut-off device.	trubada harakatlanuvchi suyuqlik, gaz yoki bug' berish miqdorini zolotnik yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.	Труба движется жидкость, газ или пар количество золотник установить, чтобы открыть запорное устройство
Fans Вентилятор	Cold rooms, the pipe aeroaralashmala	xonalarni shomollatish, aeroaralashmalarn	Холодные комнаты, перенос труб воздуха или

	rni transfer of air or other gases to drive a little pressure (Oh, 01MPa) devices.	i trubalarda uzatishda havo yoki boshqa gazlarni haydash uchun kichik bosim (O,O1MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.	других газов для привода небольшое давление (о, 01МПа) устройств.
The circulator Газодувка	- For compressed air or other gases and driving the average pressure (from 0.01 up to 0.3 MPa) to create a device.	havo yoki boshqa gazlarni siqish va haydash uchun o‘rtacha bosim (0,01 da 0,3 MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.	Для сжатого воздуха или других газов и среднего давления (от 0,01 до 0,3 МПа) для создания устройства
Hydraulics Гидравлика	to balance the movement of liquids and laws, these laws and implementing engineering solutions to the issues of the methods of science.	suyuqliklarning harakati va muvozanat qonunlarini hamda bu qonunlarni muxandislik masalalarini hal qilishda tatbiq etish usullarini o‘rganuvchi fan.	чтобы сбалансировать движение жидкостей и законы, эти законы и реализации технических решений проблемы методов науки.
Fluid Гидродинамика	the fluid balance and movement, as well as the immersion fluid or it studies the impact with the moving object.	gidromexanikaning siqilmaydigan suyuqliklar harakatini va ularning qattiq jismlar bilan o‘zaro ta’sirini o‘rganadigan bo‘limi.	жидкость, равновесие и движение, а также иммерсионную жидкость или она изучает влияние на движущийся объект.
Desorption Десорбция	the absorbed substances adsorbent ion	yutilgan moddalarning adsorbent, ionit	поглощенного вещества адсорбента ионов

	surface or remove the size of the adsorbent, sorbtsiyaga reverse the process.	sirtidan yoki absorbent hajmidan chiqarib tashlash, sorbsiyaga teskari jarayon.	поверхностью или снять размеры адсорбента, sorbtsiyaga обратный процесс.
Distillation (state) multi Дистилляция	component liquid mixture until the water evaporates and the steam condensed by the content of their different fractionation.	ko'p komponentli suyuq aralashmalarni qisman bug'latish va hosil bo'lgan bug'ni kondensatsiyalash yo'li bilan ularni tarkiban farq qiluvchi fraksiyalarga ajratish.	компонент жидкой смеси, пока вода не испарится и пар конденсируется на содержание их фракционирования.
Diffusion (state) Диффузия	environmental movement of particles; of real and certain types of equations of the concentration of particles in an environment, or they will be equal to the concentration of distribution. Environment macroscopic motion (convection) molecules (atoms) will depend on the movement of heat diffuziyasi; such as the	muhit zarralarining harakati; moddaning ko'chishiga va muhitda muayyan xildagi zarralar konsentratsiyalari ning tenglashishi yoki ular konsentratsiyalari ning teng taqsimlanishiga sabab bo'ladi. Muhitda makroskopik harakat (masalan, konveksiya) bo'lmaganda molekulalar (atomlar) diffuziyasi ularning issiqlik	экологическое движение частиц; реальных и определенных типов уравнений концентрации частиц в среде, или они будут равны концентрации распределения. Среды макроскопического движения (конвекции) молекул (атомов) будет зависеть от движения тепла diffuziyasi, такие, как диффузия молекулярная диффузия. Температура,

	diffusion of molecular diffusion. Temperature, electric field, and so when he is constantly changing diffusion concentration gradient will lead to a balanced distribution of (termodiffuziya, elektrodifuziya, etc.).	harakatiga bog'liq bo'ladi; bunday diffuziya molekulyar diffuziya deb yuritiladi. Muhitda harorat, elektr maydonlari va shu kabilar doimo o'zgarib turganda diffuziya konsentratsiyalarni ing tegishli gradient bo'yicha muvozanatli taqsimlanishiga olib keladi (termodiffuziya, elektrodifuziya va boshqalar).	электрическое поле, и поэтому, когда он постоянно меняется градиент концентрации диффузия приведет к равномерному распределению (термодиффузия, электродиффузия и др.).
Gates Задвижка	Chock pipeline flow amount of the form of capture can be adjusted to open the shut-off device.	truboprovoddagi oqim miqdorini pona shakliga ega bo'lgan zatvor yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.	Чурка трубопровода объем потока форма захвата может быть скорректирована, чтобы открыть запорное устройство.
Valve Заслонка	Channel (gutter) in the final and that's the way it will change the face of the mass of the gas or liquid and the volume adjusts to the device.	kanal (truba)ning kesim yuzini o'zgartiradigan hamda shu yo'l bilan undan o'tadigan gaz yoki suyuqlik massasi va hajmini rostlaydigan moslama.	Канал (желоб) в финале, а вот как она будет меняться в лице массы газа или жидкости и громкость регулирует на устройство

Compressor Ko мпрессор	Air or gas at a pressure of 0.3 MPa or higher, and dug.	havo yoki gazni 0,3 MPa va undan yuqori bosim bilan siqadigan mashina.	Воздух или газ при давлении 0,3 МПа или выше, и окопались.
Condensate Конденсат	A gas or steam condensation, the formation of a liquid.	gaz yoki bug'ni kondensatsiyalash da hosil bo'ladigan suyuqlik.	Газовая или паровая конденсация, образование жидкости.
Condensation Конденсатор	Substances by means of cooling gas (combined) isolating liquid heat switcher.	moddalarni sovitish yo'li bilan gaz (bug') holatdan suyuq holatga o'tkazadigan issiqlik almashtirgich.	Вещества путем охлаждения газа (комбинированный) заполняющей жидкости тепла переключатель.
Air Кондиционер	Konditsirlash air systems, air treatment and the driving unit.	havoni konditsirlash sistemalarida havoga ishlov beradigan va uni haydaydigan agregat.	Воздух конденсировать систем, очистки воздуха и привод
Crane Кран	Tap to open the cover of the pipe. The details of his movable (jam) in the form of a perforated rotating body of liquid (gas) flow path to open and shut the axis perpendicular to the direction of flow resumes.	trubadagi berkitish – ochish uchun jo'mrak. Uning qo'zg'aluvchan detali (tiqini) teshikli aylanuvchi jism shaklida bo'lib, suyuqlik (gaz) oqimi yo'lini ochish va berkitishda o'z o'qi atrofida oqim yo'nalishiga perpendikulyar	Нажмите, чтобы открыть крышку трубы. Подробности его подвижным (Джем) в виде перфорированного вращающегося тела в жидкости (газа) проточной открывать и закрывать оси, перпендикулярно й направлению потока

		ravishda buriladi.	возобновляется
Convection Конвекция	media (gas, liquid), the macroscopic movement of the part; Mass heat and other physical causes of immigration. Homogeneity of different convection environment (temperature and density gradients) caused due to natural (free) and the external environment (pumps, fans, etc.) in the binding types.	muhit (gaz, suyuqlik) makroskopik qismining siljishi; massa issiqlik va boshqa fizik miqdorlarining ko'chishiga sabab bo'ladi. Konveksiya muhitning har xil jinsliligi (harorat va zichlik gradientlari) sababli yuzaga keluvchi tabiiy (erkin) va muhitga tashqi ta'sir (nasos, ventilyator va boshqalar) bo'lgandagi majburiy turlarga bo'linadi.	среды (газа, жидкости), макроскопическое движение части; масса тепла и других физических причин иммиграции. Однородность разных конвекции окружающей среды (температура и градиенты плотности) возникает из-за естественных (бесплатно) и внешней среды (насосы, вентиляторы и т. д.). в обязательных видах.
Corrosion Конденсация	solid and self-degradation; object escalation due to its interaction with the external environment of chemical and electrochemical processes. Pelleting (lat.) - Small pieces (granules) form process.	moddalarining gazsimon holatdan suyuq yoki qattiq holatga o'tishi.	твердые и самоистязания; эскалации объекта за счет его взаимодействия с внешней средой химических и электрохимических процессов. Грануляторы (лат.) - Мелкие кусочки (гранулы) формы

			процесса.
Manometer Манометр	A device for measuring the pressure of liquid and gas. These instruments are a few types: positive (full vacuum) to a pressure manometers; excessive pressure or absolute pressure atmospheric pressure. Barometer for measuring atmospheric pressure, vakuummetrlar used to measure the pressure of close to zero.	suyuqlik va gaz bosimini o'lchaydigan asbob. Bunday asboblarni bir nechta turga bo'linadi: noldan (to'la vakuumdan) hisoblanadigan bosimni o'lchaydigan manometrlar; ortiqcha bosimni ya'ni absolyut bosim atmosfera bosimidan katta bo'lganda. Atmosfera bosimini o'lchash uchun barometrlar, nolgacha yaqin bosimlarni o'lchash uchun vakuummetrlar ishlatiladi.	Прибор для измерения давления жидкости и газа. Эти инструменты несколько типов: положительный (полный вакуум) на манометры давления; избыточное давление или абсолютное давление атмосферное давление. Барометр для измерения атмосферного давления, vakuummetrlar используется для измерения давления близка к нулю.
Pump Насос	Out of the fluid under pressure	suyuqlikni bosim ostida haydaydigan gidromashina.	Из жидкости под давлением
Process Процесс	events have been replaced, something the development process.	hodisalarning izchil almashinib turishi, biror narsaning taraqqiyot holati, jarayon.	события были заменены, то процесс развития.
Patrubok Патрубок	The main pipe, tank or equipment in	asosiy truba, rezervuar yoki qurilmalardan gaz,	Основной трубы, резервуара или оборудования в

	gas, vapor or liquid groove to be short.	bug' yoki suyuqlik olinadigan qisqa truba.	газ, пар или жидкость ПАЗ должен быть коротким.
Raffinate Рафинация	food products (alcohol, vegetable oils, etc.), and the mixture was clear. Refining gidratatsiya, acids, alkalis neutralize dezodoratsiya and other methods. Referred to as the cleaning of refined rare earth metals.	oziq-ovqat mahsulotlari (spirt, o'simlik moylari va boshqalar)ni aralashmalardan tozalash. Rafinatsiyaning gidratatsiya, kislota bilan ishlash, ishqorlar bilan neytrallash, dezodoratsiya va boshqa usullari bor. Nodir metallarni tozalash affinaj deb ataladi.	пищевых продуктов (спирта, растительного масла и др.), и смесь была ясна. Переработка гидратация, кислот, щелочей нейтрализуют dezodoratsiya и другие методы. Именуемый очистки рафинированных редкоземельных металлов.
Reactors Реактор	the chemical reactions are held devices. Industry vertical, camera, autoclave and is referred to by other names.	kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan qurilmalar. Sanoatda kolonna, kamera, avtoklav va boshqa nomlar bilan ataladi.	химические реакции проводятся устройств. Вертикальные промышленности, камеры, автоклавы и называют другими именами.
Sarnic Салрник	To arouse the cars are fixed and details such as (rods and cylindrical) openings between the hermetic closure details.	mashinalarnin g qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas detallari masalan (shtok va silindr) orasidagi tirqishni germetik berkitib turadigan mashina detali.	Чтобы вызвать автомобиль фиксированной и детали, такие как (стержней и цилиндрических) отверстий между герметичное закрытие.

Sorbents Сорбентлар	gas, steam and molten substances benefiting from a solid or liquid substances. Gas and steam xajmicha liquid-absorbing sorbents called absorbentlar. Absorption of gas, vapor or dissolved substances gather on the surface of the solid sorbents called adsorbentlar. Ion exchange resins (ionitlar) sorbents belonging to a particular group.	gaz, bug‘ va erigan moddalarni yutadigan qattiq yoki suyuq moddalar. Gaz va bug‘ni butun xajmicha yutuvchi suyuq sorbentlar absorbentlar deyiladi. YUtilayotgan gaz, bug‘ yoki erigan moddalarni yuzasiga to‘playdigan qattiq sorbentlar adsorbentlar deyiladi. Ion almashinuvchi smolalar (ionitlar) sorbentlarning alohida guruhiga mansub.	газа, пара и расплавленных веществ, помогать от твердого или жидкого вещества. Газовые и паровые хаймича влаговпитывающего сорбенты называют absorbentlar. Поглощение газов, паров или растворенных веществ собираться на поверхности твердых сорбентов под названием adsorbentlar. Ионообменные смолы (ionitlar) сорбенты, принадлежащих к определенной группе.
Standard Стандарт	norm, the standard sample size. Mahnoda obhekt (product) compared to the first oboekt adopted a similar model, reference models. Standard document consists of a number of	norma, andoza, namuna, o‘lcham. Keng mahnoda boshqa obhekt (mahsulot)larni taqqoslash uchun dastlabki oboekt deb qabul qilingan o‘ziga o‘xshash namuna, etalon, modelp. Standart bajarilishi lozim bo‘lgan bir qancha shartlardan iborat	норма, стандартного размера образца. Mahnoda obhekt (продукта) по сравнению с первым oboekt приняла аналогичную модель, эталонные модели. Стандартный документ состоит из ряда условий,

	conditions to be implemented pirate, pirate units or the size of the physical constants can be presented as a subject for comparison	hujjat holida, kattaliklar birliklari yoki fizik konstantalar holida taqqoslash uchun biror predmet holida bo‘lishi mumkin.	которые должны быть реализованы пират, пират единиц или размеры физические константы могут быть представлены в качестве предмета для сравнения.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

Ro‘yxatga olindi:

№ _____

20_ yil «__» _____

Oliy va o‘rta maxsus ta’lim
vazirligi

20_ yil «__» _____

**KIMYO VA FARMATSEVTIKA ISHLAB CHIQARISH
JARAYONLARI VA APPARATLARI
FAN DASTURI**

Bilim soxasi: 500 000 - Sog‘liqni saqlash va ijtimoiy ta’minot

Ta’lim sohasi: 510 000 - Sog‘liqni saqlash

Ta’lim yo‘nalishi: 5320500 – Biotexnologiya (Farmasevtik biotexnologiya)

TOSHKENT – 2017

I. O'quv fanining dolzarbligi va oliy kasbiy ta'limdagi o'rni

Kimyo farmatsevtika sanoati uchun malakali mutaxassislar tayyorlashda kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari fanining o'rni katta va muhimdir. Ushbu fan tabiiy fanlarning fundamental qonunlariga tayanadi. “Kimyo va farmatsevtik ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fani asosiy jarayonlarning nazariyasi, ushbu jarayonlarni amalga oshiradigan mashina va qurilmalarning tuzilishini va ularni hisoblash, tanlash, ishlatish, uning samaradorligini oshirish, chiqarilayotgan mahsulot tannarxini arzonlashtirish kabi usullarini o'rgatadi.

Asosiy jarayonlarning qonuniyatlarini o'rganish va qurilmalarni hisoblash usullarini tuzishda oliy matematika, kimyo, fizika, fizik-kimyo, energotexnologiya fanlarning fundamental qonunlari asos qilib olinadi. Hozirgi kunda, zamonaviy kimyo - farmatsevtika va boshqa sanoatlar fizik-kimyoviy xossalari tubdan farq qiladigan xom ashelarni qayta ishlashda xilma-xil texnologik jarayonlardan foydalanadi. SHuning uchun, bakalavrlar jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslarini, qurilmalar tuzilishi, ishlash prinsiplarining alohida hollarini bilibgina qolmasdan, balki jarayonlarni hisoblash va tahlil qilish, ularning optimal parametrlarini, hamda eng samarador qurilmalarni hisoblash va loyihalashni bilishlari zarur.

Dars o'tish jarayonida talabalar nazariy, amaliy va laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha bilimlar bilan tanishadilar va kurs ishi va yozgi amaliyot bilan olgan bilimlarini mustahkamlaydilar.

Dasturda kimyo va farmatsevtik ishlab chiqarish qo'llaniladigan barcha jarayonlar, jumladan gidromexanik, issiqlik, modda almashinish va mexanik jarayonlar to'liq aks ettirilgan. Ushbu dastur tayyor dorilar, fitopreparatlar, biotexnologik substansiya va mahsulotlar ishlab chiqarishga mo'ljallangan muxandis texnologlar tayyorlashga mo'ljallangan.

Ushbu dastur “Kimyo va farmatsevtik ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fan maqsadi va vazifalarini, boshqa fanlar bilan bog'liqligini, asosiy metodologik aspektlari, ishlab chiqarishdagi muammolar va ularni echishni, fanni nazorat turlari va baxolash mezonlari, mutaxassis tayyorlashdagi o'rni kabi masalalarni qamraydi.

II. O'quv fanining maqsad va vazifalari

Sanoat farmatsiyasining barcha yo'nalishdagi mutaxassisliklari bo'yicha tayyorlanadigan muxandis-texnologlarga bu fanni o'qitishdan maqsad ularni kimyo va kimyo - farmatsevtika sanoatida substansiya yoki tayyor mahsulot ishlab chiqarishda amalga oshiriladigan asosiy texnologik jarayonlar bilan va ushbu jarayonlar kechadigan apparaturalar bilan tanishtirishdir. SHu bilan bir qatorda ular bu fandani olgan bilimlaridan fitopreparatlar texnologiyasi, biologik faol moddalar texnologiyasi, dori turlari texnologiyasi kabi fanlarni to'la o'zlashtirish uchun ham zamin tayyorlaydilar.

Kimyo farmatsevtik ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari fani muxandis-texnologlar uchun asosiy, fundamental fan bo'lib, u dori vositalari va yarim mahsulotlarni sanoat miqyosida ishlab chiqarishdagi barcha texnologik jarayonlarning nazariy asoslarini o'rgatadi va eng optimal texnologiyalarini loyixalashtirish uchun zamin yaratadi.

Bu fan talabalarga konkret texnologik jarayonlarni taxlil qilish, shu jarayonlarni amalga oshirish uchun maqsadga muvofiq apparatlarni tanlash va ularni to'la texnologik hisoblash imkonini beradi.

Laboratoriya ishlari va amaliy mashg'ulotlar davomida talabalar gidromexanika, issiqlik- va modda almashinuv, kabi asosiy jarayonlarni hisoblash ko'nikmalarini oladilar.

Kurs loyixasini bajarish orqali talabalar olgan bilimlarini alohida olingan jarayonni va konkret apparatni to'la texnologik hisoblash orqali mustahkamlaydilar.

- Kimyo texnologiya jarayonlari va apparatlari fanining asosiy bo'limlaridagi asosiy jarayonlarning turlari;
- Kimyo – farmasevtika texnologiyasida qo'llanadigan asosiy apparatlar, ularning konstruksiyalari;
- Texnologik jarayonlarni modellash asoslari va turli texnologik jarayonlarning xarakatlantiruvchi kuchlarini aniqlash;
- Talaba barcha turdagi asosiy apparatlarning konkret texnologik jarayoni uchun to'la texnologik va konstruktiv hisoblash,
- Texnologik qurilma va moslamalarning texnologik echimlarini hisobini bajarish,
- Texnologik qurilma va moslamalarning o'lchamlarini berilgan ko'rsatkichlar asosida hisoblash,
- Texnologik jarayonlardagi asosiy parametrlarini aniqlash **haqida tasavvurga ega bo'lishi;**
- Issiqlik va modda almashinuv apparatlarini qollashni;
- Gaz va suyuqliklarni uzatish qurilmalarini tanlashni;
- Suyuqliklarni aralashtirish qurilmalarini tanlashni;
- Suyuq va gazsimon sistemalarni ajratish usullarini;
- Moddalarni isitish, sovitish va bug'latishni qo'llashni;
- Moddalarni quritish usullari va apparatlarini;
- Moddalarni eritish va ekstraksiyalash usullari va apparatlarini;
- Suyuqliklarni haydash usullari va apparatlarini;
- Moddalarni kristallash usullari va apparatlarini; asoslarini **bilishi va ulardan foydalana olishi;**
- Talaba suyuqlik va gazlar sarfini o'lchash va hisoblash;
- Turli texnologik tizimlarning gidravlik qarshiliklarni hisoblash;
- Turli jinsli sistemalarni ajratish tezligini aniqlash;
- Turli tipdagi nasoslarni tanlash va ularni parametrlarini hisoblash;
- Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash;

- Turli tipdagi bir va ko'p apparatli bug'latish moslamalari uchun issiqlik va moddiy balansni tuzish;
- Rektifikatsion moslamalarni hisoblash;
- Quritish jarayonini hisoblash va Ramzin diagrammasidan foydalanish,
- Quritish moslamasi uchun havo va issiqlik sarfini hisoblash ***ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.***

“Kimyo va farmatsevtik ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fani asosiy ixtisoslik fani hisoblanib, 5-6 semestrlarda o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, informatika va axborot texnologiyalari, biometriya, fizika, anorganik va analitik kimyo, organik kimyo, fizik va kolloid kimyo, energotexnologiya va boshqa), umumkasbiy fanlaridan etarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi. Mazkur soxani chuqur o'zlashtirish uchun biokimyo, mikrobiologiya, bioorganik kime fanlarining asosiy yo'nalishlarini talaba o'zlashtirgan bo'lishi zarur.

Hozirgi kunda zamonaviy kimyo-farmasevtika va boshqa sanoatlar fizik kimyoviy xossalari tubdan farq qiladigan tabiiy va sintetik xom ashyolarni qayta ishlashda xilma-xil texnologik jarayonlardan foydalaniladi. Shuning uchun kimyo farmasevtika sanoatiga alohida talablar qo'yiladi. Kimyo farmasevtik ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari fani muxandis-texnologlar uchun asosiy, fundamental fan bo'lib, u dori vositalari va biologik substansiyalarni sanoat miqyosida ishlab chiqarishdagi barcha texnologik jarayonlarning nazariy asoslarini o'rgatadi va eng optimal texnologiyalarni loyihalashtirish uchun zamin yaratadi.

“Kimyo farmasevtik ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fanini o'zlashtirish uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanish hamda yangi informatsion-pedagogik texnologiyalarni o'quv jarayoniga tatbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o'zlashtirishda zamonaviy axborot texnologiyalari: yangi darslik, o'quv va uslubiy qo'llanmalar, ma'ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, virtual kompyuter dasturlar hamda ishchi holatdagi asbob-uskunalar va apparatlarning tayyor dori turlarini laboratoriya sharoitida tayyorlanish texnologiyasidagi namunalari va maketlaridan foydalaniladi. Ma'ruza va laboratoriya mashg'ulotlar mos ravishdagi ilg'or pedagogik texnologiyalariga ("blits-so'rov", "stol ustidagi ruchka", "qaynoq kartoshka", "sen menga - men senga", "aqliy hujum" va boshqalar) asosan olib boriladi.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot texnologiyalarni qo'llashda fanni o'zlashtirish uchun omil bo'ladigan zamonaviy axborot texnologiyalarning ahamiyati va o'rni ochib beriladi. Jumladan, pedagogik jarayonni jadallashtirish maqsadida axborot texnologiyasi va texnik vositalardan foydalanish samaradorligini oshiruvchi didaktik vositalardan keng foydalanish zarur. O'quv jarayoni uchun zarur moddiy-texnik bazani yaratish lozim.

Fanni o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo'llashda ta'lim jarayonini optimallashtirish uchun omil bo'ladigan pedagogik texnologiyalarni qo'llash mexanizmlari ko'rsatiladi. Dars jarayonida qo'llaniladigan pedagogik

amaliyotga ilmiy asoslangan pedagogik texnologiyalardan (“Fikrlar xujumi”, “Klaster” metodi, “Bumerang”, “Skorobey”, “Tarozi”, “Elpig‘ich” texnologiyasi va boshqalar) tanlab olish imkoniyatidan foydalanish kerak. Bundan tashqari pedagogik jarayon natijalarini xolisona baholash (Test usuli, reyting tizimi, talabning bilim va ko‘nikmalarini egallash jarayonini nazorat etish) maqsadga muvofiq

III.Asosiy nazariy qism

1-mavzu. «Kimyo farmasevtik ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari» faniga kirish

Fanga kirish. Rivojlanish tarixi. Fundamental fanlari bilan bog‘liqligi. Fanning predmeti, vazifasi va hayotni tushunish va o‘rganishda uning mavqei.

Kimyo-farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari fani va uning vazifalari. Asosiy jarayonlarning turi, o‘xshashlik nazariyasining asoslari.

2-mavzu. Hidrostatika va gidrodinamika

Gidrostatika. Gidromexanik jarayonlar. Muvozanat holatining differentsial tenglamasi. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi. Gidrodinamika. Bernulli tenglamasi. Oqimning uzluksizlik tenglamasi. Suyuqlik harakatining Eyler differentsial tenglamasi. Bernulli tenglamasini amaliyotda qo‘llanilishi. Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqishi. Trubalardagi gidravlik qarshiliklar.

3-mavzu. Mavxum qaynash qatlamining gidrodinamikasi

Mavxum qaynash qatlamining gidrodinamikasi. Birinchi va ikkinchi kritik tezliklar haqida tushunchalar. Tahlilni diagrammalarda ifodalash. Suyuqlik muxitlarida aralashtirish. Aralashtirgichlar.

4-mavzu. Suyuqlik va gazlarni uzatish

Suyuqlik va gazlarni uzatish. Suyuqliklarni uzatish. Nasoslarning turlari. Nasosning asosiy parametrlari. Nasoslarning umumiy nabori va so‘rish balandligi.

5-mavzu. Turli jinsli sistemalarni ajratish

Turli jinsli sistemalarni ajratish. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari. Suyuqlik sistemalarini ajratish. Cho‘ktirish. Filtrlash. Turli jinsli sistemalarni filtrlash. Filtrlash usullari. Filtr qurilmalari. Filtrlash tezligi.

6-mavzu. Issiqlik almashinish jarayonlari

Issiqlik almashinish jarayonlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Temperatura maydani va gradienti. Fur'e qonuni. Issiqlik almashinish asoslari. Konvektiv issiqlik almashinish. Nyuton qonuni. Konvektiv issiqlik almashinishning differentsial tenglamasi. Issiqlik jarayonlari va ularning turlari. Suv bilan isitish. O'tkir bug', kuchsiz bug' va issiq suv bilan isitish. Yuqori temperaturali moddalar bilan isitish.

7-mavzu. Bug'latish jarayoni

Bug'latish. Bir apparatli bug'latish qurilmasi. Apparatning ishlash printsipli. Moddiy balans. Issiqlik balansi. Isitish yuzasi. Temperaturaning yuqotilishi. Ko'p apparatli bug'latish qurilmalari. Ularning sxemalari. Moddiy, issiqlik balanslari.

8-mavzu. Modda almashinish jarayonlari

Modda almashinish jarayonlari. Muvozanat qoidalari. Fazalar qoidasi. Fazaviy muvozanat. Moddiy balans. Diffuzion jarayonlar. Molekulyar va turbulent diffuziyalar. Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari. Modda o'tkazish jarayoni. Modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchi. Qattiq fazali sistemalarda modda o'tkazish jarayoni. Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari. Modda almashinish apparatlari. Modda o'tkazish jarayonlarini intensivlash. Modda almashinish apparatlarining o'lchamlarini aniqlash. Apparatning balandligi, ish xajmi

9-mavzu. Absorbsiya jarayoni

Absorbsiya. Absorbsiya jarayonining muvozanati. Absorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi. Absorberlar konstruksiyalari

10-mavzu. Suyuqliklarni xaydash

Suyuqliklarni xaydash. Suyuqlik bug sistemalarining xossalari. Oddiy xaydash jarayoni. Suv bug'i bilan xaydash. Rektifikatsiya. Binar aralashmalarini uzluksiz rektifikatsiya qilishning moddiy va issiqlik balanslari. Moddiy balans. Minimal flegma soni. Ko'p komponentli aralashmalarni rektifikatsiyalash. Rektifikatsiyalash apparatlarining tuzilishi. Plyonkali kolonnalar.

11-mavzu. Ekstraksiya jarayoni

Ekstraksiya jarayoni. Suyuqlik-suyuqlik sistemasida ekstraksiylash. Ekstraksiyalash qurilmalari. Kattiq materiallarni ekstraksiyalash va eritish. Qattiq

va suyuq fazalarning o'zaro ta'sirlashish usullari. Ekstraktorlar. Ekstraksiyalash apparatlarining tuzilishi. Ekstraktorning issiqlik balansi va ularning asosiy o'lchamlari.

12-mavzu. Adsorbsiya jarayoni

Adsorbsiya. Adsorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi. Adsorberlar konstruksiyalari.

13-mavzu. Quritish jarayoni

Quritish jarayonlarining nazariy asoslari. Nam xavoni asosiy parametrlari. Ramzin diagrammasi. Nam havoning diagrammasi. Nam havoni isitish. Nam havoni sovitish. Turli parametrlil havoni aralashtirish. Quritish usullari. Quritish jarayonining kinetikasi. Namlikning material yuzasidan bug'lanishi. Namlikning material ichida siljishi. Quritishning tezligi va davrlari. Quritish apparatlarining hisobi. Quritish apparatlari. Konvektiv quritkichlar, tunelli, lentali, barabanli, mavxum qaynash qatlamli, sochib beruvchi, pnevmatik quritkichlar. Dori vositalarini quritishning o'ziga hos xususiyatlari.

14-mavzu. Kristallanish jarayoni

Kristallanish jarayonining muvozanat va tezligi. Kristallarni xosil qilish usullari va uning xossalari. Kristallanish sharoitining ta'siri. Kristallizatorlar. Kristallizatorni hisoblash. Kristallanish jarayonining moddiy balansi.

IV. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Kimyo-farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari fanida fizik kattaliklar va ularning o'lchivlari.
2. Hidrostatikada tutash idishlarda suyuqlik sathini o'lchash.
3. Suyuqlikning xarakat rejimida ekvivalent diametr va gidravlik radiusini aniqlash. Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llanilishi.
4. Trubalarda suyuqlik harakatiga bosimning sarflanishi. Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqish vaqtini aniqlash.
5. Trubalarning gidravlik qarshiliklari. Suyuqlik harakatida bosim yo'qotilishini aniqlash.
Skrubber va issiqlik almashinuv apparatlarining gidravlik qarshiligini niqlash.
6. Mavxum qaynash qatlamining gidrodinamikasi. Qatlam hajmini va gidravlik qarshiligini aniqlash.
7. Suyuqlik muxitlarida aralashtirish. Suyuqlik va gazlarni aralashtiradigan mashinalarning chidamliligini aniqlash.
8. Suyuqlik va gazlarni uzatish. Nasos va ventilyatorlarni tanlash.
9. Turli jinsli sistemalarni cho'ktirish. Cho'kish tezligini aniqlash.

10. Turli jinsli sistemalarni filtrlash. Filtrlash tezligini aniqlash.
11. Issiqlik almashinish jarayonlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik usulida issiqlikni o'tishini hisoblash.
12. Skrubber va issiqlik almashinuv apparatlarining gidravlik qarshiligini aniqlash.
13. Tekis va silindrsimon devor orqali issiqlikni o'tishini hisoblash.
14. Konvektsiya usulida o'tgan issiqlik miqdorini hisoblash.
15. Agregat holatini o'zgarishi bilan issiqlik berish
16. Davriy ishlovchi issiqlik almashinish (zmeevikli, g'ilofli, aralashtirgichli) apparatlarining issiqlik xisobi
17. Eritmalarning turli xil bosim va temperaturada ayrim teplofizik konstantalarni aniqlash
18. Davriy bug'latish jarayoni xisobi. Bug'latilgan modda miqdorini aniqlash.
19. Uzlaksiz xarakatdagi bug'latish apparatining issiqlik hisobi.
20. Modda almashinish jarayonlarida diffuziya koeffitsientini aniqlash.
21. Absorbsiya jarayoni, absorberlarni balandligini aniqlash.
22. Xaydash va rektifikatsiyada flegmadagi moddalarning kontsentratsiyalarini aniqlash.
23. Oddiy haydashda issiqlik sarfi aniqlash.
24. Ekstraksiyalash jarayoni hisobi. Samarali diffuziya vaqtini aniqlash.
25. Quritish apparatining hisobi
26. Quritishning turli xil variantida havo va issiqlikning sarf bo'lishi.
27. Kristallizatsiya jarayoni hisobi.

Amaliymashg'ulotlarmultimediaqurilmalaribilanjihozlanganauditoriyadabira kademikguruhgabirotqituvchitomonidano'tkazilishilozim.

Mashg'ulotlarfaolvaainterfaolusullaryordamidao'tilishi, mosravishdamunosibpedagogikvaahborottehnologiyalarqo'llanilishimaqsadgamuvo fiq

Laboratoriya mashg'ulotlaruchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Suyuqlikning oqish rejimini aniqlash.
2. Suyuqlik xarakat qilayotgan trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash.
3. Markazdan qochma tipdagi nasoslarning xarakteristikasi.
4. «Truba ichida truba» tipdagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlash.
5. «Truba ichida truba» tipdagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik berish koeffitsientini aniqlash.
6. Eritmalarning temperatura depressiyasini aniqlash.
7. Nasadkali adsorberning xisobi
8. Quritish qurilmasida qurish jarayonini tasvirlash
9. Quritish jarayonining kinetikasi.

V. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Farmatsevtika texnologiyasida jarayonlarni zamonaviylashtirish
2. Farmatsevtika texnologiyasida suyuqliklarning turli vaziyat va rejimlarda xarakatini tavsiflash
3. Farmatsevtik sanoatda filtrlash apparatlari
4. Farmatsevtik sanoatda nasoslarning maxsus turlari
5. Cho'ktirish apparatlarining amaliyotda qo'llanilishi
6. Zamonaviy aralashtirish apparatlari
7. Issiqlik almashinish moslamalarining maxsus turlari
8. Qobiqli bug'latish qurilmalari
9. Absorbsiya usullarini farmatsevtika sanoatida qo'llanilishi
10. Zamonaviy ekstraktorlar, ularning tuzilishi va sanoatda qo'llanilishi
11. Zamonaviy rektifikatsiya kolonnalarining farmatsevtik sanoatda qo'llanilishi
12. Oddiy xaydashni farmatsevtik sanoatda qo'llanilishi
13. Maxsus quritgichlarning farmatsevtik sanoatda qo'llanilishi
14. Farmatsevtik sanoatda qo'llaniladigan kristallizatorlar.

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlash va ularni taqdimot qilish tavsiya etiladi.

VI. Fan bo'yicha kurs ishi.

Fan bo'yicha kurs ishi mavzulari:

1. Adsorberni xisoblash.
2. Kristallizatorni xisoblash
3. Mavxum qaynash qatlamli quritkichni xisoblash
4. Purkab sochubchi ekstraktorni xisoblash
5. Nasoslarni xisoblash.
6. Barabanli vakuum filtr moslamasi xisoblash
7. Sentrifuga qurilmasini xisoblash
8. Kobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasini xisoblash
9. Bug'latish jarayonini xisoblash
10. Adsorberni xisoblash
11. Uzluksiz xarakatdagi rektifikatsiya jarayonini xisoblash
12. Ekstraksiyalash jarayonini xisoblash

VI. Asosiy va qo'shimcha adabiyotlar hamda ahborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2003, 644 b.

2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 1999, 250 b.

3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

4. Qudratov A. Sanoat ventilyatsiyasi. Toshkent, 2009. 226b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-sonli Farmoni. O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda
5. Salimov Z., To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1987.
6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М., “Химия”, 1987.
7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Протсессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М. “Химия”, 1972.
8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. “Химия”, 1971.
9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessы i apparati v ximicheskoy texnologii. М. “Химия”, 1983.
10. Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishlariga qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
11. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.
12. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessы i apparati ximicheskoy texnologii. М., “Химия”, 1973.
13. Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1
14. Kutuzova M.A. Technologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.
15. Medofev M.N. Протсессы и аппараты пищевых производств. Novosibirsk 2009-144 s.
16. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009-560s.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
SOG‘LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI
BIOTEXNOLOGIYA KAFEDRASI

“TASDIQLAYMAN”

O‘quv ishlar bo‘yicha

prorektor

Z.A.Yuldashev_____

2020yil ____ ” _____ ”

FARMATSEVTIK INJINIRING
FANINING ISHCHI O‘QUV DASTURI

Ta’lim sohasi:	510000 - Sog‘liqni saqlash sohasi
Ta’lim sohasi:	320000 – Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta’lim yo‘nalishi:	5320500 - Biotexnologiya (Farmatsevtik biotexnologiya)
Umumiy o‘quv soati	- 354 soat
Shu jumladan:	
Ma’ruza:	-68 soat (6 semestr 32 soat; 7 semestr 36 soat)
Laboratoriya ishlari	-136 soat (6 semestr 64soat; 7 semestr 72 soat)
Mustaqil ta’lim:	-150 soat (6 semestr 70 soat; 7 semestr 80 soat)

TOSHKENT - 2020

Fanning ishchi o'quv dasturi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi 20 ____ yil " ____ " ____ dagi ____ - sonli buyrug'i bilan (buyruqning ____ - ilovasi) tasdiqlangan "Farmatsevtik injiniring" fani dasturi asosida tayyorlangan.

Ishchi-o'quv dasturi Toshkent farmatsevtika instituti MUK 2020 yil " _07" _iyuldagi _12- sonli bayoni bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchilar:

Yusupova N.F.	- Biotexnologiya kafedrası mudiri, dotsent
Yunusova Z. X	- Biotexnologiya kafedrası kata o'qituvchi
Zaynutdinova G.F.	- Biotexnologiya kafedrası assistenti
Sayliyev M.O'.	- Biotexnologiya kafedrası assistenti
Abdulaxadova G.Sh.	- Biotexnologiya kafedrası assistenti

Taqrizchilar:

To'xtaoxunova G.A	- Toshkent kimyo texnologiya institute va apparatlar kafedrası dotsenti.
To'rayeva G.	-Toshkent farmatsevtika instituti DVPT kafedrası dotsent.

Sanoat farmatsiyasi

fakulteti dekani:

2020 yil " _30" _iyun Bayonnoma№11 _____ Mamatqulov Z.O'.

(imzo)

"Biotexnologiya kafedrası

mudiri:

2020 yil " _26"iyun Bayonnoma№ 21 _____Yusupova N.F.

(imzo)

KIRISH

1.O‘quv fani o‘qitilishi bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar

Kimyo-farmatsevtika sanoati uchun malakali mutaxassislar tayyorlashda farmatsevtik injenering fanining o‘rni katta va muhimdir. “Farmatsevtik injenering” fani asosiy sanoat jarayonlarning nazariyasi, ushbu jarayonlarni amalga oshiradigan mashina va qurilmalarning tuzilishini va ularni hisoblash, tanlash, ishlatish, uning samaradorligini oshirish usullarini o‘rgatadi.

Hozirgi kunda, zamonaviy kimyo - farmatsevtika va boshqa sanoatlar fizik-kimyoviy xossalari tubdan farq qiladigan xom ashyolarni qayta ishlashda xilma-xil texnologik jarayonlardan foydalanadi. Shuning uchun, bakalavrlar jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslarini, qurilmalar tuzilishi, ishlash prinsiplarining alohida hollarini bilibgina qolmasdan, balki jarayonlarni hisoblash va tahlil qilish, ularning optimal parametrlarini, hamda eng samarador qurilmalarni hisoblash va loyihalashni bilishlari zarur.

Dars o‘tish jarayonida talabalar nazariy, amaliy va laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha bilimlar bilan tanishadilar va kurs ishi va yozgi amaliyot bilan olgan bilimlarini mustahkamlaydilar.

Dasturda kimyo va farmatsevtik ishlab chiqarish qo‘llaniladigan barcha jarayonlar, jumladan gidromexanik, issiqlik va modda almashinish jarayonlar to‘liq aks ettirilgan. Ushbu dastur tayyor dorilar, fitopreparatlar, biotexnologik substansiyalar, yarim tayyor yoki tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishga mo‘ljallangan muxandis texnologlar tayyorlashga mo‘ljallangan.

Ushbu dastur “Farmatsevtik injenering” fan maqsadi va vazifalarini, boshqa fanlar bilan bog‘liqligini, asosiy metodologik aspektlari, ishlab chiqarishdagi muoammolar va ularni echishni, fanni nazorat turlari va baxolash mezonlari, mutaxassis tayyorlashdagi o‘rni kabi masalalarni qamraydi.

Farmatsevtik injenering fanining fanini o‘qitishdan **maqsadi** – kimyo-farmatsevtika sanoatida quyidagi gidromexanik (suyuqlik tezligini va sarflarini, ko‘tarish balandligini, idishlardan oqib chiqish vaqtini, mavxum qaynash xolatini aniqlash, turli jinsli sistemalarni ajratish usullari va qurilmalari) issiqlik (isitish, qizdirish, sovitish, kondensatsiyalash, bug‘latish) va massa almashinish (absorbsiya, adsorbsiya, distillash va rektifikatsiyalash, ekstraksiyalash, quritish, kristallanish) jarayonlarni va ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan texnologik qurilmalarni tanlash va o‘lchamlarini hisoblab topishdan iborat.

Fanni vazifasi:

- sanoat ishlab chiqarishda gidromexanik, issiqlik va massa almashinish jarayonlarni nazariyasini o'rganish;
- sanoat ishlab chiqarishda gidromexanik, issiqlik va massa almashinish jarayonlar uchun texnologik qurilma va moslamalar tanlash va o'lchamlarini hisoblashni o'rganish;
- texnologik jarayonlarni samaradorligini oshirish yo'llarini o'rgatish va boshqalar kiradi.

Fan bo'yicha talabalarining bilim, ko'nikma va malakalariga quyidagi talablar qo'yiladi.

Talaba:

- farmatsevtik injenering fanini o'qitishda kimyo–farmatsevtika texnologiyasida qo'llanadigan asosiy apparatlar, ularning konstruksiyalari; barcha turdagi asosiy apparatlarni muayyan texnologik jarayon uchun qo'llash, texnologik qurilma va moslamalarning texnologik echimlarini hisobini bajarish, texnologik qurilma va moslamalarning o'lchamlarini berilgan ko'rsatkichlar asosida xisoblash haqida **tasavvurga ega bo'lish**;

- issiqlik va modda almashinuv apparatlarini qollashni; gaz va suyuqliklarni oqish tezligini; suyuqliklarni aralashtirish qurilmalarini tanlashni; suyuq va gazsimon sistemalarni ajratish usullarini; moddalarni isitish, sovitish va bug'latishni; moddalarni quritish, eritish, ekstraksiyalash, haydash, kristallash usullari va apparatlarini ***bilishi va ulardan foydalana olishi***;

- harakatdagi suyuqlik va gazlar sarfini o'lchash va hisoblash; turli texnologik tizimlarning gidravlik qarshiliklarni hisoblash; turli jinsli sistemalarni ajratish tezligini aniqlash;

- turli tipdagi nasoslarni tanlash va ularni parametrlarini xisoblash; issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash;

- turli tipdagi bir va ko'p apparatli bug'latish moslamalari uchun issiqlik va moddiy balansni tuzish;

- rektifikatsion moslamalarni hisoblash; quritish jarayonini hisoblash, quritish moslamasi uchun havo va issiqlik sarfini hisoblash ***ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak***.

Farmatsevtik injenering fanining boshqa fanlar bilan integratsiyasi:

biotexnologiya fanini mukammal o'zlashtirish uchun talabalar quyidagi fanlardan yetarli bilim, ko'nikma va malakaga ega bo'lishlari kerak:

- matematika
- fizika
- energotexnologiya
- biologik kimyo;
- mikrobiologiya;
- Fizik kimyo;
- Organik kimyo va boshqalar

2.Ma'ruza mashg'ulotlari

1-jadval

t/r	2.Ma'ruza mashg'ulotlari 5-семеcтp	Soat
1.	Farmatsevtik injenering faniga kirish. Farmatsevtik injenering fani va uning vazifalari. Asosiy jarayonlarning turi, o'xshashlik nazariyasining asoslari.	2
2.	Gidromexanik jarayonlar. Hidrostatika. Muvozanat holatining differensial tenglamasi. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi.	2
3.	Gidromexanik jarayonlar. Hidrodinamika. Oqimning uzluksizlik tenglamasi. Suyuqlik harakatining Eyler differensial tenglamasi.	2
4.	Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llanilishi. Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqishi. Trubalardagi gidravlik qarshiliklar.	2
5.	Mavxum qaynash qatlamining gidrodinamikasi. Birinchi va ikkinchi kritik tezliklar haqida tushunchalar. Suyuqlik muxitlarida aralashtirish. Aralashtirgichlar.	2
6.	Suyuqlik va gazlarni uzatish. Suyuqliklarni uzatish. Nasoslarning turlari. Nasosning asosiy parametrlari. Nasoslarning umumiy nabori va so'rish balandligi.	2
7.	Turli jinsli sistemalarni ajratish. Turli jinsli sistemalarni ajratish usullari. Suyuqlik sistemalarini ajratish. Cho'ktirish. Filtrlash.	2
8.	Turli jinsli sistemalarni filtrlash. Filtrlash usullari. Filtr qurilmalari. Filtirlash qurilmalari hisob va ularni to'g'ri tanlash.	2
9.	Issiqlik almashinish jarayonlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Temperatura maydoni va gradienti. Fur'e qonuni.	2
10.	Issiqlik almashinish asoslari. Konvektiv issiqlik almashinish. Nyuton	2

	qonuni. Konvektiv issiqlik almashinishning differensial tenglamasi.	
11.	Issiqlik jarayonlari va ularning turlari. Suv bilan isitish O'tkir bug', kuchsiz bug' va issiq suv bilan isitish. Yuqori temperaturali moddalar bilan isitish	2
12.	Bug'latish. Bir apparatli bug'latish qurilmasi. Apparatning ishlash prinsipi. Moddiy balans. Issiqlik balansi. Isitish yuzasi. Temperaturaning yo'qotilishi.	2
13.	Bug'latitkichlarni tanlash va hisoblash.	2
14.	Ko'p apparatli bug'latish qurilmalari. Bug'latish qurilmalari. Ularning sxemalari. Moddiy, issiqlik balanslari.	2
15.	Modda almashinish jarayonlari. Muvozanat qoidalari. Fazalar qoidasi. Fazaviy muvozanat. Moddiy balans.	2
16.	Diffuzion jarayonlar. Molekulyar va turbulent diffuziyalar. Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari	2
Jami		32

2-jadval

t/r	2.Ma'ruza mashg'ulotlari 6-семестр	Soat
1	Modda o'tkazish jarayoni. Modda o'tkazishning harakatlantiruvchi kuchi. Qattiq fazali sistemalarda modda o'tkazish jarayoni	2
2	Modda berish, modda o'tkazish jarayonlari. Modda almashinish apparatlari. Modda o'tkazish jarayonlarini intensivlash. Modda almashinish apparatlarining o'lchamlarini aniqlash. Apparatning balandligi, ish hajmi.	2
3	Absorbsiya. Absorbsiya jarayonining muvozanati. Absorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi. Absorberlar qurilmalari.	2
4	Rektifikatsiya apparatlarini tanlash va hisoblash.	2
5	Suyuqliklarni xaydash. Suyuqlik bug' sistemalarining xossalari. Oddiy xaydash jarayoni. Suv bug'i bilan xaydash.	2

6	Rektifikatsiya. Binar aralashmalarini uzluksiz rektifikatsiya qilishning moddiy va issiqlik balanslari. Moddiy balans. Minimal flegma soni. Ko'p komponentli aralashmalarni rektifikatsiyalash. Rektifikatsiyalash apparatlarining tuzilishi. Plyonkali kolonnalar.	2
7	Ekstratsiya jarayoni. Suyuqlik-suyuqlik sistemasida ekstraksiyalash. Ekstraksiyalash qurilmalari.	2
8	Qattiq materiallarni ekstratsiyalash va eritish. Qattiq va suyuq fazalarning o'zaro ta'sirlashish usullari. Ekstraktorlar. Ekstratsiyalash apparatlarining tuzilishi. Ekstraktorning issiqlik balansi va ularning asosiy o'lchamlari.	2
9	Ekstarkotrlarni tanlash va hisoblash.	2
10	Adsorbsiya. Adsorbsiya jarayonining moddiy va issiqlik balansi. Adsorberlar qurilmalari.	2
11	Adsorberlarni tanlash va hisoblash.	2
12	Absorberlarni tanlash va hisoblash.	2
13	Quritish jarayonlarining nazariy asoslari. Nam havoni asosiy parametrlari. Ramzin diagrammasi. Nam havoning diagrammasi. Nam havoni isitish. Nam havoni sovitish. Turli parametrli havoni aralashtirish.	2
14	Quritish usullari. Quritish jarayonining kinetikasi. Namlikning material yuzasidan bug'lanishi. Namlikning material ichida siljishi. Quritishning tezligi va davrlari. Quritish apparatlarining hisobi.	2
15	Quritkichlarni tanlash va hisoblash.	2
16	Quritish apparatlari. Konvektiv quritkichlar, tunelli, lentali, barabanli, mavxum qaynash qatlamli, sohib beruvchi, pnevmatik quritkichlar. Dori vositalarini quritishning o'ziga hos xususiyatlari.	2
17	Kristalizatorlarni tanlash va hisoblash.	2
18	Kristallanish jarayoning muvozanat va tezligi. Kristallarni xosil qilish usullari va uning xossalariga kristallanish sharoitining ta'siri.	2

	Kristallizatorlar. Kristallizatorni hisoblash. Kristallanish jarayonining moddiy balansi.	
	Jami	36

Ma'ruza mashg'ulotlari multimedia qurilmalari bilan jixozlangan auditoriyada akademik guruxlar oqimi uchun o'tiladi.

3. Laboratoriya mashg'ulotlar

Darsni olib borish rejasi (xronoxarita):

1. O'qituvchining mavzu bo'yicha kirish so'zi - 5 daqiqa;
2. Talabalarning bilimni og'zaki usulda mavzuga tegishli savollar bilan tekshirish -30 daqiqa;
3. Mavzuni tushuntirish: o'qituvchi talabalarning bergan javoblariga qarab, yo'l qo'yilgan xatoliklarni tuzatib, javoblarni umumlashtiradi -10 daqiqa;
4. Kundalik daftarni tekshirish: (retseptni lotin tilida yozilishi, dorivor moddalarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, pasport qismidagi hisob-kitob va texnologiyasi to'g'ri yozilganligiga ahamiyat beriladi) - 15 daqiqa;
5. Laboratoriya ishini bajarish: (mavzuga tayyor, kundaligi to'g'ri yozilgan talabaga laboratoriya mashg'ulotini bajarish uchun ruxsat beriladi. O'qituvchi tomonidan texnologik jarayon nazorat qilib boriladi) -80 daqiqa;
6. Bajarilgan ishni qabul qilish - 20 daqiqa.

Jami: 160 daqiqa.

Izoh: Mashg'ulot hajmi boshqacha bo'lsan fanlardan xronoxarita vaqtlari boshqacha tuziladi.

3-jadval

t/r	Laboratoriya ishlarining mavzulari 5-semestr	Soat
1	Suyuqlikning oqish rejimini aniqlash	4
2	Suyuqlik harakat qilayotgan trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash	4
3	Markazdan qochma tipdagi nasoslarning xarakteristikasini aniqlash.	4

	Korroziya kavitatsiyasi.	
4	«Truba ichida truba» tipdagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik berish o'tkazish koeffitsientini aniqlash	4
5	Farmatsevtik injenering fanidan fizik kattaliklar va ularning o'lchovlari. Hidrostatikada tutash idishlarda suyuqlik sathini o'lchash	4
6	Suyuqlikning xarakat rejimida ekvivalent diametr va gidravlik radiusini aniqlash. Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llash.	4
7	Trubalarda suyuqlik harakatiga bosimning sarflanishi va suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqish vaqtini aniqlash.	4
8	Trubalarning gidravlik qarshiliklari va suyuqlik harakatida bosim yo'qotilishini aniqlash. Skrubber va issiqlik almashinuv apparatlarining gidravlik qarshiligini aniqlash.	4
9	Mavhum qaynash qatlamining gidrodinamikasi. Qatlam hajmini va gidravlik qarshiligini aniqlash	4
10	Suyuqlik muhitlarida aralashtirish. Suyuqlik va gazlarni aralashtiradigan mashinalarning chidamliligini aniqlash	4
11	Suyuqlik va gazlarni uzatish. Nasos va ventilyatorlarni tanlash. Tozalangan suv uchun zarur texnik apparatlar.	4
12	Markazdan qochma tipdagi nasoslarning xarakteristikasini aniqlash. Korroziya kavitatsiyasi.	4
13	Turli jinsli sistemalarni cho'ktirish. Cho'kish tezligini aniqlash. Tozalangan suv olish va unga qoyiladigan talablar	4
14	Turli jinsli sistemalarni filtrlash. Filtrlash tezligini aniqlash. Havoni tozalash tizimlari. Tozalangan havoni filtrlash. Teskari osmos.	4
15	Issiqlik almashinish jarayonlari. Issiqlik o'tkazuvchanlik usulida issiqlikni o'tishini hisoblash.	4
16	Tekis va silindrsimon devor orqali issiqlikni o'tishini hisoblash. Havoni isitish tizimlari. Konvektsiya usulida o'tgan issiqlik miqdorini hisoblash.	4
Jami		64

4-jadval

t/r	Laboratoriya ishlarining mavzulari 6-semestr	Soat
1.	«Truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik o'tkazish berish koeffitsientini aniqlash	4
2.	Eritmalarning temperatura depressiyasini aniqlash.	4
3.	Nasadkali adsorberning hisobi. Reaktorlarning tezligini asoslari.	4
4.	Quritish qurilmasida qurish jarayonini tasvirlash	4
5.	Quritish jarayonining kinetikasi	4
6.	Agregat holatini o'zgarishi bilan issiqlik berishni aniqlash. Toza honalarni tashkil etish asoslari.	4
7.	Davriy ishlovchi issiqlik almashinish (zmeevikli, g'ilofli, aralashtirgichli) apparatlarining issiqlik hisobini aniqlash. Issiq havoni uzatish tizimi	4
8.	Eritmalarning turli xil bosim va temperaturada ayrim teplofizik konstantalarni aniqlash	4
9.	Davriy bug'latish jarayoni hisobi. Bug'latilgan modda miqdorini aniqlash.	4
10.	Uzluksiz xarakatdagi bug'latish apparatining issiqlik hisobi.	4
11.	Modda almashinish jarayonlarida diffuziya koeffitsientini aniqlash.	4
12.	Absorbsiya jarayoni, absorberlarni balandligini aniqlash.	4
13.	Haydash va rektifikatsiyada flegma sonini aniqlash.	4
14.	Oddiy haydashda issiqlik sarfi aniqlash.	4
15.	Ekstraksiyalash jarayoni hisobi. Samarali diffuziya vaqtini aniqlash.	4
16.	Quritish apparatining hisobi. Liofillash jarayoni	4
17.	Quritishning turli xil variantida havo va issiqlikning sarf bo'lishini aniqlash	4

18.	Kristallizator hisobi.	4
Jami		72

Laboratoriya mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jixozlangan auditoriyada har bir akademik guruxga alohida o'tiladi. Mashg'ulotlar faol va interfaol usullar yordamida o'tiladi, "Blits-texnologiyasi" va o'rgazmali materiallar qo'llaniladi.

4. TALABALAR TOMONIDAN OLINADIGAN AMALIY KO`NIKMALAR

5- JADVAL

	MAVZU	AMALIY KO`NIKMA
1	Farmatsevtik injiniring fanidan fizik kattaliklar va ularning o'lchovlari.	Farmatsevtik injiniring fanidan qurilmalarning sxemasini chizish, ularning hamma o'lcham va kattaliklarini qo'yish, oqimlarning harakat yo'nalishini belgilash va ularning ishlash prinsipini batafsil o'rganish.
2	Gidrostatikada tutash idishlarda suyuqlik sathini o'lchash.	Idishlarda suyuqlik sathini o'lchash Gidrostatikaning asosiy tenglamasi, Paskal qonuni tenglamalarida statik bosim hisoblash
3	Suyuqlikning xarakat rejimida ekvivalent diametr va gidravlik radiusini aniqlash. Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llash	Ekvivalent diametr haqida tushunchaga hamda turli kesimli yuziga ega bo'lgan trubalarning diametrini hisoblash. Bernulli tenglamasini amaliyotda qo'llash
4	Suyuqlikning oqish rejimini aniqlash	Suyuqliklarni oqish xususiyatini o'rganish, suyuqlikning oqish rejimini aniqlash. Trubadagi suyuqlik oqimining kritik tezligini aniqlash
5	Trubalarda suyuqlik harakatiga bosimning sarflanishi va suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqish	Suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash asboblari bilan tanishish. Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqish vaqtini aniqlash

	vaqtini aniqlash.	
6	Trubalarning gidravlik qarshiliklari va suyuqlik harakatida bosim yo'qotilishini aniqlash.	Suyuqliklarni oqishi rejimini, gidravlik qarshiliklarni o'rganish.Trubalarning gidravlik qarshiliklarini aniqlash
7	Skrubber va issiqlik almashinuv apparatlarining gidravlik qarshiligini aniqlash.	Turli chiqindi gazlarni tozalash usullari, qo'llaniladigan apparatlar turlari, ularning tuzilishi, ishlash prinsipi bilan tanishish va kamchilik va afzal tomonlarini tahlil qilish Gidravlik qarshiligini aniqlash
8	Suyuqlik harakat qilayotgan trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash	truba suyuqlik harakati davomida ishqalanish va mahalliy qarshiliklarning koeffitsiyentlarini aniqlash. Gidravlik qarshiliklarni aniqlab, suyuqliklarni uzatish uchun kerak bo'ladigan energiya sarfini hisoblash
9	Mavxum qaynash qatlamining gidrodinamikasi. Qatlam hajmini va gidravlik qarshiligini aniqlash.	Mavhum qaynash qatlami haqida tushunchaga ega bo'lish, uni qo'llaniladigan sohalarni, mohiyatini hamda jarayonga ta'sir qilinishini ko'rib chiqish va o'rganish.Qatlam hajmini va gidravlik qarshiligini aniqlash
10	Suyuqlik muhitlarida aralashtirish. Suyuqlik va gazlarni aralashtiradigan mashinalarning chidamliligini aniqlash	Kimyoviy reaksiyalarni amalga oshirishda issiqlik va modda almashinish jarayonlarini tezlashtirish uchun aralashtiradigan mashinalarni tanlash, ishlash prinsipi bilan tanishish va ularning chidamliligini aniqlash Suyuqlik va gazlarni aralashtiradigan mashinalarning hisoblash
11	Suyuqlik va gazlarni uzatish. Nasos va ventilyatorlarni tanlash	Uzatish qurilmalari bilan tanishish, ularning asosiy parametrlarini aniqlash hamda asosiy hisobotlarni bajarish. Nasos turlarini bilish
12	Markazdan qochma tipdagi nasoslarning xarakteristikasini aniqlash	Suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan gidravlik mashinalar bilan tanishish, markazdan qochma nasoslarni o'rganish. Nasos qurilmasini sinab. Nasosning asosiy parametrlarini aniqlash.

13	Turli jinsli sistemalarni choʻktirish. Choʻkish tezligini aniqlash.	Turli jinsli sistemalar haqida tushunchaga ega boʻlish va ularni ajratish usullarini koʻrib chiqish. Choʻkish tezligini aniqlash.
14	Turli jinsli sistemalarni filtrlash. Filtrlash tezligini aniqlash	Filtrlash yoʻli bilan turli jinsli sistemalarni ajratish mexanizmini koʻrib chiqish. Filtrlash tezligini aniqlash
15	Issiqlik almashinish jarayonlari. Issiqlik oʻtkazuvchanlik usulida issiqlikni oʻtishini hisoblash	Issiqlik oʻtkazuvchanlik usulida Fur'e tenglamasi asosida issiqlikni oʻtishini hisoblash Issiqlik oʻtkazuvchanlik usulida issiqlikni oʻtishini hisoblash
16	Tekis va silindrsimon devor orqali issiqlikni oʻtishini hisoblash.	Issiqlik almashinish jarayonlarida issiqlikning bir muhitdan ikkinchisiga oʻtish nazariyasini oʻrganish. Devor orqali issiqlikni oʻtishini hisoblash.
17	Konvektsiya usulida oʻtgan issiqlik miqdorini hisoblash.	Issiqlik almashinish jarayoni haqida tushunchaga ega boʻlish va konvektiv issiqlik oʻtkazish jarayonini oʻrganish. Issiqlik miqdorini hisoblash
18	Truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik oʻtkazish koeffitsientini aniqlash.	Issiqlik oʻtkazish qonunlarini oʻrganish, issiqlik oʻtkazish koeffitsientini aniqlash.
19	Agregat holatini oʻzgarishi bilan boradigan issiqlik berishni aniqlash.	Agregat holat oʻzgarganda issiqlik berish jarayonining oʻtib borishi, koʻrib chiqish, hamda jarayonning harakatlantiruvchi kuchlarini aniqlash.
20	“Truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik berish koeffisientini aniqlash	Isituvchi elitgichdan trubaning devoriga yoki trubaning devoridan sovituvchi elitgichga issiqlik oʻtganda issiqlik berish koeffitsientini aniqlash.
21	Davriy ishlovchi issiqlik almashinish apparatlarining	Davriy ishlovchi issiqlik almashinish apparatlarining turlari bilan tanishib chiqishi

	issiqlik hisobini aniqlash.	hamda issiqlik tashuvchi agentlarning sarfi, ularning dastlabki va oxirgi temperaturalarini bilgan holda zarur bo'lgan issiqlik almashinish yuzasi F ni aniqlashdir
22	Eritmalarni turli xil bosim va temperaturada ayrim teplofizik konstantalarini aniqlash	Bug'latish jarayonida asosiy ko'rsatkichlar haqida tushunchaga ega bo'lish hamda ularning hisobini bilish.
23	Davriy bug'latish jarayonining hisobi. Bug'latilgan modda miqdorini aniqlash.	Uzluksiz va davriy bug'latish jarayonlarini taqqoslash. Bir korpusli bug'latish qurilmasidan iborat bo'lgan bug'latish jarayonini hisoblash
24	Eritmalarning temperatura depressiyasini aniqlash	Suyultirilgan eritmalarning har xil bosim ta'sirida qaynash paytidagi temperatura depressiyasini tajriba yo'li bilan aniqlash. Ko'p sonli bug'latish qurilmalarida apparatlarning optimal sonini grafik usul bilan aniqlash.
25	Uzluksiz harakatdagi bug'latish apparatining issiqlik hisobi	Uzluksiz harakatdagi bug'latish apparatining asosiy ko'rsatkichlarini hisoblash Korpuslar bo'yicha issiqlik balanslarini tuzish.
26	Massa almashinish jarayonlarida diffuziya koeffitsientini aniqlash.	Massa (modda) almashinish jarayonlari haqida tushuncha hosil qilish va diffuziya koeffitsientini aniqlash. Modda berish koeffitsientini hisoblashni organish
27	Absorbsiya jarayoni, absorberlarni balandligini aniqlash.	Absorbsiya jarayonini o'rganish. Absorbsiya jarayonini olib borish usullarini o'rganish Absorbsiyaning moddiy balansi va kinetik qonuniyatlarini organish
28	Nasadkali adsorberning xisobi	Harakatchan nasadkali kolonnalarda modda berish va o'tkazish koeffitsientlari miqdorini aniqlash
29	Haydash va rektifikatsiyada flegma sonini aniqlash	Haydash va rektifikatsiya jarayonini o'rganish. Rektifikatsiya jarayonining moddiy va issiqlik balanslarini hisoblashni o'rganish

30	Oddiy haydashda issiqlik sarfini aniqlash	Oddiy haydash jarayonini eritma komponentlari uchuvchanligi orasidagi farq katta bo'lgan hollardagina qo'llash maqsadga muvofiq va yuqori samara beradi
31	Ekstraksiyalash jarayoni hisobi. Samarali diffuziya vaqtini aniqlash.	Ekstraktorlar, ularning turlari, tuzilishini o'rganish va ekstraksiyalash jarayoni hisobini o'rganish
32	Quritish qurilmasida qurish jarayonini tasvirlash	Materialni quritishda nam miqdorini aniqlash, issiqlikni va havoni solishtirma sarf miqdorini aniqlash.
33	Quritish apparatining hisobi.	Quritish apparati haqida tushuncha, apparatning hisobini o'rganib chiqish.
34	Quritish jarayonining kinetikasi	Quritish tezligini qisqa vaqt davomida material namligini kamayishi orqali aniqlash. quritish egri chizig'I yordamida havoning nisbiy namligini aniqlash
35	Quritishning turli xil variantida havo va issiqlikning sarf bo'lishini aniqlash	Quritishning turli xil variantlari bilan tanishish va har bir variantda havo va issiqlikning sarf bo'lishini hisoblash
36	Kristallizatorning hisobi.	Kristallanish statikasi va kinetikasi, kristallanish usullari bilan tanishish

5. Mustaqil ta'lim

6-jadval

	Mustaqil ta'lim mavzulari	Dars soatlari xajmi
5–semestr		
1.	Farmatsevtika texnologiyasida jarayonlarni zamonaviylashtirish	10
2.	Farmatsevtika texnologiyasida suyuqliklarning turli vaziyat va rejimlarda xarakatini tavsiflash	10

3.	Farmatsevtika sanoatida filtrlash apparatlari	10
4.	Farmatsevtika sanoatida nasoslarning maxsus turlari	10
5.	Cho'ktirish apparatlarining amaliyotda qo'llanilishi	10
6.	Zamonaviy aralashtirish apparatlari	10
7.	Issiqlik almashinish moslamalarining maxsus turlari	10
	Ja'mi	70

	Mustaqil ta'lim mavzulari	Dars soatlari xajmi
6–semestr		
1.	Qobiqli bug'latish qurilmalari	10
2.	Absorbsiya usullarini farmatsevtika sanoatida qo'llanilishi	10
3.	Zamonaviy ekstraktorlar, ularning tuzilishi va sanoatda qo'llanilishi	10
4.	Zamonaviy rektifikatsiya kolonnalarining farmatsevtika sanoatida qo'llanilishi	10
5.	Oddiy xaydashni farmatsevtika sanoatida qo'llanilishi	10
6.	Quritish jarayonining kinetikasi	10
7.	Maxsus quritgichlarning farmatsevtika sanoatida qo'llanilishi	10
8.	Farmatsevtika sanoatida qo'llaniladigan kristallizatorlar.	10
	Jami	80

Mustaqil o'zlashtirilgan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan internet ma'lumotlari to'plash, bibliografik annotatsiya va taqdimotlarni tayyorlash, test savollari va vaziyatli masalalarni tuzish tavsiya etiladi.

6. Fan bo'yicha kurs ishi rejalashtirilgan.

Fan bo'yicha kurs ishi (loyixasi).

Kurs ishlari bo'yicha ko'rsatmalar

- 1 Nasoslarni hisobi
- 2 Filtrlash moslamasini hisobi.
- 3 Sentrifuga moslamasini hisobi
- 4 Davriy ishlovchi issiqlik almashinish (zmeevikli, qobiq trubali, aralashtirgichli) apparatlarining issiqlik xisobi
- 5 Uzlaksiz xarakatdagi bug'latish apparatining issiqlik hisobi
- 6 Bug'latish jarayoni hisobi
- 7 Absorbsiya jarayoni hisobi.
- 8 Haydash va rektifikatsion kolonnalarni hisobi.
- 9 Ekstraksiyalash jarayoni hisobi.
- 10 Quritish (mavxum qaynash) apparatining hisobi
- 11 Quritish (purkagichli) apparatining hisobi
- 12 Adsorbsiya jarayoni hisobi
- 13 Kristallizatorni hisobi.

7. Fan bo'yicha ishlab chiqarish amaliyoti

Ishlab chiqarish amaliyoti ta'lim jarayonida taqdim etilgan nazariy bilimlarni mustahkamlash va talabalarning amaliy ko'nikmalarini shakllantirishga qaratilgan. "Farmatsevtik texnologiya" fanidan ishlab chiqarish amaliyoti rejalashtirilgan bo'lib, amaliyot bazasi qilib dori shakllarini tayyorlaydigan dorixonalar belgilangan. Institutda olgan nazariy bilimlarini ishlab chiqarish jarayonida mustahkamlash, dorixonada ishlab chiqariladigan dori turlarini tayyorlash, ishlab chiqarilgan dori vositalarining sifatini baholash, bemorlarga tayyor dori turini berish tartibi bilan tanishish, farmatsevt-texnologning kelgusi ish faoliyatiga amaliy ko'nikma hosil qilish.

	Amaliyot o'tash kunlarining rejasi	Amaliyot o'tiladigan joy
1	Amaliyotni o'tash tartibi. Rejalar va xavfsizlik qoidalar.	Toshfarmi Biotexnologiya kafedrası
2	Farmatsevtik ingineriing ishlab chiqarish jarayonlari bilan tanishish	O'zRFA O'simlik moddalari kimyosi institute yoki Uzkiimyofarm OAJ

8. Fan bo'yicha talabalar bilimini baxolash va nazorat qilish mezonlari

Baholash usullari	Ekspress testlar, yozma ishlar, og'zaki surov
Baholash mezonlari	86-100 ball "a'lo" - fanga oid nazariy va amaliy tushunchalarni to'la o'zlashtira olish, tasniflanishini bilish. -fanga oid o'rganilayotgan biotexnologik obyektga to'la ta'rif bera olish; -biotexnologik maxsulot olish va uni qo'llash; - biotexnologik jarayonlarni mustaqil ketma ketlikda tanlay olish; - biotexnologik maxsulot olish jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash; -biotexnologik maxsulotni sifat nazoratini o'tkaza bilish; 71-85 ball "yaxshi" - biotexnologik jarayon xaqida mustaqil fikr yuritish; - biotexnologik jarayon bosqichlarini to'g'ri aks ettira olish; - biotexnologik maxsulot olishda biotexnologik jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash; -biotexnologik maxsulot sifat nazoratini o'tkaza bilish va tegishli xulosa chiqarish. 55-70 "qoniqarli" -texnologik jarayon bosqichlarini to'g'ri aks ettira olish; -tayyorlanayotgan dori shaklining texnologik jarayoniga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash; -tayyorlanayotgan dori shaklini me'yoriy xujjat asosida sifat

	nazoratini o'tkaza bilish va tegishli xulosa chiqarish.		
	0-54 "qoniqarsiz" -o'tilgan fanning nazariy va amaliy tushunchalarni bilmaslik; - texnologik jarayon bosqichlari haqida tassavurga ega emaslik; - me'yoriy xujjatlar asosida tayyorlanayotgan dori shaklining sifatiga baho bera olmaslik;		
	Reyting baxolash turlari	Maks. ball	O'tkazish vaqti
	Joriy nazorat: Laboratoriya mashg'ulotlarida faolligi, savollarga to'g'ri javob berganligi, laboratoriya topshiriqlarni bajarilganligi uchun	45	Semestr boshlangandan ikkinchi mashg'ulotdan oxirgi mashg'ulotga qadar har bir mashg'ulotda 100 ballik tizimda joriy baholanadi, so'ngra ushbu ballar yig'indisidan o'rtacha ball chiqarilib, 0,45 koeffitsientga ko'paytiriladi.
	Mustaqil ta'lim	5	
	Oraliq nazorat: Laboratoriya mashg'ulotida og'zaki so'rov ko'rinishida qabul qilinadi. Ma'ruzachi o'qituvchi va laboratoriya mashg'uloti o'qituvchisi tomonidan birgalikda o'tkaziladi. Oraliq nazorat savollari topshiriqlari 2 hafta avval e'lonlar doskasiga joylashtiriladi. Oraliq nazorat 20 ballni tashkil etib, undan: (86-100 %) 17,2-20,0 A'lo "5" (71-85 %) 14,2-17,2 Yaxshi "4" (55- 70 %) 11-14,2 Qoniqarli "3"	10 10	Har bir semestrning 9 xaftasida Har bir semestrning 17 xaftasida

	(0-54 %) 11 baldan kam Qoniqarsiz "2"		
	Yakuniy nazorat (yozma, og'zaki, test)	30	18 haftada
	JAMI	100	

9.Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlar xamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Darslik., Toshkent, Sharq, 2003, 644 b.
2. Pharmaceutical Process Engineering. Second edition, Informa Healthcare SSHA, Inc., 52 Vanderbilt Avenue, elektron darslik., Nyu-York, NY 10017, C 2010 p. 198,

Qo'shimcha adabiyotlar.

- 1 Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. –29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. Darslik., Toshkent, "O'qituvchi" 1987.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Москов А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебник., М., "Химия", 1987.

7. Плановский А.Н., Николаев П.И. Протсессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. Электронный учебник., М. “Химия”, 1972.
8. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Учебник., М. “Химия”, 1971.
9. Дытнерский Ю.И. Основные протсессы и аппараты в химической технологии. Учебник, М. “Химия”, 1983.
10. Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo‘yicha laboratoriya ishlariga. o‘quv qo‘llanma. Toshkent, 1990 y.
11. Касаткин А.Г. Основные протсессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие., М., “Химия”, 1973.
12. Кутузова М.А. Технологический расчет ректификационной колонны: Методические указания к курсовому проектированию. Электронный учебник., Казан-2008, 76 с.
14. Медофьев М.Н. Протсессы и аппараты пищевых производств. Электронный учебник., Новосибирск 2009- 144 с.
15. Минина С. Химия и технология фитопрепаратов. Электронный учебник., Москва, ГЕОТАР МЕДИА, 2009-560с
16. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Darslik., Toshkent 1999, Fan nashriyoti.,250 b.
17. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Darslik., Toshkent , Fan nashriyoti- 2000, 350 b.

Internet saytlari

18. www.google.com/drying.
19. www.google.com/evaporation.
20. www.google.com/crystallization
21. www.google.com/absorpsion.
22. www.google.com/adsorpsion

TARQATMA MATERIALLAR

FANNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.

“Assesment” metodi

Ushbu “Assesment” lardan ma’ruza
mashg‘ulotlarida qatnashchilarning mavjud
darajasini o‘rganishda, yangi ma’lumotlarni

bilim

bayon qilishda, seminar, amaliy

mashg‘ulotlarda esa mavzu yoki

ma’lumotlarni o‘zlashtirish darajasini

baholash, shuningdek, o‘z-o‘zini baholash

maqsadida individual shaklda foydalanish

tavsiya etiladi. SHuningdek, o‘qituvchining

ijodiy yondashuvi hamda o‘quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga

qo‘shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

« Kimyo-farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari» fanidan «
Suyuqliklarning teshiklar orqali oqib chiqishi»

mavzusidagi amaliy mashg‘ulot bo‘yicha

ASSESSMENT №1.

TEST

1.Suyuqliklar harakatida o‘rtacha tezlikdan
foydalanishga sabab

+ko‘ndalang kesimda suyuqlik

zarrachalarining tezliklari har hil

-oqimning tezligi katta

-oqimning tezligi kichik

-oqim bir me’yorda xarakatda

2.Suyuqlik harakatlanishida bosim

yoqotilishiga sababni ko‘rsating

+mahalliy qarshiliklar

-harorat

-qatlam

-cho‘kma

3.Suyuqliklarni oqich rejimini qaysi kriteriy
bilan ifodalanadi

+Reynolds

-Fur’e

-Nuselt

-Prandtl

MASALA

Qobiq trubali issiqlik

almashinish apparatining

trubalar oralig‘idagi ekvivalent

diametrni aniqlang. Issiqlik

almashinish apparati diametri

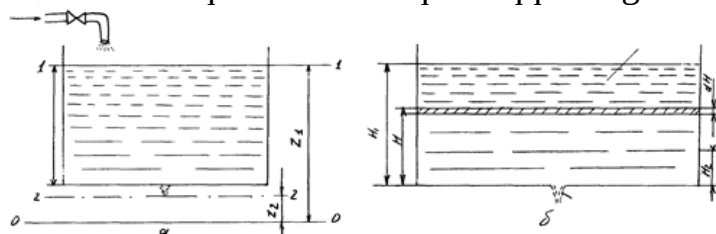
38 x 2,5 mm li 61 trubadan

tashkil topgan. Qobiqning ichki

diametri 625 mm ga teng.

CHIZMA

Idishdan suyuqlikni o'zgaruvchan va o'zgarmas balandlikda oqib tushish farqini taqqoslang.



AMALIY KO'NIKMA

Suyuqlikning sarflanish miqdorini pnevmometrik tuba vositasida aniqlang

“Blits-o‘yin” metodi

“Blits-o‘yin” metodining maqsadi: talabalarda tezlik, axborotlar tizimini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash ko‘nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maksadida qo‘llash samarali natijalarni beradi.

Bu metoddan maqsad, talabalarda ma’lum bir faoliyat yoki tushunchalarning ketma-ketligi, uzluksizligi, bog‘liqligi, bosqichma-bosqichligi hamda tartibini aniqlash malaka va ko‘nikmalarini rivojlantirishdan iborat.

Buning uchun pedagog tomonidan ma’lum ketma-ketligi mavjud bo‘lgan faoliyat yoki tushunchaning o‘rinlari almashtirilgan holda beriladi. Talabalar ushbu ketma-ketlikni topishi, tartibga keltirishi, o‘z o‘rniga qo‘yib chiqishi lozim. Bu topshiriqda talabalar o‘z javoblarini va guruhij javobni berish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. To‘g‘ri javob e‘lon qilingandan so‘ng talabalarni baholash mumkin.

Bunday topshiriq talabalarni fikrlashga undab, mavzu bilimlarini mustahkamlashga, aniqlashtirishga va tafakkurni rivojlantirishga yordam beradi

Metodni amalga oshirish bosqichlari:

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya’ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o‘rganish talab etiladi. SHundan so‘ng, ishtirokchilarga to‘g‘ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o‘qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a‘zolarini o‘z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta’sir o‘tkazib, o‘z fikrlariga ishonirish, kelishgan holda bir to‘xtamga kelib, javoblarini «guruh bahosi» bo‘limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o‘z ishlarini tugatgach, to‘g‘ri harakatlar ketma-ketligi trener-o‘qituvchi tomonidan o‘qib eshittiriladi, va talabalardan bu javoblarni «to‘g‘ri javob» bo‘limiga yozish so‘raladi.

4. «To'g'ri javob» bo'limida berilgan raqamlardan «yakka baho» bo'limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa «0», mos kelsa «1» ball quyish so'raladi. SHundan so'ng «yakka xato» bo'limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo'shib chiqilib, umumiy yig'indi hisoblanadi.
5. Xuddi shu tartibda «to'g'ri javob» va «guruh bahosi» o'rtasidagi farq chiqariladi va ballar «guruh xatosi» bo'limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo'shiladi va umumiy yig'indi keltirib chiqariladi.
6. Trener-o'qituvchi yakka va guruh xatolarini to'plangan umumiy yig'indi bo'yicha alohida-alohida sharhlab beradi.
7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo'yicha o'zlashtirish darajalari aniqlanadi.

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.

“Keys-stadi” metodi



Keys-stadi interaktiv ta’lim metodi sifatida tinglovchilar tomonidan eng afzal ko’riladigan metodlar qatoriga kirmoqda. Ushbu texnologiya asosan kimyoviy texnologiya fanlaridan dars beruvchi o’qituvchi va tinglovchilarning umumiy intellektual va kommunikativ salohiyatini rivojlantirishga qaratilgan.

Buning sababi sifatida ushbu metod tinglovchilarga tashabbus bildirish, nazariy holatni o’zlashtirishda hamda amaliy ko’nikmalarni shakllantirishda mustaqillikka ega bo’lish imkoniyatini berishida ko’rish mumkin. O’z navbatida vaziyatlarning analizi (tahlili) tinglovchilarning kasbiy shakllanish jarayoniga kuchli ta’sir o’tkaza olishi, ularning kasbiy jixatdan “ulg’ayishiga” xizmat qilishi, ta’lim olishga nisbatan qiziqish va ijobiy motivatsiyaning shakllantirishi alohida ahamiyatga ega. Keyslar metodi o’qituvchining tafakkur turi sifatida, alohida paradigma ko’rinishida gavdalanib, ijodiy salohiyatni rivojlantirish, noan’anaviy tarzda fikrlash imkoniyatini beradi.

“Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
1-bosqich: Keys va uning axborot ta’minoti bilan tanishtirish	• yakka tartibdagi audio-vizual ish; • keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda); • axborotni umumlashtirish; • axborot tahlili; • muammolarni aniqlash
2-bosqich: Keysni aniqlash-tirish va o’quv topshirig‘ni belgilash	• individual va guruhda ishlash; • muammolarni dolzarblik ierarxiasini aniqlash; • asosiy muammoli vaziyatni belgilash
3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o’quv topshirig‘ining echimini	• individual va guruhda ishlash; • muqobil echim yo’llarini ishlab chiqish; • har bir echimning imkoniyatlari va

izlash, hal etish yo‘llarini ishlab chiqish	to‘siqlarni tahlil qilish; • muqobil echimlarni tanlash
4-bosqich: Keys echimini echimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	• yakka va guruhda ishlash; • muqobil variantlarni amalda qo‘llash imkoniyatlarini asoslash; • ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; • yakuniy xulosa va vaziyat echimining amaliy aspektlarini yoritish

“SWOT-tahlil” metodi

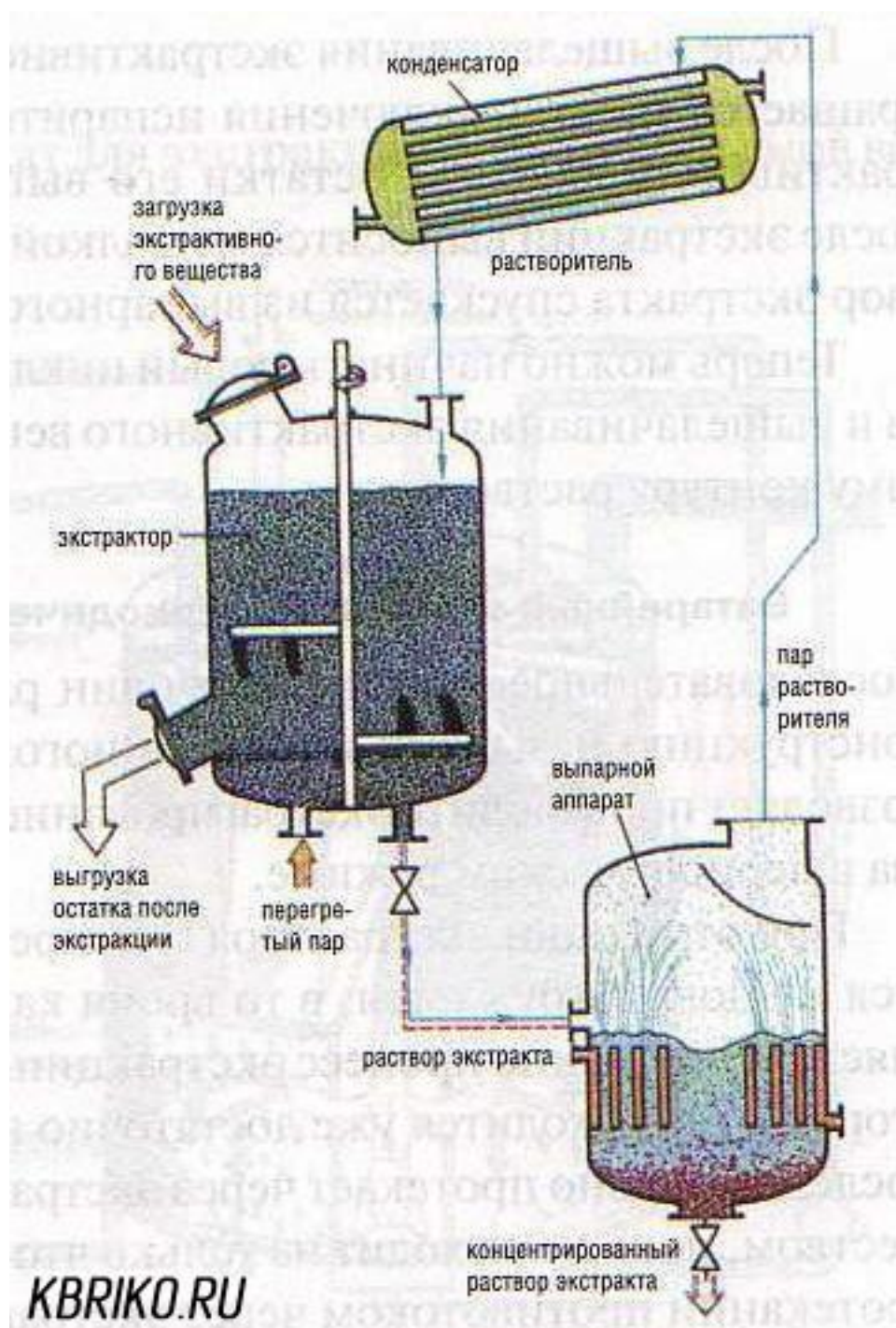
Ushbu texnologiya munozarali masalalarni hal etishda, baxs –munozaralar o‘tkazishda yoki o‘quv seminari yakunida, yoki o‘quv rejasi asosida biron bir bo‘lim o‘rganib bo‘lingach qo‘llanilishi mumkin. Bu texnologiya tinglovchilarni o‘z fikrlarini himoya qilishga, erkin fikrlash va o‘z fikrini boshkalarga o‘tkazishga, ochiq xolda baxslashishga, o‘quv jarayonida egallagan bilimlarini tahlil etishga, qay darajada egallaganliklarini baholashga hamda tinglovchilarni baxslashish madaniyatiga o‘rgatadi.

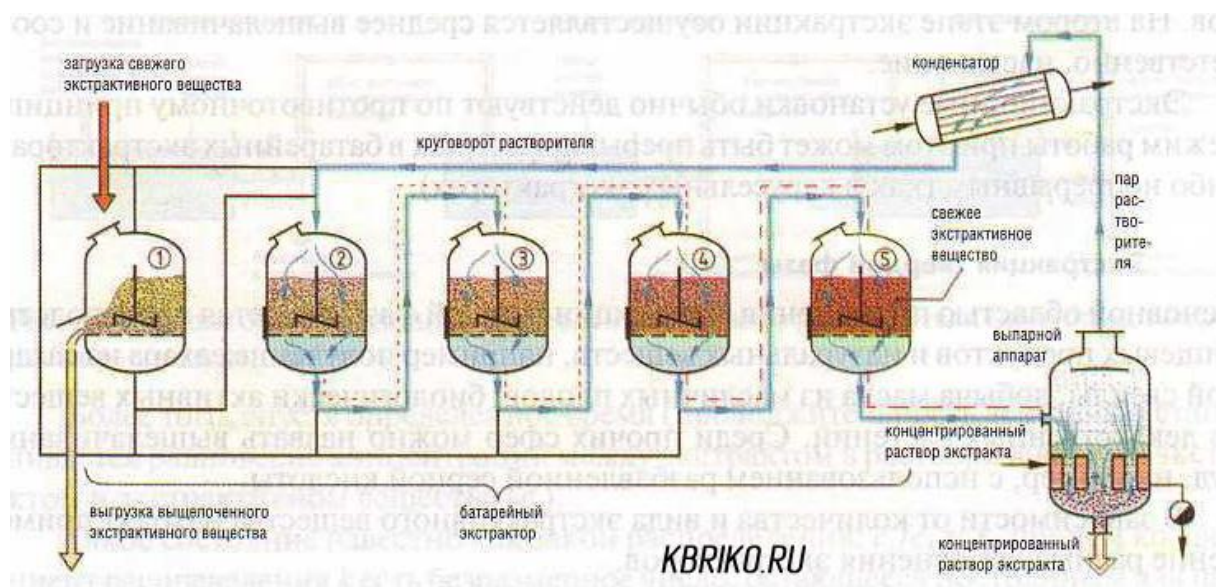


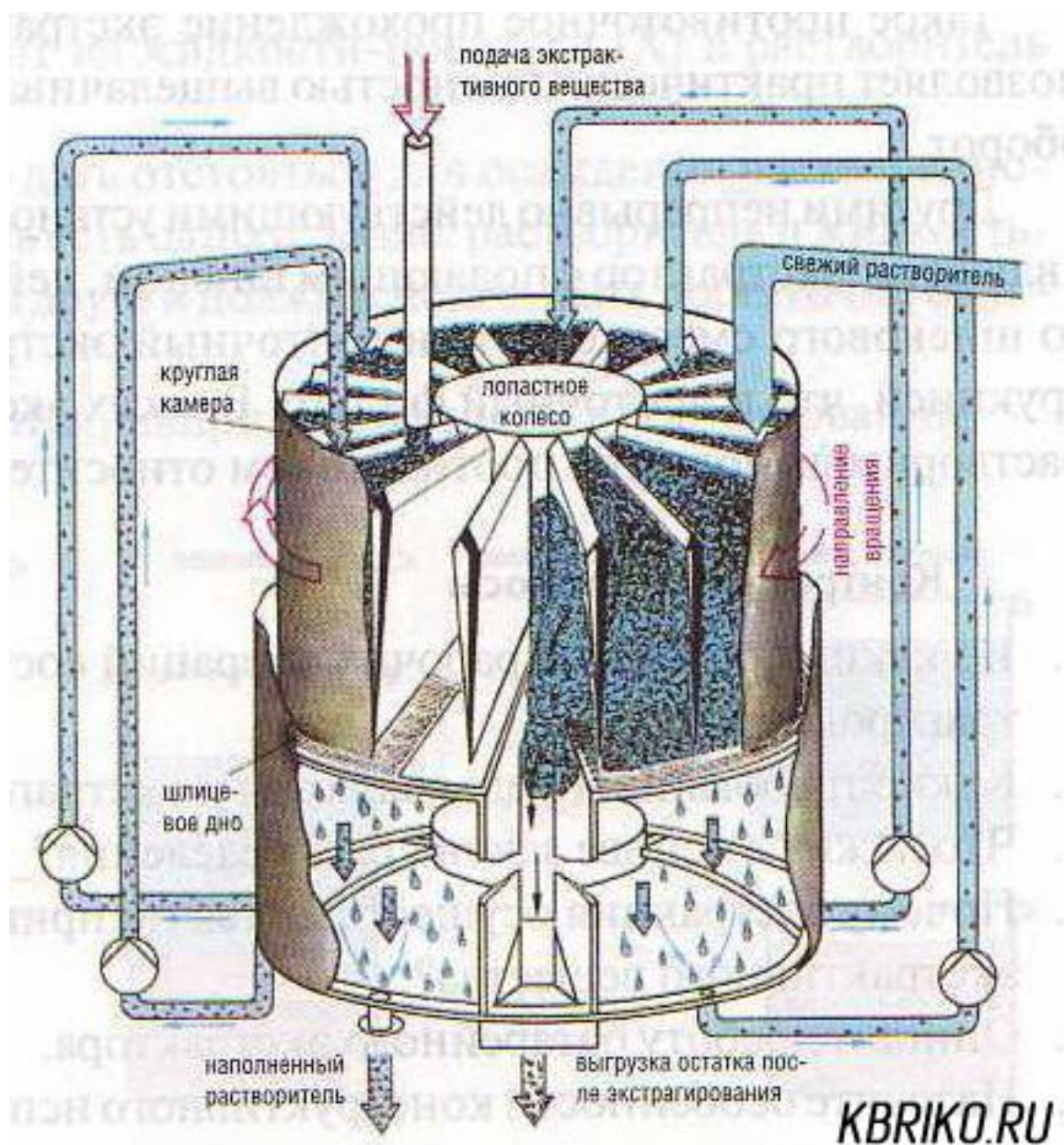
Namuna: **Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmasining SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.**

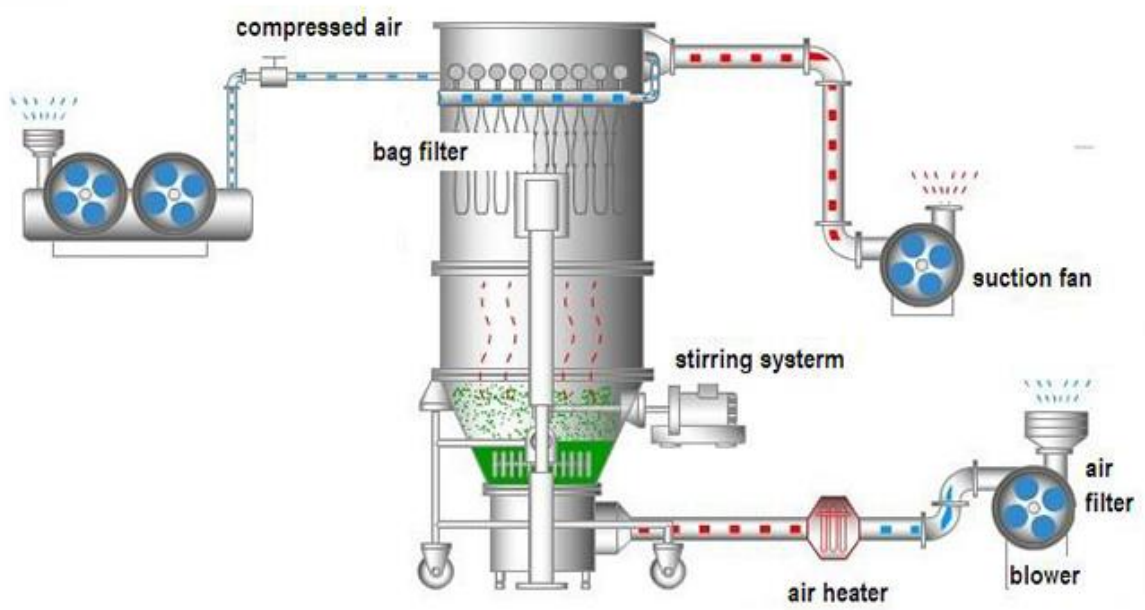
S	Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmasining qo‘llashning afzallik tomonlari	Doimiy xarajatlar arzonga tushadi... Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmalarining afzalliklari: tuzilishi sodda; narxi arzon; tozalash va ta‘mirlash oson;

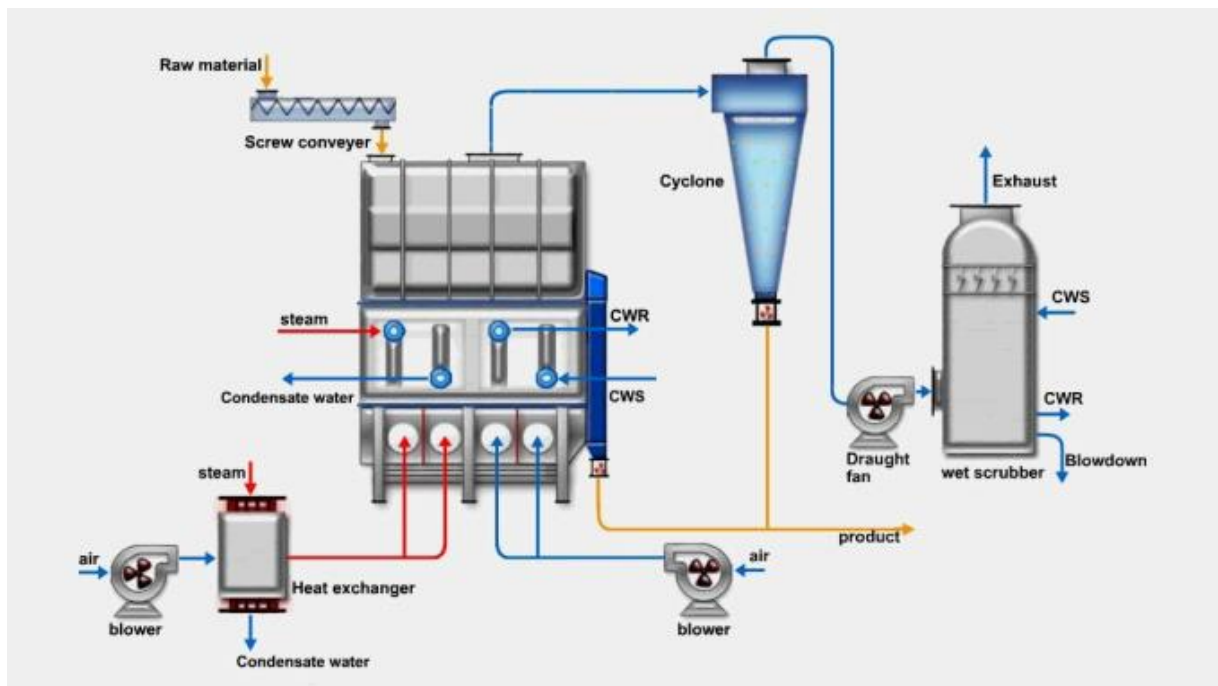
W	Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmasining qo'llashning kamchilik tomonlari	Ushbu turdagi qurilmaning kamchiliklari: suyuqlikning tezligi va issiqlik berish koeffitsiyenti kichik; truba ichki devorini tozalash qiyin; $l/d \geq 200 \dots 275$ bo'lsa, zmeevik pastida kondensat yig'iladi, issiqlik almashinish yomonlashadi va gidravlik qarshilik ortib ketadi. Vaqtdan yutqaziladi...
O	Zmeevikli issiqlik almashinish qurilmasi foydalanishning imkoniyatlari	yuqori bosim (0,2...0,5 MPa) qo'llash mumkin; kimyoviy faol suyuqliklarni isitish ham mumkin; isitish yuzasi $10 \dots 15 \text{ m}^2$; suyuqlik hajmi kattaligi uchun ishchi rejimlar o'zgarishi jarayonga sezilarli ta'sir etmaydi.
T	to'siqlar (tashqi)	Yirik ishlab chiqarishda qo'llab bo'lmaydi...











MECHANICAL CONSTRUCTION OF A DIRECT HEAT ROTARY DRYER

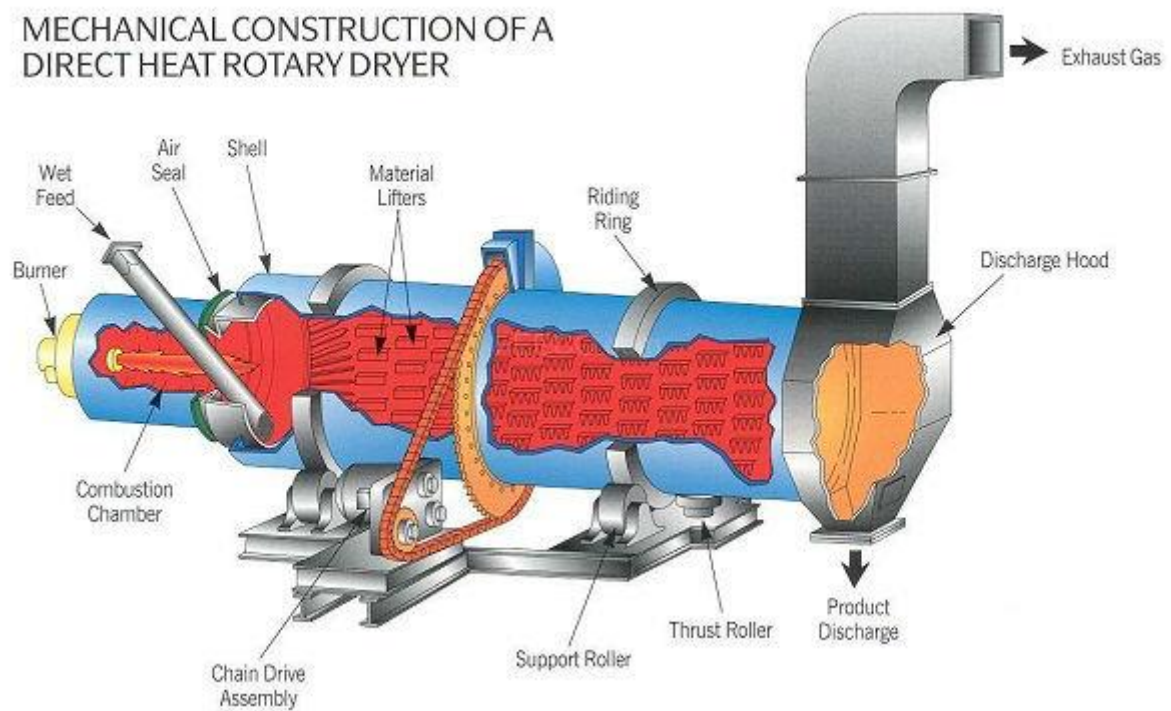
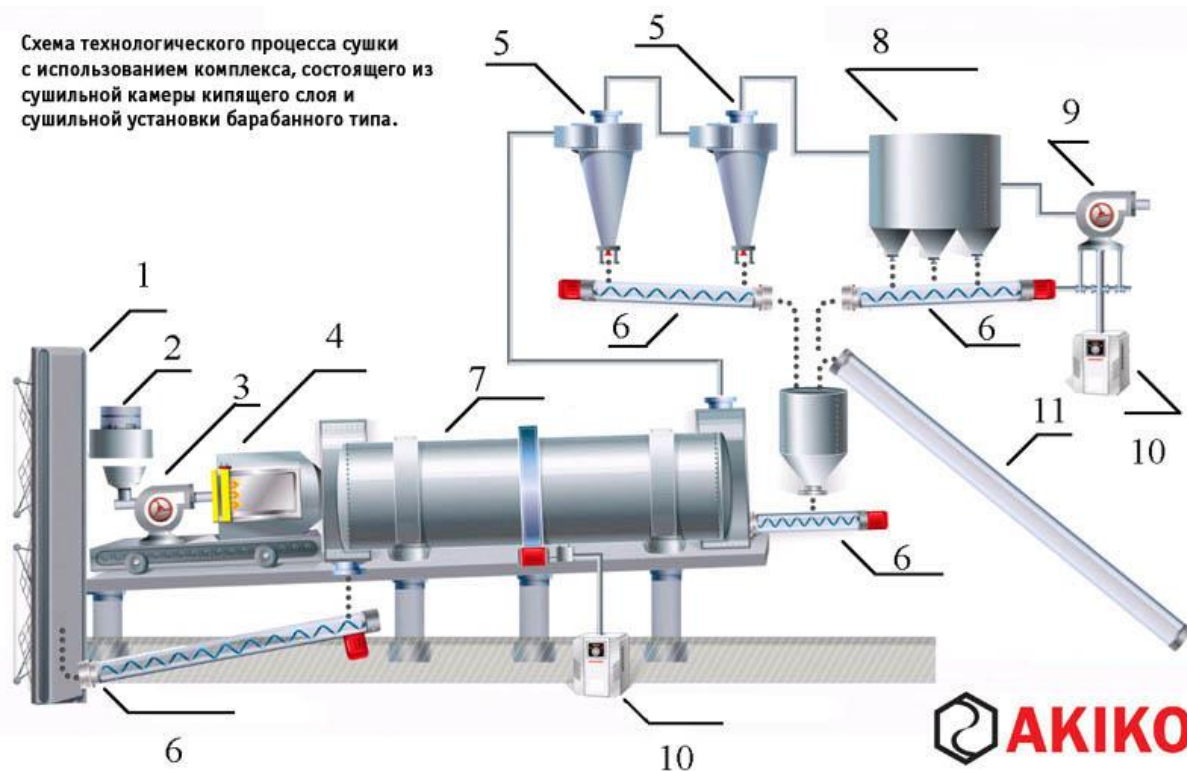
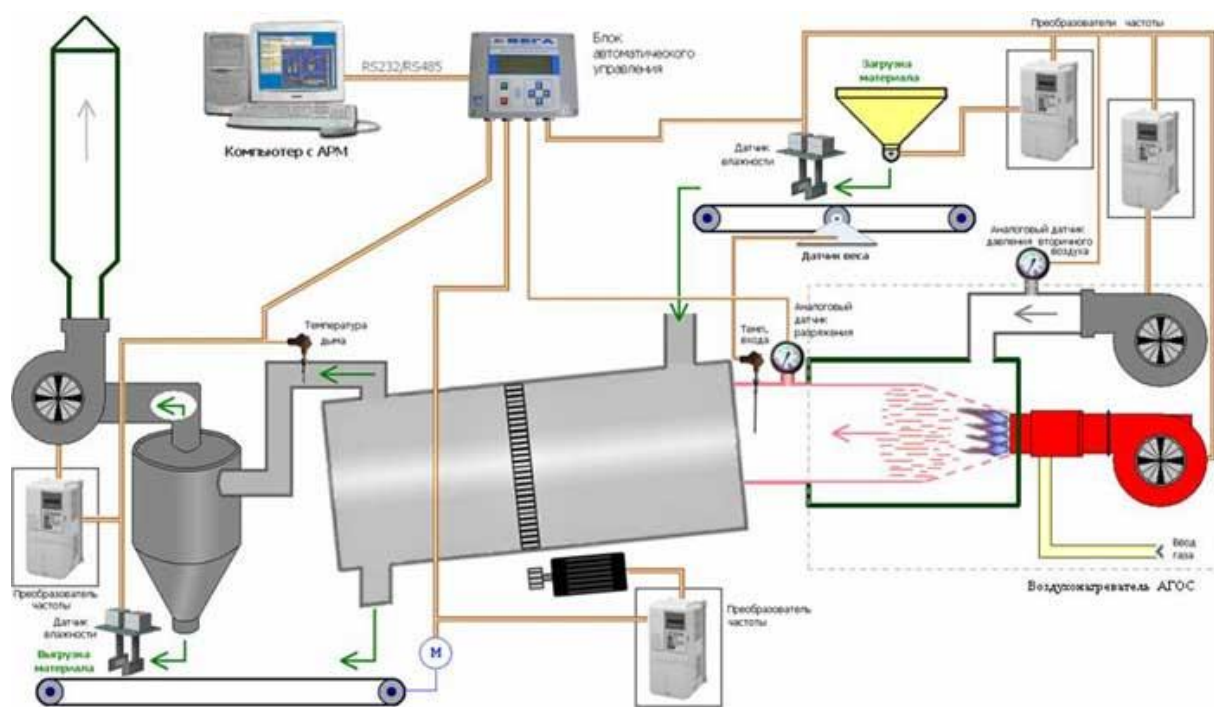
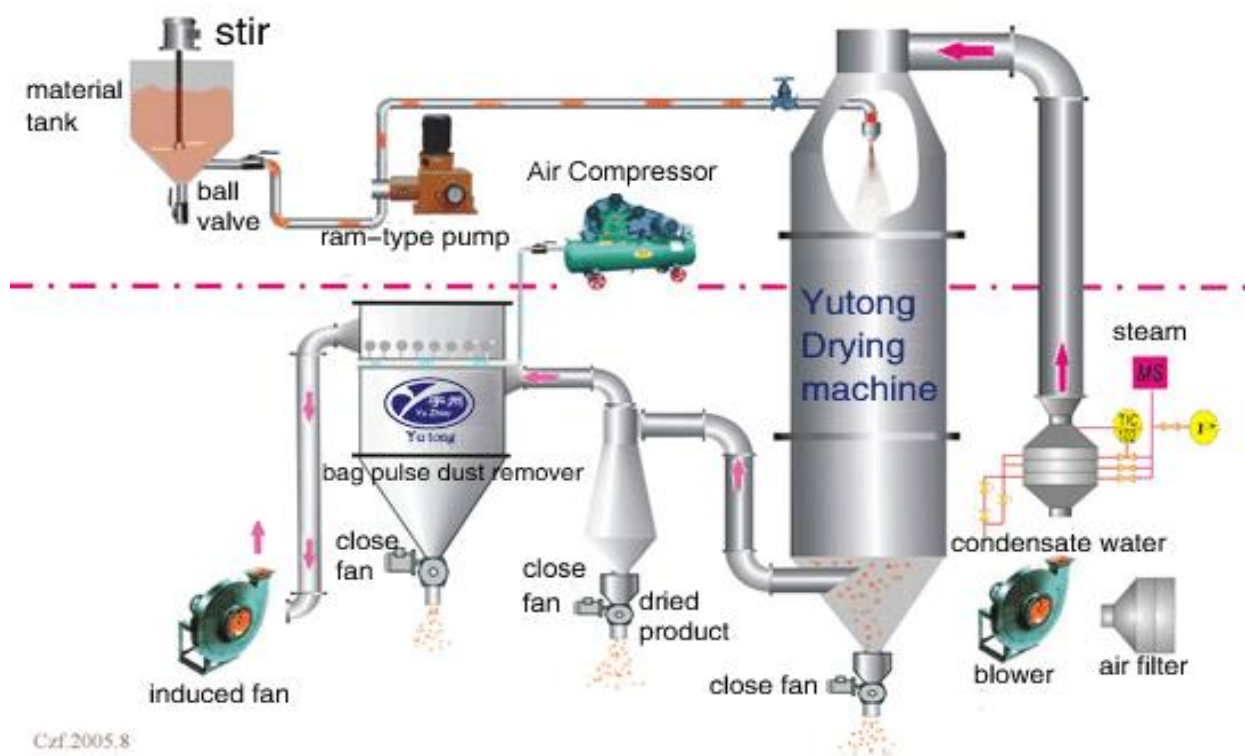


Схема технологического процесса сушки с использованием комплекса, состоящего из сушильной камеры кипящего слоя и сушильной установки барабанного типа.



1. Подъёмник; 2. Электромагнит; 3. Измельчитель угольной пыли; 4. Сушильная камера в кипящем слое (топливо: угольная пыль); 5. Пылесборник; 6. Шнековый транспортёр; 7. Сушилка барабанного типа; 8. Рукавный фильтр; 9. Воздуховод; 10. Частотный преобразователь; 11. Ленточный конвейер.





Czf.2005.8

BAHOLASH MEZONI

«Kimyo-farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari» fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi:

joriy nazorat (JN) – talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda laboratoriya mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, test o'tkazish, suhbat, nazorat ishi, kollektivum, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin;

oraliq nazorat (ON) – semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanlarning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o'tkaziladi va shakli (yozma, og'zaki, test va hokazo) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi;

yakuniy nazorat (YN) – semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan ta'lim tushuncha va iboralarga asoslangan “Yozma ish” shaklida o'tkaziladi.

ON o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **ON** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **ON** qayta o'tkaziladi.

Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida **YN** ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **YN** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **YN** qayta o'tkaziladi.

Talabaning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabaning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

Talabalarning “Kimyo-farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari” fanidan o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizim bo'yicha olib boriladi.

100 balli nazorat sistemasi talabalar bilimni nazoratning barcha turlarida qo'llaniladi:

1. Laboratoriyada o'quv mashg'ulotlarini nazorat ya'ni JN (TMI ham JN ni ichida)
2. Oraliq nazorat.

3. Yakuniy nazorat.

t/r	Nazorat turi	Maksimal ball	Saralash bali
1.	Joriy nazorat	50	28
2.	Oraliq nazorat	20	11
3.	Yakuniy nazorat	30	17
	Jami	100	56

Joriy nazorat

Joriy nazorat bo'yicha nazorat 50 balli reyting tizimidagi aniq mezonlarga muvofiq gurux jurnaliga xar bir mashg'ulot uchun olgan ballari qo'yib boriladi. Talabalarning xar bir mashg'ulotda olgan maksimal ballari quyidagilardan tashkil topgan bo'ladi.

1. Mavzu bo'yicha talabani amaliy va nazariy tayyorgarlik natijasini YNgi zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar bo'yicha tekshirish

3 ball.

2. Talabani laboratoriya ishni bajarish darajasi,
hosil qilgan ko'nikmasi

1 ball.

3. Daftarni rasmiylashtirilishi va ma'ruza matnining mavjudligi

1 ball.

Jami :

5 ball.

JN da talabalarning mashg'ulotga tayyorgarlik darajasi darsni olib borishda foydalanilgan pedagoogik texnologiya orqali tekshiriladi. Laboratoriya ishini bajarganligi tayyor mahsulotni o'qituvchiga topshirganligidan keyin baholanadi. Ko'nikma esa talabani ishni qanday bajarganligini so'rash orqali baholanadi. Agar talabada ma'ruza matni bo'lmasa yoki ma'ruzaga qatnashmagan bo'lsa, shu ma'ruzani yozish talab qilinadi va daftar to'g'ri va to'liq rasmiylashtirilgandan so'ng 1,0 ball beriladi. Agar talaba biron-bir sabab bilan laboratoriya mashg'ulotida qatnasha olmasa, bu mavzuni mustaqil ravishda topshiradi va tegishli ballni qo'lga kiritadi.

Mavzu bo'yicha JN quyidagicha amalga oshiriladi:

3 dan kam - qoniqarsiz

3 - qoniqarli

4 - yaxshi

5 - a'lo

Fan bo'yicha JN quyidagicha amalga oshiriladi:

28 dan kam - qoniqarsiz

28 dan - 36 gacha qoniqarli

36 dan - 43 gacha yaxshi

43 dan - 50 gacha a'lo

Talabalarning JN bo'yicha ballarda ifodalangan o'zlashtirishi quyidagicha baxolanadi:

№	O'zlashtirish %	Balla	Baho	Talabani bilim darajasi
1	86-100	5	a'lo	- mavzu bo'yicha berilgan pedagogik texnologiya savollariga to'liq javob bersa; - amalda bajariladigan ish daftarga yozib kelingan bo'lsa; - laboratoriya ish natijasi, ya'ni tayyorlangan dori shakli talabga javob bersa; - ma'ruza matni yozilgan bo'lsa.
2	71-85	4	yaxshi	- mavzu bo'yicha berilgan pedagogik texnologiya savollariga yaxshi javob bersa; - laboratoriya ish natijasi, ya'ni tayyorlangan dori shakli talabga javob bersa; - ma'ruza matni yozilgan bo'lsa; - amalda bajariladigan ish daftarga yozib kelingan bo'lsa.
3	56-70	3	o'rta	- mavzu bo'yicha pedagogik texnologiya savollarining muxokamasida to'liq qatnashmasa; - laboratoriya ish natijasi, ya'ni tayyorlangan dori shakli talabga javob bersa; - ma'ruza matni yozilgan bo'lsa; - amalda bajariladigan ish daftarga yozib kelingan bo'lsa.
4	55 dan kam	2	Qoniqarsiz	Talaba uy vazifasini daftarga yozib kelgan, lekin mavzu bo'yicha savollarga javob bera olmaydi. Mohiyatini tushunmaydi.

Mavzular bo'yicha joriy baholash YNgi zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar asosida olib boriladi. Bu fan bo'yicha tayyorlangan o'quv-uslubiy majmuada o'z aksini topgan.

Talabani mustaqil ishi (TMI)

Talabani mustaqil ishi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta mahsus ta'lim vazirligining 21.02.2005 yildagi 34-sonli buyrug'i va institut rektori tomonidan 2013 yil 27 fevralda tasdiqlangan "Talaba mustaqil ishini tashkil etish, nazorat qilish va nazorat tartibi to'g'risidagi Nizom asosida tashkil etiladi."

TMI "Kimyo-farmatsevtika ishlab chiqarish jarayonlari va apparatlari" fani dasturiga muvofiq taklif etiladi: talabalarni o'quv izlanish ishlarini alohida keltirilgan mavzular bo'yicha; jadvallar, slaydlar, vaziyatli masalalar, testlar tuzish bilan. O'quv jurnalida har bir semestr laboratoriya mashg'ulotdan keyin alohida ustuncha ajratilib, unga talabani mustaqil bajargan ishiga ball qo'yiladi.

TMI kafedra arxivida ro'yhatga olinadi va 2 yil mobaynida saqlanadi.

TMI ning hajmini kafedra xodimlari har bir talaba uchun quyidagi hajmda belgilaydi.

- I. Agar talaba tanlagan mavzusi bo'yicha vaziyatli masala tuzadigan bo'lsa;
 10 va undan yuqori masala uchun 5 ball;
 5 tadan 10 tagacha 4 ball;
 3 tadan 5 tagacha 3 ball bilan baholanadi.
 3 tadan kam bo'lsa baxolanmaydi.
- II. Agar talaba tanlagan mavzusi bo'yicha test tuzadigan bo'lsa: (testlarning har birini 5 tadan javobi bo'lishi shart);
 50 va undan yuqori test tuzilsa 5 ball;
 30 tadan 50 tagacha 4 ball;
 10 tadan 30 tagacha 3 ball bilan baholanadi.
 10 tadan kam testlar baxolanmaydi.
- III. Agar talaba tanlagan mavzusi bo'yicha adabiyotlar taxlilini bergan bo'lsa;
 5 yillik adabiyotlarni ko'rib chiqib, internet ma'lumotlaridan foydalanib, qo'lyozma tipida 10 bet referat tayyorlasa 5 ball;
 5 yillik adabiyotlarni ko'rib chiqib, internet ma'lumotlaridan foydalanib, qo'lyozma tipida 8 bet referat tayyorlasa 4 ball
 5 yillik adabiyotlarni ko'rib chiqib, internet ma'lumotlaridan foydalanib, qo'lyozma tipida 3 bet referat tayyorlasa 3 ball bilan baholanadi.
 3 betdan kam tayyorlangan referat baxolanmaydi.
- IV. Talaba tanlagan mavzu bo'yicha asbob uskunalarini rangli tasvirini tayyorlasa 5 ball bilan baholanadi. Agar tuzilgan tasvir ko'rimsiz, sifatsiz va talabga javob bermasa, mustaqil ish qabul qilinmaydi.

Oraliq nazorat

Talabani ON 10 balli reyting tizimi bo'yicha bir semestrda ikki marta o'tkaziladi. ON kafedra majlisining qaroriga muvofiq har semestrda 2 martadan (o'quv yilida 4 marta) yozma(test, og'zaki) shaklida o'tkaziladi

Har bir oraliq nazorat quyidagicha baholanadi:

6 dan kam	-	qoniqarsiz
6 dan	- 7 gacha	qoniqarli
7 dan	- 8 gacha	yaxshi
8 dan	- 10 gacha	a'lo

Talabalar ON dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	ON ballari		
		maks	1-ON	2-ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi.	4	0-2	0-2
2	Test, yozma va og'zaki savol-javoblar va boshqa nazorat turlari qoniqarli natijalari bo'yicha	16	2-8	2-8
	Jami ON ballari	20	10	10

ON ga laboratoriya mashg'ulotlaridan qarzi bo'lmagan talabalar qo'yiladi.

Yakuniy nazorat

YN ga mazkur kursni muvoffaqiyatli yakunlagan, kurs ishini topshirgan hamda JN va ON dan 56% dan yuqori ball to'plagan talabalar qo'yiladi. Institut ilmiy kengashining qaroriga muvofiq YN "yozma" shaklida o'tkaziladi va 30 ball asosida baholanadi.

17 dan kam	-		qoniqarsiz
17 dan	-	21 gacha	qoniqarli
22 dan	-	25 gacha	yaxshi
26 dan	-	30 gacha	a'lo

Talabani fan bo'yicha Attestatsiyadan o'tkazish tartibi

JN (9 ta dars)	JN o'rtacha qiymati – $5+5+5+5+5+5+5+5+5=45$ JN bali = $45 + 5$ (TMI) = 50 ball (a'lo)
ON	1ON = 10 ball (a'lo) 2ON = 10 ball (a'lo) ON bali = 1ON + 2ON = 20 ball(a'lo)
YN	YN = 30 ball (a'lo)
Fandan olingan baho	JN + ON + YN = $50 + 20 + 30 = 100$ ball (a'lo)

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent, Sharq, 2015, 644 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayonlari va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. Toshkent 2015, 250 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S. Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. Toshkent 2000, 350 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 29 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 47 b.
3. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 485 b.
- 4 O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.
5. Salimov Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari.

Toshkent, "O'qituvchi" 1987.

6. Pavlov K.F., Romankov P.G., Moskov A.A. Primeri zadachi po kursu protsessov i apparatov ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1987.

7. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Protsessi i apparati ximicheskoy i nefteximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1972.

8. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M. "Ximiya", 1971.

9. Ditnerskiy Yu.I. Osnovnie protsessi i apparati v ximicheskoy texnologii. M. "Ximiya", 1983.

10. Kimyo texnologiyaning issiqlik va modda almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlariga qo'llanma. Toshkent, 1990 y.

11. Laboratniy praktikum po gidromexanicheskim protsessam ximicheskoy texnologii. Tashkent 1984 g.

12. Kasatkin A.G. Osnovnie protsessi i apparati ximicheskoy texnologii. M., "Ximiya", 1973.

13. Chueshov V.I. Promishlennaya texnologiya lekarstv t.1

14. Kutuzova M.A. Texnologicheskiy raschet rektifikatsionnoy kolonni: Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu. Kazan-2008, 76 s.

15. Medofev M.N. Protsessi i apparati pishhevix proizvodstv. Novosibirsk 2009- 144 s.

16. Minina S. Ximiya i texnologiya fitopreparatov. Moskva, GEOTAR MEDIA, 2009- 560s.

17. Pharmaceutical Process Engineering, Second Edition, Anthony J. Hickey and David Ganderton, 2010, Informa, New York, USA, v.195

18. The Pharmaceutical Regulatory Process, Second Edition, edited by Ira R. Berry and Robert P. Martin

19. Handbook of Drug Metabolism, Second Edition, edited by Paul G. Pearson and Larry C. Wienkers

20. Preclinical Drug Development, Second Edition, edited by Mark Rogge

Elektron ta'lim resurslari

1. www.google.uz
2. www.google.ru
3. www.biotehnolog.ru
4. www.Ziyonet.uz
5. www.edy.uz
6. www.nuuz.uz
7. www.bimm.uz

Chet el adabiyotlar:

1. N.G. Chemmangattuvalappil & M.R. Eden. 2013 A Novel Methodology for property Based Molecular Design Using Multiple Topological Indices, Industrial & Engineering chemistry Research. 52.22.7090

2. Proceedings of the 8 th international conference on soundation of computer – aided process design Edited by Mario R. Eden , John D. Siirola, Gavin P. Towler 2014 computer –aided chemical engineering ,34
3. Chemical engineering design. Principles, Practice and economics of plant and Process Design Gavin Towler and Ray Sinnott 2013 .
4. Chemical engineering in the pharmaceutical industry R&D to manufacturing , David Jm Ende 2010
5. Guidance for Industry Rrocess Validation ; General Principles and practices 2011
6. Izadi I, Shah SL, Chen T (2010) [Effective resource utilization for alarm management. Proceedings of the 49th IEEE Conference on Decision and Control \(CDC\). Atlanta, GA, USA, 6803-6808.](#)
7. Kondaveeti SR, Izadi I, Shah SL, Black T (2010) [Graphical representation of industrial alarm data. Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems, Valenciennes, France, 11.](#)
8. Yang F, Shah SL, Xiao D, Chen T (2012) [Improved correlation analysis and visualization of industrial alarm data. ISA Trans 51: 499-506.](#)
9. Yang F, Shah SL, Xiao D (2012) [Signed directed graph based modeling and its validation from process knowledge and process data. Appl Numer Math 22: 41-53.](#)
10. Yang F, Xiao D (2012) [Progress in root cause and fault propagation analysis of large-scale industrial processes. Journal of Control Science and Engineering 2012.](#)
- Folmer J, Vogel-Heuser B (2012) [Computing dependent industrial alarms for alarm flood reduction. roceedings of the 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices \(SSD\), Chemnitz, Germany 1-6.](#)

