

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA  
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI  
GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI**

**T.J.PIRIMOV, D.I.G‘ANIJONOV, A.A.NURMUXAMEDOV,  
M.B.XAMDAMOV, D.B.TURABEKOVA**

**TEXNOLOGIK JARAYON VA QURILMALAR**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, Fan va innovatsiyalar vazirligi tomonidan  
60720100 - Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo‘yicha) va 60710200 –  
Biotexnologiya (oziq-ovqat, ozuqa, va qishloq xo‘jaligi) bakalavr yo‘nalishlari  
mutaxassisligi talabalari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan*

**UDK 66.0(075.8)**

Texnologik jarayon va qurilmalar. Guliston, **GulDU “Universitet nashriyoti”**  
2024, -260 b.

**TUZUVCHILAR:**

**Pirimov. T. J.** –“Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrası katta o‘qituvchisi t.f.f.d  
PhD

**G‘anijonov. D. I.** - Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrası o‘qituvchisi

**Nurmuxamedov. A.A** - Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrası o‘qituvchisi

**Xamdamov. M.B** - Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrası o‘qituvchisi

**Turabekova. D.B** - Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrası o‘qituvchisi

**TAQRIZCHILAR:**

**O.Yu.Ismoilov** – O‘zRFA umumiy va noorganik kimyo instituti bosh ilmiy xodim  
t.f.d., (DsC)

**S.K.Kuzibekov** – “Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrası katta o‘qituvchisi t.f.f.d  
PhD

## ANNOTATSIYA

*Ushbu o‘quv qo‘llanma “Texnologik jarayon va qurilmalar” fanidan amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish uchun davlat standarti asosida tayyorlangan bo‘lib, Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo‘yicha) hamda Biotexnologiya (oziq-ovqat, ozuqa va qishloq xo‘jaligi) bakalavr ta‘lim yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan.*

*“Oziq-ovqat texnologiyasi” va “Biotexnologiya” yo‘nalishlari bo‘yicha ta‘lim olayotgan bakalavrlari talabalari ishlab chiqarishda suyuqliklar harakat rejimini, sarfini o‘lchash, markazdan qochma nasoslarning xarakteristikasini, donador zarrachalar qatlamining mavhum qaynash gidrodinamikasini, idish tubidagi turli diametrli teshiklardan oqib tushish vaqtini, filtrlash doimiyligini, “truba ichida truba” tipidagi issiliq almashinish qurilmasida issiliq berish va o‘tkazish koeffitsiyentlarini, eritmalarning temperatura depressiyasini aniqlash, quritish qurilmasidagi materialning quritish va quritish tezligining egri chiziqlarini tasvirlash, hamda nasadkali kolonnalarning gidrodinamikasini aniqlash bo‘yicha amaliy mashg‘ulot ishlari bayon qilingan.*

### **O‘quv qo‘llanma**

**60720100** – Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo‘yicha)

**60710200** – Biotexnologiya (oziq-ovqat, ozuqa va qishloq xo‘jaligi) 2-3-kurs talabalari uchun mo‘ljallangan

*Mazkur o‘quv qo‘llanma Guliston davlat universiteti kengashining 2024-yil*

*\_\_\_\_\_-\_\_\_\_\_, \_\_\_\_-sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan*

*Eng katta boylik - bu aql-zakovat va ilm,  
eng katta meros - bu yaxshi tarbiya, eng  
katta qashshoqlik - bu bilimsizlikdir!*  
*Sh.Mirziyoyev*

## **KIRISH**

Hozirgi kunda ta'limning bosh maqsadi har tomonlama kamol topgan, jamiyatda ro'y berayotgan jarayonlarga ijtimoiy-iqtisodiy, ma'naviy-ma'rifiy moslashgan, ta'lim va kasb-hunar dasturlarini ongli ravishda tanlab puxta o'zlashtirgan, jamiyat, davlat va oila oldidagi o'z javobgarligini his etadigan fuqarolarni tarbiyalash hisoblanadi.

Mamlakatimiz oliy ta'lim tizimini isloh qilish borasida ulkan chora-tadbirlar tizimi izchillik bilan amalga oshirilib kelinmoqda. Xususan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi farmonining to'rtinchi ustuvor yo'nalishi "Ijtimoiy sohani rivojlantirish" deb nomlanib, uning 4.4. "Ta'lim va fan sohasini rivojlantirish" va 4.5. "Yoshlarga oid davlat siyosatini takomillashtirish" bandlarida ham ta'lim va o'qitish sifatini baholashning xalqaro standartlarini joriy etish asosida oliy ta'lim muassasalari faoliyatining sifati hamda samaradorligini oshirish, sohani rivojlantirish uchun turli xil innovatsion g'oyalar, loyihalar va pedagogik texnologiyalarni tatbiq etish nazarda tutilgan<sup>1</sup>.

Zamonaviy oziq-ovqat texnologiyasi amalda barcha fundamental fanlarga tayanadi. Xom ashyoni qayta ishlash, tayyor mahsulotga aylantirish kabi murakkab jarayonlar fizika, kimyo, biokimyo, mikrobiologiya va boshqa fanlar qonuniyatlariga asoslangan. Bu sohalardan chuqur bilimlarga ega bo'lgan kishi haqiqiy bilimdon texnolog bo'lishi mumkin.

Istalgan xossalarga va shaklga ega mahsulotni eng arzon narxda ishlab

---

<sup>1</sup>O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017-y., 6-son, 70-modda.

chiqarish juda maqsadga muvofiqdir. Ayniqsa, bu oziq-ovqat mahsulotlariga taalluqli. Demak, texnologiya iqtisodiyot bilan ham chambarchas bog‘liq. Oziq-ovqat texnologiyasi amaliy xarakterga ega fan sohasi bo‘lib, ovqatlanish mahsulotlari ishlab chiqarish usullarini o‘rganish bilan shug‘ullanadi. Zamonaviy oziq-ovqat sanoati o‘ziga xos ajoyib texnologiya, jihoz va uskunalarga ega o‘nlab tarmoqlarni qamrab oladi. Bu tarmoqlarning korxonalarida don, un, yorma, omixta yem, non, makaron, qandolat, moy va yog‘lar, shakar, go‘sht, sut, konservalangan mahsulotlar, spirt, pivo va inson ovqatlanishi uchun zarur bo‘lgan boshqa oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarilmoqda. Yog‘-moy tarmog‘ini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”<sup>2</sup> gi qarori hamda ushbu sohada qabul qilingan boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda ham ko‘zda tutilgan vazifalar ko‘rsatilgan.

“Oziq-ovqat texnologiyasi” yo‘nalishi bo‘yicha ta’lim olayotgan bakalavrlar barcha ovqatlanish mahsulotlarining ishlab chiqarish texnologiyalari asoslarini bilishilari shart. Shu maqsadda “Oziq-ovqat texnologiyasi” yo‘nalishi bo‘yicha bakalavrlar tayyorlash namunaviy o‘quv rejasiga asoslanib, mualliflar “Oziq-ovqat texnologiyasi asoslari” deb nomlangan ushbu qo‘llanmani yaratdilar.

Ushbu qo‘llanmaning maqsadi - talabalarni oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyalarining ilmiy asoslari, oziq-ovqat sanoati texnologik jarayonlarining printsiptial sxemalari, oziq-ovqat mahsulotlarining issiqlik, fizik xossalari, mahsulotlarga optimal, termik, mexanik ishlov berish uslublari, xom ashyoni qabul qilish, saqlash va ishlab chiqarishga tayyorlash qoidalari, xom ashyo va tayyor mahsulotlarning asosiy sifat ko‘rsatkichlari bilan tanishtirish va o‘rgatishdan iborat.

Amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘tkazish jarayonida talabalar donli, yog‘li, go‘sht-sut, konserva mahsulotlari, meva-sabzavot, texnik ekinlarni qabul qilish, ulardan namuna olish va namunalarni tahlil qilish, ularni qayta ishlab, xalq iste‘moli mahsulotlari (yorma, non, sharob, meva-sabzavot konservalari va hokazo) tayyorlash texnologiyalarini, shuningdek ularni saqlash tartiblari bilan yaqindan tanishadilar.

---

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 19- yanvardagi PQ-3484-sonli qarori

Ta'kidlash joizki, fanni mukammal egallash uchun talabalar har bir amaliy va laboratoriya mashg'ulotini o'qituvchi ko'rsatmasiga binoan mustaqil yechishi lozim. Buning uchun qo'llanmada tegishli vazifalar, kerakli jihozlar va materiallar, shuningdek ishni bajarish tartibi keltirilgan. Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida talabalar qo'llanmada keltirilgan vazifalarga binoan mevasabzavot, don, texnik ekinlar va omixta yemni saqlash va birlamchi qayta ishlash turlari va usullari, qo'llaniladigan idish-anjomlar va materiallar, xom ashyo va qayta ishlangan mahsulotlarga qo'yiladigan talablar, ularni tayyorlash va mahsulot chiqishi me'yorlari, mahsulotlarni saqlashga joylashtirish, qayta ishlash (quritish, tuzlash, un va yorma olish, konservalar tayyorlash va h.k.) va boshqa tadbirlar bilan bog'liq hisob-kitob ishlari bilan amaliy tanishadilar. Ishning to'g'ri bajarilishiga esa o'qituvchi mas'ul bo'lib, darsni o'tish davomida talabalarni doimiy tekshirib, zarur hollarda tegishli tavsiyalar va ko'rsatmalar berib boradi.

Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha tayyorlangan mazkur o'quv qo'llanma boshqa fanlar bilan uzviy bog'liqlikni ham ko'zda tutadi. Binobarin, talabalar oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash sohasi doirasida mustahkam bilim va ko'nikmaga ega bo'lishi uchun, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini o'tish jarayonida sabzavotchilik, mevachilik, uzumchilik, donchilik, fiziologiya, biokimyo, botanika, matematika va o'simlikshunoslik kabi fanlardan o'zlashtirgan bilimlariga mukammal tayanishlari lozim.

## QO'LLANILADIGAN TA'LIM TEXNOLOGIYALARI

Amaliy mashg'ulotlarda ta'lim texnologiyalari va interfaol metodlar keng qo'llaniladi. Bu metodlar talabalarda jamoada ishlash, kasbga oid mustaqil va tanqidiy fikrlash, muloqot madaniyati va xulosa chiqarish ko'nikmalarini shakllantiradi. Quyida fan xususiyatlariga xos ba'zi texnologiya va metodlar bayon etilgan.

**“Bumerang” texnologiyasi.** Talaba bajargan ishini avval o'z kichik guruhida, keyin boshqa kichik guruhda muhokama qiladi, so'ng yana o'z

guruhiga qaytib kelib umumlashtiradi. Oxirida guruhlar taqdimoti o‘tkaziladi.

**“Muammoli ta’lim” texnologiyasi.** Dastlab muammoli videolavha ko‘rsatiladi. Kichik guruhlar namoyish vaqtida muammolarni qayd qilib borishadi. Keyin ularning yechimlarni o‘zaro almashishadi va tuzatish kiritishadi. Oxirida muammo bo‘yicha jamoaning xulosasi shakllantiriladi.

**“FSMU” texnologiyasi.** Talabadan o‘z fikrini quyidagi tartibda ifodalash talab qilinadi: F - fikrini bayon qilish; S – fikriga sabab ko‘rsatish; M – sababni asoslovchi misol keltirish; U - fikrini umumlashtirish.

**“Tushunchalar tahlili” metodi.** Talabalar tushunchalarni dastlab yakka tarzda va keyin jamoada muhokama qilishadi. O‘qituvchi jamoaning fikrini yo‘naltirib turadi va oxirida ekranga atamalarning izohini chiqaradi. Talabalar o‘z fikrlarini taqqoslashadi, baholashadi va bilimlarini mustahkamlashadi.

**“Zinama-zina” metodi.** Talabalar mavzu bo‘yicha yakka tarzda fikrini grafik ifoda etishadi, keyin guruhda muhokama etishadi. Guruhlar taqdimoti o‘tkaziladi va grafik materiallar doskaga mantiqiy pog‘onalar tarzida ilib boriladi.

**“Rezyume” metodi.** Kichik guruhlarda muammolar o‘rganilib, tahlil qilinadi va xulosa yozma ifoda etiladi. Taqdimotda xulosa ko‘rsatilmaydi, boshqa talabalarning taqdimotga nisbatan fikrlari hisobga olinib yangi xulosa shakllantiriladi va avvalgi yozma xulosa bilan taqqoslanadi.

**“Charxpalak” metodi.** Kichik guruhlar o‘z tarqatma materiallaridagi vazifani bajarib, charxpalak aylanishi bo‘ylab bir-biriga uzatishadi, har bir guruh boshqalarning ishiga tuzatish kiritadi va oxirida o‘zlariga qaytib keladi. Guruhlar o‘z ishini tuzatishlar bilan takomillashtirgan holda taqdimot qilishadi.

**“Labirint” metodi.** O‘qituvchi murakkab vaziyatni bayon qiladi va jamoa bo‘lib undan chiqish yo‘li topiladi. Keyin kichik guruhlarda boshqa muammoli vaziyatlar o‘rganiladi va taqdimot o‘tkaziladi.

**“Muloqot” metodi.** Kichik guruhlarda alohida mavzular o‘rganiladi va turli materiallar (video, foto, sxema, ilmiy dalillar) tayyorlanadi. Keyin kichik

guruhlar o'rtasida muloqot bo'lib o'tadi. O'qituvchi kichik guruhlarning fikrlarini maqsadli yo'naltirib boradi va oxirida o'z munosabatini bildiradi.

**“Aqliy hujum” metodi.** Bu metod dars mavzusiga oid savolga javob topish maqsadida g'oyalarni jamlash va saralash uchun qo'llaniladi. Har bir talaba o'zining shaxsiy g'oyalarini ilgari suradi. Bosqichlari – muammoli vaziyat paydo qilish; yechimni topish uchun g'oya, fikr berish; yechimlar taqdimotini eshitish; yechimlarni solishtirish va tanlash; xulosa qilish.

**“Esse” metodi.** Bu mavzu bo'yicha cheklangan hajmda yoziladigan insho hisoblanadi. Esseda talaba o'quv materialini bo'yicha o'zining shaxsiy fikrini erkin ifoda etadi.

### **Grafik organayzerlar**

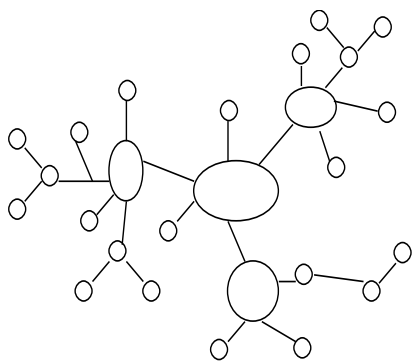
Grafik organayzerlar ma'ruza, amaliy va mustaqil ta'lim mashg'ulotlarida talabalar o'quv materiallarini samarali o'zlashtirishlari uchun joriy etiladi. Quyida ularning ba'zilar keltirilgan.

**“BBB” metodi.** Barcha ma'ruza va amaliy darslarda qo'llaniladi. BBB metodi (“bilaman”, “bilishni hohlayman”, “bilib oldim”) orqali talaba o'zini kuzatishi, o'qituvchi esa darsga baho berishi mumkin. Talaba dars boshida mavzu bo'yicha nimani bilishini (B1) va yana nimalarni bilishni hohlashini (B2) daftariga yozib qo'yadi. Dars so'ngida nimalarni bilib olganligini (B3) qayd qilib qo'yadi.

**“Insert” metodi.** Bu metod matnni o'zlashtirishda qo'llaniladi. Talaba sahifa hoshiyasiga o'z belgilarini qo'yib ularga munosabat bildiradi. Masalan: “v” – zarur; “-“ - xato; “+” - yangi; “!” – e'tibor qiling; “x” - ortiqcha; “\*” - ko'chirish kerak; “?” – tushunarsiz va h.k.

**“Klaster” metodi.**





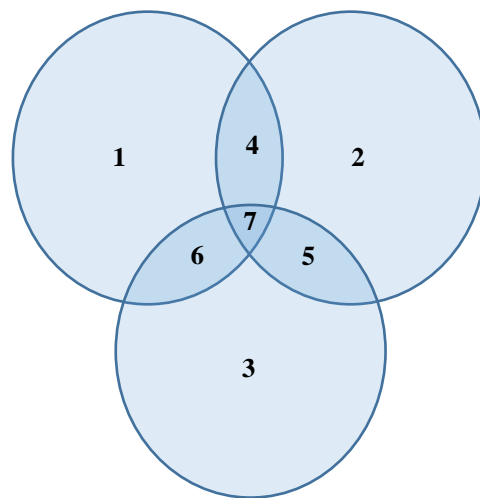
Bu metod fikrni erkin bayon qilish uchun qo'llaniladi. Masalan, talaba o'tilgan mavzu bo'yicha klaster tuzishi mumkin.

O'rtaga kalit so'z, tarmoqlarga unga bog'liq boshqa atamalar yoziladi. Ular ham o'z navbatida tarmoqlarga ajralishi mumkin.

### Venn diagrammasi

O'rganilayotgan ob'ektlarni taqqoslash, o'xshash va farqli jihatlarini topish, tahlil qilish uchun qo'llaniladi. Diagrammadagi doirachalar alohida ob'ektni, kesishmalar esa ularning o'xshash va bog'liq jihatlarini bildiradi.

Talabadan ob'ektlarning alohida (1-3), o'zaro bog'liq (4-6) va umumiy (7) jihatlarini yozma ifodalab berish talab etiladi.



**“SWOT–tahlil” metodi.** Bu organayzer talabalarda tizimli fikrlash, taqqoslash, baholash, tahlil qilish, fikrni davom ettirish ko'nikmalarini rivojlantiradi. SWOT atamasi inglizcha so'zlarning qisqartmasi hisoblanadi: Strengths – ob'ektning kuchli jihatlarini; Weakness – kuchsiz jihatlarini; Opportunities – tashqi imkoniyatlari; Threats – tashqi xavf-xatarlari. Talaba yangi qatordan S, W, O, T harflarini yozib yoniga ob'ektning mos sifatlarini yozib chiqadi.

# I BOB. AMALIY MASHG'ULOTLAR

## 1.1. GIDROMEXANIK JARAYONLAR

**Mashg'ulotning maqsadi:** Suyuqlik va gazlarning asosiy fizik xossalari, gidromexanik jarayonlarni, suyuqlik va gazlarning sarflarini o'rganish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Solishtirma og'irlik (hajm birligining og'irligi)  $\gamma$  va zichlikning (hajm birligining massasi)  $\rho$  o'zaro bog'liqligi:

$$\gamma = \rho \cdot g$$

bu yerda:  $g=9,81 \text{ m/s}^2$  erkin tushish tezlanishi.

Nisbiy zichlik (nisbiy solishtirma og'irlik)  $\Delta$  deb modda zichligi (solishtirma og'irligi) ning suv zichligi (solishtirma og'irligi) ga nisbatiga aytiladi:

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_{suv}} = \frac{\gamma}{\gamma_{suv}}$$

Klayperon<sup>3</sup> tenglamasi asosida, T temperaturadagi va R bosimdagi ixtiyoriy gazning zichligi  $\rho$  ni quyidagi tenglama orqali topish mumkin:

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

bu yerda:  $\rho_0=M/22,4 \text{ kg/m}^3$  gazning normal sharoitdagi zichligi<sup>4</sup>; M-gazning mol massasi, kg/kmol; T-temperatura, K.

P va  $P_0$  bosimlarning o'lchov birliklari bir xilda bo'lishi shart.

Gaz aralashmalarining zichligi:

$$\rho_{ar} = y_1 \cdot \rho_1 + y_2 \cdot \rho_2 + \dots$$

---

1 kmol gaz uchun Klayperon tenglamasida  $p \cdot v = R \cdot T$  gaz doimiysi

$$R = \frac{p_0 \cdot v_0}{T_0} = \frac{760 \cdot 133,3 \cdot 22,4}{273} = 8310 \frac{\text{Ж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$$

Ya'ni  $T_0 = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$  va  $P_0 = 760 \text{ mm.sim.ust.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

bu yerda:  $u_1, u_2, \dots$  gaz aralashmasining hajmiy ulushlari;  $\rho_1, \rho_2, \dots$  mos keluvchi komponentlarning zichligi.

$\rho$  zichlikka va  $h$  suyuqlik ustuni balandligiga ega bo'lgan suyuqlikning  $R$  bosimini quyidagicha topish mumkin:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

bu yerda:  $P$ -bosim Pa da;  $\rho$   $\text{kg/m}^3$  da;  $g$ -  $\text{m/s}^2$  da;  $h$  - m da ifoda etilgan.

Ushbu tenglamadan kelib chiqqan holda, bosim birliklari o'rtasidagi quyidagi o'zaro bog'liqliklarni keltirib chiqaramiz:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm sim. us.} = \rho g h = 13600 \cdot 9,81 \cdot 0,76 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,033 \cdot 10^4 \text{ mm suv us.} = 1,033 \cdot 10^4 \text{ kgk/m}^2 = 1,033 \text{ kgk/sm}^2;$$

$$1 \text{ kgk/sm}^2 = 10^4 \text{ kgk/m}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 735 \text{ mm sim. us.} = 10^4 \text{ mm suv us.}$$

Gidrostatikaning asosiy tenglamasi:

$$P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

bu yerda:  $P$  - suyuqlik ustidan  $h$  (m da) balandlikdagi gidrostatik bosim, Pa;  $P_0$  suyuqlik ustidagi bosim, Pa.

Tekis devorga suyuqlikning bosim kuchi:

$$P = [(P)_0 + \rho \cdot g \cdot h_c] \cdot F$$

bu yerda:  $P_0$  - suyuqlik ustidagi bosim, Pa;  $h_c$ -suyuqlik satxi tagidagi devorga yuklashish og'irlik markazi balandligi, m;  $\rho$ - suyuqlikning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $F$  - devorning ko'ndalang kesim yuzasi,  $\text{m}^2$ .

Suyuqliklarning har xil temperaturalardagi dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentlarini ilovadagi IX jadvaldan yoki V rasmda keltirilgan nomogrammadan topish mumkin.

Kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti  $\nu$  ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti  $\mu$  bilan quyidagi nisbat orqali bog'langan:

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

Gazlarning har xil temperaturalardagi dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentlarini ilovadagi VI rasmda keltirilgan nomogrammadan topish mumkin.

Gaz aralashmalarining dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentini quyidagi tenglama orqali topish mumkin:

$$\mu_{ar} = \frac{y_1 \cdot \sqrt{M_1 \cdot T_{kr1}} + y_2 \cdot \mu_2 \cdot \sqrt{M_2 \cdot T_{kr2}} + \dots}{y_1 \cdot \sqrt{M_1 \cdot T_{kr1}} + y_2 \cdot \sqrt{M_2 \cdot T_{kr2}} + \dots}$$

bu yerda:  $\mu_{ar}$  – gaz aralashmasining  $t$  temperaturadagi dinamik qovushqoqlik koeffitsiyent;  $\mu_1, \mu_2, \dots$  – komponentlarning  $t$  temperaturadagi dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentlari;  $y_1, y_2, \dots$  – komponentlarning aralashmadagi hajmiy ulushlari;  $M_1, M_2, \dots$  – komponentlarning mol massalari;  $T_{kr1}, T_{kr2}, \dots$  – komponentlarning kritik temperaturalari, K.

Ilovadagi XI jadvalda ba'zi gazlar uchun  $\sqrt{MT_{kp}}$  qiymatlari keltirilgan.

Gazlarning temperatura bo'yicha dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentini quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$\mu_t = \mu_0 \cdot \frac{273 + C}{T + C} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{\frac{3}{2}}$$

bu yerda  $\mu_0$  – gazning  $0^\circ$  C dagi dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti;  $T$  – temperatura, K;  $C$  – Saterlend doimiysi (ilovadagi V jadval).

## MASALALARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-MASALA.** Ortiqcha bosimi  $P_{ort}=10 \text{ kgk/sm}^2$  va temperaturasi  $t=20^\circ\text{C}$  bo'lgan azot ikki oksidining zichligini SI sistemasida topilsin. Atmosfera bosimi  $760 \text{ mm sim. ust.}$

**Masalaning ishlanishi.** SI sistemasida azot ikki oksidining zichligini quyidagi tenglama orqali topamiz:

$$\rho = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot P}{T \cdot P_0} = \frac{46 \cdot 273 \cdot 11,03}{22,4 \cdot 293 \cdot 1,033} = 20,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

## MASALALAR

Neftning nisbiy solishtirma og'irligi  $0,89$ . Neftning zichligini SI sistemasida topilsin. ( $890 \text{ kg/m}^3$ )

Vakuum bosimidagi  $440 \text{ mm sim. ust.}$  havoning zichligi aniqlansin. Havoning temperaturasi  $t=40^{\circ}\text{C}$ . Ushbu holatda atmosfera bosimini  $750 \text{ mm sim. ust.}$  deb qabul qilinsin. Havoning tarkibi 79% azot va 21% kislorod. ( $0,615 \text{ kg/m}^3$ )

Temperaturasi  $t=30^{\circ}\text{C}$  va bosimi  $P_{abs}=5,28 \text{ kgk/sm}^2$  bo'lgan uglerod to'rt oksidining kinematik qovushqoqlik koeffitsiyentini aniqlansin. ( $1,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ )

Tarkibi:  $\text{CO}_2$ -16%,  $\text{O}_2$ -5%,  $\text{N}_2$ -79% bo'lgan o'txona gazlarining dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentini aniqlansin. Gazlarning temperaturasi  $t=400^{\circ}\text{C}$  va bosimi  $P_{abs}=1 \text{ kgk/sm}^2$ . ( $0,034 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ )

Temperaturasi  $t=90^{\circ}\text{C}$  va bosimi  $P_{abs}=1,2 \text{ kgk/sm}^2$  bo'lgan gazning mol massasi va zichligi topilsin. Gaz quyidagi tarkibga ega:  $\text{N}_2$ -50%,  $\text{CO}$ -40%,  $\text{N}_2$ -5%,  $\text{CO}_2$ -5%. ( $0,616 \text{ kg/m}^3$ )

Temperaturasi  $t=85^{\circ}\text{C}$  va bosimi  $P_{ort}=2 \text{ kgk/sm}^2$  bo'lgan uglerod to'rt oksidining zichligi aniqlansin. Atmosfera bosimi  $750 \text{ mm sim. ust.}$  ( $4,43 \text{ kg/m}^3$ )

Suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti  $30 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  va nisbiy zichligi  $0,9$ . Kinematik qovushqoqlik koeffitsiyentini topilsin. ( $0,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ )

Tarkibida 75% vodorod va 25% azot bo'lgan azot-vodorod aralashmasining  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentini topilsin. ( $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ )

### **Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar**

1. Suyuqliklarni asosiy fizik xossalari.
2. Hajmiy va massaviy sarf tenglamalari.
3. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi.
4. Gazlarning temperatura bo'yicha dinamik qovushqoqligi.

## **1.2. GIDRAVLIKA ASOSLARI VA UNING AMALIYOTDA**

### **QO'LLANISHI**

**Mashg'ulotning maqsadi:** Sarf tenglamalari, dumaloq kesimli trubalar uchun hajmiy sarf tenglamalari, suyuqlik yoki gazning trubadagi o'rtacha tezligini topish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Sarf tenglamalari.

Suyuqlik yoki gazning hajmiy sarfi  $V$  ( $m^3/s$ ):

$$V = w \cdot F$$

Suyuqlik yoki gazning massaviy sarfi  $G$  ( $kg/s$ ):

$$G = V \cdot \rho = w \cdot F \cdot \rho$$

bu yerda  $F$ -oqimning ko'ndalang kesim yuzasi,  $m^2$ ;  $w$ -oqimning o'rtacha tezligi,  $m/s$ ;  $\rho$ -suyuqlik yoki gazning zichligi,  $kg/m^3$ .

Dumaloq kesimli trubalar uchun hajmiy sarf tenglamasi quyidagi holda bo'ladi:

$$V = 0,785 \cdot d^2 \cdot w$$

Berilgan  $V$  sarf va qabul qilingan  $w$  tezlikdagi truba diametrini quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}}$$

Ushbu tenglama orqali IV nomogramma tuzilgan.

Oqimning uzluksizlik tenglamasi:

$$V = w_1 \cdot f_1 = w_2 \cdot f_2 = w_3 \cdot f_3 = \dots$$

Suyuqlik yoki gazning trubadagi o'rtacha tezligini sarf tenglamalaridan keltirib chiqarilgan holda quyidagicha topiladi:

### MASALALARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-MASALA.** Sarfi  $G=3000$   $kg/soat$  va temperaturasi  $t=20^{\circ}C$  bo'lgan suv, ichki diametri  $30mm$  bo'lgan truba orqali uzatilmoqda. Suvning trubadagi o'rtacha tezligini aniqlansin.

**Masalaning ishlanishi.**  $t=20^{\circ}C$  dagi suvning zichligini IV jadvaldan topamiz:  $\rho=998 \text{ kg/m}^3$ . Trubaning ko'ndalang kesim yuzasini quyidagi tenglama orqali topamiz:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,030^2}{4} = 0,00070 \text{ m}^2$$

Suvning trubadagi o'rtacha tezligini quyidagi tenglamadan aniqlaymiz:

## MASALALAR

**2.1.** Issiqlik almashinish qurilmasi diametri  $76 \times 3 \text{ mm}$  bo'lgan po'lat trubalardan tayyorlangan. Trubalardan atmosfera bosimi ostida gaz uzatilmoqda. Ushbu gazning tezlikni, sarfni, hamda trubalar sonini o'zgartirmagan holda faqat bosimini  $R_{ort}=5 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$  ga o'zgartirilsa trubaning kerakli diametri aniqlansin. ( $\sim 29 \text{ mm}$ )

**2.2.** Sarfi  $V=1700 \text{ m}^3/\text{soat}$  (normal sharoitda) va temperaturasi  $t=30^{\circ}C$  bo'lgan metan gazi, ichki diametri  $200 \text{ mm}$  bo'lgan truba orqali uzatilmoqda. Metan gazining trubadagi o'rtacha tezligini aniqlansin. ( $16,7 \text{ m/s}$ )

**2.3.** Bir yo'lli qobiq trubali issiqlik almashinish qurilmasining trubalari (trubalar soni  $n=100$ , diametri  $20 \times 2 \text{ mm}$ ) orqali havo uzatilmoqda. Havoning o'rtacha temperaturasi  $50^{\circ}C$  va bosimi  $2 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$  (manometr ko'rsatkichi bo'yicha), tezligi  $9 \text{ m/s}$ . Barometrik bosim  $740 \text{ mm sim. ust.}$  Quyidagilarni aniqlansin: a) havoning massaviy sarfi; b) havoning ishchi sharoitdagi hajmiy sarfi; v) havoning normal sharoitdagi hajmiy sarfi. ( $-a) 0,57 \text{ kg/s}$ ;  $-b) 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $-v) 0,44 \text{ m}^3/\text{s}$ )

**2.4.** Sovutkich diametri  $20 \times 2 \text{ mm}$  bo'lgan  $19 \text{ dona}$  trubadan iborat. Sovutkichning truba kanallariga suv diametri  $57 \times 3,5 \text{ mm}$  bo'lgan truba orqali kirmoqda. Suvning ushbu trubadagi tezligi  $1,4 \text{ m/s}$ . Suvning truba kanallaridagi tezligini topilsin. ( $0,72 \text{ m/s}$ )

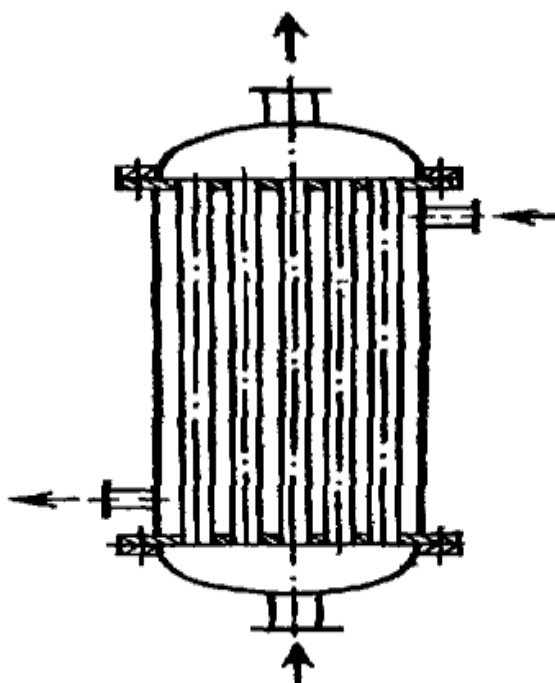
**2.5.** Diametri  $16 \times 1,5 \text{ mm}$ ,  $379 \text{ dona}$  trubadan iborat bo'lgan issiqlik almashinish qurilmasidan  $6400 \text{ m}^3/\text{soat}$  (normal sharoitda) sarf bilan azot uzatilmoqda. Azotning bosimi  $P_{ort}=3 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$ . Azot qurilmaga  $120^{\circ}C$  temperatura bilan kirib,  $30^{\circ}C$  temperatura bilan chiqib ketmoqda. Qurilma trubalariga kirish va chiqishdagi azotning tezligini aniqlansin. ( $13,1 \text{ m/s}$ ;  $10,1 \text{ m/s}$ )

**2.6.** “Truba ichida truba” tipidagi sovutkichning ichki trubasi diametri  $29 \times 2,5 \text{ mm}$  va tashqi trubasi diametri  $54 \times 2,5 \text{ mm}$ . Ichki truba orqali  $3,73 \text{ t/soat}$  sarf bilan zichligi  $1150 \text{ kg/m}^3$  bo‘lgan eritma (rassol) harakatlanmoqda. Trubalararo bo‘shliqda esa  $160 \text{ kg/soat}$  sarf va  $P_{abs}=3 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$  bosim bilan temperaturasi  $0^\circ\text{C}$  bo‘lgan gaz harakatlanmoqda. Gazning  $0^\circ\text{C}$  temperatura va  $760 \text{ mm sim. ust.}$  dagi zichligi  $1,2 \text{ kg/m}^3$ . Sovutkichdagi suyuqlik va gazning tezligi hisoblab topilsin. ( $2,0 \text{ m/s}$ ;  $10,4 \text{ m/s}$ )

**2.7.** 2.6 masala sharti bo‘yicha, agar gaz atmosfera bosimi ostida, lekin o‘sha tezlik va o‘sha massaviy sarf bilan harakatlansa, trubaning zaruriy tashqi diametri topilsin. ( $73 \text{ mm}$ )

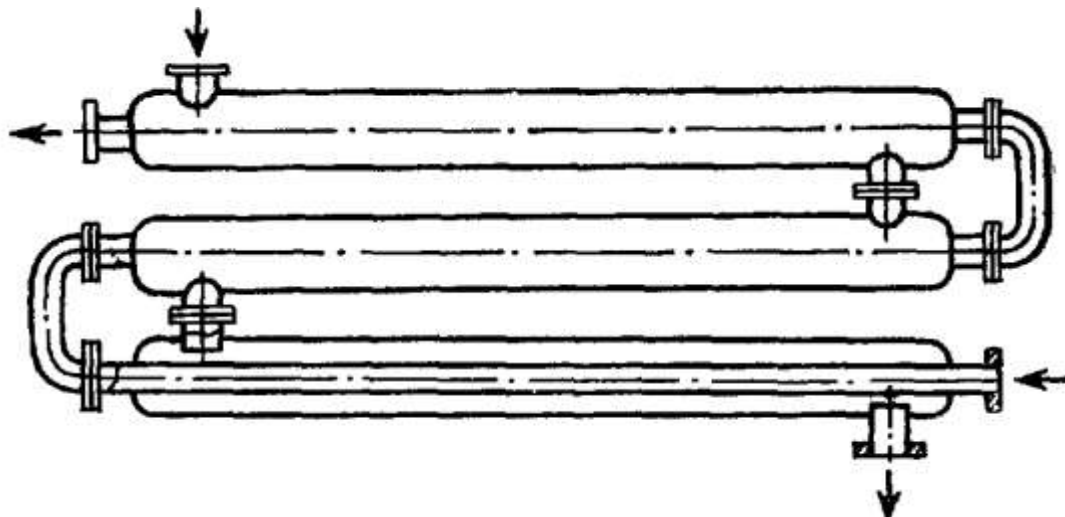
**2.8.** Massaviy sarfi  $120 \text{ kg/soat}$  bo‘lgan vodorod gazini uzatish uchun truba quvurining diametri aniqlansin. Trubaning uzunligi  $1000 \text{ m}$ . Bosimning ruxsat etilgan pasayishi  $\Delta R=110 \text{ mm suv ust.}$  Vodorodning zichligi  $0,0825 \text{ kg/m}^3$ . Ichki ishqalanish koeffitsiyenti  $\lambda=0,03$ . ( $0,2 \text{ m}$ )

### Qobiq trubali issiqlik almashinish qurilmasi





### “Truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi



#### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Dumaloq kesimli trubalar uchun hajmiy sarf tenglamasi.
2. Suyuqlik yoki gazning trubadagi oʻrtacha tezligi.
3. Oqimning uzluksizlik tenglamasi.
4. Suyuqlik yoki gazning massaviy sarfi.

### 1.3. GIDRODINAMIKA. TRUBALARDA SUYUQLIKLARNI OQISHI.

**Mashgʻulotning maqsadi:** Truba va kanallar orqali oqib oʻtuvchi oqimlarning gidrodinamik asosiy kriteriyalarini oʻrganish.

**Oʻquv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, meʼyoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qoʻllaniladigan taʼlim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Truba va kanallar orqali oqib oʻtuvchi oqimlarning gidrodinamik asosiy kriteriyalari.

Reynolds kriteriyasi, gidrodinamik rejimni xarakterlaydi, hamda inertsiya kuchlari va oqimdagi ichki ishqalanish kuchlarining nisbati oʻlchami hisoblanadi:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{w \cdot d}{\nu}$$

bu yerda:  $w$  – oqimning o‘rtacha tezligi, m/s;  $d$  – tuba quvuri diametri, m;  $\rho$  – suyuqlikning zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $\mu$  – dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti, Pa·s;  $\nu$  – kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti, m<sup>2</sup>/s.

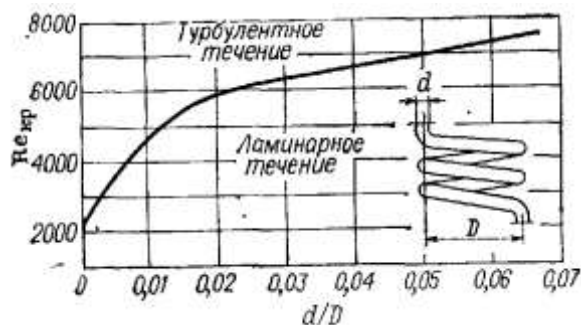
Tekis trubalar orqali uzatilayotgan oqimlar uchun Reynolds kriteriysining quyidagi qiymatlari o‘rinli:

Laminar rejim  $Re < 2300$

O‘tish rejimi

Turbulent rejim  $Re > 10000$

Zmeyevikli trubalar orqali uzatilayotgan oqimlar uchun Reynolds kriteriysining son qiymati tekis trubalardagiga nisbatan yuqoriroq bo‘lib,  $d/D$  nisbatga bog‘liq. Bu yerda  $d$  – zmeyevikli trubaning ichki diametri,  $D$  - zmeyevik o‘ramining diametri. Ushbu bog‘liqlik 3.1-rasmda ko‘rsatilgan.



3.1-rasm. Zmeyevikli trubalarda  $Re$  kriteriysining  $d/D$  nisbatiga bog‘liqligi.

Dumaloq kesimga ega bo‘lmagan trubalar uchun Reynolds kriteriysiga ekvivalent diametr qo‘yiladi. Ekvivalent diametr gidravlik radiusni to‘rtga ko‘paytirilganiga teng. Gidravlik radius  $r_g$  oqimning ko‘ndalang kesim yuzasi  $F$  ning oqim bilan ho‘llangan perimetr  $P$  ga nisbatiga teng:

$$r_g = \frac{F}{P}$$

Ekvivalent diametr:

$$d_e = 4 \cdot r_g = 4 \cdot \frac{F}{P}$$

Frud kriteriysi, oqimdagi inersiya va og‘irlik kuchlarining nisbatlarini ifodalaydi:

$$Fr = \frac{w^2}{g \cdot d}$$

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

Eyler kriteriysi, oqimdagi bosim kuchlari va inersiya kuchlarining nisbatlarini ifodalaydi:

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \cdot w^2}$$

bu yerda:  $\Delta P$  – bosimlar farqi (gidravlik qarshiliklarga yo‘qotilgan bosim), Pa.

### MASALALARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-Masala.** Temperaturasi  $300^{\circ}C$  bo‘lgan suv  $1\text{ m/s}$  tezlik bilan diametri  $43 \times 2,5$  mm bo‘lgan trubada harakatlanmoqda. Suvning oqish rejimini aniqlansin.

**Masalaning ishlanishi.** Suvning  $30^{\circ}C$  temperaturadagi zichligi va dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentlarini jadvallar orqali topamiz:

$$\rho = 995\text{ kg/m}^3; \mu = 0,8 \cdot 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$$

So‘ng Reynolds kriteriysini aniqlaymiz:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{1 \cdot 0,038 \cdot 995}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 47500 \text{ turbulent rejim.}$$

### MASALALAR

3.1. “Truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining trubalararo bo‘shlig‘idagi suyuqlikning oqish rejimi aniqlansin. Qurilma ichki trubalarining diametri  $25 \times 2$  mm, tashqi trubalarining diametri  $51 \times 2,5$  mm; suyuqlikning massaviy sarfi  $3730\text{ kg/soat}$ , suyuqlikning zichligi  $1150\text{ kg/m}^3$ , dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti  $1,2 \cdot 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ . (turbulent rejim 15500)

3.2. Qobiq trubali issiqlik almashinish qurilmasi trubalararo bo‘shlig‘ining ekvivalent diametri aniqlansin. Qurilma diametri  $38 \times 2,5$  mm bo‘lgan 61 dona trubalardan tashkil topgan. Qobiqning ichki diametri 625 mm. ( $d_e = 0,105\text{ m}$ .)

3.3. Halqa, kvadrat, to‘g‘ri to‘rtburchak, teng yonli uchburchak ko‘ndalang kesimli truba quvurlari uchun umumiy ko‘rinishda gidravlik radiusni aniqlang.

3.4. Qobiq trubali issiqlik almashinish qurilmasining trubalararo bo‘shlig‘ida anilin 0,5 m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Issiqlik almashinish qurilmasi 19 dona diametri 26x2,5 mm bo‘lgan trubalardan iborat. Qobiqning ichki diametri 200 mm. Anilin suv bilan 1000°C dan 400°C gacha sovitilmoqda. Anilinning trubalararo bo‘shliqdagi oqish rejimi aniqlansin. (turbulent rejim 14600)

3.5. “Truba ichida truba” tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining halqasimon bo‘shlig‘ida harakatlanayotgan suvning oqish rejimini aniqlansin. Tashqi truba – 96X3,5 mm, ichki truba – 57X3 mm, suvning sarfi 3,6 m<sup>3</sup>/soat, temperaturasi 200°C. (o‘tish rejimi.)

3.6. Etil spirtining oqish rejimini aniqlansin: a) diametri 40X2,5 mm bo‘lgan to‘g‘ri trubada; b) xuddi shunday zmeyevikli trubada. Zmeyevik o‘ramining diametri 570 mm. Spirtning tezligi 0,13 m/s, o‘rtacha temperaturasi 520°C. (a) o‘tish, b) laminar.)

## **TRUBALARDA SUYUQLIKLARNING OQISHI. DROSSEL ASBOBLARDA SUYUQLIKLARNING SARFI VA TEZLIGINI O‘LCHASH**

Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi:

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2 \cdot g}$$

Real (haqiqiy) suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi:

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2 \cdot g} + h_y$$

bu yerda: z - geometrik napor, m;  $P/\rho \cdot g$  - statik napor, m;  $w^2/2 \cdot g$  - dinamik napor, m;  $h_y$  – qarshiliklarga yo‘qotilgan napor, m.

Trubadagi o‘rtacha tezlik w va maksimal (o‘qdagi) tezlik  $w_{max}$  orasidagi bog‘liqlik:

a) laminar rejimda  $w = 0,5 \cdot w_{max}$  □

b) turbulent rejimda  $w = (0,8 \div 0,9) \cdot w_{max}$  □

Suyuqlikning idish tagidagi yoki devoridagi teshikdan oqib chiqish tezligi w (m/s):

$$w = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

bu yerda:  $\varphi$  – tezlik koeffitsiyenti, o‘lchovsiz;  $g$  – erkin tushish tezlanishi,  $m/s^2$ ;  $H$  – teshik tepasidagi suyuqlikning balandligi,  $m$ .

Agar idishdagi suyuqlik bosimi ( $P_0, Pa$ ) va suyuqlik oqib chiqayotgan idishdan tashqaridagi bosim ( $P, Pa$ ) bir xil bo‘lmasa, yuqoridagi tenglamadagi  $H$  ni

$$o‘rniga quyidagi kattalikni kiritiladi: H' = H + \frac{P_0 - P}{\rho \cdot g},$$

bu yerda  $\rho$  – idishdagi suyuqlikning zichligi,  $kg/m^3$ .

Ko‘ndalang kesim yuzasi  $f_0$  ( $m^2$ ) bo‘lgan teshik orqali oqib chiqayotgan suyuqlikning sarfi  $V$  ( $m^3/s$ ) quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$V = \alpha \cdot f_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

bu yerda:  $\alpha$  – sarf koeffitsiyenti, tezlik koeffitsiyenti  $\varphi$  va oqimchaning siqilish koeffitsiyenti  $\varepsilon$  ning ko‘paytmasidan iborat:

$$\alpha = \varphi \cdot \varepsilon$$

O‘zgarmas  $f$  ko‘ndalang kesim yuzasiga ega bo‘lgan ochiq idishdagi suyuqlikning  $f_0$  yuzali teshik orqali to‘la bo‘shash vaqti  $\tau$  ( $s$ ) ni quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\tau = \frac{2 \cdot f \cdot \sqrt{H}}{\alpha \cdot f_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g}}$$

bu yerda:  $H$  – teshik tepasidagi suyuqlikning boshlang‘ich balandligi,  $m$ .

Suyuqlik yoki gazning sarfini normal diafragma orqali o‘lchash.

Suyuqlik yoki gazning hajmiy sarfi  $V$  ( $m^3/s$ ):

$$V = \alpha \cdot k \cdot f_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}} = \alpha \cdot k \cdot f_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H \cdot \frac{\rho_m - \rho}{\rho}}$$

bu yerda:  $\alpha$  – diafragmaning sarf koeffitsiyenti (XV jadval);  $k$  – truba devorlarining g‘adir-budirligini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsiyenti (XVI jadval), gidravlik silliq trubalar uchun  $k=1$ ;  $f_0=0,785 \cdot d_0^2$  – diafragma teshigining yuzasi,  $m^2$ ;  $d_0$  – teshik devori,  $m$ ;  $N$  – diafragmaga ulangan difmanometrda suyuqlik balandliklarining farqi,  $m$ ;  $\rho_m$  – difmanometrda suyuqlik zichligi,  $kg/m^3$ ;  $\rho$  – truba orqali uzatilayotgan suyuqlik yoki gazning zichligi,  $kg/m^3$ .

Diafragmaning sarf koeffitsiyenti  $\alpha$ ,  $Re=w \cdot d \cdot \rho/\mu$  kriteriysiga bog‘liq, lekin  $Re$  qiymati oldindan ma‘lum bo‘lmagani uchun sarf  $V$  ni o‘lchashda  $\alpha$  ning o‘rtacha

qiymatini berilgan  $t$  uchun XV jadval bo'yicha qabul qilinadi. So'ng sarf  $V$  ni aniqlab,  $Re$  ni topiladi,  $\alpha$  ning qiymatini aniqlashtiriladi va kerak bo'lsa hisob boshqatdan qilinadi.

### Suyuqlik yoki gazning sarfini Pito-Prandtl pnevmometrik naychalari yordamida o'lchash.

Pito-Prandtl naychalarini truba quvurining o'qiga joylashtiriladi va unga ulangan difmanometr yordamida quyidagi kattalikni topiladi:  $\Delta P = H \cdot (\rho_m - \rho) \cdot g$ .

So'ng oqimning maksimal (o'qidagi) tezligini hisoblab topiladi

$$w_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H \cdot \frac{\rho_m - \rho}{\rho}}, \text{ ushbu tezlik orqali } Re = w_{max} \cdot d \cdot \frac{\rho}{\mu} \text{ topiladi va oqim}$$

rejimiga ko'ra o'rtacha tezlik  $w$  topiladi:

a) laminar rejimda  $w = 0,5 \cdot w_{max}$  □

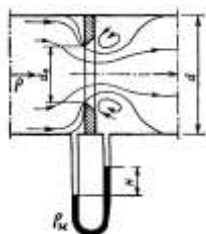
b) turbulent rejimda  $w = (0,8 \div 0,9) \cdot w_{max}$  □

Suyuqlik yoki gazning sarfi  $V$  ( $m^3/s$ ) quyidagicha topiladi:

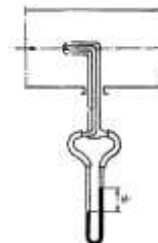
$$V = w \cdot F$$

bu yerda:  $F$ - truba quvurining ko'ndalang kesim yuzasi,  $m^2$ .

Normal diafragma



Pito-Pradtl naychalari



### MASALALARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-MASALA.** Ochiq rezervuarda nisbiy zichligi 1,23 bo'lgan suyuqlik bor. Rezervuarining ma'lum bir nuqtasiga ulangan manometr  $P_{ort} = 0,31 \text{ kgk/sm}^2$  bosimni ko'rsatmoqda. Rezervuardagi suyuqlik sathi ushbu nuqtadan qancha balandlikda bo'ladi?

Masalaning ishlanishi. Manometr ulangan nuqtadan tepadagi suyuqlik balandligini quyidagi tenglama orqali topamiz:

$$P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{P - P_0}{\rho \cdot g}$$

masalaning sharti bo'yicha  $P - P_0 = 0,31 \text{ kgk/sm}^2 = 0,31 \cdot 10^4 \cdot 9,81 \text{ Pa}$

suyuqlikning zichligi  $\rho = 1,23 \cdot 1000 = 1230 \text{ kg/m}^3$

bundan

$$h = \frac{0,31 \cdot 10^4 \cdot 9,81}{1230 \cdot 9,81} = 2,52 \text{ m.}$$

## MASALALAR

1. Barometrik kondensatordagi vakuummetr 60 mm sim. ust. siyraklanishni ko'rsatmoqda. Barometrik bosim 748 mm sim. ust. Aniqlansin: a) kondensator dagi bosim Pa va  $\text{kgk/sm}^2$  da aniqlansin; b) barometrik trubada suv qanday H balandlikka ko'tariladi? (a) 19700 Pa, 0,201  $\text{kgk/sm}^2$ ; b) 8,16 m).
2. Ichki diametri 200 mm bo'lgan trubada asta sekin torayish orqali diametri 100 mm bo'lgan trubaga o'tish bor. Trubadan sarfi 1700  $\text{m}^3/\text{soat}$  (normal sharoitda) va temperaturasi 300  $^{\circ}\text{C}$  bo'lgan metan gazi uzatilmoqda. Trubaning keng qismida o'rnatilgan U-simon suvli manometr 40 mm suv ust. ortiqcha bosimni ko'rsatmoqda. Xuddi shunday manometrning trubaning tor qismidagi ko'rsatkichi aniqlansin. Atmosfera bosimi 760 mm sim. ust. (-98 mm suv us. yoki 961 Pa).
3. Diametri 1 m bo'lgan silindrik bak 2 m balandlikka suv bilan to'ldirilgan. Bakning tagidagi suv oqib chiqishi uchun mo'ljallangan teshik 3 sm diametrga ega. Bakning to'la bo'sh vaqti topilsin. (1180 s yoki 20 min).
4. Ichki diametri 152 mm bo'lgan gorizontall silliq truba orqali suv oqib o'tmoqda. Suvning o'rtacha tezligi 1,3 m/s, temperaturasi 200  $^{\circ}\text{C}$ . Trubada diametri 83,5 mm teshikli diafragma o'rnatilgan. Diafragmadagi simobli difmanometr ko'rsatkichini ko'rsatkichi aniqlansin. (0,188 m).
5. Havoning uzatilayotgan trubaga o'rnatilgan Pito-Prandtl naychalarining suvli difmanometri ko'rsatkichi 13 mm ni tashkil qiladi. Agar, havoning temperaturasi 400  $^{\circ}\text{C}$ , trubaning diametri 159x6 mm bo'lsa, havoning sarfi aniqlansin. (0,217  $\text{m}^3/\text{s}$  yoki 780  $\text{m}^3/\text{soat}$ ).

6. Sarfi  $200 \text{ dm}^3/\text{soat}$ , temperaturasi  $380^\circ\text{C}$  bo'lgan uksus kislotasi haraktlanayotgan truba diametri  $57 \times 3,5 \text{ mm}$  ni tashkil etadi. Uksus kislotasining truba o'qidagi tezligini aniqlansin. ( $0,056 \text{ m/s}$ ).

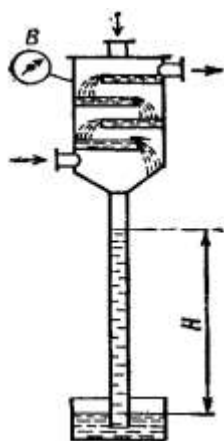
7. Ichki diametri  $320 \text{ mm}$  bo'lgan trubada Pito-Prandtl naychalari o'rnatilgan. Naychalardagi suvli difmanometr  $N=5,8 \text{ mm}$  farqni ko'rsatmoqda. Trubadan atmosfera bosimi ostida, temperaturasi  $210^\circ\text{C}$  bo'lgan havo harakatlanmoqda. Havoning massaviy sarfi topilsin. ( $2840 \text{ kg}/\text{soat}$ ).

8. Bak tagidagi diametri  $10 \text{ mm}$  bo'lgan teshik orqali  $1 \text{ soat}$  davomida  $750 \text{ dm}^3$  miqdorda suyuqlik oqib chiqmoqda. Bakning usti ochiq va bakda suyuqlik sathi o'zgarmas balandlik  $900 \text{ mm}$  da ushlab turiladi. Sarf koeffitsiyenti topilsin. Bakning diametri  $800 \text{ mm}$ . Agar bakka suyuqlik uzatishni to'xtatilsa, uning to'la bo'shish vaqtini hisoblab topilsin. ( $\tau=1 \text{ soat } 13 \text{ min}$ ;  $\alpha=0,632$ ).

9. Ko'ndalang kesim yuzasi  $3 \text{ m}^2$  bo'lgan bakka suv uzatilmoqda. Bakning tagida suvni chiqarib yuborish uchun teshik bor. Turg'un holatda uzatilayotgan suvning sarfi teshikdan oqib chiqayotgan suvning sarfi bilan teng va suvning sathi  $1 \text{ m}$  balandlikda o'rnatiladi. Agar, bakka suv uzatishni to'xtatilsa,  $100 \text{ s}$  dan keyin bak to'la bo'shaydi. Bakka uzatilayotgan suvning miqdori aniqlansin. ( $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

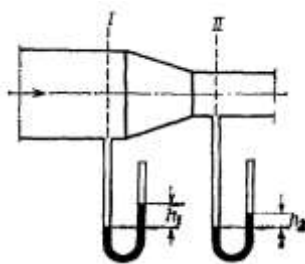
10. Ichki diametri  $200 \text{ mm}$  bo'lgan gorizontl truba orqali nisbiy zichligi  $0,9$  bo'lgan mineral yog' uzatilmoqda. Trubada diafragma o'rnatilgan (sarf koeffitsiyenti  $0,61$ ). Diafragma teshigining diametri  $76 \text{ mm}$ . Diafragma ulangan simobli difmanometr  $102 \text{ mm}$  farqni ko'rsatmoqda. Trubadagi yog'ning tezligi va sarfi aniqlansin. ( $0,47 \text{ m/s}$ ;  $47800 \text{ kg}/\text{soat}$ ).

11. Diametri  $160 \times 5 \text{ mm}$  bo'lgan trubada "Venturi trubasi" o'rnatilgan. "Venturi



trubasi" ning tor qismining diametri  $60 \text{ mm}$ . Truba orqali atmosfera bosim ostida va  $250^\circ\text{C}$  temperaturada etan gazi uzatilmoqda. Venturi trubasiga ulangan suvli difmanometr  $N=32 \text{ mm}$  farqni ko'rsatmoqda. Sarf koeffitsiyentini  $0,97$  deb qabul qilgan holda trubadagi etan gazining massaviy sarfini  $\text{kg}/\text{soat}$  da aniqlansin. ( $280 \text{ kg}/\text{soat}$ ).

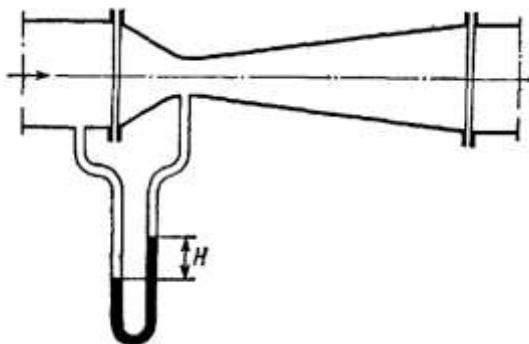




(4.1 masala uchun)

(4.2 masala uchun)

Venturi trubasi



(4.11 masala uchun)

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Suyuqlik harakat rejimlari.
2. Ko'ndalang kesim yuzasi.
3. Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.
4. Truba va kanallar orqali oqib o'tuvchi oqimlarning gidrodinamik asosiy kriteriyalari

## 1.4. QO'ZG'ALMAS VA MAVHUM QAYNASH QATLAMLARINING GIDRODINAMIKASI.

**Mashg'ulotning maqsadi:** Qo'zg'almas va mavhum qaynash qatlamlarining gidrodinamikasini o'rganish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Qattiq zarrachalar qo'zg'almas qatlami uchun g'ovaklik, ya'ni qattiq faza bilan band bo'lgan hajmning nisbiy ulushi:

$$\varepsilon_0 = \frac{V_q - V}{V_q}$$

Agar, zarrachalar orasidagi qatlam zichligini ahamiyatga olinmasa, u holda:

$$\varepsilon_0 = 1 - \left(\frac{\rho_t}{\rho}\right)$$

bu yerda:  $V$  va  $V_q$  – zarrachalar band qilgan hajm va qatlam hajmi,  $m^3$ ;  $\rho$  va  $\rho_t$  – zarrachalar zichligi va qatlam zichligi (to'kilma zichlik),  $kg/m^3$ .

Odatda, bir xil diametrga ega bo'lgan sharsimon zarrachalarning qo'zg'almas to'kilma qatlami g'ovakligi 0,38 – 0,42 oralig'ida bo'ladi; hisoblarda o'rtacha qiymat 0,40 qabul qilinadi.

Qattiq zarrachalar mavhum qaynash qatlami uchun g'ovaklik:

$$\varepsilon = \frac{V_{m.q.} - V}{V_{m.q.}}$$

bu yerda:  $V_{m.q.}$  – mavhum qaynash qatlam hajmi,  $m^3$ .

Muhit bosim kuchlarining va qatlam og'irligining muvozanati qattiq zarrachalar qo'zg'almas qatlamining mavhum qaynash holatiga o'tish sharti bo'lib xizmat qiladi.

Mavhum qaynash qatlamining asosiy gidrodinamik xarakteristikasi  $\Delta P_q$  doimiysidan iborat:

$$\Delta P_q = \frac{G_q}{S} = const$$

bu yerda:  $G_q$  – qatlamdagi material og'irligi,  $N$ ;  $S$  – ko'ndalang kesim yuzasi,  $m^2$ .

Qattiq zarrachalar mavhum qaynash qatlami orqali uzatiluvchi oqim uchun bosimlar farqi ( $Pa$  da) quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta P_q = (\rho - \rho_m) \cdot g \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = (\rho - \rho_m) \cdot g \cdot (1 - \varepsilon_0) \cdot h_0$$

bu yerda:  $h$  va  $h_0$  – mavhum qaynash va qo'zg'almas qatlam balandligi,  $m$ ;  $\rho$  va  $\rho_m$  – qattiq zarrachalar va muhitning zichligi,  $kg/m^3$ .

Agar muhit gaz bo'lsa ( $\rho_m \ll \rho$ ), u holda:

$$\Delta P_q = \rho \cdot g \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = \rho \cdot g \cdot (1 - \varepsilon_0) \cdot h_0$$

3. Muhit bosim kuchlarining va qatlam og'irlik kuchlarining muvozanat holati,

ya'ni qattiq zarrachalar qo'zg'almas qatlamining mavhum qaynash holatiga o'tishiga to'g'ri keladigan oqim tezligi birinchi kritik tezlik yoki mavhum qaynash tezligi deyiladi. Bir xil diametrga ega bo'lgan sferik zarrachalar qatlami uchun birinchi kritik tezlik yoki mavhum qaynash tezligi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Re_{m.q.} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}$$

Ushbu tenglama qo'zg'almas qatlam o'rtacha g'ovakligi  $\varepsilon_0=0,4$  uchun keltirib chiqarilgan va  $\pm 20\%$  xatolikni beradi. Bunda

$$Re_{m.q.} = \frac{w_{m.q.} \cdot d \cdot \rho_m}{\mu_m}; \quad Ar = \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho - \rho_m) \cdot \rho_m}{\mu_m^2}$$

bu yerda:  $w_{m.q.}$  – mavhum qaynash tezligi,  $m/s$ ;  $d$  – zarrachalar diametri,  $m$ ;  $\rho$  va  $\rho_m$  – qattiq zarrachalar va muhitning zichligi,  $kg/m^3$ ;  $\mu_m$  – muhitning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti,  $Pa \cdot s$ .

Agar muhit gaz bo'lsa ( $\rho_m \ll \rho$ ), u holda:

$$Ar = \frac{g \cdot d^3 \cdot \rho \cdot \rho_m}{\mu_m^2}$$

Noto'g'ri shaklga ega bo'lgan zarrachalar uchun oqimning kritik tezligini shakl faktorini hisobga olgan holda aniqlash mumkin:

$$F = 0,207 \cdot \frac{S}{V^{2/3}}$$

bu yerda:  $V$  – zarracha hajmi,  $m^3$ ;  $S$  – zarrachaning yuzasi,  $m^2$ .

## MASALALAR

1. Dengiz sathidan 300 m balandliqla joylashgan zavodda porshenli nasos o'rnatilgan bo'lib, umumiy so'rish balandligi bo'yicha yo'qotilgan napor qiymati 5 mm.suv.ust.ni tashkil etadi. Geometrik so'rish balandlik 3,6 m ga teng. Suvning qaysi maksimal temperaturasida, suyuqlikni surilishi mumkin bo'lmaydi?
2. Plunjer bosib o'tadigan masofa 480 mm, aylanishlar soni minutiga 60 ga teng. Uzatish koeffitsiyenti esa 0.85. Plunjerli nasosning pog'onasi plunjerning har bir tomoniga uzatayotgan suyuqlik miqdorini va differensial porshenli nasosning ish

unumdorligini (sarfini) quyidagi shartlar bo'yicha aniqlang. Pog'onali plunjer, katta diametri 340 mm kichigi esa 240 mm ga teng.

3. Ikki tomonlama ishlaydigan porshenli nasos, diametri 3 m va balandligi 2,6m bo'lgan idishni 26,5 minutda to'ldirmoqda. Nasos plunjerining diametri 180 mm, shtokning diametri 50 mm, krivoship radiusi esa 145 mm. Aylanishlar chastotasi minutiga 55 ga teng. Nasosning uzatish koeffitsiyentini toping.

### **Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar**

1. Qattiq zarrachalar qo'zg'almas qatlami uchun g'ovaklik.
2. Mavhum qaynash qatlamining asosiy gidrodinamik xarakteristikasi.
3. Zarrachalar orasidagi qatlam zichligi.
4. Mavhum qaynash turlari.

## **1.5. SUYUQLIKLARNI UZATISH VA UNING QURILMALARI.**

**Mashg'ulotning maqsadi:** Nasosning asosiy parametrlari, markazdan qochma va porshonli nasoslarni ustida amallar bajarish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida barcha tarmoqlarida suyuqliklar gorizonta va vertikal trubalar orqali uzatiladi. Suv, neft, benzin, yog'-moylar, sut, vino, pivo va boshqa suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar nasoslar deyiladi. Elektr dvigatelning mexanik energiyasini suyuqlikning uzatish energiyasiga aylantiruvchi va uning bosimini oshiruvchi va gidravlik mashinalar nasoslar deb ataladi. Trubalarning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi trubalardan suyuqlikning oqishi uchun harakatlantiruvchi kuch hisoblanadi.

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 chiqish trubalari bilan uzluksiz bog‘langan bo‘ladi. Suyuqlikka ta’sir qiladigan kuchning turiga ko‘ra, dinamik nasoslar parrakli va ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan nasoslarga bo‘linadi. Sanoatda suyuqliklarni siqilgan gaz (yoki havo) yordamida uzatish uchun gazliftlar va montejoyular ham ishlatiladi.

### Nasosning asosiy parametrlari

Nasosning vaqt birligi ichida uzatib beradigan suyuqlikning miqdoriga ish unumdorligi (yoki sarfi) deyiladi  $Q$ , ( $m^3/s$ ).

1. Vaqt birligida so‘rilgan suyuqlik hajmi  $Q$  ni nasosning sarfi deb ataladi. So‘rish  $m^3/s$ ,  $l/s$  va boshqa birliklarda o‘lchanadi.

Markazdan qochma nasoslarning sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = w_1 \cdot (\pi \cdot d_1 - \delta \cdot z) \cdot b_1 \cdot \sin \beta_1$$

yoki (2.1)  $Q = w_2 \cdot (\pi \cdot d_2 - \delta \cdot z) \cdot b_2 \cdot \sin \beta_2$

$w_1, w_2$  - ish g‘ildiragiga kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar;

$d_1, d_2$  - nasos g‘ildiragining ichki va tashqi diametrlari;

$\delta$  - nasos kuraklarining qalinligi;

$z$  - kuraklar soni;

$b_1, b_2$  - kuraklarning kirish va chiqishdagi eni;

$\beta_1, \beta_2$  - kuraklarning kirish va chiqishdagi egrilik burchaklari.

Eng sodda porshenli nasosning sarfi ushbuga teng:

$$Q = F \cdot L \cdot \frac{n}{60}$$

bu yerda:  $F$  - porshen ko‘ndalang kesimining yuzasi;  $L$  - porshenning yurishi (bir borib kelishda bir tomonga yurgan yo‘lining uzunligi);  $n$  - porshenning bir minutda borib kelish soni (yoki krivoship-shatunli mexanizmning aylanish soni).

Ko‘p yo‘lli porshen nasosining sarfi

$$Q = F \cdot L \cdot \frac{n}{60} \cdot i$$

bu yerda  $i$  - nasos tsilindrlarining soni.

Ikki yulli bir porshenli nasosning sarfi.:

$$Q = (2 \cdot F - f) \cdot L \cdot \frac{n}{60}$$

bu yerda:  $f$  - shtok ko'ndalang kesimining yuzasi,  $m^2$ .

Nasosdan o'tayotgan suyuqlik oqimi olgan solishtirma energiyasi nasosning bosimi deb ataladi va suyuqlik ustunining metrlari hisobida o'lchanadi.

$$H = H_r + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + h_{um}$$

$H_{um} = h_c + h_x$  — trubaning umumiy gidravlik qarshiligi;

$H_g = H_s + H_d$  - geometrik balandlik.

Nasosning vaqt birligida bajargan ishi uning quvvati deyiladi. Quvvatning o'lchov birligi ( $V_t$ ) va quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$N_f = \gamma \cdot Q \cdot H = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$$

Nasosning o'qidagi quvvati foydali quvvatdan kattaroq bo'ladi, ya'ni:

$$N_g = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot F}{\eta_H}$$

Markazdan qochma nasoslarning hosil qilgan bosimi ishchi g'ildiraklarning aylanish tezligiga bog'liq bo'ladi. Nasos ishga tushirilishidan ilgari surish trubasi, ish g'ildiragi va qobiq uzatilayotgan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Agar ish g'ildiragi bilan qobiq oralarida bo'shliq bo'lsa, ishchi g'ildiragining aylanishi natijasida yetarli siyraklanish hosil bo'lmaydi.

Nasosning ish unumdorligi, nabori, iste'mol qiladigan quvvati, ish g'ildiraklarining aylanish chastotasining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni: aylanishlar chastotasi  $n_1$  dan  $n_2$  ga ortsa, uning ish unumdorligi, nabori va iste'mol qiladigan quvvati quyidagicha o'zgaradi:

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

Ish g'ildiraklarining aylanishlar chastotasi  $n$  o'zgarmas bo'lganda nasos ish unumdorligi  $Q$  ning nabori  $N$  nasosning o'z quvvati  $N$  va foydali ish koeffitsiyenti  $\eta_N$  bilan o'zaro grafik usulidagi bog'liqligi chasoslarning xarakteristikasi deb yuritiladi.

### MISOLLARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-masala.** Shesternali nasos shesternasining 12 ta tishi bo'lib, uning eni 42 mm. har bir tishning ko'ndalang kesimining yuzasi qo'shni shesternaning tashqi

aylanasi bilan chegaralangan bo‘lib 980 mm tengdir. Nasosning ish unumdorligi 0,312 m<sup>3</sup>/min bo‘lsa, nasosning uzatish koeffitsiyenti aniqlansin.

### Yechish:

Shesternali nasosning ish unumdorligi ushbu formula orqali hisoblab topiladi:

$$Q = \eta_v \cdot \frac{2 \cdot f \cdot b \cdot z \cdot n}{60}$$

Nazariy uzatilgan suyuqlik miqdori:

$$Q = 2 \cdot f \cdot b \cdot z \cdot n / 60 = 2 \cdot 0,00096 \cdot 0,042 \cdot 12 \cdot 440 / 60 = 0,00708 \text{ m}^3/\text{s}$$

Haqiqiy uzatilgan suyuqlik miqdori:

$$Q = 0,312 / 60 = 0,0052 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bunda, uzatish koeffitsiyenti quyidagig teng bo‘ladi:

$$\eta_b = \frac{Q}{Q} = \frac{0,0052}{0,00708} = 0,736$$

### MASALALAR

7.1 Nasos 30% li sulfat kislotani bir joydan ikkinchi joyga uzatib bermoqda. Uzatish trubasidagi manometr ko‘rsatkichi 1,8 kg·k/sm<sup>2</sup>(0,18 MPa), so‘rish trubasidagi vacuum metr ko‘rsatkichi 29 mm.sim.ust. Manometr vakuummetrdan 0,5 m balandda joylashgan. So‘rish va uzatish trubalarining diametrlari bir xil. Nasos hosil qilayotgan naporni aniqlang.

Nasos atmosfera bosimi ostidagi rezervuardan, 37 kg·k/sm<sup>2</sup> (3,7 MPa) bosimga ega, nisbiy zichligi 0,79 bo‘lgan etil spirti qurilmaga uzatilmoqda. Ko‘tarilish balandligi 16 m. So‘rish va uzatish trubalarining umumiy qarshiligi 65,6 m. Nasos hosil qilayotgan umumiy napor topilsin.

Nasos nisbiy zichligi 0,91 ga teng bo‘lgan pista yog‘i 380 dm<sup>3</sup>/min. hajmiy sarf bilan uzatmoqla. Nasos dvigateli iste‘mol qilayotgan quvvati 2,5 kVt. Umumiy napor 30,8 m. Nasos qurilmasining foydali ish koeffitsiyentini aniqlang.

7.4. Nisbiy zichligi 1,16 ga teng bo‘lgan suyuqlikni nasos 14 dm<sup>3</sup>/s miqdordagi sarf bilan uzatmoqla. Umumiy napor 58 m. Nasosning f.i.k.= 0,64, uzatishning f.i.k. = 0,97, elektredvigatelning f.i.k. = 0,95. O‘rnatilishi kerak bo‘lgan dvigatel quvvati qanday bo‘ladi?

## NASOSLARNING HISOBI

**1-MASALA.** Temperaturasi 20°C boʻlgan suvni ochiq idishdan 0,1 MPa bosim ostida ishlayotgan qurilmaga uzatib berish uchun nasos tanlansin. Suvning sarfi  $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$ . Suvni geometrik koʻtarilish balandligi 15 m. Tortish liniyasida truba uzunligi 10 m, haydash liniyasida 40 m. Tortish trubasida 2 ta toʻgʻri ventil, 4 ta 90 li burilish ( $R0/d=6$ ) bor. Haydash trubasida 2 ta 120° li ( $R0/d=6$ ) va 10 ta 90° li burilishlar ( $R0/d=6$ ) hamda 2 ta normal ventil bor.

### Truba quvurini tanlash

Tortish va haydash trubalari uchun suvning oqish tezligini bir xil va 2 m/s deb qabul qilamiz. U holda trubaning diametrini quyidagi tenglama orqali hisoblanadi:

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi\omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 2}} = 0,088 \text{ m}$$

Standart  $d=0,100 \text{ m}$  boʻlgan, ozgina korroziyaga uchragan poʻlat truba quvurini tanlaymiz. U holda suvning trubadagi haqiqiy tezligi:

$$\omega = \frac{V}{0,785 \cdot d^2} = \frac{1,2 \cdot 10^{-2}}{0,785 \cdot 0,100^2} = 1,53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) Ishqalanish va mahalliy qarshiliklar hisobiga yoʻqotilgan bosimni aniqlash.

Reynolds kriteriysini aniqlaymiz:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{1,53 \cdot 0,100 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 151934 \quad (\text{Turbulent rejim,})$$

bu yerda:  $\rho$  – suvning 20°C dagi zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $\mu$  – suvning 20 °C dagi dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti, Pa·s.

Truba quvurining absolyut gʻadir-budirlikini  $\Delta=2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$  deb qabul qilamiz. U holda:

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,100} = 0,002$$

$$560 \cdot \frac{1}{ye} = 280000; \quad 10 \cdot \frac{1}{ye} = 5000;$$

Truba quvurida aralash ishqalanish boʻlgani sababli ichki ishqalanish koeffitsiyenti  $\lambda$  ni quyidagicha aniqlaymiz:



$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \epsilon + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left( 0,002 + \frac{68}{151934} \right)^{0,25} = 0,024$$

Tortish va haydash trubalari uchun mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlarini yig'indisini aniqlaymiz.

Tortish trubasi uchun:

No	Mahalliy qarshilik ko'rinishi	Soni, dona	$\zeta$
1.	Trubaga kirish (o'tkir qirrali)	1	$\zeta_1=0,5$
2.	To'g'ri ventil	2	$\zeta_2=\zeta \cdot k=0,5 \cdot 0,92=0,46$
3.	90° li burilish	4	$\zeta_3=A \cdot V=1 \cdot 0,09=0,09$

Tortish trubasidagi mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlarining yig'indisi:

$$\sum \zeta = \zeta_1 + 2 \cdot \zeta_2 + 4 \cdot \zeta_3 = 0,5 + 2 \cdot 0,46 + 4 \cdot 0,09 = 1,78$$

Tortish trubasidagi yo'qotilgan napor:

$$h_{y.s.} = \left( \lambda \frac{l_c}{d} + \sum \zeta \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left( 0,024 \cdot \frac{10}{0,100} + 1,78 \right) \cdot \frac{1,53^2}{2 \cdot 9,81} = 0,498 \text{ m}$$

Haydash trubasi uchun:

No	Mahalliy qarshilik ko'rinishi	Soni, dona	$\zeta$
1	120° li burilish	2	$\zeta_1=A \cdot V=1,17 \cdot 0,09=0,105$
2	90° li burilish	10	$\zeta_2= A \cdot V=1 \cdot 0,09=0,09$
3	Normal ventil	2	$\zeta_3=4,1$
4	Trubadan chiqish	1	$\zeta_4=1$

Haydash trubasidagi mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlarini yig'indisi:

$$\sum \zeta = 2 \cdot \zeta_1 + 10 \cdot \zeta_2 + 2 \cdot \zeta_3 + \zeta_4 = 2 \cdot 0,105 + 10 \cdot 0,09 + 2 \cdot 4,1 + 1 = 10,31$$

Haydash trubasidagi yo'qotilgan naporni quyidagicha topamiz:

$$h_{y.x.} = \left( \lambda \frac{l_x}{d} + \sum \zeta \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left( 0,024 \cdot \frac{40}{0,100} + 10,31 \right) \cdot \frac{1,53^2}{2 \cdot 9,81} = 2,375 \text{ m}$$

Umumiy yo'qotilgan napor:

$$h_y = h_{y.s.} + h_{y.x.} = 0,498 + 2,375 = 2,873 \text{ m}$$

v) Nasos tanlash.

Nasosning napori:

$$H = \frac{\Delta P}{\rho g} + H_z + h_y = \frac{0,1 \cdot 10^6}{998 \cdot 9,81} + 15 + 2,873 = 28,08 \text{ m}$$

$$Q = V = 1,2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Ushbu 2 ta parametrga asoslanib 1- jadvaldan quyidagi markazdan qochma nasos tanlanadi:

Nasos markasi – X45/31

Nasosning ish unumdorligi –  $Q=1,25 \cdot 10^{-2}$

Nasosning napori –  $H=31 \text{ m}$

Nasosning aylanishlar chastotasi –  $n=48,3 \text{ s}^{-1}$

Nasosning f.i.k. -  $\eta=0,60$

Elektrodvigatel turi – A02-52-2;

Quvvati –  $N=13 \text{ kVt}$

FIK –  $\eta_{dv}=0,89$

## MASALALAR

8.1. Temperaturasi  $200^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan atsetonni ochiq idishdan  $0,2 \text{ MPa}$  bosim ostida ishlayotgan qurilmaga uzatib berish uchun nasos tanlansin. Suyuqlikning sarfi  $30 \text{ m}^3/\text{soat}$ . Geometrik ko‘tarilish balandligi  $5 \text{ m}$ . So‘rish trubasi uzunligi  $10 \text{ m}$ , haydash trubasi uzunligi  $12 \text{ m}$ . Quyidagi mahalliy qarshiliklar mavjud: so‘rish trubasida to‘g‘ri ventil 1 ta;  $20$  gradusli burilish 2 ta; ( $R/d=1$ ); diafragma 1 ta ( $d=40 \text{ mm}$ ) va haydash trubasida normal ventil 1ta;  $90$  gradusli burilish 2 ta. Truba quvvurining absolyut g‘adir-budirliigi  $\Delta=2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ .

1-Jadval

### Markazdan qochma nasoslarning texnik xarakteristikalari

Marka	Q, $\text{m}^3/\text{s}$	N, m suyuqlik ustuni	n, 1/s	$\eta_n$	Elektrodvigatel		
					tip	Nn, kVt	$\eta_{dv}$

X2/25	$4,2 \cdot 10^{-4}$	25	50	-	AOL-12-2	1,1	-
X8/18	$2,4 \cdot 10^{-3}$	11,3	48,3	0,40	AO2-31-2	3	-
		14,8					
		18			VAO-31-2	3	0,82
X8/30	$2,4 \cdot 10^{-3}$	17,7	48,3	0,50	AO2-32-2	4	-
		24					
		30			VAO-32-2	4	0,83
X20/18	$5,5 \cdot 10^{-3}$	10,5	48,3	0,60	AO2-31-2	3	-
		13,8					
		18			VAO-31-2	3	0,82
X20/31	$5,5 \cdot 10^{-3}$	18	48,3	0,55	AO2-41-2	5,5	0,87
		25					
		31			VAO-41-2	5,5	0,84
X20/53	$5,5 \cdot 10^{-3}$	34,4	48,3	0,50	AO2-52-2	13	0,89
		44					
		53			VAO-52-2	13	0,87
X45/21	$1,25 \cdot 10^{-2}$	13,5	48,3	0,60	AO2-51-2	10	0,88
		17,3					
		21			VAO-51-2	10	0,87
X45/31	$1,25 \cdot 10^{-2}$	19,8	48,3	0,60	AO2-52-2	13	0,89
		25					
		31			VAO-52-2	13	0,87
X45/54	$1,25 \cdot 10^{-2}$	32,6	48,3	0,60	AO2-62-2	17	0,88
		42			AO2-71-2	22	0,88
		54			AO2-72-2	30	0,89
X90/19	$2,5 \cdot 10^{-2}$	13	48,3	0,70	AO2-51-2	10	0,88
		16			AO2-52-2	13	0,89
		19			AO2-62-2	17	0,88
X90/33	$2,5 \cdot 10^{-2}$	25	48,3	0,70	AO2-62-2	17	0,88

		29,2			AO2-71-2	22	0,90
		33			AO2-72-2	30	0,90
X90/49	2,5·10-2	31,4	48,3	0,70	AO2-71-2	22	0,88
		40			AO2-72-2	30	0,89
		49			AO2-81-2	40	-
X90/85	2,5·10-2	56	48,3	0,65	AO2-81-2	40	-
		70			AO2-82-2	55	-
		85			AO2-91-2	75	0,89
X160/29 /2	4,5·10-2	20	48,3	0,65	VAO-72-2	30	0,89
		24			AO2-72-2	30	0,89
		29			AO2-81-2	40	-
X160/49 /2	4,5·10-2	33	48,3	0,75	AO2-81-2	40	-
		40,6			AO2-82-2	55	-
		49			AO2-91-2	75	0,89
X160/29	4,5·10-2	29	24,15	0,60	AO2-81-4	40	-
					AO2-82-4	55	-
X280/29	8·10-2	21	24,15	0,78	AO2-81-4	40	-
		25			AO2-82-4	55	-
		29			AO2-91-4	75	0,92
X280/42	8·10-2	29,6	24,15	0,70	AO2-91-4	75	0,92
		35					
		42			AO2-92-4	100	0,93
X280/72	8·10-2	51	24,15	0,70	AO-101-4	125	0,91
		62			AO-102-4	160	0,92
		72			AO-103-4	200	0,93
X500/25	1,5·10-1	19	16	0,80	AO2-91-6	55	0,92
		22					

		25			AO2-92-6	75	-
--	--	----	--	--	----------	----	---

### **Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar**

1. Nasosning asosiy parametrlari.
2. Haydash trubasidagi mahalliy qarshiliklar.
3. Markazdan qochma nasoslar.
4. Nasosning o'qidagi quvvati.

## **1.6. GAZLARNI SIQISH VA KOMPRESSORLAR. CHO'KTIRISH, SENTRAFUGALASH VA ARALASHTIRISH. FILTRLASH**

**Mashg'ulotning maqsadi:** Gazlarni siqish va kompressorlar. cho'ktirish, sentrafugalash va aralashtirish. Filtrlash jarayonlarini o'rgatish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

### **GAZLARNI SIQISH VA KOMPRESSORLAR**

Gazlarni siqish va uzatish uchun kompressor mashinalardan foydalaniladi. Xuddi suyuqliklar kabi gazlar ham bosimlar farqi bo'lganidagina uzatiladi. Siqilgan gaz bosimi  $P_2$  ning siqilmagan gaz bosimi 1 ga nisbati siqish darajasi deyiladi.

Ventilyatorlarda  $P_2/P_1 < 1,1$  - ko'p miqdordagi gazlarni uzatish uchun foydalaniladi.

Gazoduvkalar  $1,1 < P_2/P_1 < 3$  - gaz trubalarida katta qarshilik bo'lganida ishlatiladi.

Kompressorlar  $P_2/P_1 > 3$  - yuqori bosim hosil qilish uchun ishlatiladi. Vakuu nasoslar bosimi atmosfera bosimidan past bo'lgan gazlarni so'rish uchun ishlatiladi. Ishlash printsiptiga ko'ra kompressorlar hajmiy va parrakli bo'ladi.

Gazning hajmi, bosimi va temperaturasi o'rtasidagi bog'lanish

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right) \cdot (v - b) = R \cdot T \quad (2.9)$$

$P$  - gazning bosimi,  $N/m^2$ ;  $v$  - gazning solishtirma hajmi  $m^3/kg$ ;  $R = 8314/M$  - gazlarning universal konstantasi,  $J/kg \cdot s$ ;  $M$  — molekulyar massa,  $kg/kmol$ ;  $T$  - temperatura,  $K$ .

$a$  va  $b$  koeffitsiyentlarning miqdori qo'llanmalarda berilmasa, u kritik temperatura  $T_{kr}$ , va bosim  $P_{kr}$  orqali quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{27 \cdot R^2 \cdot T_{kr}^2}{64 \cdot P_{kr}} \quad (2.9a)$$

$$b = \frac{R \cdot T}{8 \cdot P_{kr}}$$

Bir pog'onali kompressorda 1 kg gazni adiabatik siqish paytidagi nazariy ish  $L$  ( $J/kg$ ) miqdori quyidagi formula yordamida hisoblanishi mumkin:

$$L_{ad} = \frac{1}{k-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{1}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (2.14)$$

yoki

$$L_{ad} = i_2 - i_1 \quad (2.15)$$

Adiabatik siqish jarayoni oxiridagi gazning temperaturasi ushbu tenglamadan topiladi:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (2.16)$$

(2.14-2.16) formulalarda:

$k$  - adiabat ko'rsatkichi;

$P_1$  va  $P_2$  - gazning boshlang'ich va oxirgi bosimi,  $Pa$

$V$  - gazning boshlang'ich sharoitidagi solishtirma hajmi, ya'ni  $P_1$  va  $T_1$  bo'lganda,  $m^3/kg$ ;

$i_1$  va  $i_2$  - gazning boshlang'ich va oxirgi entalpiyalari,  $J/kg$ ;

$R = 8310/M$  - gaz konstantasi,  $J/kg \cdot Q$

$M$  - gazning molyar massasi.

## MASALARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-MASALA.** Havo quvuri orqali ventilyator yordamida  $w=15$  m/s tezlikda  $Q=2,5$  m<sup>3</sup>/s hajmiy sarfda havo uzatilmoqda.

Havo quvurining diametri va zarur napor miqdorlari topilsin. Quvurdagi 2 ta tirsak  $R/D=2$  nisbatda tayyorlangan.

### Yechish:

Havo quvurining diametri ushbu formuladan aniqlanadi:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 15}} = 0,47 \text{ m}$$

Havo oqimining harakat rejimini hisoblaymiz:

$$Re = \frac{w \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{15 \cdot 0,47 \cdot 1,29}{18,3 \cdot 10^{-6}} = 5,05 \cdot 10^6$$

Demak, havo harakati turbulent oqim rejimiga to'g'ri keladi.  $Re > 105$  bo'lgani uchun, ishqalanish koeffitsiyenti ushbu formuladan hisoblanadi:

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}} = 0,003 + \frac{0,221}{505000^{0,237}} = 0,013$$

Berilgan miqdordagi havoni uzatish uchun zarur umumiy napor quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot w^2}{2 \cdot g} \cdot \left( 1 + \lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum \xi \right) + \rho \cdot H$$

bu yerda:  $L=4+6+3=13$  m - truba quvurining uzunligi.

$$\sum \xi = 2 \cdot 0,15 = 0,3$$

$$\Delta P = \frac{1,29 \cdot 15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \left( 1 + 0,013 \cdot \frac{13}{0,47} + 0,3 \right) + 1,29 \cdot 6 = 32 \text{ mm.suv.ust.}$$

## MASALALAR

9.1 Vodorodni bir va ikki pog'onali siqish paytida bosim 1,5 dan 17 atm. (absolyut) gacha ko'tarish uchun nazariy ish miqdori hisoblansin. Vodorodning boshlangich temperaturasi 20°C ga teng.

9.2 4,5 atm. bosimda siqilgan havo uzatilishi lozim. Massaviy sarfi 80 kg/soat ga teng. Agarda silindr diametri 180 mm, porshen yo'lining uzunligi  $l = 200$  mm va aylanish chastotasi 240 ayl/min bo'lsa, bir pog'onali kompressordan shu sharoitda

ishlatish mumkinmi? Silindrning zararli, bo'sh hajmi 5% ni tashkil etadi. Hajmiy kengayish koeffitsiyentining qiymati 1,25 teng.

## CHO'KTIRISH

a) Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish.

Tinch holatdagi chegaralanmagan muhitda sharsimon zarrachalarni cho'ktirish jarayonini kriterial shaklda izohlash uchun quyidagi o'xshashlik kriteriyalari qo'llalilishi mumkin: Arximed Ag, Lyashenko Ly va Reynolds Re.

Kriterial bog'liqlikni eng qulay va to'g'ri ko'rinishi  $Ly=f(Ar)$  dir.

Agar kriteriyalar qiymati  $Ar < 3,6$ ;  $Ly < 2 \cdot 10^3$ ;  $Re < 0,2$ , bo'lsa, yani cho'ktirish laminar rejimda olib borilganda Stoks tomonidan sharsimon zarrachalarning cho'ktirish tezligi  $w_{ch}$  (m/s) quyidagi nazariy formula taklif etiladi:

$$w_{ch} = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_k - \rho)}{18 \cdot \mu}$$

Gazli muhitda zarralarni cho'ktirish uchun (3.1) formula quyidagicha soddalashgan ko'rinishga ega.

$$w_{ch} = \frac{g \cdot d^2 \cdot \rho_k}{18 \cdot \mu}$$

Bunda:  $\rho \ll \rho_k$  bo'lgani uchun  $\rho$  ni hisobga olmasa ham bo'ladi

$d$  - sharsimon zarracha diametri, m;  $\rho_k$  g zarracha zichligi, kg/m<sup>3</sup>,  $\rho$  - muhit zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $\mu$  — muhitning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti, Pa·s; ya'ni N·s/m<sup>2</sup>, yoki kg/(m·s)

Stoke formulasini Ag va Ly kriteriyalarining son qiymatlari katta bo'lganda ham qo'llash mumkin.

## ZARRACHALARNING SUYUQLIKLARDA VA GAZLARDA CHO'KISH TEZLIGINI ANIQLASH

Umumiylashtirilgan holatda tinch chegaralanmagan muhitda sharsimon zarrachalarni cho'ktirish quyidagicha bo'ladi.

Arximed kriteriyasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Ar = Ga \cdot \frac{\Delta P}{\rho} = \frac{\rho_k - \rho}{\rho} \cdot \frac{Re^2}{Fr} = \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho_k - \rho)}{\mu^2}$$



Galiley kriteriyasi:

$$Ga = \frac{Re^2}{Fr}$$

Gazli muhitda cho'ktirish uchun:

$$Ar = \frac{g \cdot d^3 \cdot \rho_k \cdot \rho}{\mu^2}$$

Aniqlangan Ag kriteriyasi bo'yicha Re va Ly kriteriyalari aniqlanadi (1 rasm):

$$Ly = \frac{Re^2}{Ar} = \frac{Re \cdot Fr \cdot \rho}{\rho_k - \rho} = \frac{w_k^2 \cdot \rho^2}{\mu \cdot (\rho_k - \rho) \cdot g}$$

Yoki

$$Ly = \frac{w_k^2 \cdot \rho}{g \cdot \rho_k \cdot \mu}$$

Keyin esa choktirish tezligi hisoblanadi

$$w = \frac{Re \cdot \mu}{\rho \cdot d}$$

4. Cho'ktirish tezligi ma'lum bo'lsa, sharsimon zarracha diametri teskari yo'l bilan aniqlanadi, ya'ni Lyashenko kriteriyasi orqali hisoblanadi.

$$w_{ch} = \frac{w_k^2 \cdot \rho}{g \cdot \mu \cdot (\rho_k - \rho)}$$

Undan so'ng Arximed kriteriyasi 3 – rasmdan aniqlanadi.

6. Chang o'tkazish kamerasi yoki suspenziya (aralashma) uchun tindirgichning cho'ktirish yuzasi F quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$F_{ch} = \frac{V}{w_{ch}}$$

V - qurilma cho'ktirish yuzasiga parallel holda o'tayotgan suyuqlikning hajmiy sarfi, m<sup>3</sup>/s; W<sub>ch</sub>, - zarrachaning o'rtacha hisobiy cho'ktirish tezligi m/s.

7. Uzluksiz ishlaydigan tindirgich uchun (3.7) formula quyidagi qo'rinishga egadir:

$$F_{ch} = \frac{G_b \left(1 - \frac{S_b}{S_0}\right)}{w_{ch} \cdot \rho}$$

F<sub>ch</sub> - tindirgichning cho'ktirish yuzasi, m<sup>2</sup>; 1 - boshlang'ich konsentratsiyali suspenziyaning massaviy sarfi, kg/s;

S<sub>b</sub> - boshlang'ich suspenziya tarkibidagi qattiq faza konsentratsiyasi kg/kg;

S<sub>0</sub> - quyuglashtirilgan suspenziya tarkibidagi qattiq fazaning massaviy

konsentratsiyasi, kg/kg;

$\rho$  – tozalangan suyuqlik zichligi;

1.1.1.1.1.1  $W_{ch}=0,5 \cdot w_{ch}$  — cho‘kish tezligi, m/s;

Cho‘ktirish qurilmalarining ish unumdorligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

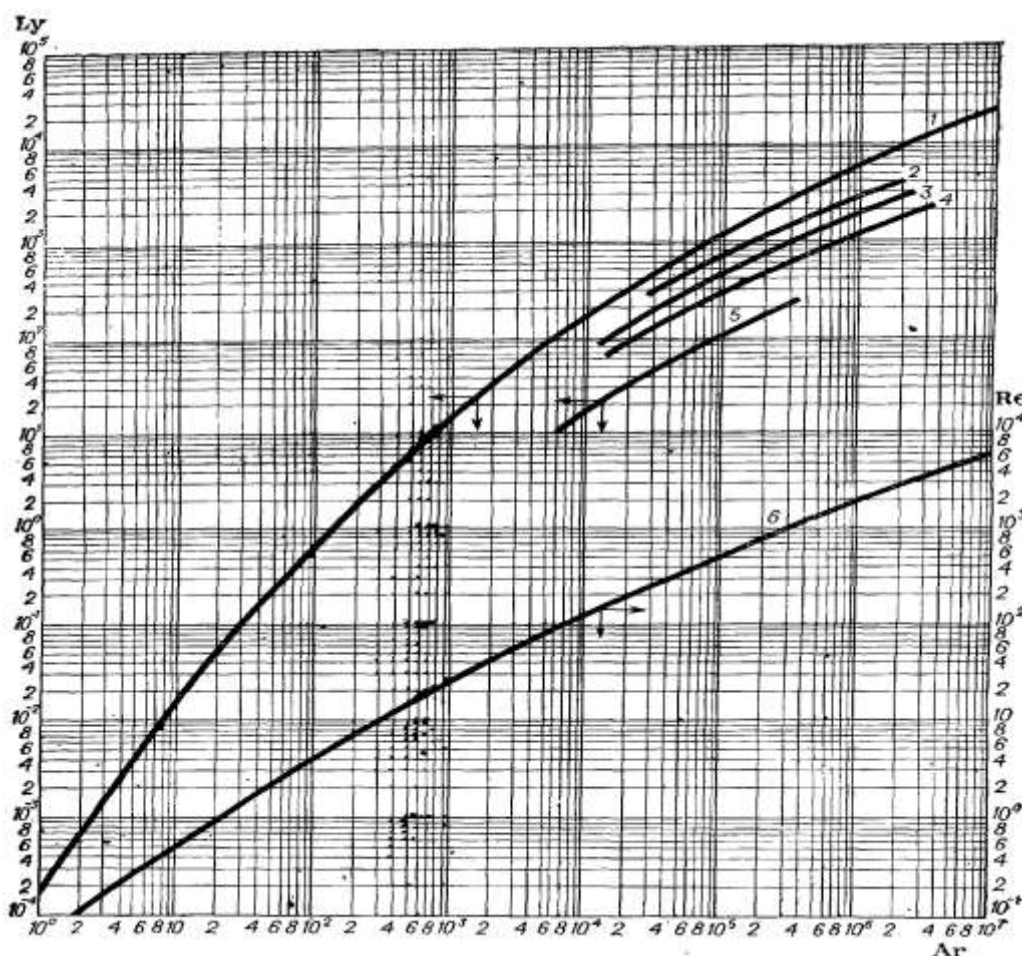
$$P = \frac{F \cdot h}{\tau} = F \cdot w$$

bu yerda  $F$  — cho‘ktirish yuzasi yoki rezervuarining ko‘ndalang kesimi,  $m^2$ ;  $h$  - suyuqlik ustunining balandligi, m;  $\tau$  — cho‘ktirish vaqti. s.

Sharsimon shaklga ega bo‘lmagan zarrachalarning cho‘kish tezligi, sharsimon zarrachalarnikiga qaraganda kamroq bo‘ladi. Shuning uchun, bu xildagi zarrachalarning cho‘kish tezligi ushbu tenglamadan topiladi:

$$w_{ch} = \varphi \cdot w_n$$

$\varphi$  - zarracha shakliga bog‘liq tuzatish koeffitsiyenti.



1 – rasm. Qo‘zg‘almas qatlamda qattiq zarrachaning cho‘kish holi uchun Re va Ly

kriteriylarining Ar kriteriysiga bog‘liqligi 1,6 – sharsimon zarrachalar; 2 – dumaloq; 3 – burchaksimon; 4 – cho‘zinchoq; 5 – plastinasimon.

1 - jadval

Zarracha shakli	$\varphi$
Dumaloqsimon	0,77
Burchakli	0,66
Cho‘zinchoq	0,58
Plastinkasimon	0,43

Noto‘g‘ri shaklli zarrachalar odatda ekvivalent diametr orqali ifodalanadi:

$$d_e = 1,24 \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{\rho}}$$

M - zarracha massasi, kg;  $\rho$  - zichlik kg/m<sup>3</sup>. Qattiq jism faza miqdori 10% dan ko‘p bo‘lgan turli jinsli sistemalarni siqilgan holatdagi cho‘kish tezligini ushbu formuladan topish mumkin:

$$w_{sch} = w_{ch} \left[ \sqrt{20,25 \cdot c_0 \cdot (1 - c_0)^2 - 4,5 \cdot c_0} \right]$$

$W_{ch}$  - yuqoridagi formula orqali hisoblab topiladi;  $c_0$ — suspenziya tarkibidagi zarrachalarning hajmiy konsentratsiyasi.

## SENTRIFUGALASH

Hisoblash formulalari va asosiy bog‘liqliklar

21. Sentrifugalash paytida hosil bo‘ladigan markazdan qochma kuch G (N) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$C = \frac{M \cdot n^2}{R} = M \cdot w^2 \cdot R = 40 \cdot M \cdot n^2 \cdot R = 20 \cdot M \cdot n^2 \cdot D$$

bu yerda: M - sentrifuga barabanidagi cho‘kma va suyuqlik massasi kg; w - burchak tezligi, s-1; D = 2R - baraban diametri, m; n - sentrifuga aylanish chastotasi, s-1.

Sentrifugalash paytida filtrlash bosimi quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\Delta p_s = 20 \cdot \rho_c \cdot n^2 \cdot (R_2^2 - R_1^2) = 5 \cdot \rho_c \cdot n^2 (D_2^2 - D_1^2)$$

bu yerda:  $\rho_s$  - suspenziya zichligi, kg/m<sup>3</sup>; D1 = 2R1 – suyuqlik ichki qatlamining

diametri, m;  $D_2=2R_2$  - barabanning ichki diametri, m;  $p$  - sentrifuganing chastotasi, s<sup>-1</sup>.

Sentrifugada hosil bo'layotgan markazdan qochma kuchlar miqdorining og'irlik kuchi tezlanishdan necha marta ko'pligini ko'rsatuvchi kattlik ajratish koeffitsiyent deyiladi:

$$k_a = \frac{w^2}{R \cdot g} \approx 20 \cdot Fr_{ch}$$

$R$  - baraban radiusi, m;  $ch$  - aylanayotgan barabanning burchak tezligi, s<sup>-1</sup>.

Sentrifuga barabanining va uni yurg'izish paytida yuklash inersiyasiga sarf bo'ladigan quvvat  $N$  ( $V_t$ ), ushbu tenglamadan topiladi:

$$N_1 = \frac{T_1 + T_2}{\tau}$$

$\tau$  - yurg'izish payti davomiyligi, s;  $T_1$  va  $T_2$  - baraban va yuklash inersiyasi yengish uchun sarf bo'ladigan ish, J.

Valning podshipnikda ishqalanishi uchun sarf bo'ladigan quvvat  $N_2$  ( $Br$ ) quyidagicha aniqlanadi:

$$N_2 = \lambda \cdot M \cdot w_v \cdot g$$

bu yerda:  $\lambda$  - ishqalanish koeffitsiyenti, 0,07-0,1 oraliqda bo'ladi;  $M$  - aylanishda ishtrok etuvchi materiallar og'irligi, kg;  $w_v$  - val saphasining aylanish tezligi, m/s.

Baraban devorining havoga ishqalanishida sarf bo'ladigan quvvat  $N_3$  ushbu formuladan hisoblanadi:

$$N_3 = 2,94 \cdot 10^{-3} \cdot \beta \cdot R_2^2 \cdot w_2^3 \cdot \rho_x$$

$\rho_x$  - havo zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $\beta$  - qarshilik koeffitsiyenti, o'rtacha qiymati 2,3 ga teng.

Sentrifugani yurg'izish paytidagi to'liq quvvati:

$$N_\tau = N_1 + N_2 + N_3$$

Uzatish qurilmasining f.i.k.  $\eta_u$  hisobga olinsa, unda

$$N = \frac{N_\tau}{\eta_u}$$

Sentrifugalarni o'rnatilish quvvati zarur bo'lgan quvvatdan 10-20% ko'proq qilib belgilanadi. Cho'ktiruvchi sentrifuga ish unumdorligi quyidagi tenglama

orqali aniqlanadi:

NOGSH tipidagi sentrifuganing suspenziya bo'yicha ish unumdorligi  $V$  ushbu formuladan topiladi:

$G > x$  va  $L_t$  - fugatni chiqarish silindrining diametri va uzunligi, m;  $d$  — cho'kayotgan eng kichik zarrachalar diametri, m;  $p$  - rotorning aylanish chastotasi, ayl/min;  $s$  — muhitning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti, Pa s.

Trubasimon, yuqori samarali sentrifuga ish unumdorligi quyidagi ko'rinishdagi tenglamadan topiladi:

$w$  - zarrachalarning markazdan qochma kuch maydonida cho'kish tezligi, m/s;  $VC=0,785 (D_2-D_0^2) L$  - barabandagi suyuqlik hajmi, m;  $h$  - barabandagi oqim chuqurligi, m;  $D$  - barabaning ichki diametri, m;  $D_0$  - fugatni chiqarish trubasining diametri, m.

## **ARALASHTIRISH JARAYONLARI**

### **Aralashtirgich hisobi.**

Aralashtirgich ustunining boshqaruvchi klapaniga katalizator ustunidagi zich qatlamning bosimi, aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlamining bosimi va uning ustidagi gaz-bu fazaning bosimi ta'sir ko'rsatadi:

$$\pi_1 = H_2 \cdot \gamma_2 + H_1 \cdot \gamma_1 + \Delta P_1 + P_1$$

bu yerda:  $\pi_1$  - boshqaruvchi klapaniga tushadigan umumiy bosim,  $\text{kg}/\text{sm}^2$ ;  $H_1$  - ustunning balandligi, sm;  $\gamma_2$  - ustundagi katalizatorning solishtirma og'irligi,  $\text{kg}/\text{sm}^3$ ;  $H_1$  - aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlamining balandligi, sm;  $\gamma_1$  - aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlamining solishtirma og'irligi,  $\text{kg}/\text{sm}^3$ ;  $\Delta P_1$  - bu-gaz faza bosimining siklonda pasayishi,  $\Delta P_1=0,01-0,02 \text{ kg}/\text{sm}^2$ ;  $P_1$  - bu-gaz fazaning aralashtirgichdan chiqishdagi bosimi,  $\text{kg}/\text{sm}^2$ ;  $H_1 \cdot \gamma_1$  - katalizator mavhum qaynash qatlamining bosimi,  $\text{kg}/\text{sm}^2$ ;  $H_2 \cdot \gamma_2$  - katalizator zich qatlamining bosimi,  $\text{kg}/\text{sm}^2$ .

Aralashtirgich ustunidagi boshqaruvchi klapanidan keyingi bosim, katalizator harakatlanayotgan yo'lda, taqsimlash panjarasida, aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlamida, aralashtirgichdagi siklonlar sistemasida va tutun

gazlarining aralashtirgichdan chiqishidagi bosim yo'qotilishlarning yig'indisiga teng:

$$\pi_2 = \Delta P_6 + \Delta P'_3 + H_1 \cdot \gamma'_1 + \Delta P_1 + P_1$$

bu yerda:  $\pi_2$  - aralashtirgich ustuniga o'rnatilgan boshqaruvchi klapandan keyingi bosim, kg/sm<sup>2</sup>;  $\Delta P_6$  - katalizator harakatlanuvchi yo'lda bosimning pasayishi, kg/sm<sup>2</sup>;  $\Delta P'_3$  - taqsimlash panjarasida bosimning pasayishi, kg/sm<sup>2</sup>;  $H'_1$  - aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlaminin birligi, kg/sm<sup>2</sup>;  $\gamma'_1$  - aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlaminin solishtirma oirligi, kg/sm<sup>2</sup>;  $\Delta P'_1$  - aralashtirgichdagi siklon sistemasida bosimning pasayishi, kg/sm<sup>3</sup>;  $P'_1$  - tutun gazlarining aralashtirgichdan chiqishdagi bosimi, kg/sm<sup>2</sup>.

Sistemaning boshqaruvchi klapandan oldingi bosimi klapandan keyingi bosimdan 0,25-0,30 atm. ga ortiq bo'lganda katalizator aralashtirgichdan aralashtirgich tomonga harakatlanadi, ya'ni:

$$\pi_1 = \pi_2 + (0,25 \div 0,30) \text{ yoki}$$

$$H_2 \cdot \gamma_2 + H_1 \cdot \gamma_1 + \Delta P_1 + P'_1 = \Delta P_6 + \Delta P'_3 + H'_1 \cdot \gamma'_1 + \Delta P'_1 + P'_1 + (0,25 \div 0,30)$$

Bu formuladan aralashtirgich ustunining balandligi  $H_2$  aniqlanadi. Aralashtirgichning ustunidagi boshqaruvchi klapanga ustundagi katalizatorning zichligi katta bo'lgan qatlaminin bosimi, aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlaminin bosimi va uning tepasidagi gaz fazaning bosimi ta'sir ko'rsatadi:

$$\pi'_1 = H'_2 \cdot \gamma'_2 + H'_1 \cdot \gamma'_1 + \Delta P'_1 + P'_1$$

bu yerda:  $\pi'_1$  - aralashtirgichning ustunidagi boshqaruvchi klapanga ta'sir qiladigan bosim, kg/sm<sup>2</sup>;  $H'_2$  - aralashtirgich ustunining balandligi, sm;  $\gamma'_2$  - aralashtirgich ustunidagi katalizatorning solishtirma og'irligi, kg/sm<sup>3</sup>; qolgan qiymatlar formuladagidek.

Aralashtirgich ustunidagi boshqaruvchi klapandan keyingi bosim tashuvchi yo'ldagi bu-katalizator fazadagi, taqsimlash panjaradagi, aralashtirgichdagi katalizatorning mavhum qaynash qatlamidagi, siklon sistemasidagi bosimlarning pasayishi va aralashtirgichdan chiqayotgan gaz faza bosimining yig'indisiga teng:

$$\pi'2 = \Delta P'6 + \Delta P3 + H1 \cdot \gamma1 + \Delta P1 + P1$$

bu yerda:  $\pi'2$  - boshqaruvchi klapandan keyingi bosim,  $\text{kg}/\text{sm}^2$ ;  $\Delta P'6$  - harakatlanuvchi yo'ldagi bosimning pasayishi,  $\text{kg}/\text{sm}^2$ ;  $\Delta R3$  - aralashtirgichdagi taqsimlash panjarasida bosimning pasayishi,  $\text{kg}/\text{sm}^2$ .

Sistemaning aralashtirgich ustunidagi boshqaruvchi klapanga bosimi klapandan keyingi bosimdan 0,25-0,30 atm. yuqori bo'lganda katalizator aralashtirgichdan aralashtirgichga harakatlanadi, ya'ni:

$$\pi'1 = \pi2 + (0,25 \div 0,30) \text{ yoki}$$

$$H'2 \cdot \gamma'2 + H'1 \cdot \gamma'1 + \Delta H'1 + P'1 = \Delta P'6 + \Delta P3 + H1 \cdot \gamma1 + \Delta P1 + P1 + (0,25 \div 0,30)$$

Bu formuladan aralashtirgich ustunining balandligi ( $H'2$ ) aniqlanadi.

Formulalardan ustunning balandligi katalizator ustuni solishtirma og'irligiga teskari proportsional ekanligi ko'rinib turibdi. Katalizatorning ustundagi solishtirma og'irligi 0,000550-0,000650  $\text{kg}/\text{sm}^3$  bo'lishi kerak. Ustundagi katalizatorning zichligini zarur darajaga keltirish uchun zarur bo'ladigan inert gazning hajmi quyidagicha aniqlanadi.

Ustundagi gaz hajmiy konsentratsiyasini  $x$ , katalizatorning hajmiy konsentratsiyasini  $(1-x)$ , katalizatorning haqiqiy zichligini  $\rho_k$ , qurilmadan chiqadigan katalizatorning og'irligini  $G_k$ , gazning zichligini  $\rho_g$ , ustunga beriladigan gaz hajmini  $V$ , harakatlanayotgan katalizatorning zichligini  $\rho_2$  bilan belgilab quyidagi formulani olamiz:

$$(1-x) \cdot \rho_k + x \cdot \rho_g = \rho_2$$

Bundan gazning hajmiy konsentratsiyasini topamiz:  $x = (\rho_k - \rho_2) / (\rho_k - \rho_g)$

Aralashtirgichdan chiqadigan katalizatorning hajmi:  $V_1 = G_k / \rho_k$

Katalizator zichligini  $\rho_2$  gacha pasaytirish uchun kerak bo'ladigan inert gazning hajmi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$V = (G_k / \rho_k) \cdot (x / (1-x)) = (G_k / \rho_k) \cdot (\rho_k - \rho_2) / (\rho_k - \rho_g)$$

Harakatlanuvchi yo'lda bosimning pasayishi asosan katalizatorning konsentratsiyasiga va uning uzunligiga bog'liq. Harakatlanuvchi yo'lning 1 m uzunligida bosim, katalizatorning gaz-katalizator fazadagi konsentratsiyasiga qarab

2 dan 3,5 mm.sim.ust. gacha o‘zgaradi.

Taqsimlovchi teshikli panjarada bosimning pasayishi asosan katalizatorning konsentratsiyasiga boliq bo‘lib, 18-35 mm.sim.ust. ga teng bo‘ladi. Aralastirgich va aralastirgichlarning harakatlanuvchi yo‘lidagi bug‘ va gaz fazalarining chiziqli tezligi 6,5-7,5 m/s, undagi katalizatorning konsentratsiyasi 12-18 kg/m<sup>3</sup>, aralastirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlamining solishtirma og‘irligi 410-470 kg/m<sup>3</sup>, aralastirgichda 400- 450 kg/m<sup>3</sup>, harakatlanuvchi yo‘ldagi sirpanish koeffitsiyenti 1,6-2,0.

Sirkulyatsion harakatlanadigan changsimon katalizator bilan ishlaydigan katalitik kreking qurilmasidagi aralastirgichga yuklangan sintetik alyumosilikat katalizatorining miqdorini va aralastirgichning diametirini aniqlash, uning unumdorligi xom-ashyoga hisoblanganda (kerosin-solyar fraksiyasi) 1200 t/sutka. Bu fraksiyani kreking qilinganda quyidagi mahsulotlar olinadi (% og‘irl. xom-ashyoga nisbatan):

benzin.....	25
kerosin.....	30
flegma .....	26
kreking-gaz.....	14
koks.....	4
yo‘qotilishlar.....	1

Fraksiyalarning molekulyar og‘irliklari quyidagicha: Mb = 110, Mker=180, Mf = 260, Mg = 32. Aralastirgichga desorbsiya uchun xom-ashyoga nisbatan 2% miqdorda suv bug‘i beriladi. Reaksiya zonasida katalizatorning temperaturasi 4500 °C, katalizator mahum qaynash qatlamining ustidagi bosim 1050 mm.sim.ust. ga teng.

### Yechish:

Qurilmaning unumdorligi:  $G_x = (1200 \cdot 1000) : 24 = 50000$  kg/soat

Olinayotgan benzinning miqdori:

$G_b = 0,25 \cdot G_x = 0,25 \cdot 50000 = 12500$  kg/soat yoki  $12500/3600 = 3,47$  kg/s

Kerosinning miqdori:



$G_{ker}=0,30 \cdot G_x=0,30 \cdot 50000=15000$  kg/soat yoki  $15000/3600=4,16$  kg/s

Flegmaning miqdori:

$G_f=0,26 \cdot G_x=0,26 \cdot 50000=13000$  kg/soat yoki  $13000/3600=3,61$  kg/s

Kreking-gazning miqdori:

$G_g=0,14 \cdot G_x=0,14 \cdot 50000=7000$  kg/soat yoki  $7000/3600=1,94$  kg/s

Koksning miqdori:  $G_{koks}=0,04 \cdot G_x=0,04 \cdot 50000=2000$  kg/soat.

Sarflanadigan suv bugining miqdori:  $G_z=0,02 \cdot G_x=0,02 \cdot 50000=1000$  kg/soat yoki  $1000/3600=0,278$  kg/s

Aralashtirgichga uzatilayotgan xom-ashyoning og'irlik tezligini  $s=0,7$  soat-1 deb qabul qilib, reaksiya zonasidagi katalizator miqdorini formula yordamida aniqlaymiz:  $G_k = G_x/s = 50000/0,7 = 71450$  kg.

Aralashtirgichdagi bug'ning sekundli hajmiy sarfini formula orqali topamiz:

$$V_{sek}=(G_g/M_g + G_b /M_b + G_{ker} /M_{ker} + G_f /M_f + G_p /18) \cdot 22,4/3600 \cdot (273 +t_k)/273 \cdot 760/\pi=(1,94/32+3,47/110+4,16/180+3,61/260+0,278/18) \cdot 22,4 \cdot (273+450)/273 \cdot 760/1050 = 6,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aralashtirgichning erkin ko'ndalang kesimidagi buning chiziqli tezligini  $v=0,3$  m/s deb qabul qilamiz, bunda formuladan aralashtirgichning diametrini topamiz:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{m2}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,25}{3,14 \cdot 0,3}} = 5,15 \text{ m}$$

Tajribadan katalizator mavhum qaynash qatlamining zichligini  $420$  kg/m<sup>3</sup> deb qabul qilamiz va uning aralashtirgichdagi hajmini formuladan hisoblab aniqlaymiz:

$$V_k = G_x/s \cdot \rho_k=50000/0,7 \cdot 420 = 170 \text{ m}^3$$

Aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlamining balandligini formuladan topamiz:  $H_1 = 4 \cdot V_k / \pi \cdot D^2 = 4 \cdot 170 / 3,14 \cdot 5,15^2 = 8,17$  m.

Shuncha koksni yondirish uchun zarur havoning miqdori formula orqali hisoblanadi,  $g_{havo}=13$  kg/kg deb qabul qilamiz:

$$G_{havo}=G_{koks} \cdot g_{xavo} = 2000 \cdot 13 = 26000 \text{ kg/soat yoki } 26000/1,29=20200 \text{ m}^3/\text{soat (00S va 760 mm.sim.ust.)}$$

Aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlaminig hajmini aniqlaymiz, koks hosil bo'lish  $\sigma = 14 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{soat}$ :

$$V'k = G_{\text{koks}} / \sigma = 2000 / 14 = 143 \text{ m}^3$$

Tajribadan, katalizator mavhum qaynash qatlaminig zichligini  $410 \text{ kg/m}^3$  deb qabul qilib, aralashtirgichdagi miqdorini hisoblaymiz:

$$G'k = V'k \cdot \rho'k = 143 \cdot 410 = 58600 \text{ kg}$$

Aralashtirgichdagi tutun gazlarining miqdori:

$$G_{t.g.} = G_{\text{koks}} + G_{\text{xavo}} = 2000 + 26000 = 28000 \text{ kg/soat}$$

$$V_{t.g.} = G_{t.g.} / \rho_{t.g.} = 28000 / 1,29 = 21700 \text{ m}^3/\text{soat}$$

Aralashtirgichda bir sekund ichida hosil bo'ladigan tutun gazlarining hajmi:

$$V_{\text{sekt. g.}} = (V_{t.g.} / 3600) \cdot (273 + t_p) / 273 \cdot 760 / \pi = 21700 / 3600 \cdot (273 + 550) / 273 \cdot 760 / 1000 = 13,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aralashtirgichning erkin ko'ndalang kesimidagi tutun gazlarining chiziqli tezligini  $0,4 \text{ m/s}$  deb qabul qilamiz va aralashtirgichning diametrini hisoblaymiz:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{me}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13,8}{3,14 \cdot 0,4}} = 6,64 \text{ m}$$

Aralashtirgichdagi katalizator mavhum qaynash qatlaminig balandligi aniqlanadi:

$$H'1 = 4 \cdot V'k / \pi \cdot D^2 = 4 \cdot 143 / 3,14 \cdot 6,64^2 = 4,13 \text{ m}$$

## FILTRLASH

Hisoblash formulalari va asosiy bog'liqliklar.

$\tau$  vaqtida  $1 \text{ m}^2$  filtrlash yuzasi orqali  $\Delta P = \text{const}$  bo'lganda,  $V$  filtrlash hajmi va filtrlash jarayoniniig davomiyligi bilan bog'liqlik tengligi ushbu ko'rinishga ega:

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

bu yerda:  $C$  - filtr to'siqning gidravlik qarshiligini tavsif qiluvchi filtrlash doimiysi,  $\text{m}^3/\text{m}^2$ ;  $K$  - cho'kma va suyuqlikni fizik-kimyoviy xossalarni va filtrlash jarayoni rejimini hisobga oluvchi filtrlash doimiysi,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;  $\tau$  - filtrlash davomiyligi, s,  $V$  - filtrlash hajmi,  $\text{m}^3$ ,  $K$  va  $S$  doimiylar tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Berilgan holatdagi filtrlash tezligi ushbu tenglama orqali aniqlanadi:

$$\frac{\Delta V}{\Delta \tau} = \frac{K}{2 \cdot (V + C)}$$

yoki (3.14) tenglamani quyidagi boshqa ko‘rinishda ifoda etsa bo‘ladi:

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta V} = \frac{2 \cdot V}{K} + \frac{2 \cdot C}{K}$$

$d\tau/dV$  va  $V$  kattalıklar orasidagi bog‘liqlik to‘g‘ri chizig‘i orqali  $K$  va  $S$  doimiyliklar tajriiba yo‘li bilan aniqlanadi. O‘lchangan  $V_1$   $V_2$ , kattaliklarni absissa o‘qiga, ordinata o‘qiga esa  $\Delta\tau_1/V_1$   $\Delta\tau_2/V_2$  qiymatlari qo‘yiladi. Bu olingan nuqtalar orqali o‘tgan to‘g‘ri chiziq yordamida  $K$  va  $S$  lar quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{2}{K}; \quad m = \frac{2 \cdot C}{K}$$

$\Delta P = \text{const}$  bo‘lganda  $1 \text{ m}^2$  filtrlash yuzasiga nisbatan olingan filtrlash doimiysi  $K$  cho‘kma solishtirma qarshiligi quyidagicha bog‘liqlikda bo‘ladi:

$$K = \frac{2 \cdot \Delta P}{\mu \cdot c \cdot r}$$

bu yerda:  $\Delta P$  - filtrlash jarayonidagi bosimlar farqi, Pa;  $\mu$  - filtratning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti, Pa·s;  $g$ — cho‘kmaning solishtirma qarshiligi (cho‘kma tarkibidagi  $1 \text{ kg}$  qattiq quruq moddalar hisobida), m/kg;  $c$  - filtrlash yuzasi orqali  $1 \text{ m}^3$  filtrat o‘tganda hosil bo‘lan quruq qattiq modda massasi, kg/m<sup>3</sup>.

15. 3.17 formuladagi  $c$  parametr suspenziyaning konsentratsiyasi  $x$  orqali ifodalanishi mumkin:

$$c = \frac{\rho \cdot x}{1 - m \cdot x}$$

$x$  - suspenziyadagi qattiq fazaning massaviy konsentratsiyasi, kg/kg;  $m$  -  $1 \text{ kg}$  quruq modda hisobida olingan cho‘kmaning namligi, kg/kg.

18. Cho‘kmadagi quruq modda miqdori  $G$  (kg) yig‘ib olingan filtrat miqdori  $V$ , uning zichligi  $\rho$ , cho‘kmaning namligi  $m$ , suspenziyadagi qattiq zarrachalar massaviy qismi  $x$  bog‘liqlik bo‘lib, quyidagi formula yordamida ifodalanadi:

$$G = V_c = V \cdot \frac{\rho \cdot x}{1 - m \cdot x}$$

19, Suspenziya tarkibidagi qattiq faza konsentratsiya  $x$  uning zichligi  $\rho$  s ga bog‘liq

bo'lib, ushbu formula orqali topiladi:

$$x = \frac{(\rho_c - \rho) \cdot \rho_k}{(\rho_k - \rho) \cdot \rho}$$

20. Suspenziya zichligi esa:

$$\rho = \frac{n + 1}{\frac{1}{\rho_k} + \frac{1}{\rho}} = \frac{\rho(1 + n) \cdot \rho_k}{\rho + \rho_k^2}$$

x - suspenziya tarkibidagi qattiq fazaning massaviy konsentratsiyasi, kg/kg;  $\rho$  s - suspenziya zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $\rho$  - suyuq faza zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $\rho_k$  - qattiq faza zichligi, kg/m<sup>3</sup>; n - suspenziyadagi bir qism qattiq faza og'irligiga to'g'ri keladigan suyuq faza og'irligi (K:S=1:n).

Uzluqli ishlaydigan filtrlarning ish unumdorligi quyidagi formuladan topiladi:

$$P = \frac{V}{\sum \tau}$$

V - filtrat hajmi, m<sup>3</sup>;  $\tau$  - filtrlash jarayoni bir siklining vaqti, s.

$$\sum \tau = \tau_f + \tau_{yord}$$

$\tau_f$  - filtrlash vaqi, s,  $\tau_{yord}$  - filtrni jarayonga tayyorlash va to'ldirish vaqti, s.

Agarda, filtrlash tezligi w ma'lum bo'lsa, filtr qurilmasining ish unumdorligi

$$P = F \cdot w$$

F - filtrlash yuzasi, m<sup>2</sup>; w - filtrlash tezligi, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> s (vinolar uchun w = 0,00007 - 0,00025 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> s).

Kerakli filtrlash plastinalar soni ushbu formuladan aniqlanadi:

$$n = \frac{F}{f_0}$$

F<sub>0</sub> - bitta plastina yuzasi, m<sup>2</sup>.

$$F_0 = (a - 2 \cdot b)^2$$

bu yerda: a - kvadrat plita tomoni, m; b - plita eni, m.

Zarur filtrlar soni z pastda keltirilgan tenglikdan hisoblab topiladi:

$$z = \frac{n}{n_0}$$

n<sub>0</sub> - bitta filtrdagi plastinkalar soni.

Suyuqlik tomonidan plastinkaga tushayotgan bosim kuchi r ushbu tenglikdan

aniqlanadi:

$$p_n = h \cdot F_{ef}$$

$p_n$  - filtrlash jarayonining bosimi, Pa;  $F_{ef}$  - suyuqlik ta'sir qilayotgan yuza, m<sup>2</sup>

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Gazlarni siqish va uzatish uchun kompressorlar.
2. Filtrlash hajmi va filtrlash jarayonining davomiyligi.
3. Cho'ktiruvchi sentrifuga ish unumdorligi.
4. Porshenli kompressorlar.

## 1.7. ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARI

**Mashg'ulotning maqsadi:** Issiqlik almashinish jarayonlari turlarini o'rganish. Issiqlik almashinish qurilmalari ustida hisoblash ishlarini olib borish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

1. Suyuqlik sarf tenglamasi.

1.1 Hajmiy sarf  $V_c$  quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$V_c = w \cdot S$$

bu yerda:  $S$ -trubaning ko'ndalang kesimi va  $w$  ushbu tenglama yordamida hisoblanadi:

$$S = \frac{n \cdot d_2^2 \cdot n}{4 \cdot m} \quad (4.34)$$

formuladagi  $m$ -kojux trubali qurilmaning yo'llar soni.

2.2 Massaviy sarf quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$G = V_c \cdot \rho = w \cdot S \cdot \rho = w \cdot \frac{n \cdot d_2^2 \cdot n}{4 \cdot m} \cdot \rho \quad (4.35)$$

bu yerda:  $\rho$ -issiqlik tashuvchi muhitning zichligi, kg/m<sup>3</sup>.

2. Issiqlik o'tkazuvchanlik.

2.1. Bir qavatli tekis devordan o'tayotgan issiqlik oqimining issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi quyidagichadir:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_i - t_c}{F} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_i - t_c) \quad (4.36)$$

bu yerda: q-issiqlik oqimining zichligi, Vt/m<sup>2</sup>; Q-issiqlik oqimi, Vt; F-devor yuzasi, m<sup>2</sup>; t<sub>i</sub> va t<sub>c</sub> – issi q va sovuq devorlar yuzasining temperaturasi, °C; r=δ/λ-devorning termik qarshiligi, m<sup>2</sup>·K/Vt; δ-devor qalinligi, m; δ/λ-issiqlik o'tkazuvchanlik koeffistienti, Vt/m·K.

2.2. Ko'p qavatli tekis devor orqali o'tgan issiqlik miqdori esa quyidagicha hisoblanadi:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_i - t_s}{\sum r} = \frac{t_i - t_s}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}} \quad (4.37)$$

Tsilindrsimon devorning o'tkazuvchanlik tenglamasi:

Bu yerda δ=(d<sub>2</sub>-d<sub>1</sub>)/2. Tsilindrsimon devorning o'rtacha yuzasi quyidagi formuladan topiladi:

d<sub>1</sub> va d<sub>2</sub> – trubaning ichki va tashqi diametrlari, m; L-truba uzunligi, m. Agarda d<sub>1</sub>/d<sub>2</sub><2 bo'lsa, F<sub>o,r</sub> ni (4.3) formuladan emas, balki yuqori aniqlikka ega ushbu formuladan topsa bo'ladi:

2.4. Ko'p qavatli tsilindrsimon devordan o'tayotgan issiqlik miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (t_i - t_s)}{\sum \frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (t_i - t_s)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots} \quad (4.41)$$

2.5. Temperatura 30°C atrofida bo'lganda, tajribaviy ma'lumotlar yo'q bo'lsa, suyuqliklarning issiqlik o'tkazuvchanligi ushbu formula yordamida hisoblash mumkin:

c- suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); ρ- suyuqlik zichligi, kg/m<sup>3</sup>; M – suyuqlik molyar massasi, kg/kmol; A – suyuqlikning assostiastiyalanish darajasiga bog'liq koeffistient, m<sup>3</sup>·kmol<sup>-0,33</sup>·s<sup>-1</sup> (suv uchun A=3,5·10<sup>-6</sup>, benzol uchun A=4,22·10<sup>-6</sup>).

Istalgan  $t$  temperaturadagi suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\lambda_t = \lambda_0 \cdot [1 - \varepsilon \cdot (t - 30)] \quad (4.43)$$

bu yerda:  $\varepsilon$  – temperaturaviy koeffitsient.

Ba'zi suyuqliklar uchun  $\varepsilon \cdot 10^3$  ( $^{\circ}\text{S}^{-1}$ ) qiymatlari:

Anilin	1,4	Propil spirti	1,4
Asteton	2,2	Uksus kislotasi	1,2
Benzol	1,8	Xlorbenzol	1,5
Geksan	2,0	Xloroform	1,8
Metil spirti	1,2	Etilastetat	2,1
Nitrobenzol	1,0	Etil spirti	1,4

Suvli eritmalarining temperaturadagi issiqlik o'tkazuvchanligi:

bu yerda:  $\lambda_e$  va  $\lambda_s$  – eritma va suvning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari.

2.6. Gazlarning past bosimlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini ushbu formulada hisoblash mumkin:

$$\lambda = B \cdot c_0 \cdot \mu \quad (4.45)$$

bu yerda:  $\mu$  - gazning dinamik qovushqoqligi, Pa·s;  $V=0,25 \cdot (9 \cdot k - 5)$ ,  $k=c_p/c_v$  – adiabat ko'rsatkichi;  $c_p$  va  $c_v$  – gazning o'zgarmas bosim va hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); Bir atomli gazlar uchun  $V=2,5$ , ikki atomliklar uchun  $V=1,9$  va uch atomliklar uchun  $V=1,72$ .

### MISOLLARNI ISHLASH NAMUNASI

1. Suv spirtining 75% li bug'i Rektifikatsiya kolonnasining kondensatorida kondensastiyalanmoqda. Sovituvchi suv  $10^{\circ}\text{C}$  temperatura qurilmaga kirib,  $50^{\circ}\text{C}$  ga isimoqda. Kondensatorning diametri  $35 \times 1,5$  mm va uzunligi 1,3 bo'lgan 121 ta trubadan yig'ilgan. Qurilmaning issiqlik o'tkazish koeffitsienti  $400 \text{ Wt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Kondensastiyalanayotgan bug'ning sarfi topilsin.

#### Yechish:

Hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi:

Issiqlik o'tkazish yuzasi (4.32) formula yordamida hisoblanadi:

$$F = 3,14 \cdot \frac{0,032 + 0,035}{2} \cdot 1,3 \cdot 121 = 16,5 \text{ m}^2$$

Bug'ning parametrlari 22-jadvaldan topiladi. Bug'ning konstantastiyasi 75% bo'lganda kondensastiyalanish temperaturasi  $t=82,8^{\circ}\text{C}$ , bug'lanish issiqligi  $r=1210$  kJ/kg, zichligi esa  $\rho=1,145$  kg/m<sup>3</sup>.

O'rtacha temperaturalar farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$82,8 \rightarrow 82,8$$

$$10 \rightarrow 50$$

Dastlab

$$\Delta t_{ka}=82,8-10=72,8^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{ki}=82,8-50=32,8^{\circ}\text{C}$$

$\Delta t_{ka} / \Delta t_{ki} > 2$  bo'lgani uchun,  $\Delta t_{o'r}$  (4.7) formula orqali hisoblanadi:

Kondensatorning issiqlik yuklamasi (4.1) formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = 400 \cdot 16,5 \cdot 50,6 = 334177,2 \text{ Vt}$$

$\theta_{kond}=t_b$  deb qabul qilib, kondensastiyalanayotgan bug'ning massaviy sarfi (4.3) formuladan topiladi:

$$D = \frac{Q}{r} = \frac{334177,2}{1210000} = 0,276 \text{ kg/s} = 994 \text{ kg/soat}$$

Bug'ning hajmiy sarfi esa (4.35) tenglamadan topiladi:

$$V = \frac{G}{\rho} = \frac{994}{1,145} = 868,12 \text{ m}^3/\text{soat}$$

2. Kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmasining diametri  $d=25 \times 2$  mm li 13ta trubadan yasalgan. Kojuxning ichki 273 mm. Qurilmada soatiga 10 t suv  $10^{\circ}\text{C}$  dan  $70^{\circ}\text{C}$  gacha isitilmoqda. Suv truba ichidan va trubalararo bo'shliqdan o'tayotgan paytidagi issiqlik berish koeffitsienti topilsin.

### Yechish:

Hisoblash quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

Ilovadagi 4-jadvaldan  $t_{o'r}=40^{\circ}\text{C}$  da suvning fizik xarakteristikalari aniqlanadi:

$\rho_2=992$  kg/m<sup>3</sup>;  $C_2=4,18$  kJ/kg;  $\lambda_2=0,634$  Vt/m·K;  $\mu=657 \cdot 10^{-6}$  Pa·s; Prandtl kriteriysi  $Pr=4,31$ .



Truba ichida oqayotgan suvning tezligi ushbu formula bo'yicha hisoblanadi:

Reynolds kriteriysi (4.14) formuladan topiladi:

$$Re = \frac{0,62 \cdot 0,021 \cdot 992}{657 \cdot 10^{-6}} = 19658,8$$

$Re > 10000$  bo'lgani uchun,  $\varepsilon_1 = 1$  va  $(Pr/Pr_d) = 1$  deb qabul qilib, Nusselt  $Nu$  qiymati (4.22) tenglama orqali aniqlanadi:

$$Nu = 0,021 \cdot 19658,8^{0,6} \cdot 4,31^{0,43} = 107,12$$

unda issiqlik berish koeffitsienti quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\alpha_2 = \frac{107,12 \cdot 0,634}{0,021} = 3234 \text{ Vt/m}^2 \cdot K$$

Suvning trubalararo bo'shliqdagi tezligi (4.29) formuladan topiladi:

$$w = \frac{10000}{0,052 \cdot 992 \cdot 3600} = 0,054 \text{ m/s}$$

bu yerda:  $S = 0,052 \text{ m}^2$  - trubalararo bo'shliqning ko'ndalang kesim yuzasi:

$d_{ich}$  va  $d_t$  - trubaning ichki va tashqi diametrlari, m.

Trubalararo bo'shliqning ekvivalent diametrini (4.21) formuladan topish mumkin:

$$d_e = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (0,273^2 - 13 \cdot 0,025^2)}{4 \cdot 3,14 \cdot (0,273^2 + 13 \cdot 0,025^2)} = 0,11 \text{ m}$$

Reynolds kriteriysi esa (4.14) formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Re = \frac{0,054 \cdot 0,11 \cdot 992}{657 \cdot 10^{-6}} = 8967,7$$

Reynolds soni  $2300 < Re < 10000$  bo'lgani uchun  $Nu$  qiymati (4.23) formula yordamida aniqlanadi:

$$Nu = 0,008 \cdot 968,7^{0,9} \cdot 4,31^{0,43} = 54,12$$

issiqlik berish koeffitsienti esa,

$$\alpha = \frac{54,12 \cdot 0,634}{0,0978} = 350,8 \text{ Vt/m}^2 \cdot K$$

$\varepsilon_1 = 1$  va  $(Pr/Pr_d) = 1$  inobatga olib, turbulent harakat rejimi uchun (4.22) va (4.23a) formulalar yordamida issiqlik berish koeffitsienti hisoblanadi.

$$Nu = 0,021 \cdot 8968,7^{0,8} \cdot 4,31^{0,43} = 57,1$$

Agar  $Re=8968,7$  bo'lsa,  $\varepsilon_1=0,975$  (10-jadvalga qaralsin), unda o'tish sohasi uchun issiqlik berish koeffitsienti quyidagicha topiladi: Ular orasidagi farq 2,9% ni tashkil etadi.

3. Diametri 1,8 m va balandligi 2,6 m o'lchamlarga ega bo'lgan tsilindrik rezervuarining 80% quvvatlangan vino bilan to'ldirilgan. Ushbu vinoni 15°C dan 57°C gacha isitish uchun qancha issiqlik miqdori sarf bo'ladi? Issiqlikning atrof muhitga isrof bo'lishi hisobga olinmasin.

### Yechish:

Rezervuarining to'la hajmini ushbu formuladan hisoblash mumkin:

$$V = \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H$$

Rezervuardagi vino hajmi:

$$V_v = \varphi \cdot V$$

formuladan aniqlanadi. Uning miqdori esa,

$$M = V_v \cdot \rho$$

bu yerda  $\rho=1010 \text{ kg/m}^3$ . Unda,

$$M = \varphi \cdot \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H \cdot \rho = 0,8 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} \right) \cdot 2,6 \cdot 1010 = 5346 \text{ kg}$$

Isitish uchun zarur issiqlik miqdori

$$Q = M \cdot c_v \cdot \Delta t_v = 5346 \cdot 3700 \cdot 42 = 830750 \text{ Kj}$$

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Issiqlik almashinish jarayonlari turlari.
2. Suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi.
3. O'rtacha temperaturalar farqi
4. Konvektiv issiqlik almashinish.

## 1.8. ISSIQLIK O'TISHNING TURLARI. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK. KONVEKSIYA VA NURLANISH, YUZALI ISITGICHLARGA ISSIQLIK BERISH. ISSIQLIK O'TKAZISH

**Mashg'ulotning maqsadi:** Issiqlik o'tishning turlari. issiqlik o'tkazuvchanlik. konveksiya va nurlanish, yuzali isitgichlarga issiqlik berish. issiqlik o'tkazish jarayonlarini o'rgatish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Issiqlik asosan 3 usulda uzatilishi mumkin. Issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va issiqlik nurlanishi.

Issiqlik balansi. 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:

$$Q = G_1(I_{1b} - I_{1ch}) = G_2(I_{2ch} - I_{2b})$$

### Issiqlik o'tkazuvchanlik

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

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

formuladagi proporsionallik koeffitsiyenti  $\lambda$  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 ( $1 \text{ m}^2$ ) vaqt birligi davomida izotermik yuzaga normal bo'lgan  $1 \text{ m}$  uzunlikka to'g'ri kelgan temperaturalarning  $1 \text{ K}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) ga pasayishi vaqtida uzatilgan issiqlik miqdorini ifodalaydi.

### Issiqlik nurlanishi

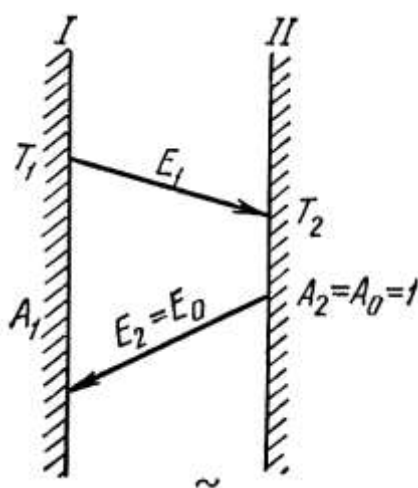
Stefan-Bolsman qonuni jismning nur chiqarish qobiliyati  $YE$  va jismdan  $1$  soat mobaynida  $F$  yuzasidan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori  $Q$  orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi:

$$E = \frac{Q}{F \cdot \tau} \quad (4.41)$$

Nurlanish energiyasi to'lqin uzunligi va jismning temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Absolyut qora jismning nur tarqatish qobiliyati va temperaturasi orasidagi bog'liqlik ushbu formuladan topiladi:

$$E_0 = K_0 T^4 \quad \text{yoki} \quad E_0 = C_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4 \quad (4.42)$$

bu yerda:  $K_0 = (4,19...5,67) \cdot 10^{-8} \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$  – absolyut qora jismning nur chiqarish konstantasi;  $S_0 = K_0 \cdot 10^8 = 4,19...5,67 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$



4.9-rasm. Kirxgof qonuniga oid sxema.  
Qqay/Qnur q1 Q't/Qnur q2.

Kirxgof qonuni kul rang jismlarning nur tarqatish va uni yutish qobiliyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.

Bir-biriga parallel joylashgan, kul rang I va absolyut qora II jismlarni ko'rib chiqamiz (4.9-rasm).

Kul rang jismning yutish qobiliyatini  $A_1$ , absolyut qora jismlarniki esa  $A_2 = A_0 = 1$ . Kul rang jism temperaturasi absolyut qoranikidan katta, ya'ni  $T_1 > T_2$  deb qabul qilamiz. Bunda, kul rang jismdan nurlanish usulida uzatilgan

Issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$q = E_1 - E_0 A_1 \quad (4.44)$$

Ikkala jismning temperaturasi tenglashganda, issiqlik muvozanat holati yuzaga keladi va  $q = 0$  bo'ladi.

Demak:

$$E_1 - E_0 A_1 = 0 \quad (4.45)$$

bundan

$$\frac{E_1}{A} = E_0 \quad (4.45a)$$

Ushbu xulosani umumlashtirib, bir nechta parallel joylashtirilgan jismlar uchun ushbu ifodani keltirib chiqaramiz:

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_n}{A_n} = \frac{E_0}{A_0} = f(T) \quad (4.46)$$

(4.46) tenglama Kirxgof qonunini xarakterlaydi. Ushbu tenglamaga binoan, ma'lum biror temperatura uchun istalgan bir jismning nur tarqatish qobiliyati, uning nur yutish qobiliyatiga bo'lgan nisbati o'zgarmas miqdor bo'lib, absolyut qora jismning nur tarqatish qobiliyatiga tengdir.

### Issiqlik berish

Issiqlik berish jarayoni issiqlik berish koeffitsiyenti  $\alpha$  bilan belgilanadi. Ushbu qonunga binoan, issiqlik almashinish suyuqlik (gaz) ga uzatilgan issiqlik miqdori  $dQ$ , devorning yuzasi  $dF$ , yuza  $t_w$  va muhit temperaturalari  $t_f$  ning farqi ( $t_w - t_f$ ), hamda jarayonning davomiyligi  $d\tau$  ga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} dQ &= \alpha (t_w - t_f) \cdot dF \cdot d\tau \\ dQ &= \alpha (t_f - t_w) \cdot dF \cdot d\tau \end{aligned} \right\} \quad (4.51)$$

(4.51) tenglamadan issiqlik berish koeffitsiyentining o'lchov birligini keltirib chiqarish mumkin:

$$\alpha = \left[ \frac{dQ}{(t_w - t_f) dF d\tau} \right] = \left[ \frac{\mathcal{K}}{\mathcal{M}^2 \cdot \text{coam} \cdot K} \right] = \left[ \frac{Bm}{\mathcal{M}^2 \cdot K} \right]$$

Issiqlik o'tkazish

Issiqlik almashinish jarayonlarida ko‘pincha issiqlik energiyasi bir suyuqlikdan ikkinchisiga ularni ajratib turuvchi devor orqali uzatiladi. Temperaturasi yuqori bo‘lgan suyuqlikka devor orqali issiqlikning uzatilishi issiqlik o‘tkazish deyiladi. Ushbu yo‘l bilan uzatilgan issiqlik miqdori issiqlik o‘tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi:

$$Q = K \Delta t_{yp} F$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4.96)$$

bu yerda: K – issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti, Vt/(m<sup>2</sup>·K).

### Issiqlik o‘tkazuvchanlik

Bir qavatli tekis devordan o‘tayotgan issiqlik oqimining issiqlik o‘tkazuvchanlik tenglamasi quyidagichadir:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_i - t_c}{F} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_i - t_c) \quad (4.36)$$

bu yerda: q-issiqlik oqimining zichligi, Vt/m<sup>2</sup>; Q-issiqlik oqimi, Vt; F-devor yuzasi, m<sup>2</sup>; t<sub>i</sub> va t<sub>c</sub> – issiq va sovuq devorlar yuzasining temperaturasi, 0<sup>0</sup> C; r=δ/λ-devorning termik qarshiligi, m<sup>2</sup>·K/Vt; δ-devor qalinligi, m; δ/λ-issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, Vt/m·K.

2. Ko‘p qavatli tekis devor orqali o‘tgan issiqlik miqdori esa quyidagicha hisoblanadi:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_i - t_s}{\Sigma r} = \frac{t_i - t_s}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}} \quad (4.37)$$

3. Tsilindrsimon devorning o‘tkazuvchanlik tenglamasi:

bu yerda: δ=(d<sub>2</sub>-d<sub>1</sub>)/2.

Silindrsimon devorning o‘rtacha yuzasi quyidagi formuladan topiladi:

d<sub>1</sub> va d<sub>2</sub> – trubaning ichki va tashqi diametrlari, m; L-truba uzunligi, m.

Agarda d<sub>1</sub> /d<sub>2</sub><2 bo‘lsa, Fo‘r ni (4.3) formuladan emas, balki yuqori aniqlikka ega ushbu formuladan topsa bo‘ladi:

4. Ko‘p qavatli silindrsimon devordan o‘tayotgan issiqlik miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (t_i - t_s)}{\sum \frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (t_i - t_s)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots} \quad (4.41)$$

5. Temperatura 30°C atrofida bo'lganda, tajribaviy ma'lumotlar yo'q bo'lsa, suyuqliklarning issiqlik o'tkazuvchanligi ushbu formula yordamida hisoblash mumkin:

c- suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); ρ- suyuqlik zichligi, kg/m<sup>3</sup>; M – suyuqlik molyar massasi, kg/kmol; A – suyuqlikning assotsiatsiyalanish darajasiga bog'liq koeffitsiyent, m<sup>3</sup>·kmol<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup> (suv uchun A=3,5·10<sup>-6</sup>, benzol uchun A=4,22·10<sup>-6</sup>).

Istalgan t temperaturadagi suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\lambda_t = \lambda_0 \cdot [1 - \varepsilon \cdot (t - 30)] \quad (4.43)$$

bu yerda: ε – temperaturaviy koeffitsiyent.

Ba'zi suyuqliklar uchun ε·10<sup>3</sup> (°C<sup>-1</sup>) qiymatlari:

Anilin	14	Propil spirti	1,4
Atseton	22	Uksus kislotasi	1,2
Benzol	18	Xlorbenzol	1,5
Geksan	20	Xloroform	1,8
Metil spirti	12	Etilatsetat	2,1
Nitrobenzol	10	Etil spirti	1,4

Suvli eritmalarining t temperaturadagi issiqlik o'tkazuvchanligi:

$$\lambda_{et} = \lambda_{s30} \cdot \frac{\lambda_{s1}}{\lambda_{s30}} \quad (4.44)$$

bu yerda: λ<sub>e</sub> va λ<sub>s</sub> – eritma va suvning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari.

6. Gazlarning past bosimlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini ushbu formulada hisoblash mumkin:

$$\lambda = B \cdot c_0 \cdot \mu \quad (4.45)$$

bu yerda: μ - gazning dinamik qovushqoqligi, Pa·s; V=0,25·(k-5), k=c<sub>p</sub>/c<sub>v</sub> – adiabata ko'rsatkichi; c<sub>p</sub> va c<sub>v</sub> – gazning o'zgarmas bosim va hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); Bir atomli gazlar uchun V=2,5, ikki atomliklar uchun

$V=1$ , va uch atomliklar uchun  $V=1,72$ .

### MISOLLARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-masala.** Suv spirtining 75% li bug‘i rektifikatsiya kolonnasining kondensatorida kondensatsiyalanmoqda. Sovituvchi suv  $100^{\circ}\text{C}$  temperatura qurilmaga kirib,  $500^{\circ}\text{C}$  ga isimoqda. Kondensatorning diametri  $35 \times 1,5$  mm va uzunligi 1,3 bo‘lgan 121 ta trubadan yig‘ilgan. Qurilmaning issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti  $400 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Kondensatsiyalanayotgan bug‘ning sarfi topilsin.

#### Yechish:

Hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi:

Issiqlik o‘tkazish yuzasi (4.32) formula yordamida hisoblanadi:

$$F = 3,14 \cdot \frac{0,032 + 0,035}{2} \cdot 1,3 \cdot 121 = 16,5 \text{ m}^2$$

Bug‘ning parametrlari 22-jadvaldan topiladi. Bug‘ning konsentratsiyasi 75% bo‘lganda kondensatsiyalanish temperaturasi  $t=82,80^{\circ}\text{C}$ , bug‘lanish issiqligi  $r=1210 \text{ kJ/kg}$ , zichligi esa  $\rho=1,145 \text{ kg/m}^3$ .

O‘rtacha temperaturalar farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$82,8 \rightarrow 82,8$$

$$10 \rightarrow 50$$

Dastlab

$$\Delta t_{ka}=82,8-10=72,80^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{ki}=82,8-50=32,80^{\circ}\text{C}$$

$\Delta t_{ka}/\Delta t_{ki}>2$  bo‘lgani uchun,  $\Delta t_{o‘r}$  (4.7) formula orqali hisoblanadi:

Kondensatorning issiqlik yuklamasi (4.1) formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = 400 \cdot 16,5 \cdot 50,6 = 334177,2 \text{ Vt}$$

$kond=t_b$  deb qabul qilib, kondensatsiyalanayotgan bug‘ning massaviy sarfi (4.3) formuladan topiladi:

$$D = \frac{Q}{r} = \frac{334177,2}{1210000} = 0,276 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 994 \frac{\text{kg}}{\text{soat}}$$

Bug‘ning hajmiy sarfi esa (4.35) tenglamadan topiladi:

$$V = \frac{G}{\rho} = \frac{994}{1,145} = 868,12 \frac{\text{m}^3}{\text{soat}}$$



## MASALALAR

18.1. Ko'ndalang kesimi kvadrat, tomoni  $d=10\text{mm}$ , uzunligi  $l=1600\text{mm}$  bo'lgan kvadrat ko'ndalang kesimdan  $w=4\text{m/s}$  tezlikda suv oqmoqda. Kanal yuzasining temperaturasi  $90^\circ\text{C}$ , suvning o'rtacha temperaturasi  $40^\circ\text{C}$  bo'lganda devor yuzasidan suvga issiqlik berish koeffitsiyenti aniqlansin.

18.2. "Truba ichidagi truba" issiqlik almashinish qurilmasining trubalararo bo'shlig'ida o'rtacha temperatura  $10^\circ\text{C}$  va  $w=3\text{m/s}$  tezlikda suv o'tmoqda. Agarda ichki trubaning tashqi yuzasi  $70^\circ\text{C}$  bo'lsa, issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik berish koeffitsiyenti va issiqlik quvvati topilsin. Ichki trubaning diametri  $d=26\text{mm}$ , uzunligi  $l=1,4\text{m}$ .

18.3. Simob  $w=2,5\text{m/s}$  tezlikda diametri  $d=14\text{mm}$  va uzunligi  $l=900\text{mm}$  bo'lgan trubadan oqib o'tmoqda. Simobning o'rtacha temperaturasi  $t=250^\circ\text{C}$ . Devorning o'rtacha temperaturasi  $t=220^\circ\text{C}$  bo'lganda, simobning devorga issiqlik berish koeffitsiyenti, issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti, issiqlik oqimining zichligini va vaqt birligi ichida uzatilayotgan issiqlik miqdori topilsin.

## ISSIQLIK O'TKAZISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

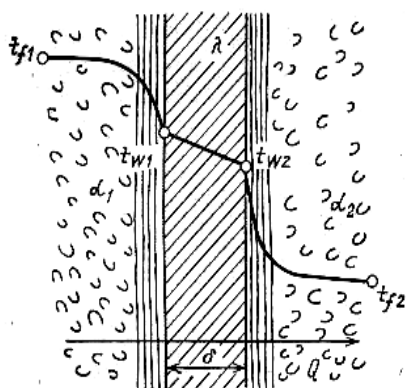
### Issiqlik o'tkazish

Issiqlik almashinish jarayonlarida ko'pincha issiqlik energiyasi bir suyuqlikdan ikkinchisiga ularni ajratib turuvchi devor orqali uzatiladi.

Temperaturasi yuqori bo'lgan suyuqlikka devor orqali issiqlikning uzatilishi issiqlik o'tkazish deyiladi. Ushbu yo'l bilan uzatilgan issiqlik miqdori issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan aniqlanadi:

$$Q = K\Delta t_{yp} F$$

bu yerda  $K$  – issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti,  $\text{Vt}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ;  $\Delta t_{ur}$  – issiqlik va sovuqlik eltkichlar



4.13-rasm. Tekis devor orqali issiqlik o'tkazish jarayonida temperaturaning o'zgarish xarakteri.

temperaturalarining farqi, K; F – ajratib turuvchi devor yuzasi, m<sup>2</sup>.

Tekis devorning issiqlik o'tkazishi. 4.13-rasmda qalinligi  $\delta$  va materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti  $\lambda$  bo'lgan tekis devor tasvirlangan. Devorning bir tomonidan temperaturasi  $t_{f1}$  (oqim o'zagida) bo'lgan issiqlik eltkich, ikkinchi tomonidan esa - temperaturasi  $t_{f2}$  bo'lgan sovuqlik eltkich oqib o'tmoqda.

Devor yuzalarining temperaturasi  $t_{w1}$  va  $t_{w2}$ . Issiqlik berish koeffitsiyentlari  $\alpha_1$  va  $\alpha_2$ . Turg'un jarayonda F yuza orqali birinchi issiqlik eltkich o'zagidan devorga uzatilayotgan issiqlik miqdori, devordan o'tgan va devordan ikkinchi issiqlik eltkich o'zagiga uzatilayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

Ushbu issiqlik miqdorini quyidagi tenglamalardan topish mumkin:

$$Q = \alpha_1(t_{f1} - t_{w1}) \cdot F$$

$$Q = \frac{\lambda}{\delta}(t_{w1} - t_{w2}) \cdot F$$

$$Q = \alpha_2(t_{w2} - t_{f2}) \cdot F$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan quyidagi ifodalarni olish mumkin:

$$t_{f1} - t_{w1} = \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{Q}{F}$$

$$t_{w1} - t_{w2} = \frac{\delta}{\lambda} \cdot \frac{Q}{F}$$

$$t_{w2} - t_{f2} = \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{Q}{F}$$

Tenglamalar chap va o'ng tomonlarini qo'shish natijasida, ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$t_{f1} - t_{f2} = \frac{Q}{F} \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$$

bundan:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \cdot F$$

Yuqoridagi tenglamalarni solishtirib, quyidagi formulaga erishamiz:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

bu yerda: K – issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti,  $Vt/(m^2 \cdot K)$ .

Unda, tekis devor uchun issiqlik eltkichning o‘zgarmas temperaturalarida issiqlik o‘tkazish tenglamasi ushbu ko‘rinishni oladi:

$$Q = KF\tau \cdot (t_{f1} - t_{f2})$$

uzluksiz jarayonlar uchun esa:

$$Q = KF(t_{f1} - t_{f2})$$

(4.97) tenglamaga binoan issiqlik o‘tkazish koeffitsiyentining o‘lchov birligi:

$$K = \left[ \frac{Q}{F\tau(t_{f1} - t_{f2})} \right] = \left[ \frac{\lambda K}{m \cdot c \cdot K} \right] = \left[ \frac{Bm}{m^2 \cdot K} \right]$$

(4.96) tenglamadan

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

Shunday qilib issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti K temperaturasi yuqori bo‘lgan issiqlik eltkichdan, temperaturasi past eltkichga vaqt birligida ajratuvchi devorning  $1m^2$  yuzasidan eltkichlar temperaturasi 1K bo‘lganda o‘tkazilgan issiqlikning miqdorini bildiradi.

### MASALALARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-masala.** Diametri 1,8 m va balandligi 2,6 m o‘lchamlarga ega bo‘lgan tsilindrik rezervuarining 80% quvvatlangan vino bilan to‘ldirilgan. Ushbu vinoni  $150^{\circ}C$  dan  $570^{\circ}C$  gacha isitish uchun qancha issiqlik miqdori sarf bo‘ladi? Issiqlikning atrof muhitga isrof bo‘lishi hisobga olinmasin.

#### Yechish:

Rezervuarining to‘la hajmini ushbu formuladan hisoblash mumkin:

$$V = \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H$$

Rezervuardagi vino hajmi:

$$V_v = \varphi \cdot V$$

formuladan aniqlanadi. Uning miqdori esa,

$$M = V_v \cdot \rho$$

bu yerda:  $\rho = 1010 \text{ kg/m}^3$ . Unda,

$$M = \varphi \cdot \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H \cdot \rho = 0,8 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} \right) \cdot 2,6 \cdot 1010 = 5346 \text{ kg}$$

Isitish uchun zarur issiqlik miqdori

$$Q = M \cdot c_v \cdot \Delta t_v = 5346 \cdot 3700 \cdot 42 = 830750 \text{ kJ}$$

$$\Delta t_v = t_{2v} - t_{1v} = 57 - 15 = 42^\circ\text{C}$$

## MASALALAR

1. Agarda devorning usti 0,5 mm qalinlikda emal bilan qoplangan bo'lsa, diametri 38x2,5 mm li po'lat zmayevik devorining termik qarshiligi necha barobar ortadi? Devor tekis deb hisoblansin. Emalning issiqlik o'tkazuvchanligi 1,05 Wt/(m·K) ga teng.
2. Uzunligi 40m, diametri 51x2,5 mm li bug' uzatuvchi truba 30 mm li qalinlikda tashqi truba bilan ajratilgan (izolyatsiya), qoplamaning tashqi tomondagi temperaturasi  $t = 45^\circ\text{C}$ , ichki tomonida esa  $t = 175^\circ\text{C}$ . Bug' o'tkazuvchi (uzatuvchi) trubaning 1 soatda atrofga yo'qalayotgan issiqlik miqdori aniqlansin. Qoplamaning issiqlik o'tkazuvchanligi 0,116 Wt/(m·K) ga teng deb qabul qilinsin.
3. Diametri 60x3 mm po'lat truba qalinligi 30 mm li po'kak va uning ustidan 40 mm li qalinlikda sovelit (85% magnezium + 15% asbest) li qatlam bilan qoplangan. Truba devorining temperaturasi  $110^\circ\text{C}$ , qoplama tashqi devorining temperaturasi  $10^\circ\text{C}$ . Trubaning 1 m uzunligida 1 soat mobaynida yo'qotilayotgan issiqlik miqdorini aniqlang.
4. Qurilma g'ishtli qoplama bilan qoplangan bo'lib, ularning tutashgan joyidagi qoplama yuzasidagi temperaturasi aniqlansin. Qoplama tashqi yuzasining temperaturasi  $35^\circ\text{C}$ . G'isht qoplama qalinligi 260 mm. Qoplamaning tashqi yuzasidan 50 mm chuqurlikda o'rnatilgan termometr  $70^\circ\text{C}$  ni ko'rsatmoqda.

## ISSIQLIK BERISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

Issiqlik berish koefitsiyentining 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 koefitsiyentining qiymati o'zgarmas ( $\alpha = \text{const}$ ) bo'lsa, (4.51) tenglama ushbu ko'rinishni oladi:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \alpha (t_w - t_f) \cdot F \cdot \tau \\ Q &= \alpha (t_f - t_w) \cdot F \cdot \tau \end{aligned} \right\}$$

Demak, issiqlik berish koefitsiyenti  $\alpha$  devorning 1 m<sup>2</sup> yuzasidan suyuqlikka 1 s vaqt davomida, devor va suyuqlik temperaturalarining farqi 1 K bo'lganda uzatilgan issiqlik miqdorini bildiradi. Ushbu, issiqlik berish koefitsiyentining miqdori bir nechta parametrlarga bog'liqdir, ya'ni suyuqlikning harakat rejimi  $w$ , uning zichligi  $\rho$ , qovushoqligi  $\mu$ , solishtirma issiqlik sig'imi  $s$ , issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti  $\lambda$ , hajmiy kengayish koefitsiyenti  $\beta$ , devorning shakli va o'lchamlari (truba diametri  $d$  va uzunligi  $L$ ), hamda g'adir-budurliigi  $ye$  va hokazolarga.

Yuqorida aytilganlarni quyidagi funksiya holatida yozish mumkin:

$$\alpha = f(w, \rho, \mu, c, \lambda, \beta, d, L, e, \dots)$$

Umumiy ko'rinishga ega bo'lgan issiqlik berish koefitsiyenti tenglamasi ko'rinishidan sodda bo'lsa ham,  $\alpha$  ni aniqlash juda murakkab. Chunki, ko'rinish turibdiki,  $\alpha$  juda ko'p parametrlarga bog'liq. Shuning uchun, tajriba natijalarini o'xshashlik nazariyasi yordamida umumlashtirish yo'li bilan issiqlik berish koefitsiyentini hisoblash kriterial formulasini keltirib chiqarish mumkin. Issiqlik berish koefitsiyentini aniqlash uchun suyuqlikda temperatura taqsimlanishini bilish zarur. Undan tashqari, issiqlik almashinish jarayonini hisoblash uchun issiqlik berish koefitsiyentini 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.

### MASALALARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-masala.** Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasining diametri  $d=25 \times 2$  mm li 13 ta trubadan yasalgan. Qobiqning ichki 273 mm. Qurilmada soatiga 10 t suv  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $700^{\circ}\text{C}$  gacha isitilmoqda. Suv truba ichidan va trubalararo bo'shliqdan o'tayotgan paytidagi issiqlik berish koeffitsiyenti topilsin.

#### Yechish:

Hisoblash quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

Ilovadagi 4-jadvaldan  $t_{o,rt}=400^{\circ}\text{C}$  da suvning fizik xarakteristikalari aniqlanadi:

$\rho_2=992 \text{ kg/m}^3$ ;  $C_2=4,18 \text{ kJ/kg}$ ;  $\lambda_2=0,634 \text{ Vt/m}\cdot\text{K}$ ;  $\mu=657 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ; Prandtl kriteriysi  $Pr=4,31$ .

Truba ichida oqayotgan suvning tezligi ushbu formula bo'yicha hisoblanadi:

$$w = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d_{ich}^2 \cdot n \cdot 3600 \cdot \rho} = \frac{4 \cdot 10000}{3,14 \cdot 0,021^2 \cdot 13 \cdot 992 \cdot 3600} = 0,62 \frac{m}{s}$$

Reynolds kriteriysi (4.14) formuladan topiladi:

$$Re = \frac{0,62 \cdot 0,021 \cdot 992}{657 \cdot 10^{-6}} = 19658,8$$

$Re > 10000$  bo'lgani uchun,  $\varepsilon_1=1$  va  $(Pr/Pr_d)=1$  deb qabul qilib, Nusselt  $Nu$  qiymati (4.22) tenglama orqali aniqlanadi:

$$Nu = 0,021 \cdot 19658,8^{0,6} \cdot 4,31^{0,43} = 107,12$$

unda issiqlik berish koeffitsiyenti quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\alpha_2 = \frac{107,12 \cdot 0,634}{0,021} = 3234 \frac{Vt}{m^2 \cdot K}$$

Suvning trubalararo bo'shliqdagi tezligi (4.29) formuladan topiladi:

$$w = \frac{10000}{0,052 \cdot 992 \cdot 3600} = 0,054 \frac{m}{s}$$

bu yerda:  $S=0,052 \text{ m}^2$  - trubalararo bo'shliqning ko'ndalang kesim yuzasi:

$$S = 0,785 \cdot (d_{ich}^2 - d_t^2)$$

$d_{icht}$  va  $d_t$  – trubaning ichki va tashqi diametrlari, m.

Trubalararo bo'shliqning ekvivalent diametrini (4.21) formuladan topish mumkin:

$$d_e = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (0,273^2 - 13 \cdot 0,025^2)}{4 \cdot 3,14 \cdot (0,273^2 + 13 \cdot 0,025^2)} = 0,11 \text{ m}$$

Reynolds kriteriyasi esa (4.14) formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Re = \frac{0,054 \cdot 0,11 \cdot 992}{657 \cdot 10^{-6}} = 8967,7$$

Reynolds soni  $2300 < Re < 10000$  bo'lgani uchun Nu qiymati (4.23) formula yordamida aniqlanadi:

$$Nu = 0,008 \cdot 968,7^{0,9} \cdot 4,31^{0,43} = 54,12$$

Issiqlik berish koeffitsiyenti esa,

$$\alpha = \frac{54,12 \cdot 0,634}{0,0978} = 350,8 \frac{Vt}{m^2} \cdot K$$

$\epsilon_1=1$  va  $(Pr/Pr_d)=1$  inobatga olib, turbulent harakat rejimi uchun (4.22) va (4.23a) formulalar yordamida issiqlik berish koeffitsiyenti hisoblanadi.

$$Nu = 0,021 \cdot 8968,7^{0,8} \cdot 4,31^{0,43} = 57,1$$

$$\alpha_{2T} = 370,6 \cdot 0,975 = 361,3 \frac{Vt}{m^2} \cdot K$$

Agar  $Re=8968,7$  bo'lsa,  $\epsilon_1=0,975$  (10-jadvalga qaralsin), unda o'tish sohasi uchun issiqlik berish koeffitsiyenti quyidagicha topiladi:

$$\alpha_{2T} = \frac{57,1 \cdot 0,634}{0,0978} = 370,6 \frac{Vt}{m^2} \cdot K$$

Ular orasidagi farq 2,9 % ni tashkil etadi.

## MASALALAR

20.1 Bug'latuvchi qurilmadan chiqayotgan quyuqlashtirilgan (konsentrlangan) eritma temperaturasi  $106^\circ\text{C}$  bo'lib, u suyultirilgan sovuq eritmani  $50^\circ\text{C}$  gacha isitish uchun foydalanilmoqda. Sovituvchi agentning (boshlang'ich) dastlabki temperaturasi  $30^\circ\text{C}$ . Quyuqlashtirilgan eritma  $60^\circ\text{C}$  gacha sovitilmoqda. Oqim yo'nalishlari to'g'ri va qarama-qarshi bo'lgan holatlar uchun o'rtacha temperaturalar farqini aniqlang.

20.2 Yuzasi  $6 \text{ m}^2$  bo'lgan qarama-qarshi yo'nalishli issiqlik almashinish qurilmada  $1930 \text{ kg/soat}$  sarf bilan o'tayotgan butil spirtini  $90^\circ\text{C}$  dan  $50^\circ\text{C}$  gacha sovitish kerak. Issiq muhit temperaturasi  $18^\circ\text{C}$  bo'lgan suv bilan sovitilmoqda. Issiqlik almashinish qurilmasidagi issiqlik o'tkazish koeffitsiyentining qiymati  $230 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;  $\Delta t$  o'rtacha arifmetik holda hisoblansin. Issiqlik almashinish qurilmasi orqali 1 soatda necha metr suv oqib o'tishi kerak?

20.3 Uzunligi 1,2 m diametri 18x2mm li 19 ta latun trubadan tayyorlangan qobiq trubali issiqlik almashinish qurilma asbob-uskuna (jihaz)lar omborida saqlanmoqda. Suvning boshlang'ich temperaturasi 15°C va oxirgisi 15°C bo'lsa, issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti 700 Wt/(m<sup>2</sup>·K) ga teng bo'lganda, soatiga 350 kg to'yingan etil spirti bug'ini kondensatsiyalash (suyuqlikka aylantirish) uchun qurilmaning yuzasi yetarli bo'ladimi? Suyultirilgan spirt qurilmadan kondensatsiyalanish temperaturasida chiqazib olinmoqda, jarayon esa atmosfera bosimi ostida olib borilmoqda.

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Issiqlik o'tishning turlari.
2. Issiqlik nurlanishi Stefan-Boltsman qonuni.
3. Tekis devor orqali issiqlik o'tishi.
4. Issiqlik miqdorini topish.

## 1.9-AMALIY ISH: KO'P KOMPOONENTLI SISTEMALARNI AJRATISH.

### BUG'LATISH JARAYONLARI

**Mashg'ulotning maqsadi:** Ko'p komponentli sistemalarni ajratish. Bug'latish jarayonlarini o'rgatish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

1. Bug'latish jarayonining moddiy balans tenglamasi:

$$G_{bosh} = G_{ox} + W$$

$$G_{bosh} \cdot X_{bosh} = G_{ox} \cdot x_{ox}$$

bu yerda:  $G_{bosh}$ ,  $G_{ox}$  – eritmaning (dastlabki) boshlang'ich 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

2. Bug'latish qurilmasining issiqlik balans tenglamasi:



$$Q + G_{bosh} \cdot C_{bosh} \cdot t_{bosh} + G_{ox} \cdot c_{ox} \cdot t_o + W \cdot i_{kk} + Q_{yuk} + Q_{deg} \quad (9.3)$$

bu yerda:  $Q$  – bug‘latishga sarfdangan issiqlik miqdori, Vt;

$C_{bosh}$ ,  $C_{ox}$  – boshlang‘ich (dastlabki) va oxirgi bug‘latilgan) eritmalarning solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg·K);

$t_{bosh}$ ,  $t_{ox}$  – boshlang‘ich eritmaning qurilmaga kirishdagi va oxirgi eritmaning qurilmadan chiqishdagi temperaturasi, °C;

$i_{kk}$  – ikkilamchi bug‘ning qurilmadan chiqayotgandagi solishtirma entalpiyasi, J/kg;

$Q_{yo‘q}$  – atrof-muhitga yo‘qotilgan issiqlik miqdori qiymati. Vt;

$Q_{deg}$  – degidratatsiya issiqligi, Vt.

3. Bug‘latishga sarflangan issiqlik miqdorini aniqlash.

(5.4) tenglamadan quyidagi holdagi ko‘rinishni hosil qilamiz:

$$Q = G_{bosh} \cdot s_{bosh} \cdot (t_{ox} - t_{bosh}) + W \cdot (i_{akk} - s_s \cdot t_{ox}) + Q_{yuk}$$

bu yerda:  $t_{ox}$  – ga mos kelgan suvning solishtirma issiqligi, J/(kg·K);

Agar eritma bug‘latish qurilmasiga qizdirilgan holatda, ya‘ni ( $t_{bosh} > t_{ox}$ ) bo‘lsa, u holda  $Q = G_{bosh} \cdot s_{bosh} \cdot (t_{bosh} - t_{ox})$  bo‘lib, manfiy ishoraga ega bo‘ladi va bu yerda ma‘lum qism suv eritmani sovitish tufayli bug‘lanadi.  $G_{bosh} \cdot s_{bosh} \cdot (t_{ox} - t_{bosh})$  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 olsak hato qilmagan bo‘lamiz.  $Q$  yo‘q qiymatini quyidagicha ham hisoblash mumkin:

$$Q_{yuk} = \alpha \cdot F_{izol} \cdot (t_{izol} - t_x)$$

Bu yerda:  $\alpha = \alpha_{nur} + \alpha_{konv}$  – nurlanish va konveksiya issiqlik berish koeffitsiyentlarining yig‘indisi, Vt/(m<sup>2</sup>·K);  $F_{izol}$  – qurilmaning qoplama qilingan yuzasi, m<sup>2</sup>;  $t_{izol}$  – qoplama tashqi yuzasining temperaturasi, °C yoki K;  $t_x$  – havo temperaturasi, °C yoki K;

4. Bug‘latish qurilmasidagi isituvchi bug‘ sarfi  $G$

$$G_{ib} = \frac{Q}{(i - i) \cdot x} = \frac{Q}{(r_{ib} \cdot x)} \quad (5.7)$$

bu yerda:  $i$  to‘yingan quruq bug‘ning solishtirma entalpiyasi, J/kg;

$i$  – kondensatsiyalanish temperaturadagi kondensatning solishtirma entalpiyasi, J/kg;  $x$  - qizitish bug‘ining namlik darajasi (quruqlik darajasi);  $rib$  -qizdirish bug‘i solishtirma kondensatsiyalanish issiqligi, J/kg.

Isituvchi bug‘ sarfi  $G_{ib}$  ning bug‘lanayotgan suv sarf  $W$  nisbatiga bug‘latish uchun ketgan bug‘ning solishtirma sarfi deyiladi.

$$d = \frac{G_{ib}}{W} \quad (5.8)$$

5. Eritmaning issiqlik sig‘imi. Eritmaning solishtirma issiqlik sig‘imi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$c = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + \dots \quad (5.9)$$

$c_1, c_2, c_3 \dots$  - tashkil etuvchi komponentlarning solishtirma issiqlik sig‘imi;  $x_1, x_2, x_3 \dots$  - tashkil etuvchi komponentlarning miqdoriy ulushi.

Ikki komponentli suyultirilgan suvli eritmalar (suv+eritilgan modda) ning solishtirma issiqlik sig‘imini hisoblash uchun quyidagi taxminiy tenglamadan foydalaniladi ( $x < 0,2$ ):

$$c = 4190 \cdot (1 - x) \quad (5.10)$$

bu yerda: 4190 J/(kg·K) - suvning solishtirma issiqlik sig‘imi;  $x$  - eritilgan modda konsentratsiyasi, massaviy ulushi.

Quyushtirilgan ikki komponentli suvli eritma uchun ( $x > 0,2$ ) hisoblash quyidagi tenglama yordamida olib boriladi:

$$c = 4190 \cdot (1 - x) + c_1 \cdot x \quad (5.11)$$

$c_1$  – 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:

$$M \cdot c = n_1 \cdot C_1 + n_2 \cdot C_2 + n_3 \cdot C_3 + \dots \quad (5.12)$$

bunda:  $M$  - kimyoviy birikmaning molyar massasi;

$c$  - kimyoviy birikmaning massaviy solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg·K);

$n_1, n_2, n_3 \dots$  – birikmadagi elementlar atom soni;

$c_1, c_2, c_3 \dots$  – atom issiqlik sig‘imi, J/(kg·K).

(5.12) tenglama yordamida birikmalarning solishtirma issiqlik sig'imini hisoblash uchun 5-1 jadvaldagi atom issiqlik sig'implaridan foydalanish kerak bo'ladi.

1 jadval

Element	Atom issiqlik sig'imi kJ/(kg K)		Element	Atom issiqlik sig'imi kJ/(kg K)	
	Qattiq holda	Suyuq holda		Qattiq holda	Suyuq holda
S	7,5	11,7	F	20,95	29,9
CH	9,6	18,0	P	22,6	31,0
B	11,8	19,7	S	22,6	31,0
Si	15,9	24,3	Qolganlari	26,0	33,6
O	10,8	25,1			

6. Eritmalarning qaynash temperaturasi hisoblash ( $P \geq P_{atm}$ )

1-usul. Agarda eritmaning ma'lum bosimda 2 ta qaynash temperaturasi ma'lum bo'lsa quyidagi tenglamadan

$$\frac{\lg P_{A_1} - \lg P_{A_2}}{\lg P_{B_2} - \lg P_{A_2}} = C \quad (5.13)$$

yoki nomogrammadan foydalansa bo'ladi. Bu yerda  $P_{A_1}$  va  $P_{B_1}$  - bir xil  $t_1$  temperaturadagi 2 suyuqlikning to'yingan bug'larining bosimi;  $P_{A_2}$  va  $P_{B_2}$  - bir xil  $t_2$  temperaturadagi 2 suyuqlikning to'yingan bug'larining bosimi; C - o'zgarmas konstanta.

2-usul. Agarda eritmaning faqat ma'lum bir bosimda bitta qaynash temperaturasi aniq bo'lsa, boshqa bosimdagi qaynash temperaturasi Babo qoidasidan foydalanib topilishi mumkin.

$$\left(\frac{p}{p_0}\right) = const \quad (5.14)$$

bu yerda: p - eritma bug'ining bosimi;  $p_0$  - o'sha temperaturada toza erituvchining to'yingan bug' bosimi.

Konsentrlangan suvli eritmalar uchun (5.14) tenglama professor V.I. Stabnikov topgan koeffitsiyentlarni (5-2- jadval) inobatga olgan holda hisoblash kerak.

2- jadval

p/p <sub>0</sub> nisbati							Tuzatish koeffitsiyenti +Δt, K
0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	
Bosim P, mm sim.ust.							
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 koeffitsiyenti qo'shiladi, manfiy bo'lsa ayriladi.

7.  $t_{qay}$  -truba ichida eritmaning o'rtacha qaynash temperaturasi.

$$t_{kon} = t_{kon} + \Delta t_{g,ef} \quad (5.15)$$

bu yerda:  $t_{g,ef}$  - gidrostatik depressiya yoki gidrostatik bosim hisobiga eritmaning qaynash temperaturasining ortishi (gidrostatik effekt).

### MISOLLARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-MASALA.** Boshlang'ich natriy gidrooksid eritmasining 1 litrida 79 g suv bor. Bug'latilgan eritmaning 30°C dagi zichligi 1,555 g/sm<sup>3</sup> teng, konsentratsiyasi esa 840 g/l, 1 t boshlang'ich eritma uchun bug'latilgan suv miqdorini aniqlang.

#### Yechish:

Boshlang'ich eritmada erigan moddaning massaviy ulushi quyidagicha topiladi:

$$x_{bosh} = \frac{79}{1000 + 79} = 0,0733$$

oxirgi eritmada esa,

$$x_{ok} = \frac{840}{1555} = 0,54$$

1t boshlang'ich eritmadan bug'latilgan suv miqdori ushbu tenglamadan hisoblanadi:

$$W = G_{bosh} \cdot \left(1 - \frac{x_{bosh}}{x_{ox}}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{0,0733}{0,54}\right) = 865 \text{ kg}$$

### MASALALAR

1. Atmosfera bosimi ostida va siyraklanish holatida, ya'ni  $P_v = 0,8 \text{ kgk/sm}^2$  bo'lganda, suvni bug'latish uchun quruq to'yingan suv bug'ining solishtirma sarfi hisoblansin. Suv bug'ining ikkala holatdagi absolyut bosimi  $P_{abs} = 2 \text{ kgk/sm}^2$ . Suvni bug'latish uchun 2 xil holatda: a) temperaturasi  $15^\circ\text{C}$  da; b) qaynash holatiga borganda hisoblansin.
2. Bug'latish qurilma unumdorligi dastlabki holatdagi eritma bo'yicha 2650 kg/soat bo'lib, eritma konsentratsiyasi 1 litr suvda 50 g tuzni tashkil qiladi. Bug'latilgandan so'ng, eritmaning konsentratsiyasi 1 litr eritmada 295 g tuzni tashkil qiladi. Bug'latilgan eritmaning zichligi  $1189 \text{ kg/m}^3$  ni tashkil etdi. Qurilmaning bug'latilgan eritma bo'yicha unumdorligi topilsin.
3. 1500 kg xlorli kaliy eritmasining quyugligini 8% dan 30% (massaviy)gacha o'zgartirilsa qancha suv bug'latiladi?
4.  $1 \text{ m}^3$  sulfat kislota zichligi  $1560 \text{ kg/m}^3$  dan {65,2% (massaviy)}  $1840 \text{ kg/m}^3$  zichlikgacha {98,7%(massaviy)} borishi uchun qancha suv bug'latilishi kerak? Quyuglashtirilgan kislota qanday hajmni egallaydi?
5. Oxirgi quyugligi 32% (massaviy) bo'lgan atmosfera bosimi ostida bug'latilayotgan boshlang'ich quyugligi 9% bo'lgan eritma 1,4 t/soat sarf bilan qurilmaga kelib tushmoqda. Suyultirilgan eritma  $18^\circ\text{C}$  temperatura bilan bug'latishga kiritilmoqda. Bug'latilgan so'ng, eritma  $105^\circ\text{C}$  temperatura bilan qurilmadan chiqmoqda. Suyultirilgan eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi  $3800 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ . Ortiqcha bosimi  $P_{o'rt} = 2 \text{ kgk/sm}^2$  ga teng bo'lgan isituvchi bug'ning sarfi 1450 kg/soat bo'lib, uni namligi 4,5% ni tashkil etadi. Atrof muhitga yo'qotilayotgan issiqlik miqdori topilsin.
6. Tarkibida 2 l suv, 8 kg muz va 5 kg osh tuzidan hosil bo'lgan sovutuvchi aralashmani solishtirma issiqlik sig'imi aniqlansin.
7. Eritma tarkibida  $0,7 \text{ m}^3$  100% - li sulfat kislota, 400 kg mis kuprosi ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) va  $1,4 \text{ m}^3$  suv bor. a) Eritmaning issiqlik sig'imi; b) Eritmani  $12^\circ\text{C}$

dan  $58^{\circ}\text{C}$  gacha isitish uchun kerak bo'ladigan absolyut bosimi  $2\text{ kgk}/\text{sm}^2$  bo'lgan to'yingan quruq suv bug'ining (sarf) miqdorini aniqlang. Eritmani isitish davomida qurilmaning tashqi muhitga yo'qotgan issiqlik miqdori  $25100\text{ kJ}$  ni tashkil etadi. Sulfat kislota va mis kuporosining solishtirma issiqlik sig'imini (5.12) formula yordamida aniqlang.

8. 7% li suvli eritma atmosfera bosimida  $2,69\text{ t}/\text{soat}$  sarf bilan bug'latish qurilmasida bug'latilmoqda. Eritmaning boshlang'ich temperaturasi  $95^{\circ}\text{C}$  oxirgisi  $103^{\circ}\text{C}$  da. Qurilmadagi o'rtacha qaynash temperatura  $105^{\circ}\text{C}$ . Isituvchi to'yingan bug'ning ortiqcha bosimi  $2\text{ kgk}/\text{sm}^2$ . Qurilmaning issiqlik almashinish yuzasi  $52\text{ m}^2$ , issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti  $1060\text{ Vt}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Atrof muhitga yo'qotilayotgan issiqlik miqdori  $110000\text{ Vt}$  ga teng.

a) Eritmaning oxirgi quyuqligini (konsentratsiyalanadi)

b) Namligi 5% bo'lgan isituvchi bug'ning sarfini aniqlash

9. Atmosfera bosimi ostida  $255^{\circ}\text{C}$  temperatura bilan difenil  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2$  qaynamoqda. Suyuq difenilning solishtirma bug'latish issiqligi va solishtirma sig'imini hisoblab toping!

### **Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar**

1. Bug'latish jarayonining moddiy balans tenglamasi.

2. Isituvchi bug' sarfi.

3. Atrof-muhitga yo'qotilgan issiqlik miqdori.

4. Bug'latish qurilmasining issiqlik balans tenglamasi.

### **1.10-AMALIY ISH: ERITMALARNING KRISTALLANISHI. ISITISH, SUYUQLIKLARNI SOVUTISH VA BUG'NI KONDENSATSIYALANISHI.**

**Mashg'ulotning maqsadi:** Eritmalarning kristallanishi. Isitish, suyuqliklarni sovutish va bug'ni kondensatsiyalanishi jarayonlarini o'rgatish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Suv oqadigan gorizonta trubaning diametri va uzunligi mos ravishda  $d=1$  ga teng. Suv oqim tezligi  $\omega_f$  suv harorati  $t_f$  va ichki quvur devoridagi harorat  $t_\omega$ . Quvur ichidagi issiqlik uzatish paytida issiqlik miqdorini va issiqlik uzatish koeffitsientini aniqlang  $\alpha$ .

Shifrnin oxirgi raqami uchun variant	D, mm	L mm	Shifrnin oldingi raqamiga variant.	$\omega_f$ ,	$t_f$ , °dan	$t_\omega$ , °dan
0	yuz	3000	0	0,2	yuz	40
1	20	4000	1	1.0	80	25
3	o'n	1150	3	0,3	120	60
4	35	1800	4	1.5	115	50
besht	15	4500	besht	0,4	110	o'ttiz
6	45	5000	6	0,5	95	35
7	40	1500	7	1.7	85	15
8	55	3500	8	0.8	125	70
to'qqiz	65	2500	to'qqiz	0.9	145	65

### QAYNASH VA KONDENSATSIYA

Suv qaynayotganda issiqlik uzatish koeffitsientini formula bo'yicha aniqlash mumkin

$$\alpha = 45,25 \Delta t_s^{2,33} p^{0,5}, Bm / (M^2 \cdot K), (3.14)$$

bu yerda:  $\Delta t_s$  - suyuqlik va isitish yuzasi orasidagi harorat farqi, °C;  $p$  - bug' bosimi, MPa.

Qaynayotgan issiqlik yoki

$$q = \alpha \Delta t_s, Bm / M^2 \dots (3.15)$$

Kondensat issiqlik uzatish

$$Nu_s = A(Ga_s Pr_s K_s)^n, (3.16)$$

bu yerda:  $Ga_s = \frac{gl^3}{\nu_s^2}$ ;  $Pr_s = \frac{\nu_s}{\alpha_s}$ ;  $K_s = \frac{r}{c_m(t_s - t_w)}$ ;  $Nu_s = \frac{\alpha l}{\lambda_s}$  - o'lchovsiz mezon.

Hajmi aniqlanmoqda  $l$  gorizonta quvurlar uchun bu diametr, vertikal yuzalar uchun balandlik.

1-jadval.

Quvur	Koeffitsient	
	A	n
gorizonta quvurlar uchun.	0.72	0,25
vertikal yuzalar uchun.	0.42	0,28

### Vazifalar

**Misol - 3.12.** Olingan quruq to'yingan bug' miqdorini aniqlang.  $1M^2$  bug' qozonining sirtlarini o'lchov bosimida isitish  $p = 8 \text{ atm}$ , agar qozon devorining harorati bo'lsa  $10^\circ C$  qaynash haroratidan yuqori.

**Izoh:** Qaynatilgan issiqlik uzatish koeffitsienti munosabatlar bilan belgilanadi

$$\alpha = 45,25 \Delta t_s^{2,33} p^{0,5} = 45,25 \cdot 10^{2,33} \cdot 9^{0,5} = 29100 Bm / (M^2 \cdot K) \dots$$

Qabul qilingan issiqlik miqdori  $1M^2$  isitish sirtlari,

$$q = \alpha \Delta t_s = 29100 \cdot 10 = 291 \kappa Bm / M^2 \dots$$

Qozondagi bosimdagi bug'lanishning yashirin issiqligi  $2032,3 \kappa D_{\text{ж}} / \kappa z$ .

Soatlik bug' ishlab chiqarish  $1M^2$  isitish sirtlari

$$d = \frac{291 \cdot 3600}{2032,3} = 51,5 \kappa z / (M^2 \cdot y) \dots$$

**Misol - 1.** Bosim ostida kondensatlangan bug' bilan o'tkaziladigan issiqlik miqdorini aniqlang  $0,04 \text{ atm}$  gorizonta quvur diametri  $22 \text{ mm}$  va uzunlik  $2 \text{ m}$  quvur sirt harorati bilan  $20^\circ C$ . Quvur vertikal bo'lsa, issiqlik uzatish koeffitsienti qanday o'zgaradi?



**Izoh:** Gorizontl trubaning tashqi yuzasida kino kondensatsiyasi uchun issiqlik uzatish koeffitsienti empirik formuladan foydalanib hisoblanadi

$$Nu = 0.72(Ga Pr K_s)^{0.25} \dots$$

Qachon  $p = 0,04$  bug' va kondensatning fizik parametrlari quyidagicha:

Prandtl mezonlari - 5,8;

kondensatsiya harorati -  $28,98^\circ C$ ;

bug'lanishning yashirin issiqligi  $r = 2432.6 \text{ kJ} / \text{kg}$ ;

kinematik yopishqoqlik -  $0,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sek}$ ;

kondensatning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti -  $0,615 \text{ Bm} / (\text{m} \cdot K)$ ;

kondensatning issiqlik quvvati -  $4,18 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot K) \dots$

muammoning shartiga ko'ra, harorat boshi  $\Delta t = 8.98^\circ C \dots$

gorizontal quvur uchun

$$Nu_d = 0.72 \left( \frac{gd^3}{\nu^2} Pr \frac{r}{c\Delta t} \right)^{0.25} = 0.72 \left( \frac{9.81 \cdot 2.2^3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{12}}{0.8^2} \cdot 5.8 \cdot \frac{2432.6}{4.18 \cdot 8.98} \right)^{0.25} = 361 \dots$$

Bunday holda, gorizontal quvur uchun issiqlik uzatish koeffitsienti

$$\alpha = \frac{Nu_d \lambda}{d} = \frac{361 \cdot 0.615}{0.022} = 10100 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot K) \dots$$

Kondensat bug' bilan gorizontal trubaga uzatiladigan issiqlik

$$Q = \alpha \Delta t F = 10100 \cdot 3.14 \cdot 0.022 \cdot 2 \cdot 8.98 = 12000 \text{ Bm} \dots$$

Vertikal quvur uchun

$$Nu_h = 0.42(Ga Pr K_s)^{0.28} = 0.42 \cdot \left( \frac{9.81 \cdot 2^3 \cdot 10^{12}}{0.8^2} \times 5.8 \cdot \frac{2430}{4.18 \cdot 8.98} \right)^{0.28} = 19650 \dots$$

Vertikal quvur uchun issiqlik uzatish koeffitsienti

$$\alpha = \frac{Nu_h \lambda}{h} = \frac{19650 \cdot 0.615}{2} = 6040 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot K) \dots$$

## MASALA

1. Qaynayotgan suvdan olish uchun zarur bo'lgan qozonning isitish sirtini aniqlang  $500 \text{ kg} / \text{ch}$  mutloq bosimdagi quruq to'yingan bug' 3 atm, agar isitish sirtining harorati bo'lsa  $141^\circ C$ .

2. Qozonni isitish sirtining issiqlik oqimining zichligi  $q = 3.34 \cdot 10^5 \text{ Bm}/\text{m}^2$  va devor harorati  $210^\circ\text{C}$ . Bug‘ bosimi va qaynash temperaturasini aniqlang.

3. Kerakli miqdordagi OD quvurlarini aniqlang  $20\text{mm}$  va uzunlik  $1,5\text{m}$  miqdorida bug‘ bo‘lsa, gorizonta kondensatorda  $800\text{Kz}/\text{y}$  quvurlarning tashqi yuzasida atmosfera bosimi va quvur devori haroratida quyushlashadi  $15^\circ\text{C}$ .

4. Freon-12 diametri gorizonta trubaning tashqi yuzasida bir soat ichida qancha kondensatsiyalanishini aniqlang  $102\text{mm}$  va uzunlik  $2\text{m}$  agar freon bosimi  $7,5\text{atm}$  va trubaning tashqi devorining harorati  $25^\circ\text{C}$ . Bug‘ va kondensatning fizik parametrlarini quyidagicha qabul qiling: 3.66 kondensat uchun prandtl kriteri, kondensatsiya harorati  $30^\circ\text{C}$ , kondensatsiya issiqligi  $144,5\text{KJz}/\text{Kz}$ , kondensat plyonkasining kinematik yopishqoqligi  $0,194 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{c}$ , kondensatning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti  $0,0685\text{Bm}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , kondensatning issiqlik quvvati  $0,985\text{KJz}/(\text{Kz} \cdot \text{K})$

### RADIANT ISSIQLIK ALMASHINUVI

Tana yuzasidan haroratda chiqadigan energiya  $T$ ,

$$E = c \left( \frac{T}{100} \right)^4 = \varepsilon c_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4, \text{ Bm}/\text{m}^2,$$

bu yerda:  $c_0 = 5,670 \text{ Bm}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ - qora tanli emissiya;  $\varepsilon$  - tananing qorayish darajasi;  $c$  - kulrang tana emissivligi.

Ikki parallel sirt o‘rtasida nurlanish orqali issiqlik uzatilishi

$$Q_0 = c_0 \varepsilon_{np} \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] F, \text{ Bm},$$

bu yerda:  $\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$  - tanalar tizimining qorayish darajasining pasayishi;

$\varepsilon_1$  va  $\varepsilon_2$  - issiqlik uzatish sirtlariga mos keladigan qorong‘ilik darajasi;

$T_1$  va  $T_2$  - sirtning mutlaq harorati,  $\text{K}$ .

Sirtlar orasidagi nurlanish orqali issiqlik uzatilishi  $F_1$  va  $F_2$  qachon sirt  $F_2$  yuzani o‘rab oladi  $F_1$ , tekis parallel yuzalar uchun formulalar bilan hisoblash mumkin, ammo emissiya darajasi kamayadi.

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left( \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)} \dots$$

Agar a  $F_1$  sezilarli darajada kamroq  $F_2$  keyin  $\varepsilon_{np} = \varepsilon_1 \dots$

Yorqin gaz va uning atrofidagi qobiq o‘rtasida nurlanish orqali issiqlik uzatilishi tenglamalar bilan tavsiflanadi

$$q = \varepsilon'_w \varepsilon_g c_0 \left[ \left( \frac{T_g}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_w}{100} \right)^4 \right], \text{ Bm} / \text{M}^2$$

$$\varepsilon_g = \varepsilon_{CO_2} + \beta \varepsilon_{H_2O},$$

bu yerda:  $\varepsilon'_w = 0.5(1 + \varepsilon_w)$  - qobiqning qorayishining samarali darajasi;

$\varepsilon_g$  - gazning qorayish darajasi.

Gazning emissivligi chiqadigan gazning qisman bosimi va o‘rtacha uzunligini hisobga olgan holda nomogrammadan [9] aniqlanadi.  $l$  formulada aniqlanadigan nurli yo‘l

$$l = 3.6 \frac{V}{F},$$

bu yerda:  $V$  - chiqarilgan gaz hajmi,  $\text{M}^3$ ;  $F$  - qobiq yuzasi,  $\text{M}^2$ .

**Misol - 1** .Devorlari yog‘li bo‘yoq bilan bo‘yalgan xonada joylashgan silindrsimon po‘lat apparati yuzasidan nurlanish orqali issiqlik yo‘qotilishini aniqlang. Birlikning o‘lchamlari:  $H = 2 \text{ m}$ ;  $D = 1 \text{ m}$  . Xona o‘lchamlari: balandligi  $4 \text{ m}$ ; uzunligi  $10 \text{ m}$ ; kengligi  $6 \text{ m}$  Devorning harorati  $70^\circ\text{C}$ , xonadagi havo harorati  $200^\circ\text{C}$ . Shuningdek, radiatsiya va konveksiya bilan apparatning umumiy issiqlik yo‘qotishlarini aniqlang.

### Yechish:

(3.18) va (3.19) formulalar yordamida issiqlik yo‘qotilishini radiatsiya bilan hisoblaymiz:

$$Q_{\text{r}} = C_{1-2} F_1 \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]; C_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_q} \right) \frac{F_1}{F_2}} \dots$$

Bizning holatlarimizda:

$$T_1 = 273 + 70 = 343 \text{ K}; T_2 = 273 + 20 = 293 \text{ K};$$

$$F_2 = -dH + 2 \cdot 0.785D_2 = 3.14 \cdot 1 \cdot 2 + 2 \cdot 0.785 \cdot 12 = 7.85 \text{ m}^2;$$

$$F_2 = 2 (4-6 = 4-10 + 6-10) = 248 \text{ m}^2.$$

$F_2$  maydoni  $F_1$  maydoniga nisbatan katta bo'lgani uchun emissiya qobiliyati

$$C_{1-2} \approx C_1.$$

Oksidlangan po'lat uchun o'rtacha emissiya  $\epsilon = 0,85$  ga teng. Shuning uchun

$$C_1 = 5.47 \cdot 0.85 = 4.84 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4).$$

Radiatsiya natijasida issiqlik yo'qotilishi:

$$Q_{\text{r}} = C_1 F_1 \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] = 4,84 \cdot 7,85 (3,43^4 - 2,93^4) = 2490$$

Radiatsiya va konveksiya orqali umumiy issiqlik yo'qotilishi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$Q = aF_1 (t_{\text{st}} - t_{\text{air}}).$$

bu yerda:  $a$  - radiatsiya va konveksiya bilan issiqlik o'tkazishning umumiy koeffitsienti, formula bo'yicha aniqlanadi (6.12):

$$a = 9.74 + 0.07 \Delta t = 9.74 + 0.07 (70-20) = 13.2 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{T}_0).$$

Qurilmaning umumiy issiqlik yo'qotilishi:

$$Q = 13,2 \cdot 7,85 (70-20) = 5200 \text{ Vt}.$$

**Misol - 2.** Dan nurlanish orqali uzatiladigan issiqlikni aniqlang  $1\text{m}$  izolyatsiya qilinmagan quvur liniyasi diametri  $25\text{mm}$ . Agar uning sirt harorati  $100^\circ\text{C}$  va xonadagi devorlarning harorati  $t_w = 10^\circ\text{C}$ .

**Izoh:** Sifatida  $F_1$  sezilarli darajada kamroq  $F_2$  keyin  $\epsilon_{np} = \epsilon_1$ . Quvur materiallari uchun  $\epsilon_1 = 0,78 \div 0,82$ . Biz qabul qilamiz  $\epsilon_1 = 0,8$ ... Keyin

$$Q = \epsilon_1 c_0 \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] F_1 = 0.8 \cdot 5.67 \cdot 3.14 \cdot 0.025 \left[ \left( \frac{373}{100} \right)^4 - \left( \frac{283}{100} \right)^4 \right] = 43.7 \text{ Bm} / \text{m} \dots$$

**Misol –3.** Quvur diametri  $120_{MM}$  o'lchov kanaliga yotqizilgan  $400 \times 400_{MM}^2$ . Quvur liniyasi izolyatsiyasining sirt harorati bo'lsa, quvurning 1 m ga radiatsiya bilan issiqlik yo'qotilishini aniqlang.

**Misol - 4.** Elektr isitgich simining haroratini aniqlang, agar uning diametri va uzunligi mos ravishda teng bo'lsa:  $d = 0.5_{MM}$  va  $l = 2.5_M$ . Tel sirtining qorayishi  $\varepsilon = 0,9$  va atrofni mustahkamlashning harorati  $15^\circ C$ . Isitgich tomonidan iste'mol qilinadigan quvvat  $0,4$  kVt. Konvektiv issiqlik uzatishni e'tiborsiz qoldiring.

**Izoh:** Tel sirt maydoni

$$F = \pi dl = 3.14 \cdot 0.0005 \cdot 2.5 = 0.00393M^2$$

Simlarning harorati

$$T_1 = 100 \cdot \sqrt[4]{\frac{Q}{\varepsilon_{np} c_0 F_1} + \left(\frac{T_2}{100}\right)^4} = 1183K = 910^\circ C$$

**Misol - 5.** Tarkibida tutun gazlari  $15\%CO_2$  va  $7.5\%H_2O$ , o'lchamdagi to'rtburchaklar kanal bo'ylab o'tilgan  $600 \times 600_{MM}$  Bak ichidagi o'rtacha gaz harorati  $800^\circ C$  va gaz kanali yuzasining harorati  $600^\circ C$ . Yuzasi qora rang  $\varepsilon = 0,9$  Bak ichidagi bosim atmosferaga teng bo'lsa, uning uzunligining har bir metri uchun gazlardan tutun devorlariga nurlanish orqali qancha issiqlik uzatiladi?

**Qaror:** Bak uzunligi 1 m uchun o'rtacha nur yo'lining uzunligi

$$l = 3.6 \frac{V}{F} = 3,6 \cdot \frac{0,36}{2,4} = 0,54_M.$$

Keyin

$$pl_{CO_2} = 0.15 \cdot 0.54 = 0.081_M \cdot \text{bap};$$

$$pl_{H_2O} = 0.075 \cdot 0.54 = 0.0405_M \cdot \text{bap} \dots$$

Nomogramma bo'yicha [9] biz quyidagilarni topamiz:

$$\varepsilon_{CO_2} = 0.105;$$

$$\varepsilon_{H_2O} = 0.065;$$

$$\beta = 0.11\dots$$

Baca gazining qorayishi

$$\varepsilon_g = \varepsilon_{CO_2} + \beta \varepsilon_{H_2O} = 0.177 \dots$$

Yuzaki qora rang

$$\varepsilon'_w = 0.5(1 + \varepsilon_w) = \frac{0.9 + 1}{2} = 0.95 \dots$$

Radiatsiya issiqlik miqdorini beradi:

$$Q_l = \varepsilon'_w \varepsilon_g c_0 \left[ \left( \frac{T_g}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_w}{100} \right)^4 \right] F = 0.95 \cdot 0.177 \cdot 5.67 \left[ \left( \frac{1073}{100} \right)^4 - \left( \frac{873}{100} \right)^4 \right] \cdot 2.4 = 17140 \text{ Bm} / \text{m} \dots$$

### MISOLLAR

1. Agar sirt harorati 250 va bo'lsa, ikkita parallel g'isht yuzasi orasidagi nurlanish orqali issiqlik uzatilishini aniqlang 50°C. Sirtlarning emissivligi mos ravishda 0,85 va 0,93 ga teng. Issiqroq sirt alyuminiy qatlam bilan qoplangan bo'lsa, issiqlik uzatish qanday o'zgaradi? Alyuminiyning qora rangini 0,055 deb olish kerak.

2. Diametri bo'lgan trubada oqib chiqadigan tutun gazidan nurlanish orqali issiqlik uzatilishini aniqlang 850<sub>MM</sub> yong'in trubkasi qozoni, agar quvur devorining qorayishi 0,91 va uning harorati bo'lsa 180°C. Gaz harorati 1100°C. Gaz tarkibi:

$$r_{CO_2} = 14\%, \quad r_{H_2O} = 4.0\%.$$

3. Isitish pechining gaz kanalidagi chiqindi gazlarining o'rtacha harorati 900°C. Baca qoplamasining samarali emissivligi 0,8 ga teng. Agar gaz chiqarish darajasida nurlanish issiqligi 9400 Wt / m<sup>2</sup> bo'lsa, gaz kanalining ichki yuzasining haroratini aniqlang  $\varepsilon_g = 0.15$

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Suv qaynayotganda issiqlik uzatish koeffitsienti.
2. Radiant issiqlik almashinish.
3. Qaynash va kondensatsiya.
4. Suyuqliklarni sovutish va bug'ni kondensatsiyalanishi.

## 1.11 AMALIY ISH: MASSA ALMASHINISH JARAYONLARI. MASSA ALMASHINISH TURLARI.

**Mashg'ulotning maqsadi:** Massa almashinish jarayonlari. Massa almashinish turlari va asosiy kriteriyalari.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

1. Suyuqlik-gaz (bug') ikki komponentli sistemalarning tarkibini ifoda etish usullari 1 jadval keltirilgan.

1 jadval

<i>N<sub>o</sub> t/6</i>	<i>K o n s y e n t r a s i y a</i>	<i>A-komponent konsentratsiyasining belgilanishi</i>	
		<i>Suyuq fazada</i>	<i>Gaz fazada</i>
	Mol ulushi, kmol A/kmol(A+ B)	$\underline{x}$	$\underline{x}$
	Massaviy ulushi, kg A/k (A + B)	$x$	$y$
	Nisbiy mol konsentratsiya ulushi, kmol A/kmol B	$X$	$U$
	Nisbiy massaviy konsentratsiya ulushi, kg A/ t B	$X$	$U$
	Hajmiy mol konsentratsiya kmol A/m <sup>3</sup> (A + B)	$S_x$	$S_u$
	Hajmiy massaviy konsengra- siya, kg A/m <sup>3</sup> (A + B)	$S_x$	$S_u$

2. Gaz fazadagi komponent konsentratsiyasi uning partsial bosimi orqali ifodalanishi mumkin. Klapeyron va Dalton tenglamasiga binoan ideal gaz aralashmasining istalgan komponenti uchun massaviy (hajmiy) ulushi quyidagicha topiladi:

$$y = \frac{P}{\Pi}$$

bu yerda:  $r$  - gaz aralashmasi komponentining partsial bosimi;

$\Pi = p_A + p_B + p_S + \dots$  - gaz yoki bug'lar aralashmasining umumiy bosimi bo'lib, hamma komponentlarining umumiy bosimi.

3. Ideal eritmalar uchun fazalararo muvozanat qonuni.

a) Genri qonuni:

$$p^* = Y E \cdot \chi$$

$p^*$  - gaz aralashma komponentining parsial bosimi;  $\chi$  - suyuqlikdagi komponentning mol ulushi;  $YE$  - Genri koeffitsiyenti, suyuqlik va gazning temperaturasi va xossalriga bog'liq. Uning son qiymatlari ilovaning 74-jadvalida keltirilgan.

Agar (6.2) tenglamaga (6.1) ning  $p^* = u^* P$  ko'rinishini qo'ysak, quyidagi tenglamani olamiz:

$$u^* = t \cdot x$$

bu yerda:  $u^*$  - suyuqlik bilan muvozanatdagi gaz fazadagi komponentning mol ulushi  $t = YE/P$  - o'lchamsiz koeffitsiyenti  $t = \text{const}$  va  $P = \text{sonst}$  bo'lganda gaz-suyuqlik sistemasi uchun o'zgarmasdir.

b) Raul qonuni:

$$r^* = P \cdot x$$

bu yerda:  $r^*$  - suyuqlik ustidagi muvozanat sharoitidagi bug'-gaz aralashmasi komponentining partsial bosimi;  $P$  - toza komponent to'yingan bug'ining bosimi - temperaturaga bevosita bog'liqdir;  $x$  - suyuqliqdagi komponentning mol ulushi.

Agarda,  $p^* = u^* P$  ni (6.4) tenglamaga qo'ysak quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$y^* = \frac{P}{\Pi} \cdot \chi$$

bu yerda:  $u^*$  - suyuqlik bilan muvozanatdagi bug' fazadagi komponentning mol ulushi.

6. Fazalarni ajratuvchi yuza bo'ylab harakat qilganda, ularning konsentratsiyalari o'zgaradi. Natijada jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi ham o'zgaradi. Shu



sababli, modda o'tkazishni asosiy tenglamasiga o'rtacha harakatlantiruvchi kuch tushunchasi  $\Delta x_{ur}$  va  $\Delta u_{ur}$  kiritiladi:

$$M = K_u \cdot F \cdot \Delta u_{ur}$$

$$M = K_x \cdot F \cdot \Delta x_{ur}$$

bu yerda:  $M$  - tarqalgan modda massasi, kg;  $A$  – fazalarni ajratuvchi yuzasi, m<sup>2</sup>;  $\Delta x_{ur}$  yoki  $\Delta u_{ur}$  - modda almashinish jarayonining o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi.

$$\Delta x_{ur} = \frac{\Delta x_{ka} - \Delta x_{kich}}{2.3 \cdot \lg \frac{\Delta x_{ka}}{\Delta x_{kich}}}$$

$$\Delta y_{ur} = \frac{\Delta y_{ka} - \Delta y_{kich}}{2.3 \cdot \lg \frac{\Delta y_{ka}}{\Delta y_{kich}}}$$

bu yerda:  $\Delta u_{ka}$  - qurilmaning birinchi (yoki ikkinchi) chekkasidagi konsentratsiyalarning katta farqi;  $\Delta u_{ka}$  - qurilmaning ikkinchi (yoki birinchi) chekkasidagi konsentratsiyalarning kichik farqi.

Agarda,  $\Delta u_{ka} / \Delta u_{ka} < 2$  bo'lsa, texnikaviy hisoblar uchun modda o'tkazishning harakatlanuvchi kuchi o'rtacha arifmetik qiymat orqali topiladi:

$$\Delta x_{ur} = \frac{\Delta x_{ka} + \Delta x_{kich}}{2}$$

$$\Delta y_{ur} = \frac{\Delta y_{ka} + \Delta y_{kich}}{2}$$

### MISOLLARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-masala.** Suyuq aralashma tarkibi 58,8 % (mol) toluol va 41,2% (mol)  $CCl_4$  dan iborat. Toluolning nisbiy massaviy konsentratsiyasi

va ekstratsiyasi  $\bar{x} \left( \frac{kg.toluol}{kg.CCl_4} da \right)$  va uning hajmiy massaviy konsentratsiyasi  $C_x$  (kg/m<sup>2</sup>) aniqlansin.

### Yechish:

Toluolning nisbiy massaviy konsentratsiyasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\bar{X} = \frac{M_{molx}}{M_{CCl_4} \cdot (1 - x)}$$

bu yerda:  $M_{tol} = 92$  kg/kmol - toluolning mol massasi;  $M_{Cl_4} = 154$  kg/kmol;  $x$  - toluolning mol ulushi.

Son qiymatlarni formulaga qo'yib, quyidagi natijani olamiz:

$$\bar{X} = \frac{92 \cdot 0,588}{154 \cdot 0,412} = 0,853 \frac{kg.toluol}{kg.CCl_4}$$

Toluolning hajmiy massaviy konsentratsiyasi  $\bar{C}_x$  ni hisoblash uchun aralashmaning zichligi  $\rho_{ar}$  ni bilish zarur. Buning uchun, avval toluolning massaviy ulushi  $\bar{x}$  ni aniqlash kerak.

K.F.Pavlov va boshqalar kitobidagi [7] 6.2 - jadvaldan formula tanlab, so'ng hisoblanadi.

$$\bar{x} = \frac{X}{1 + \bar{X}} = \frac{0,853}{1,853} = 0,461$$

Ikkala fazalarning zichligi 28-jadvaldan topiladi:

toluol uchun	$\rho_{tol} = 870$ kg/m <sup>3</sup> ;	CCl <sub>4</sub> uchun	$\rho = 1630$ kg/m <sup>3</sup> ;
--------------	--	------------------------	-----------------------------------

Aralashtirish paytida hajm o'zgarmaydi deb hisoblab, 1 kg aralashmaning hajmini anqlaymiz:

$$\frac{0,461}{870} = \frac{0,539}{1630} = 0,862 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Aralashmaning zichligi esa,

$$\rho_{ar} = \frac{1}{0,862 \cdot 10^{-3}} = \frac{1160kg}{m^3}$$

Aralashma zichligini boshqa usul bilan ham topsa bo'ladi:

$$\rho_{ar} = \frac{1 - \bar{X}}{\frac{1}{\rho_{CCl_4}} + \frac{1}{\rho_{mol}}} = \frac{1 + 0,853}{\frac{1}{1630} + \frac{1}{870}} = 1160 \frac{kg}{m^3}$$

Toluolning hajmiy massaviy konsentratsiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\bar{S} = \rho \cdot \bar{x} = 1160 \cdot 0,461 = 535 \text{ kg/m}^3$$

## MASALALAR

1. O‘zaro hajmlari teng bo‘lgan benzol va nitrobenzol suyuqliklari aralashtirilgan. Aralashmaning hajmi tashkil etuvchi komponentlar hajmlari yig‘indisiga teng deb olib, aralashmaning zichligini, nitrobenzolning  $X$  solishtirma massaviy konsentratsiyasini va uning hajmiy molyar konsentratsiyasini  $C_x$  ni aniqlang.
2. Suyuq aralashmaning tarkibi quyidagilardan iborat: 20% xloroform, 40% atseton va 40% foizlar molekulyar holatda hisoblangan. Komponentlarni bir-biriga aralashtirish natijasida hajmlari o‘zgarmaydi deb hisoblab, aralashmaning zichligini hisoblab toping.
3. Havo etil spirtining bug‘i bilan to‘yintirilgan. Bu havo-bug‘ aralashmasining umumiy bosimi 600 mm.sim.ust, temperaturasi 60°C. Ikkala tashkil etuvchilar ideal gaz hisoblanib, aralashmadagi etil spirtining nisbiy massaviy konsentratsiyasi  $Y$  va aralashma zichligini aniqlang.
4. Tarkibida 26% vodorod 60% metan va 14% etilen gazlari bo‘lgan aralashma bosimi  $P_{abs} - 40 \text{ kgk/sm}^2$  va temperaturasi 20°C (% molyar holatda hisoblangan). Aralashma gazlarini ideal hisoblab, ularning hajmiy massaviy konsentratsiyalarini  $C_y$  ( $\text{kg/m}^3$ ) aniqlang.
5. Atmosfera bosimi ostida binar aralashma bug‘lari tarkibida 50% xloroform va 50% benzol bo‘lgan, tarkibida 44% xlorofori va 56% (% molyar holatda hisoblangan) benzol bo‘lgan suyuqlik bilan to‘qnashmoqda.

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Ideal eritmalar uchun fazalar aro muvozanat qonuni.
2. Jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi.
3. Ideal eritmalar uchun fazalararo muvozanat qonuni.
4. Ideal gaz aralashmasining istalgan komponenti uchun massaviy (hajmiy) ulushi.

## 1.12 AMALIY ISH: ABSORBSIYA. REKTIFIKATSIYA VA HAYDASH

**Mashg'ulotning maqsadi:** Absorbsiya. Rektifikatsiya va haydash jarayonlarini o'rganish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

### ABSORBSIYA

Modda o'tkazish va berish koeffitsiyentlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun fazalarni ajratib turuvchi yuzada muvozanat holati o'rnatilgan deb faraz qilinadi. Bu hol fazalarni ajratuvchi chegaradan moddaning o'tishiga qarshilik yo'q degan ma'noni bildiradi. Natijada fazaviy qarshiliklarning additivlik qoidasi kelib chiqadi. Asosan  $K$  va  $\beta$  o'rtasida quyidagi bog'liqliklar bor:

Bu tenglamalarning chap tomonlari moddaning bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishi uchun umumiy qarshilikni tomonlari esa fazalardagi modda berish jarayonining qarshiliklari yig'indisini bildiradi.

Agarda, asosiy diffuziya qarshiligi gaz fazada, ya'ni

$$\frac{m}{\beta_x} \ll \frac{1}{\beta_y}$$

bo'lsa,

$$K_u \approx \beta_u$$

Agarda, asosiy diffuziya qarshiligi suyuqlik fazada, ya'ni

$$\ll \frac{1}{\beta_x}$$

bo'lsa,

$$K \approx \beta_u \text{ bo'ladi}$$

Olingan natijalarni va yuqoridagi formulalar tahlil qilinsa, quyidagi ko'rinishdagi tenglama kelib chiqadi:

$$K_y = \frac{K_x}{m}$$

8. Turg'un modda almashinish jarayonlarining o'xshashlik diffuzion kriteriyalari.

Nussult diffuziya kriteriyasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = \frac{\beta \cdot l}{D}$$

Pekle diffuziya kriteriyasi esa:

$$Pr' = \frac{w \cdot l}{D}$$

Prandtl diffuziya kriteriyasi esa:

bu yerda:  $\nu$  - kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti,  $m^2/s$ ;  $D$  molekulyar diffuziya koeffitsiyenti,  $m^2/s$ .

9. Agarda, biror A gazning V gazda (yoki V gazning A gazdagi) molekulyar diffuziya koeffitsiyentlarining tajribaviy natijalari yo'q bo'lsa, uning koeffitsiyentini quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

$$Dg = \frac{4,3 \cdot 10^{-7} \cdot T^{1,5}}{\rho \cdot (V_A^{0,33} + V_V^{0,33})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_V}}$$

bu yerda:  $Dg$  - diffuziya koeffitsiyenti,  $m^2/s$ ;  $T$  - temperatura K;  $P$  - bosim (absolyut),  $kg/cm^2$ ;  $M_A$ ,  $M_V$  - A va V gazlarning mol massasi;  $v_A$ ,  $v_B$  - A va V gazlarning mol hajmi.

Biror  $T^1$  temperatura bosimi  $P^1$  da diffuziya koeffitsiyenti  $D_1$  ma'lum bo'lsa,  $T^1$  va  $P^2$  dagi diffuziya koeffitsiyenti quyidagi formula yordamida topilishi mumkin:

$$D_2 = D_1 \cdot \frac{P^1}{P^2} \cdot \left( \frac{T^2}{T^1} \right)^{1,5}$$

Temperaturasi  $20^\circ C$  suyuqlikdagi diffuziya koeffitsiyentini ushbu formula orqali taxminan hisoblash mumkin:

$$D_s = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{A \cdot B \cdot \sqrt{\mu \cdot (V_A^{0,33} + V_V^{0,33})^2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_V}}$$

bu yerda:  $\mu$  - dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti.

Suvda erigan ba'zi moddalar uchun A koeffitsiyentning son qiymatlari:

Gazlar uchun	$A = 1,0$
Etil spirti uchun	$A = 1,24$
Metil spirti uchun	$A = 1,29$
Sirka kislotasi uchun	$A = 1,27$

V ko'effitsiyentning son qiymatlari:

Suv uchun	$V = 4,7$
Etil spirti uchun	$V = 2,0$
Metil spirti uchun	$V = 2,0$
Atseton uchun	$V = 1,15$
Assotsiatsiyalanmagan suyuqliklar uchun	$V = 1,0$

Ma'lum bir  $t$  temperaturada suyuqlikda erigan gazning diffuziya ko'effitsiyenti  $D$  ning diffuziya ko'effitsiyenti  $D_{20}$  ( $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada) bilan bog'liqligi ushbu taxminiy formula orqali ifodalanadi:

$$D_1 = D_{20} \cdot [1 + b \cdot (t - 20)]$$

bu yerda:  $b$  - temperatura ko'effitsiyenti va u ushbu empirik tenglama yordamida aniqlanishi mumkin.

$\mu$  -  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada suyuqlikning dinamik qovushqoqlik ko'effitsiyenti,  $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ,

Suvda erigan ayrim gazlarning diffuziya ko'effitsiyentlari 1 - jadvalda keltirilgan.

### MISOLLARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-masala.**  $1000 \text{ m}^3/\text{soat}$  miqdordagi gaz aralashmasidan butan va propanni to'liq ajratib olish uchun mol massasi  $224 \text{ kg/kmol}$ - suyultuvchining nazariy minimal sarfi aniqlansin. Gaz aralashmasi tarkibida 15% (hajmiy) propan va 10% (hajmiy) butan bor. Absorber ichidagi bosim  $3 \text{ kgf/cm}^2$ , temperatura esa  $30^{\circ}\text{C}$ . Propan va butanning yutuvchida erishi Raul qonuni bilan ifodalanadi.

#### Yechish:

Skrubberdan oqib chiqayotgan yuvuvchi tarkibidagi propanning maksimal konsentratsiyasi (6.5) formuladan topiladi:

$$x_p^* = \frac{P}{R_p} \cdot y_p = \frac{294}{981} \cdot 0,15 = 0,045$$

bu yerda:  $r_p = 981 \text{ kPa}$  ( $10 \text{ kgk/sm}^2$ ) -  $30^\circ\text{C}$  temperaturadagi propanning to'yingan bug'i bosimi.

Gaz aralashmadan yutilishi kerak bo'lgan propan miqdori ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$G_p = \frac{V \cdot y_p}{22,4} = \frac{1000 \cdot 0,15}{22,4} = 6,7 \frac{\text{kmol}}{\text{soat}}$$

Propanni yutish uchun yutuvchining minimal sarfi ushbu tenglamadan topiladi:

$$\frac{L_{min} \cdot x_p}{1 - x_p} = G_p$$

Undan

$$L_{min} = \frac{G_p \cdot (1 - x_p^*)}{x_p^*} = \frac{6,7 \cdot 0,955}{0,045} = 142 \frac{\text{kmol}}{\text{soat}}$$

yoki

$$142 \cdot 22,4 = 31800 \frac{\text{kg}}{\text{soat}}$$

Skrubberning pastki qismidan oqib chiqayotgan yutuvchi tarkibidagi eng ko'p bo'lishi mumkin bo'lgan butan konsentratsiyasi quyidagi hisoblanadi:

$$x_b^* = \frac{P}{R_b} \cdot y_b = \frac{294}{265} \cdot 0,10 = 0,11$$

bu yerda:  $r_b = 265 \text{ kPa}$  -  $30^\circ\text{C}$  temperaturadagi butanning to'yingan bug'i bosimi.

Yutilayotgan butan miqdori

$$G_b = \frac{V \cdot y_b}{22,4} = \frac{1000 \cdot 0,10}{22,4} = 4,47 \frac{\text{kmol}}{\text{soat}}$$

Butanni yutish uchun yutuvchining minimal sarfi ushbu tenglamadan topiladi:

$$L_{min} = \frac{G_b \cdot (1 - x_b^*)}{x_b^*} = \frac{4,47 \cdot 0,89}{0,11} = 36,1 \frac{\text{kmol}}{\text{soat}}$$

Propan uchun

Butan uchun

$$L_{min} = 142 \frac{\text{kmol}}{\text{soat}}$$

$$L_{min} = 36,1 \frac{\text{kmol}}{\text{soat}}$$

Butanni to'liq yutishi uchun zarur yutuvchining minimal sarfi, propanni yutishga keragidan ancha kam bo'ladi

Demak, miqdordagi yutuvchida butan to'liq yutiladi.

## REKTIFIKATSIYA VA HAYDASH

1. Oddiy haydash tenglamasi:

$$\ln \frac{F \cdot x_p}{W \cdot x_w} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{y^* - x}$$

bu yerda: F - haydalgan aralashmaning boshlang'ich miqdori; W - haydash jarayonidan so'ng kubda qolgan suyuqlik miqdori, u va x - bug' va suyuqlikdagi yengil uchuvchan komponentning muvozanat konsentratsiyalari;  $x_r$  - boshlang'ich aralashmadagi yengil uchuvchan komponent miqdori;  $x_w$  - haydash jarayonidan so'ng hosil bo'lgan qoldiqlikda yengil uchuvchan komponent miqdori. Haydalgan suyuqlikning o'rtacha tarkibi quyidagi formula orqali topiladi:

$$x_d = \frac{F \cdot x_p - W \cdot x_w}{F - W}$$

2. Suvda erimaydigan suyuqliklarni bug' yordamida haydash paytidagi bug'ning sarfi ushbu formula yordamida hisoblanadi:

$$G_B = G \frac{M_B \cdot (n - n_1)}{M \cdot P \cdot \varphi}$$

bu yerda:  $G_B$  - haydalgan suyuqlik bilan ketayotgan suv bug'i miqdori kg; M va  $M_B$  suv va haydalgan aralashmaning mol massasi; P-haydash temperaturasidagi haydalayotgan suyuqlik to'yingan bug'ning bosimi P-aralashma bug'larining umumiy bosimi;  $\varphi$  - 0,7- 0,8.

Ikki komponentli A va V fazalarning tarkibi mol foizlar (% mol) va ulushlarda:

$$x_{mol} = \frac{\text{kmol} A}{\text{kmol} (A + B)} \cdot 100$$

massaviy foiz (% mas) va ulushlarda:

$$x_{mas} = \frac{\text{kg} A}{\text{kg} (A + V)} \cdot 100$$

hajmiy foiz (% hajm) va ulushlarda:

$$x_{hajm} = \frac{m^3 \cdot A}{m^3 \cdot (A + V)} \cdot 100$$

ifodalanishi mumkin.

Bu yerda: x - suyuq fazadagi yengil uchuvchan A komponentning



konsentratsiyasi.

Konsentratsiyalar o'rtasidagi nisbatlar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$x_{hajm} = \frac{x_{hajm} \cdot \rho_D}{\rho_{AXhajm}}$$
$$x_{hajm} = \frac{x_{mas} \cdot \rho_{AXhajm}}{\rho_A}$$

bu yerda: – 20°C temperaturada toza komponent A ning zichligi, kg/m<sup>3</sup> (14.jadvaldan topiladi);  $\rho_{AX}$  hajm – 20°C hajmiy konsentratsiyada A komponentning zichligi, kg/m<sup>3</sup> (23-jadvaldan topiladi)

$$x_{mol} = \frac{\frac{x_A \cdot 100}{M_A}}{\frac{x_{mas}}{M_A} + \frac{100 - x_{mas}}{M_B}}$$
$$x_{mol} = \frac{x_{mol} \cdot M_A \cdot 100}{x_{mol} \cdot M_A + (100 - x_{mol}) \cdot M_B}$$

$M_A$  va  $M_B$  - A va B toza komponentlarning mol massasi, kg/mol (20-jadvaldan olinadi).

Suv spirt aralashmasi uchun massaviy foizdan mol foizga o'tish ushbu formula yordamida amalga oshirilishi mumkin:

$$x_{mol} = \frac{x_{mas}}{256 - 1,58 \cdot x_{mas}}$$

Binar aralashmalar mol massasi (kg/kmol) kuyidagi formuladan topiladi:

$$M = \frac{100}{\frac{x_{mas}}{M_A} + \frac{100 - x_{mas}}{M_B}}$$

3. Uzluksiz ishlatsdigan rektifiksiya kolonnasining moddiy balans tenglamasi

kuyidagi ko'rinishga ega:

$$G_{bosh} = G_D + G_K$$

$$G_{bosh} \cdot X_{bosh} = G_D \cdot X_{Dk} + G_K \cdot X_K$$

bu yerda:  $G_{bosh}$ ,  $G_D$ ,  $G_K$  aralashma, distillyat va kub qoldiqlarining massaviy yoki mol sarf  $X_{bosh}$ ,  $X_D$ ,  $X_K$  – aralashma, distillyat va kub qoldiqlariga yengil uchuvchan komponentning massaviy yoki mol miqdori.

4.Ish chiziq tenglamalari:

a) Kolonnaning yuqorigi bug' tarkibini oshiruvchi qismi uchun ish chizig'i



$$R_{min} = \frac{x_D - y_p^x}{y_p^x - x_p}$$

bu yerda:  $x_D$  – yengil uchuvchan komponentning distillyatdagi mol ulushi,  $x_G$  – xuddi shu, faqat kolonnaning boshlang‘ich suyuqligida;  $u_G$  – xuddi shu, faqat boshlang‘ich suyuqlikning muvozanat bug‘ida.

Minimal flegma soni:

$$R_{min} = \frac{x_D - B_0}{B_0}$$

Formula yordamida ham hisoblasa bo‘ladi.  $V_0 - 1$  – rasmdan, muvozanat chizig‘ining ordinata o‘qilagi kesmasining qiymati. Haqiqiy flegma soni tahminiy usul bilan ushbu tenglikdan topiladi ya’ni,

$$R = \varphi \cdot R_{min} \square$$

bu yerda:  $\varphi > 1$  – flegmaning ko‘proq olinishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, odatda  $\varphi = 1.04 - 1.05$  .

Rektifikatsion kolonnalarni hisoblashda flegmaning haqiqiy soni quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

6. Uzluksiz ishlaydigan rektifikatsion kolonna uchun quyidagi issiqlik balansini tuzish mumkin:

$$Q_K + Q_F \cdot i_F = Q_D + G_D \cdot i_D + G_W \cdot i_W + Q_{yuk}$$

bu yerda:  $Q_K$  – qaynayotgan suyuqlikga isituvchi bug‘dan o‘tayotgan issiqlik miqdori, Vt;  $Q_D$  - deflegmatorla kondensitsiyalanayotgan bug‘lardan sovituvchi suv yordamida olinayotgan issiqlik miqdori, V;  $Q_{yuk}$  – atrof muhitga issiqlikning yo‘qotilishi, Vt;  $i_G$ ,  $i_d$ ,  $i_W$  - boshlang‘ich suyuqlik, distillyat va kub qoldig‘i entalpiyalari.

Olingan (7.21) tenglamadan  $Q_K$  ni topish mumkin:

$$Q_K = Q_D + G_D \cdot t_D + G_W \cdot c_W \cdot t_W + G_F \cdot c_F \cdot t_F + Q_{yuk}$$

bu yerda:  $c_D$ ,  $s_G$ ,  $s_W$  o‘rtacha solishtirma sig‘imlar, J/(kg·K)  $t_D$ ,  $t_G$ ,  $t_W$  tegishli temperaturalar, °C .

Deflegmatorda sovituvchi suvga o‘tgan issiqlik sarjlari ushbu formulada hisoblanadi:

$$Q_D = G_\partial \cdot (1 + R) \cdot r_\partial$$

$R$  – flegma soni;  $r_D$  – deflegmatorda bularning konlensatsiyalash solishtirma issiqligi, J/kg .

7. Tarelkali rektifikatsion kolonnaning diametri quyilagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}}$$

bu yerda:  $V$  – kolonnadan o‘tgan bug‘ sarfi, m<sup>3</sup>/c;  $w$  – bug‘ tezligi m/s.

Ko‘p qo‘llaniladigan bug‘ning tezligi esa, ushbu formuladan topiladi:

$$w = C \cdot \sqrt{\frac{p_c - p_b}{p_b}}$$

Agarda  $r_c \gg r_b$  bo‘lsa,

$$w = C \cdot \sqrt{\frac{p_c}{p_b}}$$

8. Rektifikatsion kolonna balandligi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanali:

$$H_T = (n - 1) \cdot h \quad (18)$$

$n$  – tarelkalar soni,  $h$  - tarelkalar orasidagi masofa. Taxminiy hisoblar uchun tarelkalar sonini ularning o‘rtacha f.i.k orqali aniqlash mumkin:

$$n = \frac{n_T}{\eta}$$

$n_T$  - tarelkalar nazariy soni.

### MISOLLARNI ISHLASH NAMUNASI

**1-masala.** Benzon 40% (mol) va toluoldan 60% (mol) tashkil topgan.  $60^\circ \text{C}$  li suyuq aralashma uchun bug‘ fazasining muvozanat tarkibi hisoblansin. Aralashma Raul qonuni bilan harakterlanadi. Atmosfera bosimi 760 mm.sim.ust. va temperatura  $90^\circ \text{C}$  da qaynaydigan, benzol va toluolning suyuq aralashmasining tarkibi aniqlansin.

#### Yechish:

rasmdan  $60^\circ \text{C}$  uchun benzoliga toluolning to‘yingan bug‘larining bosimini topamiz: benzol uchun -  $R_B = 385$  mm.sim.ust. va toluol uchun -  $R_T = 140$  mm.sim.ust

Benzol va toluol uchun parsial bosimlar ushbu formaladan aniqlanadi:

$$P_b = P_b^* \cdot x_b = 385 \cdot 0,4 = 154 \text{ mm.sim.ust}$$

$$P_T = P_T^* \cdot x_T = P_T^* \cdot (1 - x_b) = 150 \cdot (1 - 0,4) = 84 \text{ mm.sim.ust}$$

Umumiy bosim esa,

$$P = r_b + r_T = 154 + 84 = 238 \text{ mm.sim.ust}$$

Bug' fazasining tarkibi ushbu tenglama orqali aniqlanadi:

$$y_b = \frac{p_b}{P} \cdot \frac{154}{238} = \mathbf{0,648}$$

Demak, muvozanatdagi bug' tarkibida 64.8% (mol) benzol va 35.2% (mol) toluol bor.

Artosfera bosimi 760 mm.sim.ust. va temperatura  $90^\circ$  C da qaynaydigan, benzol va toluolning suyuq aralashmasining tarkibi uchun ushbu tenglamani yozamiz:

$$P = r_b \cdot x_b + R_T \cdot x_T$$

Yoki

$$760 = 1013 \cdot x_b + 408 \cdot (1 - x_b)$$

Undan  $x_B = 58,3 \%$ ;  $x_T = 41,7 \%$

bu yerda: 1013 va 408 (mm.sim.ust.) – toza benzol va toluolning  $90^\circ$  C dagi to'yingan bug'larning bosimi.

**2-masala.** Aralashma Raul qonuni bilan xarakterlanadi. Atmosfera bosimida benzol-toluol aralashmasi uchun  $t - x$ ,  $y$  va  $y^* - x$  koordinatalarida muvozanat diagrammasini quring va fazalarning muvozanat tarkibini hisoblang.

### Yechish:

Fazalarning muvozanat tarkibi quyidagicha aniqlanadi:

$$r_b = R_b \cdot x; \quad r_T = R_T \cdot (1 - x)$$

Dalton qonuniga binoan

$$P = r_b + r_T = R_b \cdot x + R_T \cdot (1 - x)$$

Bunda

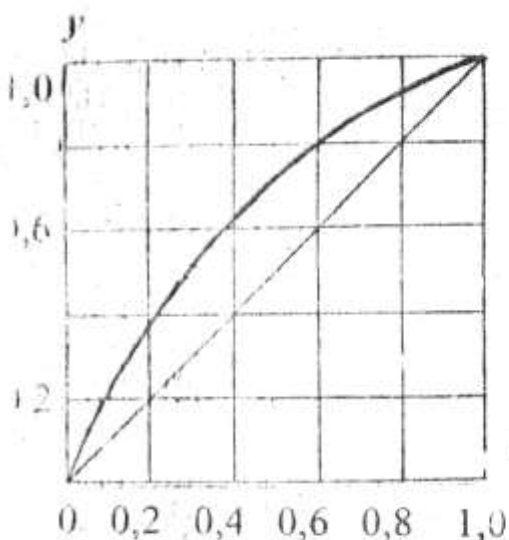
$$x = \frac{P - R_T}{R_b - R_T}$$

(6.5) formulaga binoan

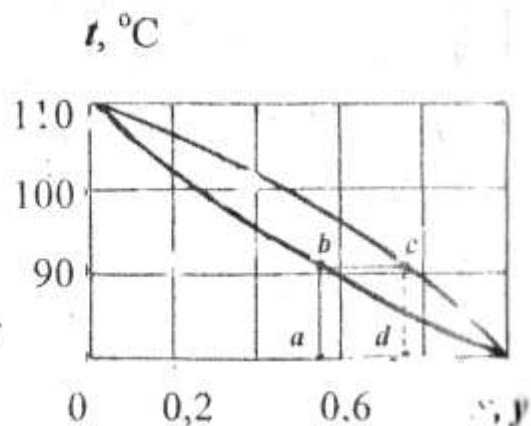
$$y = \frac{R_b}{P} \cdot x$$

Olingan natijalar 1 – jadvalda keltirilgan va 2, 3 rasmlarda grafik holda tasvirlangan.

t, °C	P <sub>b</sub> mm. simob ustuni	P <sub>T</sub> mm. simob ustuni	P mm. simob ustuni	$x = \frac{P - R_T}{R_b - R}$	$y = \frac{R_b}{P} \cdot x$
80	760	300,0	780	1	1
84	852	333,0	760	$\frac{760 - 333}{852 - 333} = 0,823$	$\frac{852}{760} \cdot 0,823 = 0,922$
88	957	379,5	760	$\frac{760 - 379,5}{957 - 379,5} = 0,659$	$\frac{957}{760} \cdot 0,659 = 0,830$
92	1078	432,0	760	$\frac{760 - 432}{1078 - 432} = 0,508$	$\frac{1078}{760} \cdot 0,508 = 0,720$
96	1204	492,5	760	$\frac{760 - 492,5}{1204 - 492,5} = 0,376$	$\frac{1204}{760} \cdot 0,376 = 0,596$
100	1344	559,0	760	$\frac{760 - 559}{1344 - 559} = 0,256$	$\frac{1344}{760} \cdot 0,256 = 0,453$
104	1495	625,5	760	$\frac{760 - 625,5}{1495 - 625,5} = 0,155$	$\frac{1495}{760} \cdot 0,155 = 0,304$
108	1659	704,5	760	$\frac{760 - 704,5}{1659 - 704,5} = 0,058$	$\frac{1659}{760} \cdot 0,058 = 0,128$
110	1748	760,0	780	0	0



7.2-рasm.  $y' - x$  диаграмма.



7.3-рasm.  $t - x, y$  диаграмма.  
(7.15 - масалага ҳам оид.)

3-masala. Kondensatordan chiqayotgan distillyat konsentratsiyasi  $x = 71,2 \%$  (hajmiy) flegma soni  $R_{\min}$  bo'lsa, deflegmatorga kirayotgan bug' konsentratsiyasi va flegmadagi etil spirt konsentratsiyasi aniqlansin.

### Yechish:

Hisoblash ketma-ketligi quyidagicha bo'ladi:

1. (7.1) va (7.8) formulalar orqali % (hajmiy) konsentratsiyasi % (mass) va (mol) larga qayta hisoblanadi.

$$x_D = 71,2\% \text{ (hajmiy)} = 63\% \text{ (mas)} = 40,8\% \text{ (mol)}$$

2. 27-jadval ma'lumotlari asosida  $t - x, y$  diagramma ko'riladi (7.3-rasm). Ushbu diagrammadan, distillyat konsentratsiyasi  $x_d = 40,8 \%$  (mol) uchun flegmani konsentratsiyasi  $x_f = 8,0 \%$  (mol) topamiz.

3.  $a + b = (40,8 - 8,0) = 32,8 \%$  (mol) kesmaning qiymati topiladi.

Flegma soni

$$R_f = 1,9 = \frac{a}{b} \quad da$$

$$\frac{a}{1,9} + a = 32,8 \%$$

Demak,  $a = 21,5 \%$

Kesma  $a$  ning qiymati nuqta 1 ning o'rnini aniqlashga yordam beradi va unga qarab bug'ning konsentratsiyasi  $U_b = 19,6 \%$  (mol) yoki  $38,2 \%$  (mass) topiladi.

## MASALALAR

1. Benzol va toluol aralashmasi 760 mm.sim ust bosimi ostida va 95°C temperaturada qaynalmoqda. 95°C temperaturada benzolning to'yingan bug'i bosimi 480 mm sim ust niga teng. Aralashma Raul qonuni bo'yicha xarakterlanadi deb hisoblab, qaynayotgan suyuqlikning tarkibini aniqlang. Agarda suyuqlikdagi touol miqdori 2 barobar kam bo'lsa, shu temperatura suyuqlik qanday bosimda qaynashi mumkin?
2. 50% °C temperaturada metil spirti-suv aralashmasi uchun suyuqlik va bug' muvozanat holat tarkiblarini quyidagi 2 shart bo'yicha aniqlang: a) 300 mm.sim.ust. bosim ostida va b) 300 mm.sim.ust bosimi ostida bo'lganda aniqlang. Aralashma Raul qonuni bo'yicha harakatlanadi deb olinsin.

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Absorbsiya, rektifikatsiya va haydash.
2. Nussult diffuziya kriteriysi, Pekle diffuziya kriteriysi.
3. Flegma soni.
4. Oddiy haydash tenglamasi.

### 1.13 AMALIY ISH: EKSTRAKSIYA. <SUYUQLIK-SUYUQLIK>, <QATTIQ JISM-SUYUQLIK> SISTEMASIDA EKSTRAKSIYALASH.

**Mashg'ulotning maqsadi:** Ekstraksiya. <suyuqlik-suyuqlik>, <qattiq jism-suyuqlik> sistemasida ekstraksiyalash jarayonini o'rganish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Eritmalar yoki qattiq moddalar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni erituvchilar yordamida ajratib olish jarayoni **ekstraksiyalash** deyiladi. Bu jarayon ikki turga bo'linadi; a) suyuqliklarni ekstraksiyalash; b) qattiq materiallarni



ekstraksiyalash.

Eritmalar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni tanlab ta'sir qiluvchi erituvchilar – ekstraktorlar yordamida ajratib olish jarayoni *suyuqliklarni ekstraksiyalash* deyiladi. Suyuq aralashma bilan erituvchi o'zaro aralashirilganda erituvchida faqat kerakli komponentlar yaxshi eriydi, qolgan komponentlar esa juda yomon yoki butunlay erimaydi.

Ekstraksiyalash jarayoni asosan rektifikatsiyalash kabi suyuqlik aralashmalarini ajratish uchun ishlatiladi. Bu usullarning qaysi birini tanlash aralashmalar tarkibidagi moddalarning xossalariga bog'liq. Rektifikatsiyalash jarayoni odatda issiqlik ta'sirida boradi. Ekstraksiyalashni amalga oshirish uchun issiqlik talab etilmaydi. Rektifikatsiyalash aralashma komponentlarining har xil uchuvchanliklariga asoslanadi. Agar aralashma komponentlarining qaynash temperaturalari bir-biriga yaqin yoki ular yuqori temperaturalarga beqaror bo'lsa, bunday hollarda ekstraksiyalash jarayoni qo'llaniladi. Tanlab olingan erituvchining zichligi ekstraksiyalanishi lozim bo'lgan suyuqlik zichligidan kam bo'lishi shart.

### **Suyuqlik – suyuqlik sistemalarining muvozanati**

Suyuqlik – suyuqlik sistemalarining faza muvozanati orqali ekstrakt va rafinatning chegara konsentratsiyalarini aniqlash mumkin. Muvozanat kattaliklari kerakli erituvchini tanlashda, jarayonning texnologik sxemasini tuzishda, apparatning o'lchamlarini aniqlashda, dastlabki eritma va erituvchilar oqimlarining optimal nisbatini topishda hamda jarayonning boshqa shart-sharoitlarini bilishda ishlatiladi.

Ajratilayotgan komponent – komponentning fazalar bo'yicha tarqalish muvozanat sharti orqali aniqlanadi. Eng oddiy holatda, agar erituvchi va dastlabki suyuqlik bir-birida butunlay erimasa muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

$$y = Kx, \quad (1)$$

bu yerda:  $y$  – ajratilayotgan komponentning ekstrakt tarkibidagi konsentratsiyasi;  $x$  – ajratilayotgan komponentning rafinat tarkibidagi konsentratsiyasi;  $K$  – tarqalish koeffitsienti.

### Ekstraksiyalash jarayonining tezligi

Suyuqliklarni ekstraksiyalashda ikkita suyuq faza o'rtasida modda almashinish jarayoni yuz beradi, ajratib olinishi lozim bo'lgan komponent bitta suyuqlikdan ikkinchisiga o'tadi. Fazalar o'rtasida kontakt yuzasini ko'paytirish uchun suyuqliklardan biri ma'lum o'lchamli mayda tomchilarga ajratiladi. Bunda bitta suyuqlik apparatning hajmi bo'yicha (yoki kontakt qurilmasining ustida) uzluksiz yoki yaxlit joylashgan bo'ladi, ikkinchi suyuqlik esa tomchi holida bo'ladi. Birinchi suyuqlik yaxlit yoki *dispersion faza* deb, tomchi holidagi suyuqlik esa *dispers faza* deb yuritiladi.

Tomchi ichida diffuzion qarshilik fazaning diffuzion qarshiligiga nisbatan ancha kam. Bunda modda o'tkazish faqat tarqalgan fazadagi diffuzion qarshilik orqali aniqlanadi. Modda o'tkazish koeffitsienti modda berish koeffitsientiga teng deb olinadi, ya'ni  $K_x = \beta_c$ . Bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan moddaning miqdori quyidagi tenglamadan topiladi:

$$M = \beta_c \cdot \Delta x \cdot F, \quad (3)$$

bu yerda:  $\Delta x$  – jarayonning harakatlantiruvchi kuchi;  $F$  – fazalarning kontakt yuzasi.

Modda berish koeffitsienti  $\beta_c$  quyidagi taxminiy kriterial tenglama orqali topilishi mumkin:

$$Nu_c = 1,13 \cdot Pe_c^{0,5}, \quad (4)$$

bu yerda:  $Nu_c = \beta_c \cdot d/D_c$  – yaxlit faza uchun Nusselt kriteriysi;  $Pe_c = \omega \cdot d/D_c$  – yaxlit faza uchun Pekle kriteriysi;  $\beta_c$  – yaxlit faza bo'yicha modda berish koeffitsienti, m/s;  $D_c$  – moddaning yaxlit fazadagi diffuziya koeffitsienti, m<sup>2</sup>/s;  $\omega$  – tomchining diametri, m;  $w$  – tomchining yaxlit fazadagi nisbiy harakat tezligi.

Yaxlit va dispers fazalardagi diffuzion qarshiliklarni hisobga olmaslik mumkin emas, bunda moddaning ikkala faza bo'ylab tarqalishi e'tiborga olinadi. Modda berish koeffitsientlarini hisoblashda (4) va (6) tenglamalardan foydalanish

mumkin. Soʻngra modda oʻtkazish koeffitsientlari quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_d} + \frac{A_p}{\beta_c}} \quad (7)$$

yoki

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{\beta_d \cdot A_p} + \frac{1}{\beta_c}}; \quad (8)$$

bu yerda:  $A_p$  – tajriba orqali topiladigan koeffitsient. Bu koeffitsient quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$A_p = K \frac{\rho_a}{\rho_c}, \quad (9)$$

bu yerda:  $\rho_a$  – ekstraktsiya qilinayotgan suyuqlik zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $\rho_c$  – erituvchi zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $K$  – tarqalish koeffitsienti.

Bir fazadan ikkinchi fazaga tarqalgan modda miqdori modda oʻtkazishning asosiy tenglamalari orqali topiladi:

$$M = K_y \cdot \Delta y \cdot F \quad (10)$$

yoki

$$M = K_x \cdot \Delta x \cdot F. \quad (10a)$$

### **Ekstraksiyalash apparatlarini hisoblash**

Ekstraktorlarni hisoblashdan asosiy maqsad ularning asosiy oʻlchamlarini topishdir. Apparatning asosiy oʻlchami uning diametri va balandligi hisoblanadi. Ekstraksiyalash apparatlarining koʻpchilik tiplarini hisoblash usullari usullari yaxshi ishlab chiqilmagan, chunki umulashtirish uchun tajriba natijalari yetarli emas, bundan tashqari, tadqiqot ishlari oʻlchamlari kichik boʻlgan apparatlarda olib borilgan.

Sanoatda gʻalvirsimon tarelkali ekstraktorlar ancha koʻp ishlatiladi, shu sababli misol tariqasida shu apparatlarning hisoblash tartibi bilan tanishamiz.

Dispers (yoki tomchi) fazaning sarfi  $G$  bo'yicha tarelkaning perforatsiya qilingan (ya'ni teshiklari bo'lgan) qismining yuzasi hisoblanadi:

$$F_1 = \frac{G}{3600\rho_d \cdot \varepsilon \cdot \omega_0};$$

bu yerda:  $\rho_d$  – dispers fazaning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $\omega_0$  – tomchining nisbiy tezligi  $\omega_0 = 0,15 - 0,30$  m/s;  $\varepsilon$  – tarelkaning perforatsiyalangan qismi erkin kesimining koeffitsienti, bu koeffitsient teshiklari uchburchaklik bo'yicha joylashtirilganda quyidagiga teng:

$$\varepsilon = 0,907 \frac{d_0^2}{t^2};$$

bu yerda:  $t$  – teshiklar qadami.

Yaxlit fazaning sarfi  $L$  bo'yicha tarelkadagi quyilish trubkasining yuzasi topiladi:

$$F_2 = \frac{L}{3600\rho_c \cdot \omega_n},$$

bu yerda:  $\rho_c$  – yaxlit yuza zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $\omega_n$  – bu fazaning trubkadagi tezligi, m/t.

Quyilish trubkasidagi yaxlit faza oqimi orqali olib ketilayotgan mayda tomchilarning diametri yordamida  $\omega_n$  ning qiymatini aniqlash mumkin:

$$\omega_n = \frac{\Delta\gamma \cdot d_{mt}^2}{18 \cdot \mu_c},$$

bu yerda:  $\mu_c$  – yaxlit fazaning dinamik qovushqoqligi,  $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$ ;  $\Delta\gamma$  – dispers va yaxlit fazalarning solishtirma massalari orasidagi farq  $\text{N/m}^3$ .

## ROTOR DISKLI EKSTRAKTOR HISOBI

Benzol yordamida suvdagi fenol ajratib olinayotgan ekstraktsiya jarayonini amalga oshirish uchun mo'ljallangan rotor-diskli ekstraktorning asosiy o'lchamlari quyidagi sharoitlarda aniqlansin

aralashma sarfi  $V_x = V_c = 2,5 \text{ m}^3/\text{soat} = 0,000694 \text{ m}^3/\text{s}$

suvdagi fenolning boshlang'ich

konsentratsiyasi  $c_{xb} = 0,45 \text{ kg/m}^3$

suvdagi fenolning oxirgi

konsentratsiyasi  $c_{xo} = 0,023 \text{ kg/m}^3$

ekstragent tarkibidagi fenolning

boshlang'ich konsentratsiyasi  $c_{yb} = 0,015 \text{ kg/m}^3$

ekstraktordagi temperatura  $t = 200^\circ\text{C}$

**Muvozanat sharti.** Fenolni kichik konsentratsiyalarida uni benzol va suvda taqsimlanish koeffitsienti doimiy kattalik bo'lib  $t = 200^\circ\text{C}$  da 2,22 ga teng. Demak, fazalar muvozanati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi.

$$y = xm + m_0, \text{ bu yerda } m = 2,22; m_0 = 0.$$

$x$  – fazalarda taqsimlanayotgan komponentning konsentratsiyasi

**Ekstragentning sarfi.** Konsentratsiya kam bo'lgani uchun fazalarning o'zgaruvchan zichliklarini inobatga olmasa ham bo'ladi. Unda

$$S = 1 - \frac{c_{xo}}{c_{xb}} = 1 - \frac{0,023}{0,45} = 0,94$$

Fenolni ajratib olish darajasi 0,97 ga teng.

**Ekstragentning minimal sarfi.**

$$V_{y_{min}} = \frac{S \cdot V_{xb} \cdot c_{xb}}{c_y^*(c_{xb}) - c_{yb}} = \frac{0,94 \cdot 0,000694 \cdot 0,45}{2,22 \cdot (0,45) - 0,015} = 0,000297 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \\ = 1,07 \text{ m}^3/\text{soat}$$

Ekstragentning sarfini  $V_{y_{min}}$  dan 5,5 barobar katta deb qabul qilamiz:

$$V_y = V_D = 0,000297 \cdot 5,5 = 0,00163 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_x = V_c = 0,00694 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$c_{yo} = c_{yb} + \frac{V_x}{V_y} (c_{xb} - c_{x_{oh}}) = 0,015 + \frac{0,00694}{0,00163} \cdot (0,45 - 0,023) = 1,83 \text{ kg/m}^3$$

Odatda rotor diskli ekstraktorlarning disklarini diametrlari kolonna diametridan 1,5–2 marta kichik, sektsiya balandligi (disklar orasidagi masofa)

kolonna diametridan 2–4 marta kichik, stator halqalarining ichki diametri kolonna diametrini 70–80% tashkil etadi. Ekstraktorning ichki qurilmalarining o‘lchamlarini quyidagicha qabul qilamiz:

$$\frac{D_p}{D} = \frac{2}{3}; \quad \frac{D_c}{D} = \frac{3}{4}; \quad \frac{h}{D} = \frac{1}{3},$$

bu yerda:  $D_p$ ,  $D$ ,  $D_c$  – kolonna va disklar diametri, stator halqalarining ichki diametri,  $h$  – sektsiya balandligi.

$nD_p = 0,2$  m/s da ishlaydigan rotor–diskli ekstraktorni hisoblaymiz.

**Tomchilarning o‘rtacha o‘lchami** aniqlaymiz. Buning uchun sektsiyalar soni  $N = 20$  ga teng deb qabul qilamiz. Unda:

$$d = 16,7 \frac{\mu_c^{0,3} \cdot \delta^{0,5}}{(nD_p)^{0,9} \cdot \rho_c^{0,8} \cdot g^{0,2} \cdot N^{0,23}} = 16,7 \frac{(0,894 \cdot 10^{-3})^{0,3} \cdot (34,1 \cdot 10^{-3})^{0,5}}{0,2^{0,9} \cdot 997^{0,8} \cdot 9,81^{0,2} \cdot 20^{0,23}} = 2,03 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

bu yerda

$\mu_c = 0,894 \text{ MPa} \cdot \text{s}$  fazaning qovushqoqligi

$\delta = 0,0341 \text{ N/m}$  nisbiy tezlik

$\rho_c = 997 \text{ kg/m}^3$  fazaning zichligi

**Fazalar qalqib ketish fiktiv tezligi** suvdagi 2,03 mm li benzol tomchilarining erkin cho‘kish tezligi:

$$\omega_0 = 5,73 \text{ sm/s}$$

Tomchilarning xarakteristik tezligini:

$$(D_c/D)^2 = (3/4)^2 = 0,5625;$$

$$1 - \left(\frac{D_c}{D}\right)^2 = 1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0,556$$

$$\frac{(D_c + D_p)}{D} \left[ \left(\frac{D_c - D_p}{D}\right)^2 + \left(\frac{h}{D}\right)^2 \right]^{0,5} = \left(\frac{3}{4} + \frac{2}{3}\right) \left[ \left(\frac{3}{4} - \frac{2}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 \right]^{0,5} = 0,485$$

Demak,  $\alpha = 0,485$  va tomchilarning xarakteristik tezligi:

$$\omega_{xar} = \alpha \cdot \omega_0 = 0,485 \cdot 5,73 = 2,78 \text{ sm/s}$$

Fazalarni qalqib ketish fiktiv tezligini:

$$(\omega_D + \omega_C)_x = (1 - 4\Phi_x + 7\Phi_x^2 - 4\Phi_x^3)\omega_{xar} = (1 - 4\Phi_x + 7\Phi_x^2 - 4\Phi_x^3)\omega_{xar} = (1 - 4 \cdot 0,382 + 7 \cdot 0,382^2 - 4 \cdot 0,382^3) \cdot 2,78 = 0,756 \text{ sm/s}$$

### Kolonna diametri va ichki qurilmalarning o'lchamlari.

Kolonnaning mumkin bo'lgan minimal diametri:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4(V_D + V_C)}{\pi(\omega_D + \omega_C)_x}} = \sqrt{\frac{4(0,00916 + 0,00375)}{3,14 \cdot 0,756 \cdot 10^{-2}}} = 1,47 \text{ m}$$

*Kolonnaning ichki diametrini* 1,5 m ga teng deb qabul qilamiz. Bunday kolonnada fazalarning fiktiv tezliklari:

$$\omega_y = \omega_D = 0,424 \text{ sm/s};$$

$$\omega_x = \omega_C = 0,212 \text{ sm/s}.$$

### Ekstraktorning ichki qurilmalarining asosiy o'lchamlari:

$$D_P = D \left( \frac{D_P}{D} \right) = 1,5 \left( \frac{2}{3} \right) = 1 \text{ m};$$

$$D_C = D \left( \frac{D_C}{D} \right) = 1,5 \left( \frac{3}{4} \right) = 1,125 \text{ m};$$

$$h = D \left( \frac{h}{D} \right) = 1,5 \left( \frac{1}{3} \right) = 0,5 \text{ m}.$$

Rotorning aylanish takroriyligi:

$$n = \frac{nD_P}{D_P} = \frac{0,2}{1} = 0,2 \text{ s}^{-1}$$

Fazalar kontaktining solishtirma yuzasi

$$\Phi^3 - 2\Phi^2 + 1,06\Phi - 0,127 = 0$$

Bu tenglamaning yechimidan, ushlab turish xossasi aniqlanadi  $\Phi = 0,169$ .

### Fazalar kontaktining solishtirma yuzasi:

$$a = \frac{6\Phi}{d} = \frac{6 \cdot 0,169}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

**Kolonnaning balandligi.** Ko'ndalang aralashtirish koeffitsientlari:

$$E_C = 0,5 \frac{\omega_C \cdot h}{1 - \Phi} + 0,09 \left( \frac{D_P}{D} \right)^2 \left[ \left( \frac{D_C}{D} \right)^2 - \left( \frac{D_P}{D} \right)^2 \right] nD_P h;$$

$$E_D = 0,5 \frac{\omega_D \cdot h}{1 - \Phi} + 0,09 \left( \frac{D_P}{D} \right)^2 \left[ \left( \frac{D_C}{D} \right)^2 - \left( \frac{D_P}{D} \right)^2 \right] nD_P h.$$

Bu tenglamalarning yechimi quyidagilarni beradi:

$$E_x = E_C = 0,5 \frac{0,212 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5}{1 - 0,169} + 0,09 \left(\frac{2}{3}\right)^2 \left[ \left(\frac{3}{4}\right)^2 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 \right] 0,2 \cdot 0,5$$

$$= 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$E_y = E_D = 0,5 \frac{0,424 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5}{1 - 0,169} + 0,09 \left(\frac{2}{3}\right)^2 \left[ \left(\frac{3}{4}\right)^2 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 \right] 0,2 \cdot 0,5$$

$$= 56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

Modda berish koeffitsientlarini aniqlash uchun tomchilarning nisbiy tezligi va Reynolds kriteriysini aniqlash kerak.

$$\omega_{nis} = \frac{\omega_D}{\Phi} + \frac{\omega_C}{1 - \Phi} = \frac{0,424}{0,169} + \frac{0,212}{1 - 0,169} = 2,8 \text{ sm/s}$$

$$Re = \frac{\rho_s \cdot \omega_{nis} \cdot d}{\mu_s} = \frac{997 \cdot 2,8 \cdot 10^{-2} \cdot 2,03 \cdot 10^{-3}}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 63,39$$

$$T = \frac{4 \cdot \Delta\rho g d^2 P^{0,15}}{3\sigma} = \frac{4 \cdot 123 \cdot 9,81 \cdot (2,03 \cdot 10^{-3}) \cdot 40,4}{3 \cdot 0,0341} = 7,85$$

Ekstraktor balandligi:

$$H = N \cdot h = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ m}$$

Modda berish koeffitsientlari:

$$Nu'_C = 0,6 Re^{0,5} Pr'_C{}^{0,5} = 0,6 \cdot 63,4^{0,5} \cdot 854^{0,5} = 140$$

$$\beta_x = \beta_c = Nu'_C \frac{D_C}{d} = 140 \frac{1,05 \cdot 10^{-9}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,725 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$\tau = \frac{\Phi H}{\omega_D} = \frac{0,169 \cdot 10}{0,424 \cdot 10^{-2}} = 399 \text{ s}$$

$$Fo'_D = \frac{4D_D\tau}{d^2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 399}{(2,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,775$$

$$We = \frac{\rho_C \omega_{nis}^2 d}{\sigma} = \frac{997 \cdot (2,8 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 2,03 \cdot 10^{-3}}{0,0341} = 0,047$$

$$Nu'_D = 31,4 \cdot Fo'_D{}^{-0,34} \cdot Pr'_D{}^{-0,125} \cdot We^{0,37}$$

$$= 31,4 \cdot 0,775^{-0,34} \cdot 343^{-0,125} \cdot 0,047^{0,37} = 5,33$$

$$\beta_y = \beta_D = Nu'_C \frac{D_D}{d} = 5,33 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,0525 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Ideal siqib chiqarish rejimiga to'g'ri keladigan suv fazasida modda o'tkazish koeffitsienti va o'tkazish birligi balandligini hisoblaymiz:



$$K_x = \left[ \frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{m\beta_y} \right]^{-1} = \left( \frac{1}{0,725 \cdot 10^{-4}} + \frac{1}{2,22 \cdot 0,0525 \cdot 10^{-4}} \right)^{-1} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$H_{ox} = \frac{\omega_x}{K_x a} = \frac{0,212 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 10^{-5} \cdot 500} = 0,424$$

O'tkazish sonining birliklarini hisoblashda quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$n_{ox} = \frac{mV_y/V_x}{\left(\frac{mV_y}{V_x}\right) - 1} \ln \frac{mc_{xb} + m_0 - c_{yo}}{mc_{xo} + m_0 - c_{yb}}$$

Hisoblanayotgan jarayon uchun

$$\frac{m \cdot V_y}{V_x} = \frac{2,22 \cdot 0,00916}{0,00375} = 5,42; \quad m_0 = 0.$$

$$n_{ox} = \frac{5,42}{5,42 - 1} \ln \frac{2,22 \cdot 0,86 - 0,37}{2,22 \cdot 0,025 - 0,03} = 5,04$$

Shunday qilib, ideal siqib chiqarish rejimida ikkala faza bo'yicha kolonnaning ishchi balandligi:

$$H = n_{ox} \cdot H_{ox} = 5,04 \cdot 0,424 = 2,14 \text{ m}$$

Bo'yлама aralashishni hisobga olgan holda kolonnaning balandligini aniqlash uchun mavhum o'tkazish soni birligini ketma-ket yaqinlashish usulidan foydalanamiz. Buning uchun avval Pekle kriteriysini ikkala fazalar uchun topamiz:

$$Pe_y = \frac{w_y \cdot H}{E_y} = \frac{0,00424 \cdot 10}{56 \cdot 10^{-4}} = 7,6$$

$$Pe_x = \frac{w_x \cdot H}{E_x} = \frac{0,00212 \cdot 10}{5,5 \cdot 10^{-4}} = 38,6$$

$f_y$  va  $f_x$  koeffitsientlar qiymatlarini aniqlaymiz:

$$f_y = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{-1}}{Pe_y} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-7,6)]^{-1}}{7,6} \right\}^{-1} = 1,151$$

$$f_x = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{-1}}{Pe_x} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-38,6)]^{-1}}{38,6} \right\}^{-1} = 1,03$$

Olingan natijalar ushbu formulaga

$$\begin{aligned}
H'_{ox} &= H_{ox} + \frac{E_x}{w_x \cdot f_x} + \left( \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \left( \frac{E_y}{w_y \cdot f_y} \right) \\
&= 0,424 + \frac{5,5 \cdot 10^{-4}}{0,212 \cdot 10^{-2} \cdot 1,03} \\
&\quad + \left( \frac{0,00375}{2,22 \cdot 0,00916} \right) \left( \frac{56 \cdot 10^{-4}}{0,424 \cdot 10^{-2} \cdot 1,151} \right) = 0,886 \text{ m}
\end{aligned}$$

$H'_{ox} = 0,886 \text{ m}$  qiymatga kolonnaning

$$H = H'_{ox} \cdot n_{ox} = 0,886 \cdot 5,04 = 4,46 \text{ m}$$

balandligi to'g'ri keladi. Hisoblash natijasida olingan  $H$  va  $H'_{ox}$  lar yordamida

Pekle kriteriysi,  $f_y$  va  $f_x$  koeffitsientlarining aniqroq qiymatlarini topamiz:

$$Pe_y = \frac{w_y \cdot H}{E_y} = \frac{0,00424 \cdot 4,46}{56 \cdot 10^{-4}} = 3,37$$

$$Pe_x = \frac{w_x \cdot H}{E_x} = \frac{0,00212 \cdot 4,46}{5,5 \cdot 10^{-4}} = 17,19$$

$$\begin{aligned}
f_y &= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{-1}}{Pe_y} \right\}^{-1} - \left( 1 - \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \frac{E_y}{w_y \cdot H'_{ox}} \\
&= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-3,37)]^{-1}}{3,37} \right\}^{-1} \\
&\quad - \left( 1 - \frac{0,00375}{2,22 \cdot 0,00916} \right) \frac{56 \cdot 10^{-4}}{0,424 \cdot 10^{-2} \cdot 0,886} = 0,18
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
f_x &= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{-1}}{Pe_x} \right\}^{-1} + \left( 1 - \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \frac{E_y}{w_y \cdot H'_{ox}} \\
&= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-17,19)]^{-1}}{17,19} \right\}^{-1} \\
&\quad + \left( 1 - \frac{0,00375}{2,22 \cdot 0,00916} \right) \frac{5,5 \cdot 10^{-4}}{0,212 \cdot 10^{-2} \cdot 0,886} = 1,11
\end{aligned}$$

Ikkinchi ketma-ket yaqinlashuvda zohiriy o'tkazish sonining birligi quyidagi qiymatga teng bo'ladi:

$$\begin{aligned}
H'_{ox} &= H_{ox} + \frac{E_x}{w_x \cdot f_x} + \left( \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \left( \frac{E_y}{w_y \cdot f_y} \right) \\
&= 0,424 + \frac{5,5 \cdot 10^{-4}}{0,212 \cdot 10^{-2} \cdot 1,11} \\
&\quad + \left( \frac{0,00375}{2,22 \cdot 0,00916} \right) \left( \frac{56 \cdot 10^{-4}}{0,424 \cdot 10^{-2} \cdot 0,18} \right) = 2,01
\end{aligned}$$

$$H'_{ox} = 2,01 \text{ m}; \quad H = H'_{ox} \cdot n_{ox} = 2,01 \cdot 5,04 = 10,1 \text{ m}$$

**Disklar orasidagi masofa** 0,5 deb qabul qilganimiz uchun  $H = 10,1$  m li kolonna disklar soni

$$10,1/0,5 = 20,2 \text{ ta}$$

**Disklar sonini** 20 ta desak, **ishchi zonaning balandligi** quyidagi qiymatga teng bo'ladi.

$$H = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ m}$$

Tomchilarning o'lchami va ekstraktorning qolgan boshqa gidrodinamik parametrlarni qaytadan hisoblashga o'rin yo'q. Kolonnaning balandligiga bog'liq bo'lgan dipers yuzadagi modda berish koeffitsienti ham mutlaqo o'zgarmaydi. Agar hisoblash natijasida ekstraktorning balandligi boshida olingan qiymatdan farq qilganda, hamma hisoblashni takrorlashga to'g'ri kelar edi. Tomchining o'rtacha o'lchamini aniqlashdan tortib ekstraktordagi kolonna balandligini hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki bo'ylama aralashtirishning salmog'i ancha kata.

**Aralashtirish uchun energiya sarfi.** Reynolds kriteriysining katta qiymatlari ( $Re > 105$ ) uchun aylanayotgan diskni quvvat kriteriysi taxminan  $K_N = 0,03$ . Bizning misol uchun

$$Re_c = \frac{\rho_M n D_p^2}{\mu_M} = \frac{997 \cdot 0,2 \cdot 1^2}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 223042$$

Aralashtirilayotgan muhitning o'rtacha zichligi

$$\rho = \Phi \cdot \rho_D + (1 - \Phi) \cdot \rho_M = 0,169 \cdot 974 + (1 - 0,169) \cdot 997 = 976 \text{ kg/m}^3$$

Bitta disk yordamida aralashtirish uchun kerakli energiya sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_p^5 = 0,03 \cdot 976 \cdot 0,2^3 \cdot 1^5 = 0,23 \text{ Vt}$$

Hamma disklar uchun 4,7 Vt ni tashkil etadi. Dvigatel quvvatini mexanik hisoblar asosida tanlash kerak. Uning quvvati ishqalanish kuchlari va ishga tushirish momentlarni yengish uchun yetarli bo'lishi zarur.

### **Cho'ktirish zonalarining o'lchamlari.**

#### ***Cho'ktirish zonasining diametri:***

$$D_{ch} = \sqrt{D^2 + \frac{4V_c}{\pi\omega_c}} = \sqrt{1,5^2 + \frac{4 \cdot 0,00375}{3,14 \cdot 0,212 \cdot 10^{-2}}} = 2,18 \approx 2,2 \text{ m}$$

Benzol tomchilari koalentsentsiyasi bo'lishi uchun zarur vaqti:

$$\begin{aligned} \tau_{koal} &= 1,32 \cdot 10^5 \frac{\mu_c d}{\sigma} \left(\frac{H}{d}\right)^{0,18} \left(\frac{\Delta\rho g d^2}{\sigma}\right)^{0,32} \\ &= 1,32 \cdot 10^5 \frac{0,894 \cdot 10^{-3} \cdot 2,03 \cdot 10^{-3}}{0,0341} \cdot \left(\frac{10}{2,03 \cdot 10^{-3}}\right)^{0,18} \\ &\cdot \left(\frac{123 \cdot 9,81 \cdot (2,03 \cdot 10^{-3})^2}{0,0341}\right)^{0,32} = 17,3 \text{ s} \end{aligned}$$

#### ***Cho'ktirish zonasining hajmi:***

$$v_{ch} = 2 \left(\frac{V_D \cdot \tau_{koal}}{0,8}\right) = 2 \left(\frac{0,00916 \cdot 17,3}{0,8}\right) = 0,396 \text{ m}^3$$

#### ***Cho'ktirish zonasining balandligi:***

$$H_{ch} = \frac{4v_{ch}}{\pi D_{ch}^2} + D = \frac{4 \cdot 0,396}{3,14 \cdot 2,2^2} = 0,10 + 1,5 = 1,6 \text{ m}$$

## **Gidravlik hisoblar.**

### **Trubalarning gidravlik qarshiliklarini hisoblash.**

Trubalarning gidravlik qarshiliklarini aniqlashdan maqsad, suyuqlik va gazlarni uzatish uchun mo'ljallangan nasos, ventilyator, gazoduvka kabi uskunalarning energiya sarfini aniqlashdir.

Ma'lumki, ishqalanish va mahalliy qarshiliklar mavjuddir. Ularning paydo bo'lishiga suyuqlik oqimining yo'nalishi va tezligining o'zgarishi sababchidir.

Truba diametri:

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi\omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00375}{3,14 \cdot 1}} = 0,07 \text{ м}$$

Gidravlik ishqalanish va mahalliy qarshiliklar uchun yo‘qotishlarni hisoblaymiz:

Buning uchun oqim rejimini aniqlanadi:

$$Re = \frac{\omega d \rho}{\mu} = \frac{1 \cdot 0,07 \cdot 997}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 78064$$

Turbulent rejim.

Gidravlik ishqalanish koeffitsienti:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} = \frac{0,316}{78064^{0,25}} = 0,019$$

Mahalliy qarshiliklar koeffitsienti:  $\zeta\xi$

Trubaga kirish –  $\xi_1 = 0,5$ ;

Zadvijka –  $\xi_2 = 0,5$ ;

Normal ventily –  $\xi_3 = 4,7$ ;

90° li burilish –  $\xi_4 = 0,15 \cdot 4 = 0,6$ ;

Trubadan chiqish –  $\xi_5 = 1,0$

$$\Sigma\xi = 7,3$$

$$h_y = \left( \lambda \frac{l}{d} + \Sigma\xi \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left( 0,019 \frac{13,2}{0,07} + 7,3 \right) \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,5 \text{ м}$$

Nasos hosil etayotgan napor:

$$H = h_y + H_g = 0,5 + 10 + \frac{101325}{9,81 \cdot 997} = 20,8$$

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Suyuqlik – suyuqlik sistemalarining muvozanati.
2. Dispersion va dispers faza.
3. Ekstraksiyalash jarayonining tezligi.
4. Rotor diskli ekstraktor.

## **1.14-AMALIY ISH: NAM MATERIALLARNI QURITISH. ADSORBSIYA**

**Mashg'ulotning maqsadi:** Nam materiallarni quritish. Adsorbsiya. Ramzinning I-x diagrammasi va xavo parametrlarini o'rganish

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Qattiq va pastasimon materiallarni qurituvchi agent yordamida suvsizlantirish protsessi quritish deb ataladi. Bu protsessda namlik qattiq faza tarkibidan gaz (yoki bug') fazasiga o'tadi.

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

Materiallarni uch xil usulda: mexanik, fizik-kimyoviy va issiqlik yordamida suvsizlantirish mumkin.

Mexanik usul bilan 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 materialda yana bir qism namlik qoladi, bu qolgan namlikni issiqlik yordamida, ya'ni quritish yo'li bilan ajratib chiqariladi.

### **Nam havoning asosiy parametrlari**

Nam havo va quruq havo va suv bug'larining aralashmasidan iborat. Quritish protsessida nam havo namlik va issiqlik tashuvchi agent vazifasini bajaradi. Ayrim sharoitlarda tutunli gazlar yoki ularning havo bilan aralashmasi ishlatiladi, biroq nam havo va tutunli gazlarning fizik xossalari bir-biridan faqat son qiymati bo'yicha farq qiladi.

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

*Absolyut namlik.* Nam havoning hajm birligiga to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdori absolyut namlik deb ataladi va  $\rho_{s.b.}$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) bilan belgilanadi. Agar nam havo sovutilib borilsa, ma'lum temperaturaga yetgach, namlik shudring sifatida ajrala boshlaydi. Namlikning bunday holatda ajralishiga to'g'ri kelgan temperaturaga shudring nuqtasi deb ataladi. Bunday sharoitda havo tarkibida maksimal miqdorda suv bug'i bo'ladi. Havoning to'yinish paytidagi absolyut namligi  $\rho_t$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) orqali ifodalanadi.

*Nisbiy namlik.* Havo absolyut namligining to'yinish paytidagi absolyut namlikka nisbati nisbiy namlik deb ataladi. Havoning nisbiy namligi (to'yinish darajasi) protsent hisobida quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$\varphi = \frac{\rho_{s.b.}}{\rho_t} = \frac{P_{s.b.}}{P_t} \quad (1)$$

bu yerda:  $P_{s.b.}$  – tekshirilayotgan nam havodagi suv bug'larining partsial bosimi, Pa;  $P_t$  – berilgan temperatura va umumiy barometrik bosimda to'yingan suv bug'larining bosimi, Pa.

Quruq va ho'l termometrlar ko'rsatishlarining ayirmasi  $\Delta t = t_q - t_x$  temperaturalarning psixrometrik ayirmasi deyiladi. Nisbiy namlik qancha kam bo'lsa, ho'l termometr sharchasi yuzasida suvning bug'lanishi shuncha tez boradi, natijada sharcha tezlik bilan soviydi.

Nam saqlash. 1 kg absolyut quruq havoga to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdori havoning nam saqlashi deb yuritiladi. Bu parametr  $x$  ( $\text{kg}/\text{kg}$ ) yoki ( $\text{g}/\text{kg}$ ) bilan belgilanadi. Havoning nam saqlashi quyidagi nisbat orqali topiladi.

$$x = \frac{m_{s.b.}}{m_{q.h.}} = \frac{\rho_{s.b.}}{\rho_{q.h.}} \quad (2)$$

bu yerda:  $m_{s.b.}$  – nam havoning berilgan hajmidagi suv bug'lari massasi;  $m_{q.h.}$  – nam havoning berilgan hajmidagi absolyut quruq havosining massasi;  $\rho_{q.h.}$  – absolyut quruq havoning zichligi.

*Nam havoning entalpiyasi.* Nam havoning entalpiyasi  $I$  ( $\text{J}/\text{kg}$  quruq havo)

quruq havo entalpiyasi bilan shu nam havoda boʻlgan suv bugʻining entalpiyasi yigʻindisiga teng:

$$I = c_{q.h.} \cdot t + x i_{o.b.} \quad (3)$$

bu yerda:  $c_{q.h.}$  — quruq havoning solishtirma issiqlik sigʻimi; (J/kgK);  $t$  — havo temperaturasi, °C;  $i_{o.b.}$  — oʻta qizdirilgan bugʻning entalpiyasi, J/kg.

Oʻta qizdirilgan bugʻning entalpiyasi  $i_{o.b.}$  (J/kg) termodinamikada quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$i_{o.b.} = r + c_b \cdot t \quad (4)$$

bu yerda:  $r = 0^\circ\text{C}$  dagi bugʻning entalpiyasi,  $r = 2493 \cdot 10^3$  J/kg;  $c_b$  — bugʻining solishtirma issiqlik sigʻimi,  $c_b = 1,97 \cdot 10^3$  J/(kgK).

Agar quruq havoning solishtirma issiqlik sigʻimi 1000 J/(kgK) deb olinsa, (-) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$I = 1000 \cdot t + x \cdot (2493 + 1,97t) \cdot 10^3 \text{ J/kg quruq havo}$$

Demak, nam havoning issiqlik ushlashi (entalpiyasi) nam havo tarkibida boʻlgan quruq havoning 1 kg miqdoriga nisbatan olinadi.

## TUPROQNI QURITISH UCHUN MAVHUM QAYNASH QATLAMLI QURILMA

$$G = 10 \text{ tn/soat}$$

$$w_1 = 14 \%$$

$$w_2 = 5 \%$$

$$t_1 = 110 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C};$$

### Moddiy balans (Namlilik miqdori)

$$G_2 = G_1 - W$$

$$G_1 = \frac{10000}{3600} = 2,77 \text{ kg/s}$$

$$W = G_1 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = 2,77 \frac{14 - 5}{100 - 5} = 0,262 \text{ kg/s}$$



Qo‘qon shahri uchun nam havoning parametrlari:

	Qish	Yoz
Temperatura, °C	-1,3 °C	28 °C
Nisbiy namlik, %	81 %	44 %

$$G_2 = G_1 - W = 2,77 - 0,262 = 2,5 \text{ kg/s}$$

Issiqlik balansi:

1. Qish fasli uchun quritishda sarflangan havo va issiqlik miqdorini hisoblaymiz:

Quritkichning ichki issiqlik balansi:

$$\Delta = c\theta - (g_m - g_y), \text{ bu yerda } g_y = 10 \%$$

$$g_m = \frac{G_2 c_m (\theta_2 - \theta_1)}{W} = 2,5 \cdot \frac{0,921(37 + 1,3)}{0,262} = 336,5 \text{ kDj/kg}$$

$\theta_2 = t_{xo'l} = 37 \text{ °C}$  – material temperaturasi quritkichdan chiqishdagi, ho‘l termometr temperaturasiga teng.

$$\Delta = 4,23(-1,3) - (336,5 + 33,65) = -375,6 \text{ kDj/kg}$$

$$ef = 35 \text{ mm}$$

$$eE = ef \frac{\Delta}{M} = 35 \frac{-375,6}{1250} = -10,5 \text{ mm } (\Delta < 0)$$

"e" – nuqtasidan "eE" kesim o‘lchimiz pastga va olingan "E" va "B" nuqtadan  $t_2$  gacha chiziq o‘tkazamiz va havo parametrlarini aniqlaymiz:

$$x_0 = 0,0023 \text{ kg/kg} \quad J_0 = 4 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = 0,021 \text{ kg/kg} \quad J_2 = 127 \text{ kJ/kg}$$

Qish fasli uchun quruq havo sarfi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{0,262}{0,021 - 0,0023} = 14 \text{ kg/s}$$

Issiqlik sarfi quritish uchun:

$$Q = L(J_2 - J_0) = 14(127 - 4) = 1723,3 \text{ kVt}$$

Yoz fasli uchun quritishga sarflangan havo va issiqlik miqdori:

$$g_m = 1,4897 \cdot \frac{0,921(39 - 28)}{0,177} = 85,26 \text{ kDj/kg}$$

bu yerda:  $\theta_2 = t_{xo'l} = 39 \text{ °C}$

$$\Delta = 4,19 \cdot 28 - (85,266 + 8,5266) = 23,5 \text{ kDj/kg}$$

$$eE = ef \frac{\Delta}{M} = 30 \frac{23,5}{1250} = 0,56 \text{ mm}$$

$$x_0 = 0,0011 \text{ kg/kg} \quad J_0 = 58 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = 0,034 \text{ kg/kg} \quad J_2 = 145 \text{ kJ/kg}$$

Yoz fasli uchun havo sarfi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{0,262}{0,034 - 0,011} = 11,39 \text{ kg/s}$$

Issiqlik sarfi:

$$Q = L(J_2 - J_0) = 11,39(145 - 58) = 991 \text{ kVt}$$

Olingan sarflarni taqqoslab:

$$L_{\text{qish}} = 14 \frac{\text{kg}}{\text{s}} > L_{\text{yoz}} = 11,39 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{qish}} = 1723 \text{ kVt} > Q_{\text{yoz}} = 991 \text{ kVt}$$

Mavhum qaynash qatlamli quritkich asosiy o'lchamlari quritkich issiq havonng o'rtacha temperaturasi:

$$t_{\text{o'rt}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{110 + 50}{2} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

Apparat ichidagi issiq havoning o'rtacha nam saqlashi:

$$x_{\text{o'rt}} = \frac{x_0 + x_2}{2} = \frac{0,0023 + 0,021}{2} = 0,012 \text{ kg/kg}$$

Havoning o'rtacha zichligi ( $\rho_{\text{o'rt}}$ ) va suv bug'larining o'rtacha zichligi:

$$\rho_{\text{o'rt}} = \rho_0 \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{o'rt}}} = 1,293 \left( \frac{273}{273 + 80} \right) = 0,972 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{s.b.}} = \frac{18}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 105} = 0,604 \text{ kg/m}^3$$

Havo bo'yicha o'rtacha hajmiy ish unumdorligi:

$$V_h = \frac{L}{\rho_{\text{o'rt}}} + \frac{x_{\text{o'rt}} \cdot L}{\rho_{\text{s.b.}}} = \frac{9,465}{0,972} + \frac{0,012 \cdot 9,465}{0,604} = 9,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

Materialni mavhum qaynashdagi boshlang'ich tezligi (fiktiv tezligi):

$$w_{m.q.} = \frac{Re \cdot \mu_{\text{o'rt}}}{\rho_{\text{o'rt}} \cdot d_e} = \frac{36,9 \cdot 20,25 \cdot 10^{-6}}{0,972 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}} = 0,513 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}}$$

Arximed kriteriysi:

$$Ar = \frac{gd_e^3 \rho_{o'rt} \rho_3}{\mu_{o'rt}^2} = \frac{9,81(1,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0,972 \cdot 1500}{(20,25 \cdot 10^{-6})^2} = 117720$$

$$Re = \frac{117720}{1400 + 5,22\sqrt{117720}} = 36,9$$

Eng kichik zarrachaning diametri – 0,25 mm

$$Ar = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0,972 \cdot 1500 \cdot 9,81}{(20,25 \cdot 10^{-6})^2} = 34877,6$$

Uchib chiqish tezligi:

$$w_{u.ch.} = \frac{\mu_{o'rt}}{\rho_{o'rt} \cdot d_e} \left( \frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \right) = \frac{20,25 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,972} \left( \frac{34877,6}{18 + 0,575\sqrt{34877,6}} \right) = 5,795 \text{ m/s}$$

Isituvchi agentning ishchi tezligi  $w_{m.q.}$  va  $w_{u.ch.}$  oralig'ida bo'ladi:

$$K_{pr} = \frac{w_{u.ch.}}{w_{m.q.}} = \frac{5,795}{0,513} = 11,297, \text{ unda } K_w = 2,75$$

Qurituvchi agent ishchi tezligi:

$$w_{ish} = K_w \cdot w_{m.q.} = 2,75 \cdot 0,513 = 1,4 \text{ m/s}$$

Quritkich diametri:

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot \omega_{ish}}} = \sqrt{\frac{9,93}{0,785 \cdot 1,4}} = 2,99 \text{ m}$$

Mavhum qaynash qatlamini balandligi:

$$\varepsilon = \left( \frac{18 \cdot Re + 0,36 \cdot Re^2}{Ar} \right)^{0,21} = \left( \frac{18 \cdot 100,8 + 0,36 \cdot 100,8^2}{117720} \right)^{0,21} = 0,525 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Reynolds kriteriysini aniqlash:

$$Re = \frac{wd_e \rho_{o'rt}}{\mu_{o'rt}} = \frac{1,4 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,972}{20,25 \cdot 10^{-6}} = 100,8$$

Taqsimlovchi to'ring teshiklar diametrini GOST 6636-69 dan  $d_0 = 2,5 \text{ mm}$

Taqsimlovchi to'ring teshiklar soni:

$$n = \frac{4SFe}{\pi d_0^2} = \frac{d^2 Fe}{d_0^2} = \frac{2,99^2 \cdot 0,02}{0,0025^2} = 28608$$

Mavhum qaynash qatlami hajmi:

$$V_k = \frac{W}{Av} = \frac{0,177 \cdot 3600}{30} = 21,24 \text{ m}^3$$

bu yerda:  $W$  – namlik sarfi, kg/s.

Mavhum qaynash qatlamining balandligi:

$$H = \frac{V_k}{0,785 \cdot d^2} = \frac{21,24}{0,785 \cdot 2,99^2} = 3 \text{ m}$$

### Gidravlik hisob

$$\Delta P = \Delta P_{m.q.} + \Delta P_t$$

$$\Delta P_{m.q.} = \rho_3(1 - \varepsilon)gH = 1500(1 - 0,525)9,81 \cdot 3 = 20968,875 \text{ Pa}$$

$$\begin{aligned} \Delta P_{min.o'l.} &= \Delta P_{m.q.} \frac{K^2 w (\varepsilon - \varepsilon_0)}{(K^2 w - 1)(1 - \varepsilon_0)} = 20968,875 \frac{2,75^2 \cdot (0,525 - 0,4)}{(2,75^2 - 1)(1 - 0,4)} \\ &= 3815,4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Tanlangan to'rt gidravlik qarshiligi:

$$\Delta P_t = \xi \left( \frac{w}{Fe} \right)^2 \frac{\rho_{o'rt}}{2} = 1,75 \left( \frac{1,4}{0,02} \right)^2 \cdot \frac{0,972}{2} = 4167 \text{ Pa}$$

Quritkichning umumiy qarshiligi:

$$\Delta P_q = 20968,875 + 4167 = 25136 \text{ Pa}$$

Ishqalanishga yo'qotilgan napor:

$$\Delta P_{ish} = \lambda \frac{l}{d_e} \frac{\rho w^2}{2}$$

Ishqalanish koeffitsienti:  $\lambda = f(Re)$

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} = \frac{20 \cdot 0,68 \cdot 1,299}{17,3 \cdot 10^{-6}} = 1021179$$

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785d\rho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,465}{0,785 \cdot 20 \cdot 1,299}} = 0,68 \text{ m}$$

$$\rho = 1,293 \frac{273}{273 + (-1,3)} = 1,299 \text{ kg/m}^3$$

Ishqalanish koeffitsientini aniqlash:

$$\lambda = 0,11 \left( e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left( 0,012 + \frac{68}{1021179} \right)^{0,25} = 0,036$$

$$l = \frac{\Delta}{d} = \frac{0,008}{0,68} = 0,0117$$

$$\Delta P_{ish} = 0,036 \frac{10}{0,68} \frac{1,299 \cdot 20^2}{2} = 139 \text{ Pa}$$

Mahalliy koeffitsient qarshiliklari:

1. Trubaga kirish  $\xi_1 = 0,5$
  2. Normal ventil  $\xi_2 = 5,5$
  3. Burilish  $\angle 90^\circ$   $\xi_3 = 0,15 \cdot 4 = 0,6$
  4. Trubadan chiqish  $\xi_4 = 1,0$
  5. Kran  $\xi_5 = 2$
- $$\sum \xi = 9,75$$

Umumiy ishqalanish va mahalliy qarshiliklarga yo'qotilgan napor:

$$\Delta P_{m.q.} = 9,75 \frac{1,229 \cdot 20^2}{2} = 2533 \text{ Pa}$$

ATI siklon chang yutkich sifatida tanlaymiz

$$\Delta P_s = \xi w_k^2 \frac{\rho}{2} = 6 \cdot 5,795^2 \frac{1,061}{2} = 106,9 \text{ Pa}$$

$$\rho = \frac{29 \cdot 273}{22,4(273 + 60)} = 1,061 \text{ kg/m}^3$$

Kaloriferning qarshiligi -  $\Delta P_k = 200 \text{ Pa}$

$$\begin{aligned} \Delta P_{um} &= \Delta P_q + \Delta P_{ish} + \Delta P_{m.q.} + \Delta P_s + \Delta P_k \\ &= 25136 + 139 + 2533 + 106,9 + 200 = 28115 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Ventilyator tanlaymiz:

$$V_c = \frac{L}{\rho} = \frac{9,465}{1,299} = 7,286 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta P_{um} = 28115 \text{ Pa}$$

Ushbu ikki parameter bo'yicha 1.9 jadvaldan quyidagi gazoduvka tanlaymiz:

Marka: TF-170-1,1;  $Q = 2,86 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\rho g H = 28000 \text{ Pa}; \quad n = 49,3 \text{ s}^{-1};$$

El.dv.: AO2-92-2,  $\eta_H = 100 \text{ kVt}$

### Kalorifer hisobi

$$F = \frac{Q}{K \cdot t_{o'rt}} = \frac{1164 \cdot 10^3}{60 \cdot 74,9} = 259 \text{ m}^2$$

Temperatura sxemasi:

$$150 \rightarrow 150$$

$$-1,3 \rightarrow 120$$

$$\Delta t_{kat} = 151,3$$

$$\Delta t_{kich} = 30$$

$$\frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}} = \frac{151,3}{30} = 2,5 > 2$$

$$\Delta t_{o'rt} = \frac{151,3 - 30}{\ln \frac{151,3}{30}} = 74,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

KΦC-11 kaloriferdan5 ta olamiz:

Isitish yuzasi, m <sup>2</sup>	54,6
Massa, kg	244,45
O'lchamlari, mm:	
Balandligi	1160
Eni	840
Ko'ndalang kesimi, m <sup>2</sup> :	
Havo bo'yicha	0,638
Issiqlik tashuvchi bo'yicha	0,0076

### Mexanik hisob

Shtutser hisobi:

Havo uchun:  $d_{sht} = 680 \text{ mm}$  (gidravlik hisobdan)

Material uchun:

$$d_{sht} = \sqrt{\frac{4V_c}{\pi w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0011}{3,14 \cdot 0,5}} = 0,053 \text{ m}$$

$$d_{sht} = 65 \text{ mm}$$

GOST 26-1412-76 bo'yicha standart shtutser tanlaymiz:

Havo uchun, mm:  $D_y=700$  mm

Material uchun:  $D_y=50$ ;  $d_t=57$ ;  $S_t=4$ ;  $H_t=170$

Flanetsli birikma GOST 12830-67 bo'yicha tanlaymiz:

Havo uchun, mm:  $D_y=800$ ;  $D_f=975$ ;  $D_b=920$ ;  $D_1=880$ ;  $h=21$ ;  $d=30$ ;  $z=24$  ta

Material uchun, mm:  $D_y=50$ ;  $D_f=140$ ;  $D_b=110$ ;  $D_1=90$ ;  $D_4=61$ ;  $h=13$ ;  $d=14$ ;  
 $z=4$ ta

### **Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar**

1. Nam havoning asosiy parametrlari.
2. Absolyut va nisbiy namlik.
3. Quritishning moddiy balansi.
4. Nam havoning entalpiyasi.

## **1.15-AMALIY ISH: MEXANIK JARAYONLAR. QATTIQ JISMLARNI MAYDALASH.**

**Mashg'ulotning maqsadi:** Mexanik jarayonlar. Qattiq jismlarni maydalash. Maydalanish darajasini o'rganish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Mexanik jarayonlarga materiallarni maydalash, uzatish, aralashtirish, presslash granullash va klassifikastiyalashlar kiradi. Bu jarayonda materialning fizik kimyoviy xarakteristikalari o'zgar olmaydi, ammo ularning shakli o'zgaradi.

Bu jarayonlarning tezligi qattiq jismlarning mexanika qonuniyatlari bilan ifodalanadi va ularning xarakatga keltiruvchi kuchi mexanik kuchlar ta'siridir.

Maydalash - bu qattiq jism bo'laklarini kerakli o'lchamlarga keltirish, parchalash va yuzasini oshirishdir. Maydalash jaraeni qattiq jismning mayda

zarrachalar (atom va molekular) o‘zaro tortishish kuchlarini engadigan tashqi kuchlar ta’sirida o‘tadi. Maydalash natijasida ishlov berilayotgan jism yuzasi sezilarli darajada ko‘payadi, ko‘p jarayonlar, shu jumladan eritish, kuydirish kabi katta yuza talab qiladigan jarayonlar tezligi ortadi. Maydalash kon-metallurgiya, kimyo, oziq-ovqat, qurilish va sanoatning boshqa tarmoqlarida keng qo‘llaniladi.

Xozirgi paytda qattiq jismlarni maydalash uchun xar xil turdagi mashinalar qo‘llaniladi. Katta hajmli ( $<2m^3$ ) palaxsalarini maydalaydigan jag‘li maydalagichlardan boshlab, to zarracha o‘lchamini 0,1 mkm gacha maydalaydigan kolloid tegirmonlar texnologik jarayonlarda ishlatiladi.

Maydalash jarayoni qattiq jismning boshlang‘ich va oxirgi o‘lchamiga qarab yanchish va tortishga bo‘linadi. Yanchish va tortish jarayonlari maydalash darajasi bilan xarakterlanadi.

$$i = \frac{D}{d} \quad (1)$$

Maydalash darajasi jismning boshlang‘ich o‘rtacha diametri  $D$  ning maydalangan zarrachalar o‘rtacha diametri  $d$ ga nisbati bilan ifodalanadi. Hajmiy maydalash darajasi esa, ularning hajmlari nisbati bilan aniqlanadi:

$$i = \frac{V_{ox}}{V_{\delta}} \quad \text{yoki} \quad i = \frac{F_{ox}}{F_{\delta}} \quad (2)$$

Berilgan modda bo‘laklari va yanchilgan zarrachalar to‘g‘ri shaklga ega bo‘lmaydi. Shuning uchun, amalda ularning o‘lchamlari elakli taxlil orqali aniqlanadi, ya’ni zarracha o‘lchami  $u$  o‘tgan elak teshiklari o‘lchamiga teng deb olinadi.

Maydalash jarayoni bir yoki bir necha bosqichda olib boriladi. Har bir maydalagich, uning ishchi organi shakliga ko‘ra, cheklangan maydalash darajasini ta’minlaydi. Maydalash darajasi 1-3...5 dan (jag‘li maydalagichda)  $1 > 100$  - tegirmonlarda o‘zgarishi mumkin.

Noto‘g‘ri geometrik shaklli jismning chiziqli o‘lchami o‘rtacha geometrik qiymat sifatida hisoblanishi mumkin:

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



bu yerda:  $l$ ,  $b$ ,  $h$  - jismning uch perpendikulyar yo‘nalishi bo‘yicha maksimal o‘lchamlari.

Material bo‘laklarining o‘rtacha o‘lchamlarini hisoblash uchun elaklar yordamida bir necha frakstiyaga ajratiladi. Har bir frakstiyada bo‘laklar maksimal  $d_{max}$  va minimal  $d_{min}$  o‘lchamlar yarim yig‘indisining o‘rtacha miqdori topiladi:

$$d_{yp} = \frac{d_{max} + d_{min}}{2} \quad (4)$$

Maksimal bo‘laklar o‘lchami, ular o‘tgan teshik diametriga, minimal bo‘laklarni esa – elak ushla qolgan teshiklarining diametriga teng deb hisoblanadi.

Sochiluvchan material aralashmasining o‘rtacha o‘lchami ushbu tenglama yordamida aniqlanadi:

$$d = \frac{d_{yp1}a_1 + d_{yp2}a_2 + \dots + d_{ypn}a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \quad (5)$$

bu yerda:  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a \dots a_n$ - har bir frakstiya miqdori,%;  $d_{yp1}$ ,  $d_{yp2}$ , ...,  $d_{ypn}$  har bir frakstiya bo‘lakchalarining o‘rtacha o‘lchami.

Odatda sanoatda yuqori maydalash darajasi talab etiladi. Ko‘pincha qayta ishlanadigan xom-ashyo bo‘laklarining o‘lchamlari 1,5...2,0 m gacha bo‘ladi, ammo texnologik jarayonlarda qo‘llaniladigan material zarrachalari mikrometrning bir necha ulushini tashkil etadi. Bunday o‘ta mayin maydalash bir necha bosqichda erishiladi, chunki bitta maydalagichda yuqorida aytilgan natijaga erishib bo‘lmaydi.

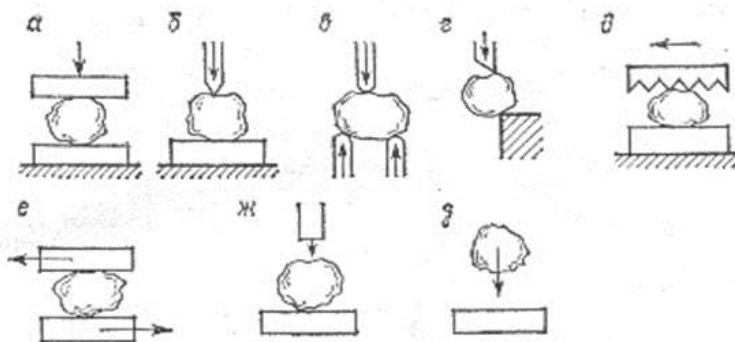
Xom-ashyoning eng yirik bo‘laklari va maydalangan zarracha o‘lchamlariga qarab maydalash quyidagi turlarga bo‘linadi (1 jadval):

1 jadval

Qattiq jismlarni maydalash usullari

Maydalash turi	Materialning Dastlabki o‘lchamlari, D, mm	Materialning maydalashdan keyingi o‘lchamlari, d, mm	Maydalash darajasi, i

Yirik maydalash	1500...300	300...100	<b>2...6</b>
O'rtacha maydalash	<b>300...100</b>	<b>50...10</b>	5...10
Mayda yanchish	50...10	10...2	10...50
Mayin yanchish	10...2	2...0,075	~...100
O'ta mayin yanchish	10...0,075	0,075...0,0001	-



**1-rasm. Maydalash usullari.** a-ezish; b-yorish; c-sindirish; d-qirqish; g-arralash; e - yeyilish; j - siqiq zarba; z-erkin zarba.

Turli sanoat korxonalarida qo'llaniladigan maydalash usullari 1-rasmda keltirilgan.

Odatda, qattiq jism-larni maydalash uchun ko'pincha ezish, yorish, siqiq va erkin zarba berish usullaridan keng ko'lamda foydalaniladi

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Maydalash darajasi.
2. Maydalash usullari.
3. Material bo'laklarining o'rtacha o'lchamlari.
4. Sochiluvchan material aralashmasining o'rtacha o'lchamlari.

## 1.16-AMALIY ISH: SOCHILUVCHAN MATERIALLAR

### QATLAMINING DISPERSLIGI.

**Mashg'ulotning maqsadi:** Sochiluvchan materiallar qatlamining dispersligi. Energiya sarfi mavjud maydalash nazariyalari asosida topish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Maydalash bir yoki bir necha usullarda, ochiq va yopiq stikllarda amalga oshiriladi. Undan tashqari, maydalash jarayonini quruq yoki nam usullarda ham o'tkazsa bo'ladi.

Ayrim hollarda, material xususiyatlariga qarab: ultratovush, gidravlik zarba to'liqini, yuqori va past temperaturalarni tez almashtirish, elektrogidravlik zarba, bosimni tezda o'zgartirish, yuqori temperaturada qizdirish usullarini ham qo'llasa bo'ladi.

Maydalash jarayonlarida katta miqdorda energiya sarflanadi. Energiya sarfi mavjud maydalash nazariyalari asosida topilishi mumkin.

Yuza nazariyasiga binoan, maydalash jarayonidagi ish, materialni parchalanish yuzasi bo'yicha molekulalar tortish kuchini yengishga sarflanadi. Ushbu nazariyaga ko'ra, maydalash uchun zarur ish, maydalanish natijasida yangi hosil bo'layotgan yuzalarga proporsionaldir.

Hajmiy nazariyaga binoan, maydalash jarayonidagi ish material deformastiyasiga, ya'ni eng yuksak parchalanish deformastiyasiga yetkazish uchun sarf bo'ladi.

Maydalash jarayonida tashqi kuchlar ta'sirida bajarilgan hamma ish  $A$  Rittinger tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$A = A_D + A_{yu} = K_1 \Delta V + K_2 \cdot \Delta F \quad (1)$$

bu yerda:  $A_D$ - parchalanayotgan bo'lak hajmining deformastiyasiga sarflanayotgan ish, J;  $A_{yu}$ - yangi yuza hosil qilish uchun sarflanagan ish, J;  $K_1$ - jismning hajm birligini deformastiya qilish uchun sarf bo'lgan ishga teng proporsionallik koeffitsienti;  $K_2$ - yangi yuza hosil qilish uchun sarflangan ishga

teng proporsionallik koeffitsienti;  $\Delta V$  - parchalanayotgan jism hajmining o'zgarishi;  $\Delta F$  - yangi hosil bo'lgan yuza.

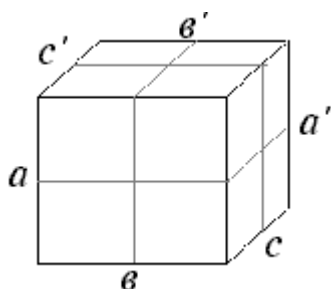
Ritinger maydalash gipotezasiga binoan, ish maydalash paytidagi hosil bo'lgan yuza qiymatiga to'g'ri proporsionaldir.

Maydalash darajasi katta maydalash jarayonida jism bo'lagi deformatsiyasiga sarflanayotgan ishni hisobga olmasa bo'ladi. Unda  $\Delta F \sim D^2$  ekanligini nazarda tutib, ushbu formulani olamiz:

$$A = K_2 \cdot \Delta F = K_2^1 \cdot D^2 \quad (2)$$

bu yerda:  $D$  - jism bo'lagining o'lchami;  $K_2^1$  - proporsionallik koeffitsienti

Ritinger nazariyasi quyidagi holatlardan kelib chiqadi: masalan, kub qirrasining uzunligi  $n$ , maydalangandan so'ng esa  $1/n$  bo'ladi.



2-rasm. Kubni maydalashga oid.

Maydalash jarayonini tashqi kuchlar ta'sirida jism qirralarga parallel tekisliklar bo'ylab parchalanadi deb qarash mumkin.

Agar parchalanish  $aa'$ ,  $vv'$  va  $ss'$  tekisliklar bo'yicha parchalansa, unda 8 ta  $n/2$  uzunlikka ega qirrali yangi kublar hosil bo'ladi (2-rasm).

Agar,  $n/3$  bo'lsa 27 ta,  $n/4$  da esa 64 yangi mayda kublar olish mumkin.

Demak, maydalash uchun sarflanayotgan ish, maydalash darajasiga proporsional:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{i}{i_1} \quad (2)$$

bu yerda:

$$i = \frac{1}{a}, \quad i_1 = \frac{1}{b}$$

Unda, maydalash uchun sarflanayotgan ish, maydalash natijasida hosil bo'layotgan bo'laklarning chiziqli o'lchamlariga teskari proporsional:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{b}{a} \quad (4)$$

Maydalash darajasi kichik, lekin yirik maydalash jarayonida yangi yuza hosil qilish uchun sarflanayotgan ishni hisobga olmasa bo‘ladi. Unda,  $\Delta V \sim D^3$  ekanligini inobatga olsak, quyidagi formulani olamiz:

$$A = K_1 \cdot \Delta V = K_1^1 \cdot D^3 \quad (5)$$

(5) tenglama Kik-Kirpichev gipotezasini ifodalaydi, ya’ni maydalash jarayonidagi ish, maydalanayotgan bo‘lak hajmiga to‘g‘ri proporsional.

(6) formuladagi qo‘shiluvchilarni hisobga olmaslikning iloji bo‘lmasa, quyidagi tenglamani keltirib chiqarish mumkin:

$$A = K_3 \sqrt{D^3 \cdot D^2} = K_3 \cdot D^{2.5} \quad (6)$$

Ushbu tenglama **Bond tenglamasi** deb nomlanadi, ya’ni maydalash jarayonidagi ish, hajm va yuzalarning o‘rtacha geometrik qiymatiga to‘g‘ri proporsional.

Maxsulotlarni kesib maydalashdan maqsad, unga zarur shakl, o‘lcham va yuzalarini sifatli qilishdir. Materiallarni kesish jarayonida chegaraviy qatlam buziladi va natijasida bo‘laklarga ajraladi. Material parchalanishdan avval elastik va qayishqoq deformastiyalarga duchor bo‘ladi. Ushbu deformastiyalar kesuvchi asbobga ko‘rsatilayotgan ma’lum kuch ta’sirida hosil bo‘ladi. Ta’sir etayotgan kuchlanish materialning vaqtincha qarshiligiga teng bo‘lgan holdagina materialning parchalanishi boshlanadi.

Kesish uchun sarflangan ish elastik va qayishqoq deformastiyalar, hamda kesish asbobining materialga ishqalanishini engishga sarflanadi.

Jismlarni kesish uchun sarflangan ish  $A$  akad.Pryachkin V.P. formulasi orqali ifodalanishi mumkin:

$$A = A_c + A_p \quad (7)$$

bu yerda:  $A_s$ -mahsulotni siqish uchun sarflangan ish, J;  $A_f$ -kesish foydali ishi, J. Siqish uchun sarflangan ish  $A_s = Eh_s/h$ , bu yerda  $E$  - kesuvchi pichoq bilan materialni siqish shartli moduli, J;  $h_c$  - siqilgan qatlam balandligi, m;  $h$  - qatlamning boshlang‘ich balandligi, m;

Foydali ish  $A_f = F_{kes}(h-h_c)$ ,

bu yerda:  $F_{kes}$ -kesish kuchlanishi.

Oziq-ovqat sanoatida kesish uchun turli xil va shakldagi pichoqlar qo'llaniladi: to'g'ri burchakli, diskli, lentali, o'roqsimon va boshqalar. Kesish asboblari qo'zg'almas, tebranma, aylanma, ilgarilama-qaytma harakatli bo'lishi mumkin.

### **Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar**

1. Bajarilgan hamma ish Rittinger tenglamasi.
2. Mahsulotlarni kesib maydalash.
3. Bond tenglamasi.
4. Rittinger maydalash gipotezasi.

### **1.17-AMALIY ISH: SOCHILUVCHAN MATERIALLARNI KLASSIFIKATSIYALASH.**

**Mashg'ulotning maqsadi:** Sochiluvchan materiallarni klassifikatsiyalash maydalash mashinalarini o'rgatish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

Maydalash mashinalari ikki xil bo'ladi: maydalagich va tegirmonlar. Maydalagichlar yirik va o'rta maydalash uchun, o'rta, mayda, mayin va o'ta mayin maydalash uchun esa, tegirmonlardan foydalaniladi. Turli xil darajada maydalash uchun xilma-xil mashinalar ishlatiladi (1-rasm).

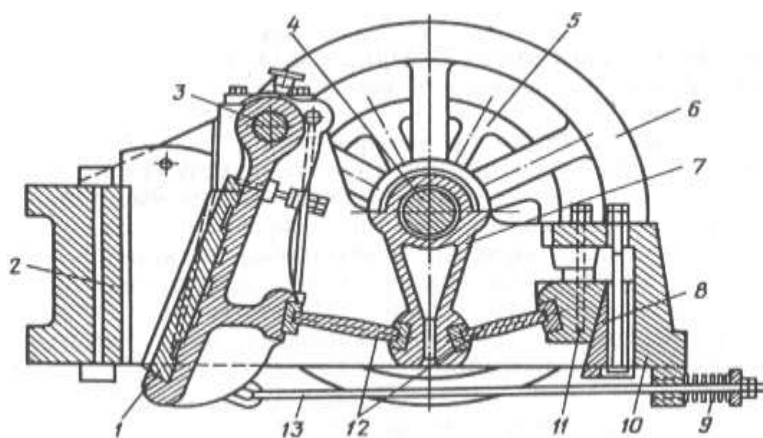
Kesish mashinalari plastinali, diskli, rotorli, oqimchali va boshqa turli bo'ladi. Hamma maydalash va kesish mashinalariga quyidagi talablar qo'yiladi: maydalangan material bo'laklari bir xil bo'lishi; maydalangan bo'laklar ishchi bo'shlig'idan chiqarilishi; minimal chang hosil bo'lishi; uzluksiz va avtomatik

to'kilishi; maydalanish darajasini roslash sharoiti; tez-yediriladigan ishchi qismlar oson almashtirish sharoiti; energiya sarfi kichik bo'lishi zarur.

Materialning maydalanish darajasiga ilintirish burchagi  $\alpha$  katta ta'sir ko'rsatadi. Agar,  $\alpha$  katta bo'lsa, maydalanish darajasi  $i$  ortadi.



1-rasm. Maydalagichlar klassifikatsiyasi.



1-rasm. Jag'li maydalagich. 1-xarakatchan plita; 2-qo'zg'almas plita; 3-xarakatchan plita o'qi; 4-ekstsentrik o'q; 5-shkiv; 6-maxovik; 7-shatun; 8,11-rostlovchi ponalar; 9-prujina; 10-stanina; 12-dastaklar; 13-tyaga.

Jag‘li maydalagichlarda qo‘zg‘almas va harakatchan plitalarning uzlukli yaqinlashishidan hosil bo‘lgan konusli kamerada materialni ezish va yorish usullari bilan amalga oshiriladi. Odatda, ushbu burchak qiymati  $\alpha=15...22^\circ$  oraligida bo‘ladi. Harakatchan plitaning bir holatdan ikkinchisiga o‘tish davri  $\tau=30/n$ . Bu vaqt ichida material  $S=g\tau^2/2=(g/2)(30/n)^2=450g/n^2$  masofani bosib o‘tadi.

Agar, harakatchan plita tebranish yo‘li  $l$  (sm) bo‘lsa, maydalagich kamerasidagi material balandligi  $h=l/tg\alpha$  ga teng bo‘ladi. Og‘irlik kuchi ta’siri ostida materialning to‘kilishi  $l/tg\alpha \leq 450g/n^2$  bo‘lgan shart bajarilsa amalga oshadi.

Harakatchan plitaning juft tebranish soni  $n$  ( $\text{min}^{-1}$ ) ushbu formuladan topiladi:

$$n \leq \sqrt{\frac{450 \cdot g \cdot tg\alpha}{l}} \quad (1)$$

$\alpha=22^\circ$  bo‘lgan holda maydalagichning ish unumdorligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = 0,15 \mu \cdot d_{yp} \cdot l \cdot b \cdot n \cdot \rho_k \quad (2)$$

bu yerda:  $\mu$  - maydalangan materialning yumshash koeffitsienti ( $\mu=0,2...0,65$ );  $d_{ur}$  - maydalangan material bo‘laklarining o‘rtacha o‘lchami, sm;  $l$  - plita yurish yo‘lining uzunligi, sm;  $b$  - to‘kish tirqishining uzunligi, sm;  $n$  - 1 minut ichida juft tebranishlar soni;  $\rho$  - material zichligi,  $\text{kg/m}^3$ .

Maydalagichning 1 t/soat ish unumdorligida uchun 400...1500 Vt energiya sarfi to‘g‘ri keladi. Ushbu maydalagich afzalliklari: oddiy va ixcham, uncha katta joy egallamaydi; ishlatish oson va turli sohalarda keng tarqalgan.

Kamchiliklari: og‘ir poydevor talab qiladi; binoni tebrantiradi; zarba va shovqin bilan ishlaydi.

### Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar

1. Maydalash mashinalari.
2. Maydalagichlar klassifikatsiyasi.
3. Jag‘li maydalagichlar.
4. Materialning maydalanish darajasiga ilintirish burchagi



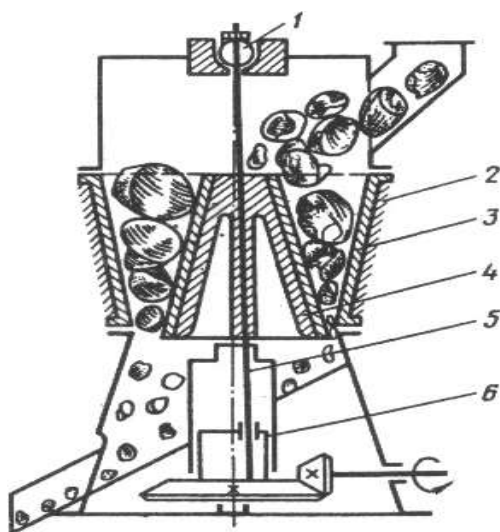
## 1.18-AMALIY ISH: MAYDALASH VA KLASSIFIKATSIYALASH QURILMALARI VA USKUNALARI.

**Mashg'ulotning maqsadi:** Maydalash va klassifikatsiyalash qurilmalari va uskunalari o'rganish va ular ustida hisoblash ishlarini olib orish.

**O'quv jihozlari:** Jadvallar, adabiyotlar, turli xom ashyo materiallaridan namunalar, mavzuga oid sxemalar, me'yoriy hujjatlar, taqdimotlar, videofilmlar, tarqatma materiallar.

**Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** Kichik guruhlarda ishlash, labirint, muloqot, T-sxema.

**Konusli maydalagich** materiallarni yirik, o'rta va mayda yanchish uchun ishlatiladi. Jarayon asosan ezish va sindirish usullarida olib boriladi. Maydalash qurilma qobig'i va konussimon shakldagi aylanuvchi kallak orasida amalga oshiriladi.



1-rasm. Konusli maydalagich. 1-sharsimon tayanch; 2-qobiq; 3-zirxli plita; 4-kallak; 5-vertikal o'q; 6-ekstsentrik.

Konussimon, aylanuvchi konus qurilma o'rtasidan ma'lum masofada chetga o'rnatilgan, eksstentrik aylanma harakat qiladi. Aylanuvchi konus qobig'ining bir tomoniga yaqinlashsa, ikkinchi tomonida qobiq va konus kallak orasidagi masofa ko'payadi va u yerdan maydalangan materiallar to'kiladi.

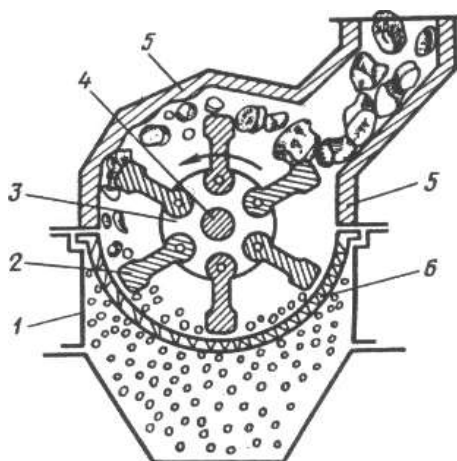
Afzalliklari - unumdorligi katta, material uzluksiz ezish va bukish natijasida

maydalaniladi, bir me'yorda, shovqinsiz ishlaydi (maxovik kerak emas) va maydalash darajasi yuqori.

Kamchiliklari - qurilma murakkab, narxi qimmat, tikka konusli qurilmaning balandligi katta.

**Bolg'ali maydalagich** hayvon suyaklari va boshqa qattiq jismlarni maydalash uchun qo'llaniladi (2-rasm). Ushbu mashina siqiq zarba berish usulida ishlaydi. Unda, bolg'a 2 tez aylanadigan disk 3 ga sharnir orqali biriktirilgan. Material bunker orqali mashinaga yuklanadi va bolg'alar bilan maydalanadi. Maydalangan material kolosnikli panjara 6 dan o'tib, mashinadan to'kiladi. Maydalangan material o'lchamlari kolosnikli panjara teshiklarining o'lchamlari bilan belgilanadi.

**Juvali maydalagichlar** ikkita parallel tsilindrik juvadan iborat bo'lib, bir-biriga qarab aylanadi va ezish usulida materiallarni maydalaydi.



2-rasm. **Bolg'ali maydalagich.**1-qobiq; 2-maydalovchi bolg'a; 3-disk; 4-o'q; 5-zirxli plita; 6-kolosnikli to'r parda.

Tekis juvali maydalagichlar stanina 1 va juva 3,5 lardan tarkib topgan (5-rasm). Juva 1 ning podshipniklari qo'zg'almas qilib mahkamlansa, juva 2 esa harakatchan podshipniklarda o'rnatiladi va u siljishi mumkin. Juva 3 prujinalar 2 yordamida ma'lum bir holatda ushlab turiladi. Agar, maydalagichga katta va mustahkam bo'lak tushib qolsa, prujina siqiladi va juvalar tirqishi ortishi natijasida ushbu bo'lak mashinadan o'tib ketadi. Ko'pincha, har bir juva aloxida harakatga keltirilishi mumkin.

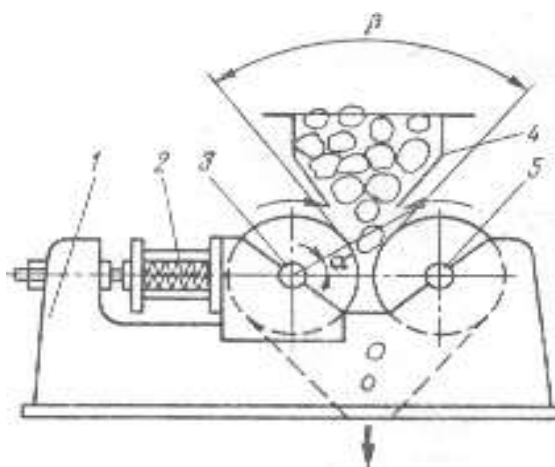
Bu turdagi maydalagichlarning asosiy xarakteristikalariga: juva diametri  $D$  va

uning uzunligi  $L$  kiradi.

Tekis juvali maydalagichlar o'rtacha va mayda yanchish uchun ishlatiladi, chunki u ilintiradigan bo'lakning o'rtacha o'lchami  $0,05 \cdot D$  dan kichik.

O'rtacha mustahkamlikdagi mo'rt materiallarni maydalash uchun tishli, juvali mashinalar qo'llaniladi.

O'rtacha mustahkamlikdagi mo'rt materiallarni juvali mashinalardi qayta ishlanganda  $i = 10 \dots 15$  maydalash darajasini olish mumkin. Yuqori mustahkamlikdagi materiallarni maydalashda esa,  $i = 3 \dots 4$  dan ortmaydi. Juvali



**3-rasm. Juvali tegirmon.** 1-stanina; 2-prujina; 3-xarakatlanadigan juva; 4-bunker; 5-qo'zgalmas juva.

maydalagichlar quyidagi afzalliklarga ega: sodda va ixcham; ekspluatatsiyada ishonchli.

Kamchiliklari: maydalangan materiallar yassi bo'laklardan iborat; yuqori mustahkamlikka ega materiallarni maydalash uchun kam yaroqli.

Juvali maydalagichni hisoblash quyidagi parametrlarni ilintirish burchagi, ilintirilayotgan bo'lakning eng katta o'lchami, juvalar tezligi va ish unumdorligini aniqlashdan iborat.

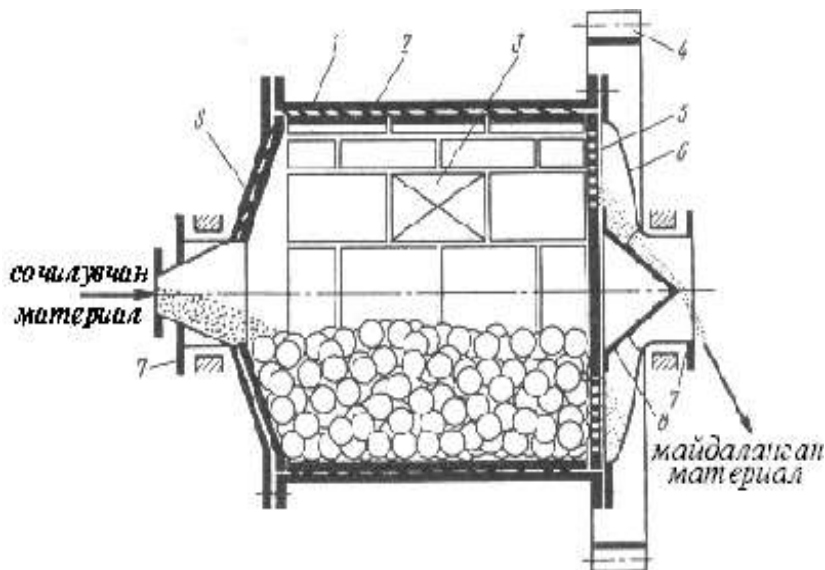
**Sharli tegirmonlar** mayin yanchish uchun ishlatiladi (4-rasm).

Ushbu tegirmonlar bir vaqtning o'zida shar va material bilan yuklanadi. Sharlar ko'pincha po'lat, diabaz, chinni va boshqa materiallardan yasaladi. Ularning diametri maydalanayotgan material o'lchamlariga bog'liq. Odatda po'lat

sharlar diametri 35...175 mm bo'ldi va tegirmon hajmining 30...35% sharlar bilan to'ldiriladi. Tegirmon aylanishi paytida, devor va sharlar ishqalanishi natijasida sharlar aylanish yo'nalishida tepaga ko'tarilib boradi. Ushbu hol, ko'tarilish burchagi materialning tabiiy qiyalik burchagidan ortmaguncha davom etadi, so'ng esa sharlar pastga qarab dumalaydi. Aylanish tezligi ortishi bilan markazdan qochma kuch va ko'tarilish burchagi ko'payadi. Sharlar og'irligi markazdan qochma kuchdan ko'payishi bilan sharlar pastga, parabolik traektoriya bo'ylab tushib ketadi. Agarda, aylanish tezligini yanada oshirsak, markazdan qochma kuchlar shunchalik ko'payadiki, sharlar tegirmon bilan birgalikda aylana boshlaydi. Sharlar tushib ketmaydigan tegirmonning chegaraviy aylanish chastotasi quyidagi formuladan topadi:

$$n_c = \sqrt{\frac{900 \cdot g}{\pi^2 R}} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$$

Odatda tegirmonning aylanish chastotasi  $n_c$ ning 75% ga teng deb qabul qilinadi va ushbu formuladan aniqlanadi.



4-rasm. Sharli tegirmon. 1-baraban qobig'i; 2-zirxli plita; 3-lyuk; 4-uzatma shesternyasi; 5-panjara; 6,9 qopqoq; 7-ichi bo'sh tsapfalar; 8-yo'naltiruvchi konus.

Tegirmon aylanishi paytida, devor va sharlar ishqalanishi natijasida sharlar aylanish yo'nalishida tepaga ko'tarilib boradi. Ushbu hol, ko'tarilish burchagi materialning tabiiy qiyalik burchagidan ortmaguncha davom etadi, so'ng esa sharlar pastga qarab dumalaydi.

Aylanish tezligi ortishi bilan markazdan qochma kuch va ko'tarilish burchagi ko'payadi. Sharlar og'irligi markazdan qochma kuchdan ko'payishi bilan sharlar pastga, parabolik traektoriya bo'ylab tushib ketadi.

Agarda, aylanish tezligini yanada oshirsak, markazdan qochma kuchlar shunchalik ko'payadiki, sharlar tegirmon bilan birgalikda aylana boshlaydi.

Sharlar tushib ketmaydigan tegirmonning chegaraviy aylanish chastotasi quyidagi formuladan topadi:

$$n_c = \sqrt{\frac{900 \cdot g}{\pi^2 R}} = \frac{42,3}{\sqrt{D}} \quad (3)$$

Odatda tegirmonning aylanish chastotasi  $n_c$  ning 75% ga teng deb qabul qilinadi va ushbu formuladan aniqlanadi.

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}} \quad (4)$$

bu yerda:  $D$  - baraban diametri, m.

Tegirmonning ish unumdorligi  $Q$  ( $t/soat$ ) quyidagi taxminiy formuladan hisoblab topiladi:

$$Q = V K D^{0,6} \quad (5)$$

bu yerda:  $V$ -baraban hajmi, m;  $K$  - xom-ashyo bo'laklarining o'rtacha o'lchamiga bog'liq proporsionallik koeffisienti,  $K=0,41...1,31$ .

Afzalliklari: universal, maydalash darajasi yuqori, ishlatishda xavfsiz va qulay.

Kamchiliklari: qo'pol, og'ir, foydali ish koeffisienti kichik, yanchish vositalari ham uqalanib maydalanilayotgan materialni ifloslantiradi.

### **Mustaqil tayyorlanish uchun topshiriqlar**

1. Maydalash va klassifikatsiyalash qurilmalari.
2. Juvali va sharli tegirmon.
3. Konusli maydalagich.
4. Bolg'ali maydalagich afzallik va kamchiliklari.

## II BOB. LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI

### 2.1-LABORATORIYA ISHI:

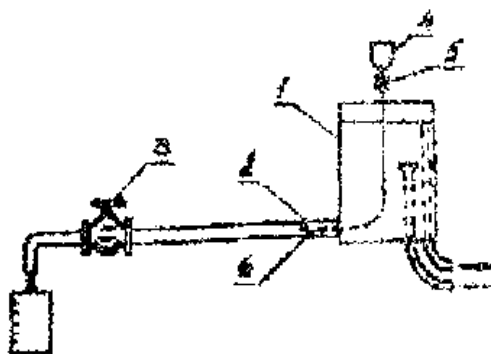
#### I-MAVZU: SUYUQLIKLARNING OQISH REJIMINI ANIQLASH.

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** Re sonini topish, suyuqlikni oqish rejimini aniqlash.

#### III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:

- 3.1. Reynols qurilmasi,
- 3.2. rangli va rangsiz suyuqliklar,
- 3.3. sekundomer.

#### IV. Ishni bajarish tartibi



*1.1 - rasm. Laboratoriya tajriba qurilmasi.*

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

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 2 - jadvaldan suvning qovushoqligi, zichligi aniqlanadi.

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

1-1 jadval

Ko‘rsatmalar	To‘g‘ri tajriba				Teskari tajriba			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Suv hajmi V, m <sup>3</sup>								
Suvning oqib chiqish vaqti $\tau$ , s								
1s oqib 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 $w_{yp} = \frac{V_c}{F}, m/c$								
Reynolds soni $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$								
Suvning temperaturasi, °C								
Vizual ko‘rinish								
Oqim rejimi								

**Izoh:** Talaba o‘lchab olingan kattaliklarni yuqoridagi formulalar orqali hisoblab Re soni topiladi va suyuqlikning oqish rejimini aniqlaydilar.

## V. Olingan natijalar

1. Talabalar suyuqlik oqish rejimi bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi. Reynolds formulasi yordamida suyuqlik oqish rejimini aniqlashni bilishadi.

2. Suyuqlik va gazlarning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini bilishadi.

3. O'zgaruvchan parametrlar tezlik  $w$ , diametr  $d$ , zichlik  $\rho$ , qovushoqlik  $\mu$  kabi kattaliklardan Reynolds o'lchamsiz kompleks keltirib chiqarish bilimga ega bo'lishadi.

## VI. Natijalar aprotatsiyasi

1. Talabalarni oqish rejimini topish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.

2. Talabalarni oqish rejimini topish bo'yicha truba ko'ndalang kesimini topish hisoblari qabul qilinadi.

3. Suyuqlik harakati laminar yoki turbulentsligini bilish uchun ishlangan Re kriteriyasi hisobotlari qabul qilinadi.

## VII. Xulosa

1. Suyuqlik harakat rejimi haqida bilimga ega bo'lishadi.

2. Reynolds kriteriyasi haqida bilimga ega bo'lishadi.

3. Suyuqlik harakat rejimi sanoatda nima uchun kerakligi haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V., Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.

2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.

3. Salimov. Z, To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protesslari va apparatlari. – Toshkent, o'ituvchi, 1987. - 406 b.

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



## 2.2-LABORATORIYA ISHI:

### I. MAVZU: TRUBALARDA MAHALIY VA ICHKI ISHQALANISH QARSHILIKLARINI ANIQLASH.

**II. Ishni bajarishdan maqsad:** tajriba yo‘li bilan suyuqliq harakati davomida ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni aniqlash, so‘ngra ularni hisoblash yo‘li yoki jadvaldan topilgan qiymatlari bilan solishtirish.  $\lambda = f(\text{Re})$  va  $\xi = f(\text{Re})$  bog‘iliklarni grafik usulda tasvirlash.

### III. Laboratoriya uchun asbob-uskunalar:

**3.1.** O‘zgarmas suyuliklik idish, haydash yo‘lidagi jo‘mrak,

**3.2.** So‘rish yo‘lidagi jo‘mrak, markazdan qochma nasos,

**3.3.** Sinalayotgan tekis burchak ostidagi to‘g‘ri burilish ( $l=900\text{mm}$ ), sinalayotgan jo‘mrak ( $l =1750\text{mm}$ ), tiqinli jo‘mrak ( $d_u=50\text{mm}$ ), o‘lchovchi diafragma ( $d_u =50\text{mm}$ ,  $d_0=37\text{mm}$ ).

### IV. Ishni bajarish tartibi.

**4.1.** Suyuqlik uzatuvchi bak suv bilan to‘ldiriladi.

**4.2.** So‘rish yo‘lidagi kran 3 ochiladi, haydash yo‘lidagi kran oxirigacha yopiladi. 3 yoki 12 kranlardan biri sinalayotgan qarshiliklarning xiliga qarab ochib quyiladi.

**4.3.** Nasos ishga tushiriladi.

**4.4.** Kran 7 ochib, suvning eng kichik sarfi o‘rnatiladi va suv sinalayotgan qarshilik orqali o‘tkaziladi.

**4.5.** Manometr 15 yordamida bosimning yo‘qotilishi o‘lchanadi, so‘ngra suvning issiqligi aniqlanadi.

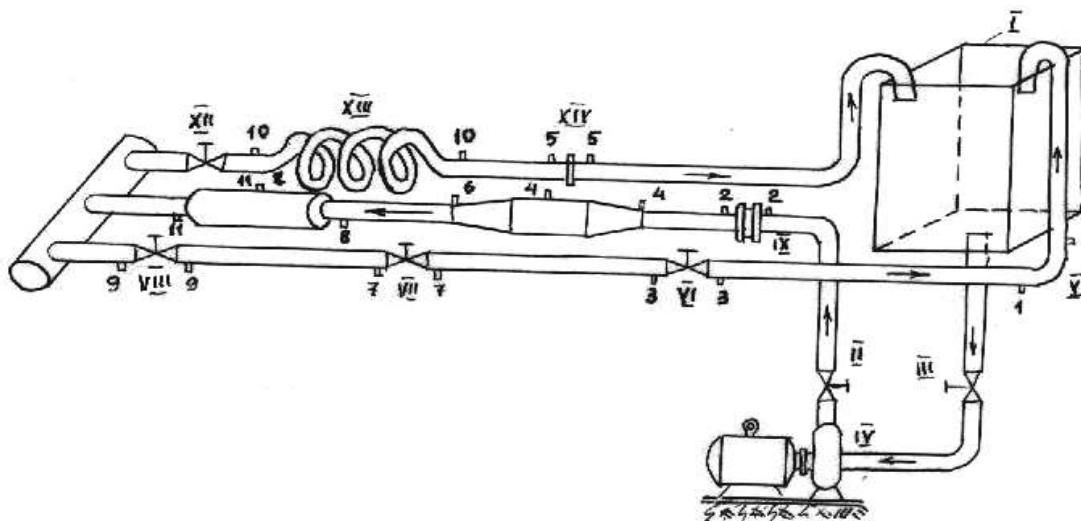
**4.6.** Kran 2 ochish orqali suvning sarfi asta-sekin ko‘paytirib boriladi va manometrlarning ko‘rsatkichi o‘lchanadi.

**4.7.** Suvning sarfi o‘lchov diafragmasiga ulangan manometrning ko‘rsatkichi asosida hisoblanadi.

1- o‘zgarmas suyuliklik idish; 2- haydash yo‘lidagi jo‘mrak; 3- so‘rish yo‘lidagi jo‘mrak; 4- markazdan qochma nasos; 5- sinalayotgan tekis burchak

ostidagi to'g'ri burilish ( $l = 900\text{mm}$ ); 6- sinalayotgan jo'mrak ( $l = 1750\text{mm}$ ); 7- sinalayotgan jo'mrak ( $l = 375\text{mm}$ ); 8- tiqinli jo'mrak ( $d_{uu} = 50\text{mm}$ ); 9- o'lchovchi diafragma ( $d_{uu} = 50\text{mm}$ ,  $d_0 = 37\text{mm}$ ); 10- asta-sekin kengayish va torayish  $F_0/F_1 = 0,3$ ; 11- sinalayotgan birdan kengayish va torayish  $d_{ok} = 98\text{mm}$ ;  $d_m = 50\text{mm}$   $F_0/F_1 = 0,5$ ; 13- sinalayotgan zmeevik ( $D = 380\text{ mm}$   $d_{mp} = 50\text{mm}$ ); 14- manometr.

### TAJRIBA QURILMASINING SXEMASI



### Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash

Oqimning o'rtacha tezligi sekundli sarf tenglamasi oraliq aniqlanadi:

$$w_{yp} = \frac{V_c}{F};$$

Suyuqlikning sarfini quyidagicha topish mumkin:

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

bu yerda:  $\alpha$ - tuzatish koeffisienti,  $\alpha = 0,62$ ;  $K$  - trubaning g'adir-budurligini hisobga oluvchi tuzatish koeffisienti. Hidravlik silliq trubalar uchun  $K = 1$ ;  $d_0$ - diafragma teshigining diameri, m;  $h_g$  - manometrdagi suyuqlik bosimlarining farqi, m;  $\rho_c$ - trubada oqayotgan suyuqlikning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $\rho_M$ - manometrik suyuqlikning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ .

## 2-1 hisobot jadvali

	O'lchov birligi	1-tajriba	2-tajriba	3-tajriba	4-tajriba
Suyuqlikning hajmiy sarfi $V_c$	$m^3/c$				
Manometrning ko'rsatkichi	$kg \cdot k/sm^2$				
Trubaning ko'ndalang kesim yuzasi, F	$m^2$				
Oqimning o'rtacha tezligi, $w_{ur}$	$m/s$				
Suvning temperaturasi, t	$^{\circ}C$				
Suvning dinamik qovushoqligi $\mu$	$N \cdot s/m^2$				
Reynolds soni Re	-				
Mahalliy qarshilikni yengish uchun yo'qotilgan bosim, $\Delta P_{mk}$	-				
To'g'ri kanallarda ishqalanishni yengish uchun	$kg \cdot k/sm^2$				
Yo'qotilgan bosim $\Delta P_i$	-				
Ishqalanish koefficienti, $\lambda$	-				
Mahalliy qarshilik koeff., $\xi$	-				
Ekvivalent g'adir- budurlik	mm				

**Izoh:** Tajribadan olingan natijalar yuqoridagi formulalar orqali topilib jadval talaba tomonidan to'ldiriladi. Tajriba to'rt marta olinib o'rtachasi hisoblanadi.

### **V. Olingan natijalar**

1. Ideal suyuqliklarning turg'un harakatida geometrik, statik va dinamik bosimlar yig'indisi o'zgarmas umumiy gidrodinamik bosimga teng bo'lishligini bilishadi.
2. Mahalliy va ichki ishqalanishga yo'qotilgan bosimlar haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Suyuqlik sarfi va oqish rejimiga qarab ichki ishqalanish qarshiligiga yo'qotilgan bosimni topishni bilishadi.

### **VI. Natijalar aprobatsiyasi**

1. Talabalar laboratoriya ishi bo'yicha tahliliy natijalari qabul qilinadi.
2. Talabalar laboratoriya ishi bo'yicha tahliliy xulosalari qabul qilinadi.
3. Laboratoriya natijalari asosida bajarilgan hisobot ishlari qabul qilinadi.

### **VII. Xulosa**

1. Mahalliy va ichki ishqalanish qarshiligiga yo'qotilgan bosimlar haqida tushunchaga ega bo'lishadi.
2. Laminar va turbulent rejimlarda ichki ishqalanish qarshiliklarini topishni bilishadi.
3. Suyuqliklarning hajmiy va massaviy sarflarini topish malakasiga ega bo'lishadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye prostessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya prostesslari va apparatlari. – Toshkent, Oq'ituvchi, 1987. - 406 b.

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

### 2.3-LABORATORIYA ISHI:

#### I-MAVZU: SUYUQLIKLARNING TEZLIGI VA SARFINI PITO-PRANDTL NAYCHASI BILAN O'LCHASH.

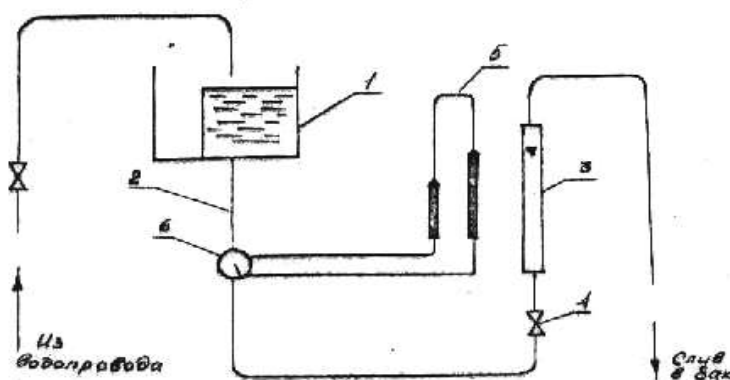
II. Laboratoriya ishning maqsadi: Suyuqliklarning tezligi va sarfini Pito-Prandtl naychalari bilan o'lchashni o'rganish.

#### III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:

- 1.1 Pito-prandtl naychasi,
- 1.2 markazdan qochma nasos,
- 1.3 klapan,
- 1.4 kranlar.

#### IV. Ishni bajarish tartibi.

3.1-rasmdagi laboratoriya qurilmasi tekshiriladi.



1-bosim hosil qiluvchi idish; 2-suyuqlik sarfi o'lchanayotgan truba  $d=40\text{mm}$ ; 3-rotametr PS-5; 4-ventil; 5-U-simon difmanometr; 6-Pito-Prandtl naychasi.

4.1 Idishga suyuqlik to'ldiriladi.

4.2 Ventil ochilib, suyuqlik sarfi  $V_{\min}$  dan  $V_{\max}$  gacha o'zgartiriladi.

4.3 Rotametrning har bir ko'rsatuviga qarab grafik bo'yicha suyuqlik sarfi o'lchanadi. U-simon difmanometrnin  $h_d$  ko'rsatuvi o'lchaniladi.

4.4. Bu ko'rsatuvlar hisoblash jadvaliga yoziladi.

3-1 jadval

O'lchanadigan miqdorlar				Hisoblanuvchi miqdorlar		
$h_{din}, m$	$P,$ $kg/s/m^2,$	$T, ^\circ C$	Rotametr ko'rsatishi	$w = \frac{V_c}{f}$  m/s	$\Delta P = (\rho_m - \rho_a)gh$  $N/m^2$	$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$

**Izoh:** Miqdorlar o'lchab topilib 3-1 jadval tajriba natijalarini hisoblash orqali talabalar tomonidan to'ldiriladi.

**Tajriba natijalarini isoblash.**

Suyuqlik sarfini hisoblash uchun birinchidan suyuqlikning maksimal tezligi o'lchanadi:

$$w_{max} = \sqrt{2g \cdot h \cdot \frac{\rho_m - \rho}{\rho}}, \quad m/c$$

h-U-simon differensial manometrdagi suyuqlik balandliklarini farqi, m. Keyin suyuqlikni harakat rejimi aniqlanadi:

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

bu yerda: d - trubaning diametri, d=40mm;  $\rho$  - suvning zichligi,  $kg/m^3$ ,  $\mu$ - suv qovushoqligi,  $N \cdot s/m^2$ .

Reynolds kriteriysiga qarab o'rtacha tezlik topiladi:

- 1)  $Re < 2320$  -  $w_{ur} = 0,5 w_{max}$
- 2)  $Re > 1000$  -  $w_{ur} = (0,8-0,9) w_{max}$

va nihoyat suyuqlikni sarfi aniqlanadi:

$$V_c = w_{yp} \cdot F = w_{yp} \cdot \pi \cdot d^2 / 4 = 0,785 \cdot w_{yp} \cdot d^2$$

Bu yerda: F - trubaning ko'ndalang kesim yuzasi,  $m^2$ .

**V. Olingan natijalar**

1. To'g'ri vertikal pezometrik naychada suyuqlik gidrostatik bosim  $h_{st}$  ga teng bilimga ega bo'lishadi.

2.Pito naychasi haqida malakaga ega bo'lishadi.

3.O'zgaruvchan parametrlar tezlik  $w$ , diametr  $d$ , zichlik, qovushoqlik kabi kattaliklardan Reynolds o'lchamsiz kompleks keltirib chiqarish bilimiga ega bo'lishadi.

### **V.I Natijalar aprotatsiyasi**

1.Pito Prandtl naychasida o'lchagan ko'rsatkichlari qabul qilinadi.

2.Suyuqlikni sarfi va tezligini topish bo'yicha hisoblari qabul qilinadi.

3.Suyuqlik harakati laminar yoki turbulentsligini bilish uchun ishlangan Re kriteriyasi hisobotlari qabul qilinadi.

### **VII. Xulosa**

1.Drossel asboblari haqida bilimiga ega bo'lishadi.

2.Soplo diafragma Pito naychasi haqida bilimiga ega bo'lishadi.

3.Suyuqlik harakat rejimi sanoatda nima uchun kerakligi haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.

2. Kasatkin. A.G Osnovnyye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.

### **2.4-LABORATORIYA ISHI:**

#### **I-MAVZU: SUYUQLIKLARNI NASADKA VA TESHIKLARDAN OQISHI.**

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** tajriba yo'li bilan vaqt ichida suyuqlikni har hil shakldagi teshiklar orqali va shunda idishning ko'ndalang kesimi o'zgarmagan holda suyuqlikni o'zgaruvchan balandlikda oqib chiqishini aniqlashdir.

#### **III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:**

**1.1** .Usti ochiq va yopiq idishlar,

1.2 .Suv sathini o‘lchash nayi,

1.3 .O‘lchov asboblari.

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

Vaqt birligi ichida idishning ko‘ndalang kesimi o‘zgarmagan holda suyuqlikni oqib chiqishini aniqlash quyidagicha:

4.1. Jo‘mrak (1) ni ochib idish suv bilan to‘ldiriladi va bunda suv sathi, o‘lchash nayining (3) yuqori qismigacha bo‘lishi kerak.

4.2. Idish tubidagi biron-bir teshik (4) ni ochib shu vaqt ( $\tau$ ) ichida oqib chiqayotgan suvning hajmiy miqdorini, idish balandligining har 2 sm balandlik kamayganda aniqlanadi.

4.3. Suv o‘lchagich balandligining o‘zgarishi va vaqt ichida sarf miqdorini yozib turiladi.

4.4. Suv o‘lchagich balandligining o‘zgarishida teshikdan oqib chiqqan suyuqlik vaqti 4.1 formuladan hisoblanadi.

#### **Tajriba natijalarini hisoblash**

$$\tau = \frac{2 \cdot S \cdot (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{\alpha \cdot S_0 \cdot \sqrt{2g}} \quad (4.1)$$

bunda: L - qurilmaning uzunligi, m.

Suyuqlikni qanday vaqtda oqib chiqishi (4.16) va (4.18) formuladan hisoblanib, natijani tajribada olingan kattalik bilan taqqoslab, % miqdorida o‘zgarish aniqlanadi.

4-1 jadval

$V_c, m^3/c$	$\tau, c$	$H_1, m$	$H_2, m$	$\tau, c$	% o‘zgarishi

#### **V. Olingan natijalar**

1. To‘g‘ri vertikal pezometrik naychada suyuqlik gidrostatik bosim  $h_{st}$  ga teng bilimga ega bo‘lishadi.

2. Pito naychasi haqida malakaga ega bo‘lishadi.

3. O‘zgaruvchan parametrlar tezlik  $w$ , diametr  $d$ , zichlik, qovushoqlik kabi



kattaliklardan Reynolds o'Ichamsiz kompleks keltirib chiqarish bilimga ega bo'lishadi.

### **V.I Natijalar aprobatsiyasi**

- 1.Pito Prandtl naychasida o'Ichagan ko'rsatkichlari qabul qilinadi.
- 2.Suyuqlikni sarfi va tezligini topish bo'yicha hisoblari qabul qilinadi.
- 3.Suyuqlik harakati laminar yoki turbulentligini bilish uchun ishlangan Re kriterysi hisobotlari qabul qilinadi.

### **VII. Xulosa**

- 1.Drossel asboblari haqida bilimga ega bo'lishadi
- 2.Soplo diafragma Pito naychasi haqida bilimga ega bo'lishadi.
- 3.Suyuqlik harakat rejimi sanoatda nima uchun kerakligi haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi, 1987. - 406 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Toshkent, Nisim, 1999. – 351 b.

## **2.5-LABORATORIYA ISHI:**

### **I-MAVZU: MAVHUM QAYNASH QATLAMI GIDRODINAMIKASI. MAVHUM QAYNASH QATLAMIDA QAYNASH VA ZARRACHALARNING UCHIB CHIQISH TEZLIKLARINI ANIQLASH.**

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligini, birinchi va ikkinchi kritik tezliklarini aniqlash, hamda ularni nazariy usulda hisoblangan kattaliklar bilan taqqoslash.  $\Delta P = f(w)$  va  $H = f(w)$  bog'likliklarni grafik usulda tasvirlash.

#### **III. Laaboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:**

- 3.1.donador zarracha,
- 3.2.elak,
- 3.3.markazdan qochma ventilyator,
- 3.4.havo uchun quvur.

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

4.1.Kolonnaning (1) to'r pardasi (8) ustiga donasimon zarrachalardan iborat qatlam qo'yiladi va tagidan ventilyator (10) yordamida havo berib boshlanadi.

4.2.havoni sarfini ozginadan oshirib borib qatlamning mavhum qaynash boshlanishi aniqlanadi. So'ngra havoning sarfi asta-sekin ko'paytiriladi.

4.3.Mavhum qaynash boshlanadi.

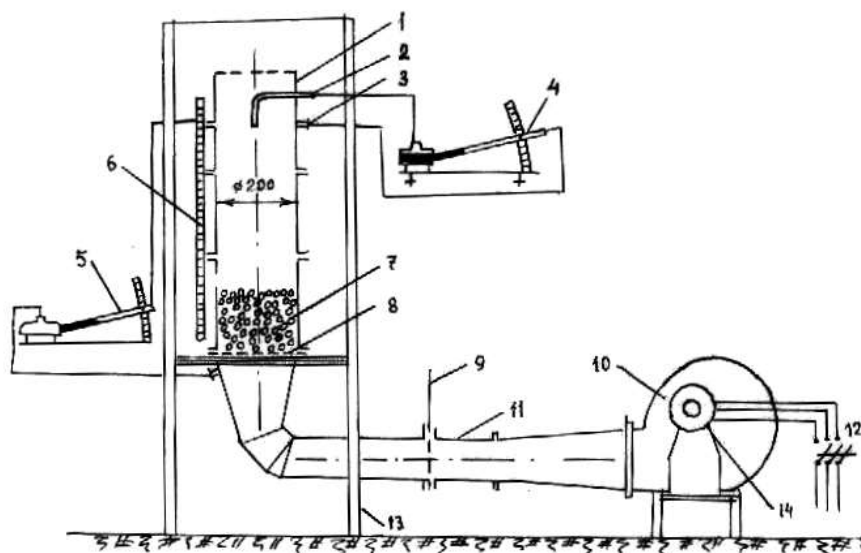
4.4.Tajribalar paytida qatlamning gidravlik qarshiligi va balandligi H o'lchanib boriladi.

4.5.Materiallarni intensiv qaynash holatiga olib borilib,  $\Delta P$  va P ning qiyimatlari yozib olinadi.

4.6. Keyin ventilyator va havo berish to'xtatiladi. Har bir tajribaning son qiyimatlari jadvalga yozib qo'yiladi.

5.1-rasmda tajriba o'tkazish qurilmasi tasvirlangan va u quyidagi qismlardan iborat: organik shishadan yasalgan kolonna (1), uning pastki qismida kesim yuzasi 20% bo'lgan to'r parda (8) o'rnatilgan. To'r parda ustiga o'lchami 10×10×10 mm bo'lgan penoplastdan tayyorlangan kubsimon zarrachalar joylashtiriladi: To'r

parda ostiga, gaz trubalar (11) orqali ventilyator yordamida rostlanadi. Havoning sarfi shiber (9) yordamida rostlanadi. Mavhum qaynash qatlamining balandligi o'lchov chizig'i (6) bilan o'lchanadi. Hidravlik qarshilik miqdori mikromanometr (5) bilan aniqlanadi. havoning sarfi Pito-Prandtl trubkasi ulangan mikromanometrda  $h_d$  ni o'lchash yo'li bilan topiladi.



5.1-rasm.

### Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash

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

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

bu yerda:  $D$ -qurilma diametri,  $D=200$  mm;  $\alpha$ -tuzatish koeffitsienti,  $\alpha=0,7$ ;  $g$ -erkin tushish tezlanishi,  $g=9,81$  m/s<sup>2</sup>;  $\rho$  - spirtning zichligi, kg/m<sup>3</sup>;  $x_1$  - mikromanometrning ko'rsatkichi, mm.sim.ust.;  $K_1$ - mikromanometrning burchak koeffitsienti;  $h_d$ - dinamik bosim, mm.suv.ust.

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

bu yerda:  $x_2$  - manometrning ko'rsatkichi, mm.spirt.us.  $\rho_x$ -havoning zichligi, kg/m<sup>3</sup>.

2. Havoning fiktiv tezligi aniqlanadi;

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

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

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

5. Kritik tezliklarning ( $w_1, w_2$ ) (6.8), (6.11) nazariy formulalar yordamida son qiymatlari topiladi.

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

5-1 jadval.

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

**Izoh:** Laboratoriya natijalari topilib havoning hajmiy sarfi, qatlamning balandligi va gidravlik qarshiliklar topilib jadval to‘ldiriladi.

### V. Olingan natijalar

1. Talabalar mavhum qaynash gidrodinamikasi haqida nazariy va amaliy bilimga ega bo‘lishadi.

2. Mavhum qaynash soni ko‘rsatkichlarini bilishadi.

3. Donador zarrachalarni qaynash malakasiga ega bo‘lishadi.

### VI. Natijalar aprotatsiyasi

1. Talabalarni zarrachalarni uchib chiqish tezligi bo‘yicha hisob ishlari qabul qilinadi.

2. Talabalarni havoning fiktiv tezligini topish bo‘yicha hisoblari qabul qilinadi.

3. Havo sarf tenglamasini topish bo‘yicha bajarilgan hisobotlari qabul qilinadi.

### VII. Xulosa

1. Mavhum qaynash gidrodinamikasi haqida malakaga ega bo‘lishadi

2. Kritik tezliklarda qaynash ko'rsatkichlarini bilishadi.

3. Mavhum qaynash turlari va sanoatda qo'llanilishi haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Yusufbekov N.R., Nurmuhammedov X.S., Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V., Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.

2. Kasatkin. A.G. Основные процессы и аппараты химической технологии. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.

3. Salimov. Z., To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya proseslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi, 1987. - 406 b.

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

## **2.6-LABORATORIYA ISHI:**

### **I-MAVZU: MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING XARAKTERISTIKALARI.**

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** Nasos qurilmasini sinab nasosning asosiy parametrlarini aniqlashdir. Aniqlangan parametrlar asosida nasos ish g'ildiragining aylanishlar chastotasi o'zgarmas  $n=const$  holda  $Q-N$ ,  $Q-N$ ,  $Q-\eta$  orasidagi bog'lanishlarni grafikda tasvirlab, nasosning xarakteristika quriladi.

### **III. Kerakli asbob va uskunalar:**

**1.1** .Markazdan qochma nasos,

**1.2** .quvur,

**1.3** .suv,

**1.4** .vertikal trubalar,

**1.5** .vakuummeter,

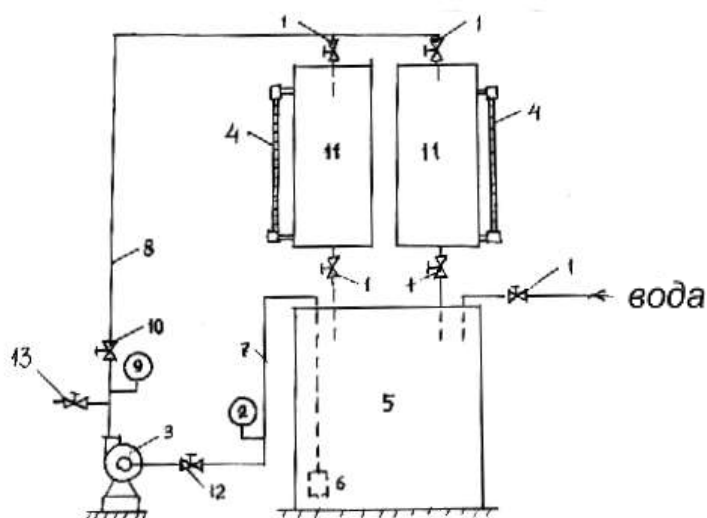
**1.6** .suyuqlik sathini o'lchaydigan naycha,

1.7 .klapnlar,

1.8 .kranlar.

#### IV. Ishni bajarish tartibi

- 4.1. Markazdan qochma nasos o'zgaruvchan elektr toki bilan ishlaydigan elektrodvigatel bilan bir valga o'rnatilib, aylanishlar soni o'lchanib turiladi.
- 4.2. Rezervuardagi so'rish trubasiga o'rnatilgan qaytarma klapan nasosni suyuqlik bilan to'ldirganda suyuqlikni so'rish trubasidan to'kilib ketmasligini ta'minlaydi.
- 4.3. Uzatish trubasiga manometr va suyuqlik miqdorini rostlovchi ventil o'rnatiladi.
- 4.4 .Uzatish trubasi orqali suyuqlik idishlarga uzatiladi. Har bir idishda suyuqlik sathini o'lchovchi shisha naychalar o'rnatiladi.
- 4.5 .Idishlardagi suyuqlik jo'mraklar orqali suyuqlik so'riladigan idishga beriladi. Ish unumdorligi 12 ventilni ochilishi bilan o'zgartiriladi.
- 4.6 .Nasos qurilmasini sinashga  $Q-H$  ,  $Q-H$  ,  $Q - \eta$  orasidagi bog'lanishlarni aniqlashga kerak bo'ladigan kattaliklar uzatilayotgan suyuqlikning miqdori, so'rish trubasidagi vacuum, uzatish trubasidagi bosim, dvigatel is'temol qilayotgan kuchlanish aniqlanadi.



6.1-rasm. Laboratoriya nasos qurilmasining sxemasi.

1 – ventillar; 2 – vakuummetr; 3 – nasos; 4 – suyuqlik sathini o'lchovchi naycha; 5 – suyuqlik rezervuari; 6 - qaytariq klapan; 7 – so'rish trubasi; 8 –

uzatish trubasi; 9 – manometr; 10, 12 - rostlovchi ventillar; 11 – suyuqlik baklari; 13 – ventil.

**4.7.** Nasos qurilmasi ishlashi paytida bu kattaliklar, ya'ni uzatilayotgan suyuqlikning miqdori shisha naychasining ko'rsatkichlari bo'yicha, vaqt esa sekundomer bilan o'lchanib, hisoblash jadvaliga yoziladi.

**4.8.** Uzatilayotgan suyuqlikning nabori metr suv ustunida aniqlanadi:

$$H = P_m + P_{\text{vak}} + \frac{w_x^2 + w_c^2}{2 \cdot g} + h \quad (6.1)$$

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

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

$$H = P_m + P_{\text{vak}} + h \quad (6.2)$$

### Tajriba natijalarini hisoblash

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

$$Q = \frac{Q_1}{1000 \cdot \tau} \quad (6.3)$$

bu yerda:  $Q_1$  - suvning shisha naychasi bo'yicha o'lchangan miqdori, l;  $\tau$  - vat birligi, s.

Nasosning iste'mol qiladigan quvvati, (kVt)

$$N = U \cdot I / 1000 \quad (6.4)$$

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

Nasosning foydali ish koeffitsient ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot N} \quad (6.5)$$

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

6-1 jadval

Aylanishlar soni, n, ayl/min	Vaqt birligi, $\tau$ , s	Suvning miqdori $m^3$	Manometr		Vakuum ko'rsatgan siyraklanish		Umumiy napor, N, m	Quvvat N, kVt	Foydalanish koef. $\eta$ , %
			ko'rsatgan bosim, $P_m$		kg·k/sm <sup>2</sup> $R_v$	mm. suv ustuni $H_s$			
			kg/sm <sup>2</sup> yoki mm.sim .ustun	mm.suv ustuni- da, $H_m$					

**Izoh:** Bir hil vaqt birligida uzatilayotgan suyuqlikning miqdori 3 marta o'lchanadi. 3 marta o'lchangan suyuqlikning o'rtacha miqdori hisoblash jadvaliga yoziladi.

### V. Olingan natijalar

1. Nasosning iste'mol qiladigan quvvati bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.
2. Nasosning foydali ish koeffitsient ko'rsatkichlarini bilishadi.
3. Dvigatel iste'mol qilayotgan kuchlanishi bo'yicha malakaga ega bo'lishadi.

### VI. Natijalar aprobatsiyasi

1. Nasosning asosiy parametrlarini topish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Nasos dvigateli quvvatini topish bo'yicha hisoblari qabul qilinadi.
3. Markazdan qochma nasos uchun hisobotlari qabul qilinadi.

### VII. Xulosa

1. Nasosning foydali ish koeffitsienti haqida bilimga ega bo'lishadi
2. Kavitatsiya haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Nasoslarning proporsionallik qonuni haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R, Nurmammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va



qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo‘llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.

2. Kasatkin. A.G Osnovnye proctessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.

3. Salimov. Z, To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya proctesslari va apparatlari. – Toshkent, O‘qituvchi, 1987. - 406 b.

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

## **2.7-LABORATORIYA ISHI:**

### **I-MAVZU: FILTRLASH DOIMIYSINI ANIQLASH.**

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** filtrda cho‘kmaning hosil bo‘lishida filtrlash doimiyligini aniqlash.

### **III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:**

1.1 . voronka,

1.2 . nutch filtrning tag qismi,

1.3 . filtrlash to‘sig‘i, cho‘kma,

1.4 . vakuum- nasosga ulangan filrat yig‘iladigan idish,

1.5 . oraliq idish,

1.6 . vakuumni o‘lchovchi simobli manometer.

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

4.1. Berilgan konstantrasiya bo‘yicha suspenziya tayyorlanadi.

4.2. Laborant ishtirokida laboratoriya tajriba qurilmasining holati tekshiriladi.

4.3. Filtrlash uchun suspenziya nutch-filtrga quyiladi. Laborant ishtirokida vakuum-nasos ishga tushirilib, yig‘gichda vakuum hosil qilinadi. Vakuum-biror qurilmaning atmosfera bosimidan past bosimda ishlashni ko‘rsatadi. Vakuumning miqdori U-simon manometr bilan aniqlanadi. Yig‘gichdagi to‘la absolyut bosim atmosfera va vakuum bosimlar orasidagi farqqa teng bo‘ladi.

4.4. O‘zgarmas bir xil vaqt birligida filtrlangan filtratning hajmi aniqlanadi.

- 4.5. Filtrning yuzasi aniqlanadi.
- 4.6. Kuzatish tajriba birliklari jadvaldan yoziladi va hisoblanadi.
- 4.7. Tajriba asosida  $\Delta\tau/\Delta q - q$  orasidagi bog‘lanish grafigi chiziladi.
- 4.8. Filtrlash doimiyliги K hisoblanadi.

### Tajriba ko‘rsatkichlarini hisoblash

Filtrlash davomida cho‘kmaning hosil bo‘lishida filtrlash doimiyliги aniqlanadi. Ushbu filtrda filtrlash doimiyliги o‘zgarmas kattalik bo‘lib, filtrlash rejimini, cho‘kmaning, hamda eritmaning fizik-kimyoviy xususiyatlarini hisobga oladi, filtrlash differentsial tenglamasi oraliq aniqlanadi:

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

Ifodada V - filtrning unumdorliги  $\tau$  vaqt ichida oqib o‘tgan filtratning hajm miqdori, m<sup>3</sup>;  $\tau$ - filtrlash vaqti, s;  $\Delta R$  - filtrlashdagi bosimlarning farqi, N/m<sup>2</sup>; S - filtrning umumiy yuzasi, m<sup>2</sup>;  $\mu$  - suyuqlikning qovushoqligi, N·s/m<sup>2</sup>;  $x_0 = V_2/V$  cho‘kma hajmining V<sub>4</sub> filtrat hajmiga Vga nisbati; r<sub>0</sub> - cho‘kmaning solishtirma qarshiligi.

Agar S = 1m<sup>2</sup> deb qabul qilinsa:

$$dV/d\tau = \Delta P/\mu \cdot r_0 \cdot x_0 \tag{7.1}$$

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

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

(7.18) tenglamani K bilan ifodalasak, u holda (7.17) tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dV'}{d\tau} = \frac{K'}{V} \quad \text{yoki} \quad V \cdot dV = K' \cdot d\tau \tag{7.2}$$

(7.12) integrallab quyidagi ifodani olinadi:

$$\frac{V^2}{2} = K' \cdot \tau \quad \text{yoki} \quad V^2 = 2 \cdot K \cdot \tau \tag{7.3}$$

ifodada K – filtrlash doimiyliги.

Filtrlash tezligini shu moment vaqt ichida aniqlash uchun (7.19) tenglamani

differenstiallyab, haqiqiy filtrlash tezligini topamiz, ya'ni

$$2 \cdot V \cdot dV = K \cdot d\tau \quad (7.4)$$

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

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{K}{2 \cdot V} \quad (7.5)$$

Hisoblashni qulaylashtirish uchun (7.21) ifodani quyidagicha tasvirlash mumkin:

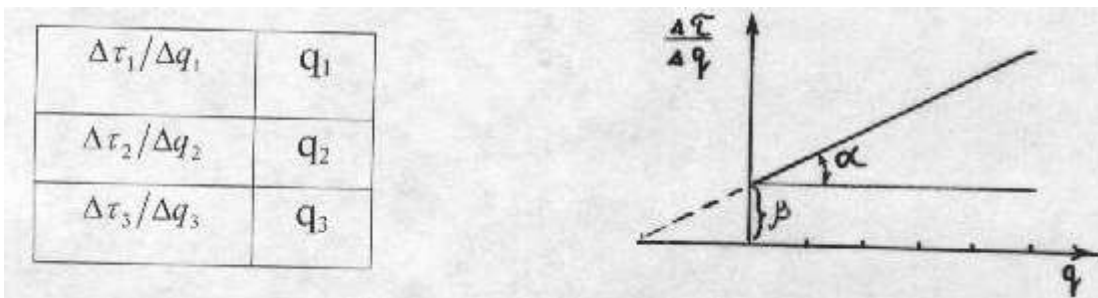
$$\frac{\Delta\tau}{\Delta q} = \frac{2}{K} \cdot q \quad (7.6)$$

ifodada  $q = V/S$  - filtrning solishtirma unumdorligi,  $m^3/m^2$ ;  $\Delta\tau/\Delta q = f(q)$  filtrlash tezligining teskari qiymatiga to'g'ri kelgan miqdor: (7.22) tenglamani koordinat o'qlarida  $\Delta\tau/\Delta q - q$  bog'lanish orqali ifodalanganda, grafikda to'g'ri chiziq hosil bo'lib, uning og'ma tangens burchagining  $tg = 2/K$  qiymati filtrlash doimiylikiga teng bo'ladi.

7-1 jadval

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

**Izoh:** 7-1 jadvaldan  $\Delta\tau/\Delta q$  va  $q$ ga to'g'ri kelgan olinib koordinat o'qlariga grafik quriladi.



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

### V. Olingan natijalar

1. Filtrlash bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.
2. Filtrlanayotgan suyuqlikning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini bilishadi.
3. Filtrlanish darajasi haqida bilim va malakaga ega bo'lishadi.

### VI. Natijalar aprotatsiyasi

1. Filtrlash jarayoni bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni bosimlar farqida filtrlanish hisoblari qabul qilinadi.
3. Asosiy hisob kitob ishlari qabul qilinadi.

### VII. Xulosa

1. Filtrlash jarayonini harakatga keltiruvchi kuch haqida bilimga ega bo'lishadi.
2. Filtr to'siqlar haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Suyuqliklarni filtrlash haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va

qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo‘llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.

2. Kasatkin. A.G Osnovnye proctessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.

3. Salimov. Z, To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya proctesslari va apparatlari. – Toshkent, O‘qituvchi, 1987. - 406 b.

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

## **2.8-LABORATORIYA ISHI:**

### **I-MAVZU: “TRUBA ICHIDA TRUBA TIPIDAGI” ISITGICHDAGI ISSIQLIK BERISH KOEFFITSENTINI ANIQLASH.**

**II. Laboratoriya ishinina maqsadi:** isituvchi agentdan trubaning devoriga yoki trubaning devoriga yoki trubaning devoridan sovituvchi agentga issiqlik o‘tganda issiqlik berish koefitsientlarini aniqlash.

#### **III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:**

**1.1** . termoparalar,

**1.2** . termoparalarni potensiometrqa qulaydilgan qurilma,

**1.3** . potensiometr, issiqlik almashinish qurilmasi,

**1.4** . suv sarfini o‘lchaydigan RS rotometri,

**1.5** . suv sarfini rostlovchi moslamalar,

**1.6** . bosim hosil qiluvchi idish,

**1.7** . suv balandligini ko‘rsatuvchi naycha,

**1.8** . issiq suv beriladigan tuba.

#### **IV. Ishning bajarish tartibi**

Quyidagi ishda issiqlik berish koefitsientini aniqlash quyidagi tartibda olib boriladi;

**4.1.** Naporli bak 19 suv bilan to‘ldiriladi va termopara 9 yordamida uning temperaturasi aniqlanadi. Buning uchun termoparalarni potensiometrqa

qulaydigan qurilmani 0 (nol) holatiga qo'yiladi.

4.2. Sovuq suv berila boshlanadi. Uning sarfi rotametr 13 yordamida o'lchanadi.

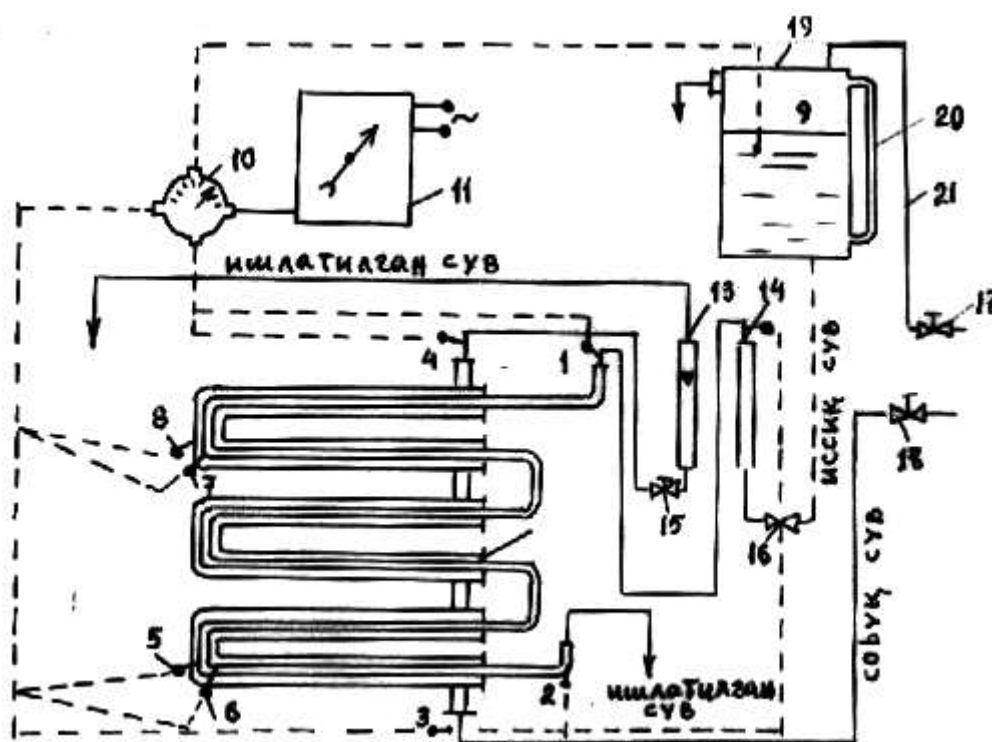
4.3. So'ng issiq suv berib, uning sarfi, rotametr 14 yordamida o'lchanadi.

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

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

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

8.1 - rasmda eksperimental qurilma sxemasi tasvirlangan. Qurilma naporli



bak 19, "truba ichidagi truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmadan 12 va suv sarfini o'lchovchi asboblardan iborat. Isituvchi agent sifatida issiq suv ishlatiladi va u issiqlik almashinish qurilma trubasining ichki qismida yo'naltiriladi. Sovituvchi agent sifatida sovuq suv ishlatilib, u trubalar va qurilmaning ichki devori oralig'idagi bo'shliqda harakat qiladi. Issiqlik almashinish qurilmasida issiq va sovuq suv suvlar o'zaro qarama-arshi yo'nalishda harakat qiladi. Sovuq va issiq suvlarning sarfi rotametrlar (13, 14) yordamida o'lchanadi. Temperatura

termoparalar yordamida o‘lchanadi va ularning tartib nomeri 8-1 jadvalda berilgan.

### 8.1 - rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi.

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

8.1-jadval.

Termoparalar nomeri	O‘lchanayotgan temperatura	Belgilanishi
1	Issiq suv qurilmaga kirishdan oldin	$t_1$
2	Issik suv qurilmaga kirishdan oldin	$t_2$
3	Sovuk suv qurilmaga kirishdan oldin	$t_3$
4	Sovuk suv qurilmaga kirishdan oldin	$t_4$
5	Ichki devor atrofidagi suvning temperaturasi	$t_5$
6	Kichik trubaning ichki devorning temperaturasi	$t_6$
7	Kichik trubaning tashqi devorining temperaturasi	$t_7$
8	Katta trubaning ichki devori atrofidagiga suyuqlikning temperaturasi	$t_8$
9	Bakdagi suvning temperaturasi	$t_9$

### Tajriba ko‘rsatkichlarini hisoblash

Isituvchi agentdan devorga berilayotgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Q = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (8.1)$$

bu yerda:  $G_1$  - isituvchi agentning sarfi, kg/s;  $c_1$  - o'rtacha temperaturadagi

$t_{yp} = \frac{t_1 + t_2}{2}$  isituvchi agentning issiqlik sig'imi.

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

$$Q_1 = \alpha_1 \cdot F_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (8.2)$$

bu yerda:  $Q_1$  - truba devorning yuzasi,  $Q_1=0,193m^2$

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

$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (8.3)$$

bu yerda:  $G_2$  - sovutuvchi agent sarfi, kg/s;  $c_2$  - o'rtacha temperatura  $t_{yp} = \frac{t_3 + t_4}{2}$  dagi sovuq agentning issiqlik sig'imi, J/kg·K.

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

$$Q_2 = \alpha_2 \cdot F_2 \cdot (t_4 - t_3) \quad (8.4)$$

bu yerda:  $G_2$  - ichki trubaning yuzasi,  $G_1=0,139m^2$

Issiqlik berish koeffitsienti qiymatini kriterial tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left( \frac{Pr_c}{Pr_o} \right)^{0,25} \quad (8.5)$$

$$Re = \frac{w \cdot d\rho}{\mu} \quad (8.6)$$

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

$$V_c = w \cdot F \quad (8.7)$$

bu yerda:  $V_c$  – suyuqlikning hajmiy sarfi miqdori,  $m^3/s$ ;  $S$  - trubaning ko'ndalang kesim,  $F = \pi \cdot d^2/4$ . Trubalar ko'ndalang kesim uchun  $F = \pi \cdot d_s^2/4$  ( $d=0,021m$ ,  $d_e=0,028m$ ). Ilovadagi 2-jadvaldan olinadi.

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} \quad (8.8)$$

bu yerda:  $s$ ,  $\mu$ ,  $\lambda$  - o'rtacha temperatura suyuqlikning issiqlik sig'imi,



qovushqoqligi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari. (Ilovaning 2- jadvalidan olinadi)

$$Gr = \frac{g \cdot d_s^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (8.9)$$

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

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

bu yerda:  $Pr_o$  - kriteriyini hisoblash uchun suyuqlikning fizik-kimyoviy kattalikasi devorning temperaturasi bo'yicha olinadi.

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

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

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

8 – 2 hisobot jadvali

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

**Izoh:** Issiq va sovuq suvlarni temperaturalarini aniqlanib issiqlik o'tkazish koeffitsienti hisoblab topiladi va jadval to'ldiriladi.

## V. Olingan natijalar

1. Talabalar issiqlik almashinish bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.

2. Suyqlik va gazlarning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini bilishadi.
3. Issiqlik miqdorini keltirib chiqarish bilimga ega bo'lishadi.

#### **VI. Natijalar aprotatsiyasi**

1. Issiqlik almashinish jarayoni harakatga keltiruvchi kuchni topish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni turbulizatsiya bo'yicha hisoblari qabul qilinadi.
3. Berilayotgan issiqlik miqdorini topish bo'yicha hisobotlari qabul qilinadi.

#### **VII. Xulosa**

1. Issiqlik almashinish jarayonlari haqida bilimga ega bo'lishadi
2. Nu, Pe, Gr, kriteriyalari haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Truba-ichida truba tipli issiqlik almashinish qurilmasi haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi, 1987. - 406 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Toshkent, Nisim, 1999. – 351 b.

#### **2.9-LABORATORIYA ISHI:**

##### **I-MAVZU: “TRUBA ICHIDA TRUBA TIPIDAGI” ISITGICHNING ISSIQLIK O'TKAZISH KOEFFITSENTINI ANIQLASH.**

**II. Laboratoriya ishini bajarishdan maqsad:** "truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasida isituvchi agentdan sovutuvchi agentga issiqlik

o'tkazish koeffitsientini aniqlash.

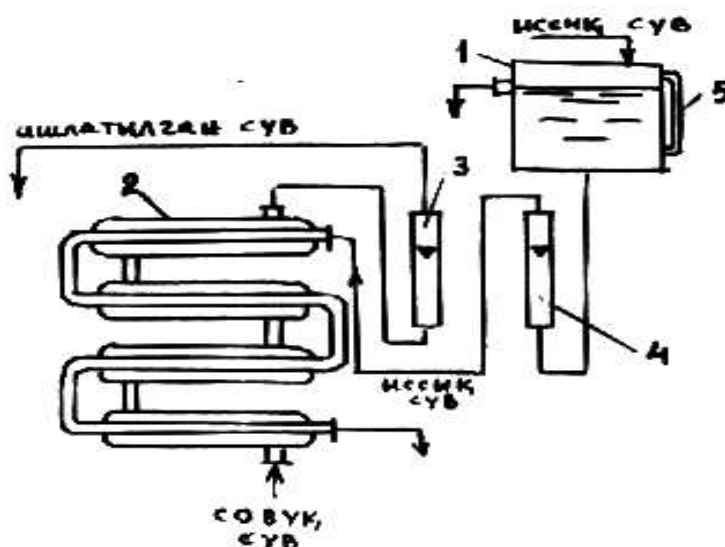
### III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:

3.1. Eksperimental qurilma naporli bak,

3.2. truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi,

3.3. suyuqliklarning sarfini o'lchaydigan rotametrlar va temperatura o'lchash asbobi.

### IV. Ishni bajarish tartibi



9.1 - rasmda tajriba o'tkazish qurilmasi tasvirlangan. Eksperimental qurilma naporli bak 1, "truba ichida truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi 2, suyuqliklarning sarfini o'lchaydigan rotametrlar 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'iga yuboriladi.

4.1 Issiqlik o'tkazish koeffitsienti tajriba qurilmasida quyidagi tartibda aniqlanadi:

4.2 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 ( $V_1$ ) aniqlanadi.

4.3 Krandan kelayotgan sovuq suvning temperaturasi ( $t_1'$ ) aniqlanadi va isitkichga yuborilib, uning sarfi ( $V_2$ ) rotametr yordamida topiladi.

4.4 30 minutdan keyin issiq ( $t_2$ ) va sovuq ( $t_2'$ ) agentlarning temperaturasi,

isitkichdan chiqish paytida o'lanadi.

### Tajriba natijalarini hisoblash

Issqlik o'tkazish koefhistientlarining tajribadan olingan qiymatlari issqlik o'tkazishning asosiy tenglamasi orqali topiladi

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

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

$$Q_1 = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2)$$

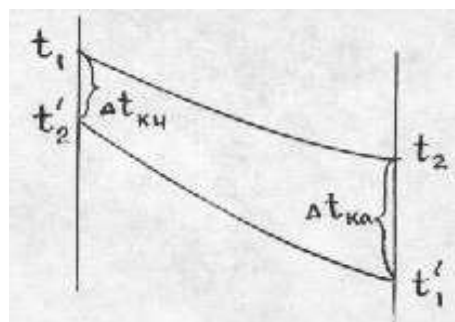
$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (t'_2 - t'_1)$$

bu yerda:  $Q_1$  – issiq suvdagi issqlik miqdori, Vt;  $Q_2$  – sovuq suvdagi issqlik miqdori, Vt;  $c_1, c_2$  - o'rtacha temperaturadagi issiq va sovuq suvning solishtirma issqlik sig'imi koefhistienti (ilovaning 2 jadvalidan olinadi), J/kg·K.

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{2,31g \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}}$$

$$\Delta t_{ka} = (t_2 - t'_1)$$

$$\Delta t_{ku} = (t_1 - t'_2)$$



Issqlik o'tkazish koefhistienti K ning hisobiy qiymatini quyidagi tenglamadan topiladi:

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

bu yerda:  $\delta$  - truba devorining qalinligi  $\delta=2$  mm;  $\lambda$  - issqlik o'tkazuvchanlik koefhistienti,  $\lambda=46,5$  Vt/m.K;  $\alpha_1= 600$  Vt/m.K;  $\alpha_2= 200$  Vt/m.K;

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

9-1 jadval

Issiq suv sarfi	Sovuq suv sarfi	Issiq suvning	Issiq suvning	Sovuq suvning	Sovuq suvning	Issqlik o'tkazish
-----------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-------------------

	$\frac{M^3}{c}$		$\frac{M^3}{c}$	isitkichga kirish paytidagi temperatur asi $t_1, ^\circ C$	isitkichdan chiqish paytidagi temperatur asi $t_2, ^\circ C$	isitkichga kirish paytidagi temperatur asi $t_1, ^\circ C$	isitkichdan chiqish paytidagi temperatur asi $t_2, ^\circ C$	koeffistien ti $K, \frac{Bm}{M^2 \cdot K}$

**Izoh:** Talabalar tomonidan laboratoriya qurilmasi yordamida olingan kattaliklar yuqoridagi formulalar orqali hisoblab jadval to'ldiriladi.

### V. Olingan natijalar

1. Talabalar issiqlik almashinish bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.
2. Issiqlik berish ko'rsatkichlarini bilishadi.
3. Issiqlik miqdorini keltirib chiqarish bilimga ega bo'lishadi.

### VI. Natijalar aprobatsiyasi

1. Issiqlik almashinish jarayoni harakatga keltiruvchi kuchni topish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni turbulizatsiya bo'yicha hisoblari qabul qilinadi.
3. Berilayotgan issiqlik miqdorini topish bo'yicha hisobotlari qabul qilinadi.

### VII. Xulosa

1. Issiqlik almashinish jarayonlari haqida bilimga ega bo'lishadi
2. Nu, Pe, Gr, kriteriyalari haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Truba-ichida truba tipli issiqlik almashinish qurilmasi haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.

2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. -

M.: Ximiya 1973. – 727 s.

3. Salimov. Z, To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya prostesslari va apparatlari. – Toshkent, O‘qituvchi, 1987. - 406 b.

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

## **2.10-LABORATORIYA ISHI:**

### **I-MAVZU: ERKIN KONVEKSIYA DAVRIDA HAVONING ISSIQLIK BERISH KOEFFISENTINI ANIQLASH.**

**II. Laboratoriya ishini bajarishdan maqsadi** – trubaning gorizontal yuzasida havoning erkin konveksiya jarayonida tajriba yo‘li bilan issiqlik berish koeffistienti  $\alpha$  ni aniqlash va cheksiz issiqlik berish koeffistientini hisoblash uchun umumlashtirilgan bog‘liqlikni olish.

#### **III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:**

- 3.1. ishchi blok,
- 3.2. temperaturalar bloki,
- 3.3. mikrokalkulyator, stol,
- 3.4. g‘ilof, avtomatik yondirg‘ich,
- 3.5. signalli armatura,
- 3.6. quvvat bloki, ekran.

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

- 4.1. Sinalayotgan trubaga avtotransformator orqali kuchlanishi yuboriladi.
- 4.2. Tok kuchi va kuchlanishning miqdori aniqlanadi.
- 4.3. Termopara ko‘rsatishini kuzatib, zarur issiqlik rejim belgilanadi (hamma termoparalar ko‘rsatishi vaqt davomida o‘zgarmaydi).

- 4.4. Temperaturani turg'un taqsimlanishida, elektr qizdirgich ajratgan issiqlik quvvatining qiymati, konveksiya va nurlanish yo'li bilan trubaning yon yuzasidan tarqalgan umumiy issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.
- 4.5. So'ng truba yuzasidan temperatura o'lchanadi – har bir nuqtasidan 3 marotaba har 5 minutda olingan natijalar hisobot jadvaliga kiritiladi.
- 4.6. Temperaturalar o'lchanayotgan daqiqada isitkichning quvvati va atrof-muhit temperaturasi belgilanadi.
- 4.7. Tajriba isitkich quvvatining ikkita qiymatida takrorlanadi (maksimal quvvat 0,2 kVt dan ortiq bo'lmasligi lozim).
- 4.8. Hisobot jadvaliga quyidagilar kiritiladi: tajribalar soni, jarayon davomiyligi  $\tau$  (s), tok kuchi  $I$  (A), kuchlanish  $\Delta U$  (V), quvvat  $W$  (Vt), potentsiometr ko'rsatish bo'yicha temperaturalar  $t_1, t_2, \dots, t_n$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), truba yuzasining o'rtacha temperaturasi  $t_g$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), atrof – muhit temperautrasi –  $t_{\text{havo}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

### Tajriba natijalarini hisoblash va hisobot tuzish

1. Umumiy o'rtacha issiqlik berish koeffistientini aniqlaymiz:

$$\alpha = \frac{Q}{[(\bar{t}_g - t_{\text{havo}})F]}$$

bu yerda:  $Q=W$  – konveksiya va nurlanish bilan truba yuzasidan chetlanilgan issiqlik oqimi, Vt (o'rnatilgan rejimda u elektr isitkich quvvatiga teng);  $\bar{t}_g = \sum_{i=1}^n t_i / n$  - qizdirilgan yuzaning o'rtacha temperaturasi,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $F=\pi dl$  – issiqlik beruvchi yuza,  $\text{m}^2$ .

2. Nurlanish jarayoni uchun o'rtacha issiqlik berish koeffistientini aniqlaymiz.

$$\alpha_n = \frac{Q_n}{[(t_g - t_{\text{havo}})F]}$$

bu yerda:  $Q_1 = \epsilon_k S_o F [(T_g/100)^4 - (T_{\text{atr}}/100)^4]$  – qizdirilayotgan yuzadan nurlanish

usulida uzatilgan umumiy issiqlik oqimining qismi  $\epsilon_k = \frac{1}{\left[ \frac{1}{\epsilon_c} + \frac{F}{F_{\text{amp}}} \left( \frac{1}{\epsilon_{\text{amp}}} - 1 \right) \right]}$  -

keltirilgan qoralik darajasi;  $\epsilon_s$  – truba yuzasining qoralik darajasi

(ma'lumotnomadan);  $\varepsilon_{atr}$  – atrofdagi jismlarning qoralik darajasi;  $F$  – trubaning issiqlik berish yuzasi,  $m^2$ ;  $F_{atr}$  – atrofdagi jismlarning yuzasi,  $m^2$  ( $F_{atr} \gg F$  bulgani uchun  $\varepsilon_k = \varepsilon_s$ );  $S_o = 5,67$  – absolyut qora jismning nurlanish koeffitsienti,  $Vt/(m^2 \cdot K^4)$ ;  $T_{atr}$  – atrofdagi jismlarning temperaturasi,  $K$  ( $T_{atr} - T_{havo}$  deb qabul qilinadi).

3. Konveksiyada o'rtacha issiqlik berish koeffitsientini hisoblash

$$\alpha_k = \alpha - \alpha_1$$

4. Birliksiz komplekslarni hisoblash:

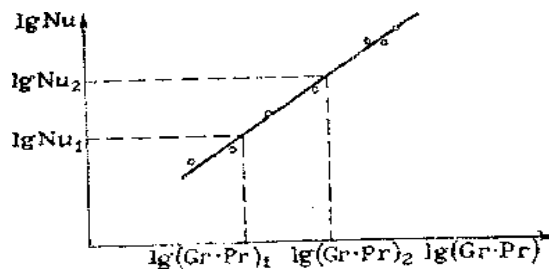
$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda} \quad \text{va} \quad (Gr \cdot Pr) = \frac{gd^3}{\nu^2} \cdot \rho \Delta t \cdot Pr$$

Olingan ma'lumotlar ikkinchi hisobot jadvaliga kiritiladi.

$Nu = C(Gr \cdot Pr)^n$  kriteriyalari orasidagi darajali bog'liqlikni aniqlash uchun doyimiy kattaliklar  $C$  va  $n$  ni aniqlash lozim.

Darajali bog'liqlikni logarifmik koordinatalarda grafikda ko'rsatilgan to'g'ri chizikni olish mumkin (19.2- rasm):

$$\lg Nu = \lg C + n \lg(Gr \cdot Pr) \quad (19.4)$$



19.2 – rasm.  $S$  va  $n$  doimiy kattaliklarni (19.4) tenglamadan grafik usulda aniqlash.

Doimiy kattalik  $n$  ning qiymati absissa o'qiga to'g'ri chiziqning og'ish burchagi tangensi orqali aniqlanadi, ya'ni:

$$n = \frac{(\lg Nu_2 - \lg Nu_1)}{[\lg(Gr \cdot Pr)_2 (Gr \cdot Pr)_1]}$$

Doyimiy kattalik  $S$  esa quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$C = \frac{Nu}{(Gr \cdot Pr)^n}$$



Tajriba yo‘li bilan topilgan darajali bog‘liqlik birinchi hisobot jadvalining ko‘rsatkichlari bilan taqqoslanadi.

### **V. Olingan natijalar**

1. Talabalar havoni issiqlik berish bo‘yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo‘lishadi.
2. Gazlarning asosiy fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini bilishadi.
3. Issiqlik nurlanish bilimga ega bo‘lishadi.

### **VI. Natijalar aprobatsiyasi**

1. Konvektiv issiqlik almshinish jarayoni harakatga keltiruvchi kuchni topish bo‘yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni erkin konveksiya bo‘yicha hisoblari qabul qilinadi.
3. Berilayotgan issiqlik miqdorini topish bo‘yicha hisobotlari qabul qilinadi.

### **VII. Xulosa**

1. Havoning issiqlik berish jarayoni haqida bilimga ega bo‘lishadi
2. Erkin konveksiya haqida bilimga ega bo‘lishadi.
3. Nu, Pr, Pe, Ga kriteriyalari haqida bilim va ko‘nikmaga ega bo‘lishadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo‘llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye prostessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya prostesslari va apparatlari. – Toshkent, O‘qituvchi, 1987. - 406 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - Toshkent, Nisim, 1999. – 351 b.

## 2.11-LABORATORIYA ISHI:

### I. MAVZU: ERITMALARNING TEMPERATURA DEPRESSIYASINI ANIQLASH.

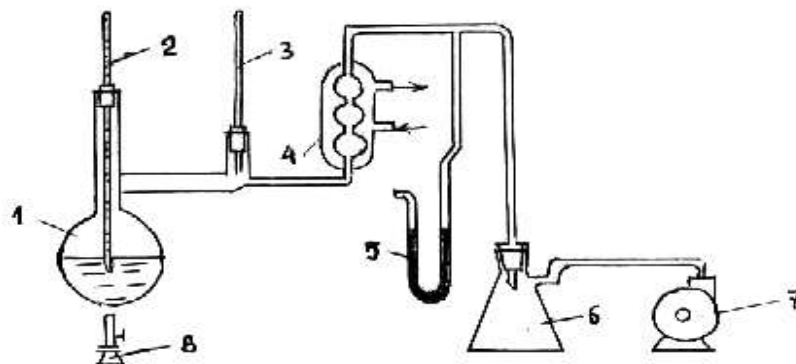
**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** suyultirilgan eritmalarning har hil bosim ta'sirida qaynash paytidagi temperatura depressiyasini tajriba yo'li bilan aniqlash.

### III. Laboratoriya uchun kerakli asbob-uskunalar:

- 3.1. suyultirilgan eritma quyilgan kolba,
- 3.2. eritmaning qaynash temperaturasi o'lchovchi termometr,
- 3.3. ikkilamchi bug'ning temperaturasi o'lchovchi termometr,
- 3.4. sovutkich, manometer,
- 3.5. Bunzen kolbasi,
- 3.6. vakuum-nasos, gaz isitkich.

### IV. Ishni bajarish tartibi

Laboratoriya tajriba qurilmasining sxemasi 11.1 - rasmda ko'rsatilgan.



11.1 - 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.

**4.1.** Vakuum nasos va Bunzen kolbasi vositasida suyultirilgan eritma qo'yilgan kolbada vakuum hosil qilinadi.

- 4.2. Vakuumning miqdori U-simon manometrning ko'rsatkichi bo'yicha o'lchanadi.
- 4.3. Eritmaning qaynash va ikkilamchi bug'ning temperaturasi termometrlar vositasida o'lchanadi.
- 4.4. Eritmani qaynash temperaturasigacha gaz isitkich yordamida qizdiriladi. Laboratoriya tajriba qurilmasida eritmaning temperatura depressiyasi quyidagi tartibda aniqlanadi:
- 4.5. Qurilmaning holati tekshiriladi.
- 4.6. Laborant ishtirokida vakuum-nasos elektr tok manbaiga ulanadi va gaz isitkich yoqiladi.
- 4.7. Vakuum nasos yordamida sistemada eng ko'p siyraklanish hosil qilinib, kolbadagi eritmani qaynash holatigacha qizdiriladi.
- 4.8. Eritmani qaynash paytidagi termometrlarning ko'rsatkichi bo'yicha, eritmaning qaynash temperaturasini ( $t$ ) va to'yingan bug'ning (ikkilamchi bu) temperaturasini ( $\theta$ ) aniqlab hisoblash jadvaliga yoziladi.
- 4.9. Vakuum nasos hosil qilayotgan vakuum miqdorini asta-sekin minimumgacha kran vositasida kamaytirilib, eritma qaynatiladi. Vakuum miqdori har hil bo'lganda, eritma qaynash paytida termometrlarning ko'rsatkichi aniqlab, hisoblash jadvaliga yoziladi.
- 4.10 Gaz isitkich o'chiriladi. Eritmani asta-sekin sovitib, sistemada asta-sekin vakuum miqdori ko'paytiriladi va tajriba qaytadan bajariladi.

### **Tajriba natijalarini hisoblash**

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

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

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

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

Formuladagi  $r$  - ning miqdori absolyut bosimning kattaligiga asosan

ilovadagi 8 - jadvaldan aniqlanadi.

$\Delta_{amm}$  - eritmaning konsentrastiyasi bo'yicha ilovadagi 9-jadvaldan aniqlanadi. Tajriba olingan  $\Delta'_T$  qiymatini, A.I.Tishenko tenglamasi bilan hisoblangan  $\Delta'$  qiymati bilan taqqoslab tajribaning xatosi % miqdorida aniqlanadi.

### Hisoblash jadvali

№	Eritma va uning konsentrastiyasi			Atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi $\Delta'_{amm}$		
	Absolyut bosim $P_{abs}=P_{at}-P_{vak}$	Eritmaning qaynash temperatura si $t, ^\circ C$	To'yingan bug'ning temperatura rasi $\theta, ^\circ C$	Eritmaning temperatura depressiyasi $\Delta'_T, ^\circ C$	Eritmaning hisoblangan temperatura depressiyasi $\Delta'_T, ^\circ C$	Tajribaning xatosi $\frac{\Delta' - \Delta'_T}{\Delta'} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
4						
5						
6						

**Izoh:** Eritma va uning konsentrastiyalarda qaynash temperaturalarini laboratoriya ishini bajarishda topiladi va atmosfera bosimidagi temperatura depressiyasi hisoblanib talabalar tomonidan jadval to'ldiriladi.

### V. Olingan natijalar

1. Depressiya bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.
2. Suyuqlik va gazlarning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini bilishadi.
3. Tishenko formulasini mohiyatini haqida bilimga ega bo'lishadi.

### VI. Natijalar aprobatsiyasi

1. Talabalarni bug'latish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni temperatura depressiyasini topish hisoblari qabul qilinadi.
3. Uch korpusli bug'latish haqida hisobotlari qabul qilinadi.

## VII. Xulosa

1. Bug'latish jarayoni haqida bilimga ega bo'lishadi
2. Konsentratsiyalar farqi haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Temperatura depressiya haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi, 1987. - 406 b.

### 2.12-LABORATORIYA ISHI:

#### I-MAVZU: QURITISH QURILMASIDA QURISH JARAYONINI O'RGANISH. QURITISH JARAYONING KINETIKASI.

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** materialni quritishda namlik miqdorini aniqlash, issiqlikni va havoni solishtirma sarf miqdorlarini aniqlashdan iborat bo'lib, I – x diagrammasida ko'rish jarayoni tasvilanadi.

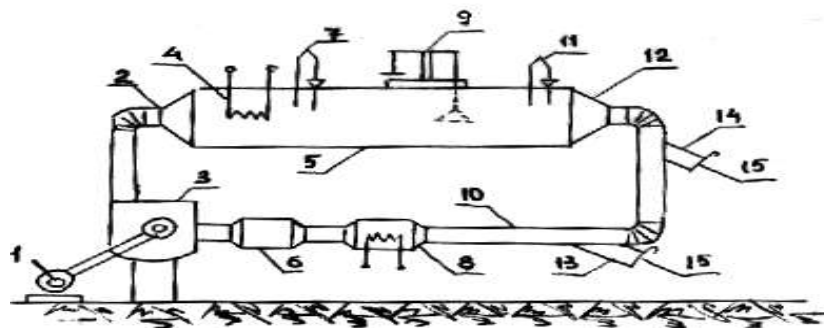
#### III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:

- 3.1. elektroyuritkich,
- 3.2. diffuzor,
- 3.3. ventilyator,
- 3.4. quritkichning qobig'i (400x400), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bilan to'ldirilgan idish uchun trubaning kengaygan qismi,
- 3.5. quruq va ho'l termometrlar (quritishdan oldin),
- 3.6. elektr isitkich, tarozi,

3.7. havo oqimi harakatlanadigan truba  $D = 200$  mm, quruq va ho‘l termometrlar.

#### IV. Ishni bajarish tartibi

12.1- rasmda laboratoriya qurilmasi tasvirlangan.



12.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi

1-elektroyuritkich; 2-diffuzor; 3-ventilyator; 4-quritkichning qobig‘i (400x400); 6-  $H_2SO_4$  b-n to‘ldirilgan idish uchun trubaning kengaygan qismi; 7-quruq va ho‘l termometrlar (quritishdan oldin); 8-elektr isitkich; 9-tarozi; 10- havo oqimi harakatlanadigan truba  $D = 200$  mm; 11-quruq va ho‘l termometrlar (quritishdan keyin); 12- konfuzor; 13- havo beriladigan patrubka; 14-ishlatilgan havo chiqaradigan patrubka; 15-havo sarfini sozlovchi moslama.

4.1. Qurilmadagi quritgich, ventilyator, tarozi, isitkich havoning miqdorini o‘lchovchi shiber, termometrlarning holati tekshiriladi.

4.2. Quritish uchun 100 – 120 g miqdorda namlangan material tortib olinadi.

4.3. Namlangan material quritish uskunasi kamerasidagi tarozi pallasiga qo‘yib quritiladi.

4.4. Ho‘l va quruq termometrlarning birinchi ko‘rsatkichlari yozib olinadi.

4.5. “Assman” psixrometri yordamida quruq va ho‘l termometrlar ko‘rsatkichi o‘lchanadi (Ramzin diagrammasida havoning boshlang‘ich nuqtasini aniqlash uchun ).

4.6. Quritish apparati tok manbaiga ulanadi.

4.7. Ma’lum vaqtdan so‘ng (o‘qituvchi ko‘rsatmasidan so‘ng) quruq va ho‘l termometrlar ko‘rsatkichi o‘lchanadi.

### Tajriba natijalarini hisoblash

Olingan natijalarga asosan I – x diagrammada nazariy quritish jarayoni tasvirlanadi. I - x diagrammaga bir bo‘lak kalka qog‘ozi qo‘yib koordinatalar o‘qi ko‘chirib olinadi va kalka qog‘ozida tajribada aniqlangan havoning quritishdan avvalgi, quritkichga kirish va chiqish holati A, V, S, nuqtalar bilan tasvirlanadi.

Bug‘langan namlikning miqdori W aniqlanadi

$$W = G_1 - G_2 \quad (12.1)$$

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

Havo sarfi (6.15) tenglamasi yordamida aniqlanadi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} \quad (12.2)$$

Havoning solishtirma sarf miqdori:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (12.3)$$

Quritish uchun ketgan issiqlik sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q = q \cdot W \quad (12.4)$$

bu yerda: – solishtirma issiqlik sarfi

$$q = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_0} \quad (12.5)$$

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

### Hisoblash jadvali

Havo muhitining temperaturasi		Havoning quritish kamerasigacha bo‘lgan temperaturasi		Havoning quritish kamersining keyining temperaturasi		Nam materialning miqdori, kg	Quritilgan materialning miqdori, kg
Ho‘l	Quruq	Ho‘l	Quruq	Ho‘l	Quruq		

termo metr, t, <sup>0</sup> C	termo metr, t, <sup>0</sup> C	termo metr, t, <sup>0</sup> C	termo metr, t, <sup>0</sup> C	termo metr, t, <sup>0</sup> C	termo metr, t, <sup>0</sup> C		
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	--

**Izoh:** Laboratoriya natijalari olinib quyidagi jadval talabalar tomonidan to'ldiriladi.

### V. Olingan natijalar

1. Talabalar quritish jarayoni bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.
2. Quritish turlari haqida ko'nikmaga ega bo'lishadi.
3. Quritish kinetikasi haqida bilimga ega bo'lishadi.

### VI. Natijalar aprobatsiyasi

1. Quritishda yoqotilgan namlikni topish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni Ramzinning I-X diagrammasida entalpiyani topish bo'yicha hisoblari qabul qilinadi.
3. Konvektiv quritish haqida hisobotlari qabul qilinadi.

### VII. Xulosa

1. Sublimatsion quritish haqida bilimga ega bo'lishadi
2. Dielektrik quritish haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Kontaktli quritish haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye prostessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya prostesslari va apparatlari. – Toshkent, O'qituvchi, 1987. - 406 b.



## **2.13-LABORATORIYA ISHI:**

### **I. MAVZU: HARAKATCHAN NASADKALI KOLONNALARDA MASSA BERISH VA O‘TKAZISH KOEFFITSIENTINI ANIQLASH.**

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** mavhum qaynovchi qatlamli nasadkali kolonnalarda, modda berish koeffitsienti, quruq va ho‘llangan nasadkaning gidravlik qarshiliklarini aniqlashdir.

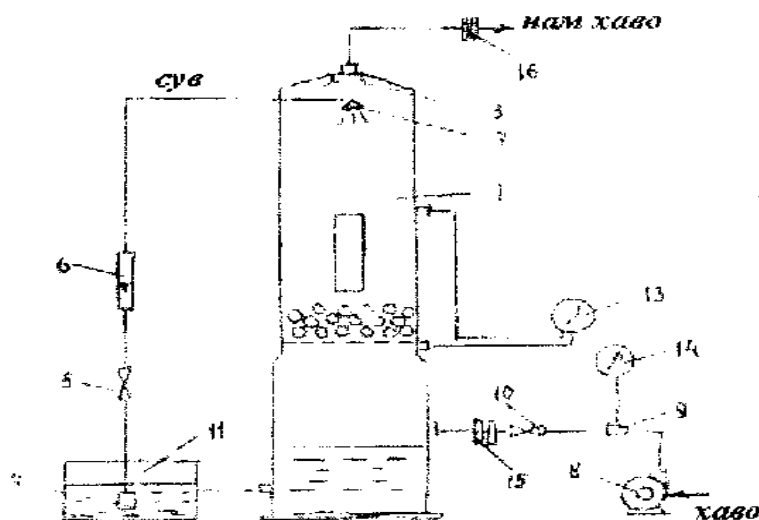
### **III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:**

- 3.1. kolonna,
- 3.2. ag‘darilma tarelka,
- 3.3. tomchi ajratgich, nasos,
- 3.4. suyuqlik sarfini rostlovchi kran,
- 3.5. suyuqlik sarfini o‘lchovchi rotametr,
- 3.6. purkagich, ventilyator,
- 3.7. Pito-Prandtl trubkasi,
- 3.8. havoning miqdorini rostlovchi moslama,
- 3.9. suv to‘ldirilgan bak, nasadka,
- 3.10. mikromanometr, psixrometrlar.

### **IV. Ishning bajarish tartibi**

- 4.1. Qurilma vertikal kolonna bo‘lib, uning ichki qismiga ag‘darilma tarelka o‘rnatilgan. Tarelka elaksimon bo‘lib, teshiklarining diametri  $d=0,016$  m, kolonna yuzasini egallagan tarelkaning ozod qismi  $F = 20\%$  ga teng.
- 4.2. Nasadka sifatida tarelkaga diametri  $d=37$  mm bo‘lgan sharlar solingan. Sharlar qatlamining g‘ovakliligi  $\varepsilon = 0,4$  ga teng, sharlarning soni  $n = 90$  ta. Nasadka qatlamining balandligi  $N_n = 200$  mm.
- 4.3. Kolonna ishlash holatining balandligi  $N_i = 1200$  mm ga teng. Markazdan qochma nasos (4) orqali purkagich (7) ga suv beriladi. Suvning sarfi rotametr (6) orqali o‘lchanib, sarfi kran (5) bilan rostlanadi.

**4.4** . Havoning diametri  $d = 110$  mm bo'lgan truba orqali ventilyator vositasida beriladi. Havoning sarfi maxsus moslama bilan o'zgartiriladi, uning sarflanish



miqdori mikromanometr (14) ulangan Pito-Prandtl (8) trubkasi

13.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi. 1- kolonna; 2- ag'darilma tarelka; 3- tomchi ajratgich; 4- nasos; 5- suyuqlik sarfini rostlovchi kran; 6- suyuqlik sarfini o'lchovchi rotametr; 7- purkagich; 8- ventilyator; 9- Pito-Prandtl trubkasi; 10- havoning miqdorini rostlovchi moslama; 11- suv to'ldirilgan bak; 12- nasadka; 13,14- mikromanometr; 15,16 - psixrometrlar.

**4.5.** Psixrometrlar (15), (16) bilan kolonnaga kirayotgan havoning nam saqlashi,  $(x_b, x_{ox})$  quruq va ho'1 termometrlar vositasida aniqlanadi.

**4.6.** Ushbu ishda gaz fazasidagi modda berish koeffitsientining  $\beta_u$  qiymati, suvni havoda bug'lanishi samaradorligiga qarab 2 xil sharoitda aniqlanadi.

1.  $Z = \text{const}$  bo'lganda,  $\beta_u = f(w_o)$  bog'lanishini keltirib chiqarish.

2.  $w = \text{const}$  bo'lganda,  $\beta_u = f(Z)$ , bog'lanishini keltirib chiqarish.

Qurilmaning holati tekshirilib, laborant ishtirokida markazdan qochma nasos ishga tushirilib, suvni temperaturasi o'zgarmas holatga kelguncha sterkulstiya qilinadi. Rotametrning ko'rsatkichi bo'yicha suvning sarfi miqdori o'zgarmas (o'qituvchi ko'rsatmasiga asosan) qilib olinadi. Havoning sarf miqdorini 4 marta

rostlovchi moslama (10) yordamida o'zgartirib, ventilyator (8) orqali havo beriladi, hamda mikromanometr (14) ko'rsatkichi va psixrometr (15), (16) kolonnadan oldingi va keyingi ko'rsatkichlarini hisoblash jadvaliga yoziladi.

Ikkinchi usulda havoning sarf miqdorini o'zgarimas holatda suvning sarfi 4 marta rotametrlarning ko'rsatkichi bo'yicha o'zgartirilib, psixrometrlarning ko'rsatkichi hisoblash jadvaliga yoziladi.

Tajriba o'tkazilgandan so'ng modda berish koeffitsienti (11.31) tenglama bilan, havoning tezligi ( 11.36 ) va namlash zichligi  $Z$  (11.37) tenglamalar bilan hisoblanadi. Tajriba natijalari asosida  $Z=\text{const}$  bo'lganda  $\beta_u-w_0$  orasidagi va  $W=\text{const}$  bo'lganda  $\beta_u-Z$  orasida o'zaro bog'lanish grafiklari millimetrli kog'ozda tasvirlanadi.

13-1 hisoblash jadvali

O'lchanadigan miqdorlar	1	2	3	4
Havo sarfi $V_c$ , $m^3/s$				
Suvning sarfi $V$ , $m^3/\text{soat}$				
Kolonnaga kirayotgan havoning temperaturasi, $^{\circ}C$				
Quruq havoning temperaturasi - $t_k$ , $^{\circ}C$				
Ho'l termometrning temperaturasi - $t_x$ , $^{\circ}C$				
Kolonnaga kirayotgan havoning nam saqlashi- $x_b$ , kg/kg				
Kolonnadan chiqayotgan havoning temperaturasi - $t_{ch}$ , $^{\circ}C$				
Quruq havoning temperaturasi - $t_k$ , $^{\circ}C$				
Kolonnadan chiqayotgan havoning nam saqlashi- $x$ , kg/kg				

**Izoh:** Miqdorlar topilib yuqoridagi formulalar yordamida hisoblanib talabalar tomonidan jadval to'ldiriladi.

### Tajriba ko'rsatkichlarini hisoblash

1. Ikki xil usul uchun modda berish koeffitsientini quyidagi tenglama bilan hisoblaymiz:

$$\beta_y = K_y = \frac{M}{F \cdot \Delta y_{yp}} \quad (13.1)$$

bu yerda:  $M$  - suvdan havoga o'tgan namlik miqdori, kg/s;  $F = 0,031 \text{ m}^2$  - tarelkaning ish yuzasi,  $\text{m}^2$ ;  $\Delta y_r$  - jarayonning harakatlantiruvchi kuchi, kg/kg.

2. Suvdan havoga o'tgan namlikning miqdori quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$M = G_x \cdot (y_o - y_{\bar{o}}) \quad (13.2)$$

bu yerda:  $G_x$  - havoning massaviy sarfi, kg/s;  $x_b$ ,  $x_o$  - havoning dastlabki va kolonnadan chiqishdagi nam saqlashi, quruq va ho'l termometrning temperaturasi asosan I- x diagrammadan aniqlanadi.

3. Havoning massaviy sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$G_x = V_c \cdot \rho \quad (13.3)$$

bu erda  $V_c$  - havoning hajmiy sarfi,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $\rho$  - gazning zichligi,  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

4. Havoning hajmiy sarfi pnevmometrik Pito-Prandtl naychasi ko'rsatkichi

bo'yicha, olingan dinamik naporning qiymati orqali aniqlanadi:  $h_o = w^2 / 2g$

bu yerda:  $w = \sqrt{2g \cdot h_o}$

Havoning hajmiy sarfi esa:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot h_o} \quad (13.4)$$

bu yerda:  $d=110 \text{ mm}$  - havo berilayotgan trubaning diametri, m;  $\varphi = 0,97$  - sarflanish koeffitsienti;  $h_o$  - dinamik napor, havo ustunida.

5. Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi  $\Delta x_{ur}$  quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta x_{yp} = \frac{(x_m - x_{\bar{o}}) - (x_m - x_o)}{2,31g \frac{x_m - x_{\bar{o}}}{x_m - x_o}} \quad (13.5)$$

bu yerda:  $x_m$  - havoning muvozanat holatdagi nam saqlashi, temperaturaga I-x diagrammadan aniqlanadi.

6. Havoning mavhum tezligi sekundi sarf tenglamasidan aniqlanadi:

$$w_o = \frac{V_c}{F} \quad (13.6)$$

bu yerda  $F = 0,0314 \text{ m}^2$ - kolonnaning ko'ndalang kesim yuzasi. Suvning sarf miqdori bo'yicha namlash zichligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Z = \frac{G}{3600 \cdot F} \quad (13.7)$$

bu yerda:  $Z$  -namlash zichligi;  $G$  - suvning sarf miqdori, rotametrlning ko'rsatkichi bo'yicha grafikdan aniqlanadi.

Quruq va ho'llangan nasadkaning gidravlik qarshiligini aniqlash.

Havoning sarfini rostlovchi maxsus moslama (10) yordamida 4 marta o'zgartirib, mikromanometr (13,14) bilan quruq nasadka gidravlik qarshiligini va havoning sarfini aniqlaymiz. So'ngra kolonnaga markazdan qochma nasos yordamida suv berib, suvning sarfini o'zgarmas ( $G=const$ ) holatida mikromanometrning (13) ko'rsatkichi bo'yicha, ho'llangan nasadkaning gidravlik qarshiligini aniqlanadi. Havoning sarfini mikromanometr (14) bilan aniqlanadi. Bu tajribani 4 marta qaytaramiz. Olingan tajriba natijalarini 13-2 hisoblash jadvaliga yozamiz.

13-2 jadval

	1	2	3	4
14- mikromanometrning ko'rsatkichi bo'yicha havoning sarfi, $\text{m}^3/\text{soat}$				
13 mikromanometrning ko'rsatkichi bo'yicha Rotametrlning ko'rsatkichi bo'yicha Suvning sarfi, $\text{m}^3/\text{s}$				
13 mikromanometrning ko'rsatkichi bo'yicha				

**Izoh:** Tajribada olingan quruq va ho‘llangan nasadkalarining gidravlik qarshiliklarining qiymatini (13.7), (13.6) tenglama bilan hisoblangan qiymatlari bilan taqqoslab xatosi % larda aniqlanadi.

13-2 Hisoblash jadvalidagi tajriba natijalariga asosan havoning tezligi (11.36), namlash tezligi esa (11.37) tenglamalar yordamida xisoblanadi. Quruq va ho‘llangan nasadkalarining gidravlik qarshiligining o‘lchov birligi Pa da ifodalab tezlik bilan o‘zaro bog‘lanishlari, ya’ni  $\Delta P_{k-w_0}$  va  $\Delta P_{x-w_0}$  grafiklari millimetrligi qog‘ozda tasvirlanadi.

## V. Olingan natijalar

1. Talabalar suyuqlik Turbulent diffuziya koeffitsienti bo‘yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo‘lishadi.
2. Suyuqlik va gazlarning asosiy fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini bilishadi.
3. Harakatchan nasadkalarda massa berishni keltirib chiqarish bilimga ega bo‘lishadi.

## VI. Natijalar aprobatsiyasi

1. Talabalarni massa almashinish jarayonlari bo‘yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni yutilayotgan gaz miqdorini topish bo‘yicha hisoblari qabul qilinadi.
3. Absorbsiya jarayonlari asosiy hisbotlari qabul qilinadi.

## VII. Xulosa

1. Yutilayotgan gaz miqdori haqida bilimga ega bo‘lishadi
2. Quruq va ho‘llangan nasadkaning gidravlik qarshiligini aniqlash bilimiga ega bo‘lishadi.
3. Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi haqida bilim va ko‘nikmaga ega bo‘lishadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo‘llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.:

Ximiya 1973. 3. Salimov. Z, To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya prestesslari va apparatlari. – Toshkent, O‘qituvchi, 1987. - 406 b.

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

## 2.14-LABORATORIYA ISHI:

### I-MAVZU: YARIM SFERIK AKTIV KO‘MIR QATLAMLI ADSORBER GIDRODINAMIKASINI O‘RGANISH.

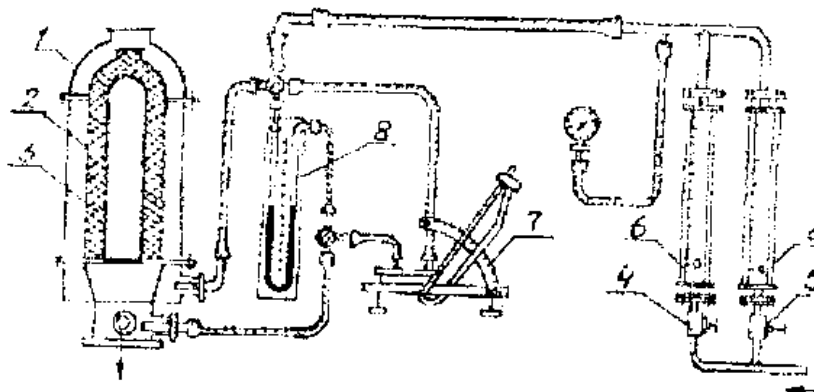
**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** o‘zgarmas adsorbent qatlamidagi gidravlik qarshilikni aniqlab,  $Eu=f(Re)$  orasidagi bog‘lanish grafigini qurish, tajriba natijalari asosida  $A$ ,  $s$  koeffitsientlari va daraja ko‘rsatkichi  $n$  hisoblanadi.

### III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:

- 3.1 adsorber,
- 3.2 tashqi to‘r, ichki to‘r,
- 3.3 ventillar,
- 3.4 RS-7 rotometr,
- 3.5 MMN-240 mikromonometr,
- 3.6 difmanometr.

### IV. Ishni bajarish tartibi

14.1 rasmda laboratoriya qurilmasining sxemasi ko‘rsatilgan.



14.1 rasm. Adsorbent qatlamining gidravlik qarshiligini  
aniqlash laboratoriya qurilmasi:

*1 – adsorber; 2 – tashqi to‘r; 3 – ichki to‘r; 4, 5 – ventillar; 6 –  
RS-7 rotametr; 7 – MMN-240 mikromonometr; 8 – difmanometr.*

- 4.1** Laboratoriya qurilmasi o‘zgaruvchan ko‘ndalang kesimdagi adsorberdan iborat bo‘lib, uning ichiga tashki va ichki to‘r o‘rnatilgan.
- 4.2** To‘rlar orasi tula va yarim sfera qatlamida aktivlangan ko‘mir bilan to‘ldiriladi. Qurilmaga havo yuqori bosimli ventilyator orqali yoki ballonga to‘ldirilgan siqilgan havo beriladi.
- 4.3** Havoning sarfi rotametr ko‘rsatkichi bo‘yicha 4 va 5 kran orqali sozlanadi. Adsorberdagi bosimlarning farqi mikromonometr MMN-240 va difmanometr bilan o‘lchanadi.
- 4.4** O‘zgaruvchan ko‘ndalang kesimli qatlamdagi aktivlangan ko‘mirning gidravlik qarshiligi quyidagi tartibda o‘lchanadi:
- 4.5** Tekshirilayotgan aktivlangan ko‘mirning sochiluvchan zichligi aniklanadi. Bu kattalikni o‘lchash uchun ma‘lum mikdordagi aktivlangan ko‘mirni tarozida tortib stilindrga solinadi va uning egallagan xajmini mikrometr bilan o‘lchanadi.
- 4.6** Katlamdagi bo‘sh xajm (14.1) tenglama orqali aniqlanadi.
- 4.7** Gaz oqimi bilan yuvilayotgan xajm birligidagi qatlamning erkin yuzasi (15.1) tenglama yordamidagi qatlamning erkin yuzasi (15.5) tenglama yordamida xar qanday ko‘ndalang kesim uchun kanallarning ekvivalent diametri (15.10) tenglama bilan xisoblanadi.
- 4.8** Xavoning zichligi, qovushqoqligi temperaturaga asosan ilovaning 2 jadvalidan aniqlanib, xar qanday rejim uchun Reynolds kriteriyasi hisoblanadi.
- 4.9** Adsorberga aktivlangan ko‘mir solmasdan ventilyator orqali berilayotgan havo oqimining sarflanish mikdorini RS-7 rotametri yordamida har xil o‘zgartirib laboratoriya qurilmasining gidravlik qarshiligini mikromonometr va difmanometr bilan o‘lchanadi.



**4.10** So'ngra, adsorberni aktivlangan ko'mir bilan to'ldirib, ventilyator yordamida laboratoriya qurilmasiga havo beriladi. 4 yoki 5 kran asta-ochilib, rotametrlarning ko'rsatkichi bo'yicha havoning sarflanish miqdori aniqlanadi.

**4.11** Tajriba davomida havoning sarflanish miqdorini rotametrlarning ko'rsatkichi bo'yicha oshirib, laboratoriya qurilmasining gidravlik qarshiligini quruq adsorberda va adsorber ko'mir bilan to'ldirilgan xolda 5-6 marta mikromanometr va difmanometr bilan o'lchanadi.

**4.12** Tajriba natijalari hisoblash jadvaliga yoziladi.

### **Tajriba natijalarini xisoblash**

1. Havoning sekundli sarfi miqdoriga asosan modifikastiyalashtirilgan Reynolds kriterisini aniqlaymiz.

$$Re_m = \frac{w_x d_3 \psi}{\nu(1 - \Sigma)} \quad (14.1)$$

bu erda  $w_x = w / \varepsilon$  oqimning xakikiy tezligi (bush kanallardagi tezlik);  $d_e$  – kanallarning ekvivalent diametri, m;  $\nu$  – kinematik qovushqoqlik,  $m^2/s$  uning qiymati ilovaning 2 jadvalidan aniqlanadi,  $\psi$  – zarrachalarning shakli, silindrsimon shaklli zarrachalar uchun  $\psi = 0,9$  teng;  $\varepsilon$  – qatlamning bo'sh xajmi,  $m^3/m^3$ .

2. Geometrik o'xshashlik simpleksi G quyidagicha aniqlanadi:

$$G = L/d_e \quad (14.2)$$

3. O'lchangan qatlamdagi bosimlar farqining miqdori bo'yicha Eyler kriteriyasi hisoblanadi:

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho w_x^2} \quad (14.3)$$

bu erda  $\rho$  – xavoning zichligi,  $kg/m^3$  (ilovadagi 1 jadvaldan olinadi).

4. Logarifm kordinatlarida tajriba natijalari asosida  $Eu/G = f(Re)$  orasidagi bog'lanish grafigi tasvirlanadi.

5.  $Eu/G = f(Re)$  grafigidan havo oqimining laminar va turbulent xarakati rejimida s koefitsientining miqdori va daraja ko'rsatkichi  $n$  aniqlanadi.

14-1 jadval

Tajriba	$w_x$ , m/s	$\Delta P$ , Pa	$Eu = \frac{\Delta H}{\rho w_x^2}$	$Re = \frac{w_x d_3 \psi}{\nu(1-\Sigma)}$	$\lg \frac{Eu}{\Gamma}$	$\lg Re$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						

**Izoh:** turbulent rejimlar uchun gidravlik qarshiliklar  $\Delta P_{lam.}$  va  $\Delta P_{tur.}$  xisoblanadi. Tajribadan olingan  $\Delta P_{lam.}$  va  $\Delta P_{tur.}$  qiymatlari xisoblanganlari bilan solishtiriladi va aniqligi % lar xisobida aniqlanadi.

### V. olingan natijalar

1. Talabalar Adsorbsiya jarayoni bo'yicha nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.
2. Yutilayotgan gazlarning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini bilishadi.
3. Geometrik o'xshashlik simpleksi bilimga ega bo'lishadi.

### VI. Natijalar aprobatsiyasi

1. Talabalarni adsorberda yutilayotgan gaz miqdorini topish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni Adsorberdagi bosimlarning farqini topish hisoblari qabul qilinadi.
3. Suyuqlik xarakati laminar yoki turbulentiida gidravlik qarshiliklarni bilish uchun ishlangan xisobotlari qabul qilinadi.

### VII. Xulosa

1. Adsorbsiya haqida bilimga ega bo'lishadi
2. Desorbsiya xaqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Adsorbsiyalanish xaqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jaryon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo‘llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To‘ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protesslari va apparatlari. – Toshkent, o‘ituvchi, 1987. - 406 b.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning jarayon va qurilmalari fanidan xisoblar va misollar. - Toshkent, Nisim, 1999. – 351 b.

## 15-LABORATORIYA ISHI:

### I- MAVZU: SOCHILUVCHAN MATERIALLARNI SOLISHTIRMA YUZASINI ANIQLASH VA ELAKLARDA FRAKSIYALARGA AJRATISH.

**II. Laboratoriya ishining maqsadi:** Dispers materialning zarrachalar o‘lchamini taqsimlovchi differensial va integral egri chiziqlarini tuzish va o‘rganish. Tuzilgan grafiklar asosida zarrachalarning o‘rtacha o‘lchami  $d_{urt}$  va chetlanish koefitsientini  $R_{ch}$  aniqlash. Filtratsion usul bilan dispersion materialning solishtirma yuzasini  $S_{sol}$  aniqlash.

### III. Laboratoriya ishi uchun kerakli asbob-uskunalar:

- 3.1 qopqoq,
- 3.2 elaklar to‘plami,
- 3.3 stolcha, eksstentrikli val,
- 3.4 stamina, elektrodvigatel, kulisa,
- 3.5 vint, richag, plunjer, gilza,
- 3.6 dispers material, gidravlik press,

3.7 shlang, suvli manometer,

3.8 jo‘mraklar, Mariotta idishi,

3.9 o‘lchovli stilindr.

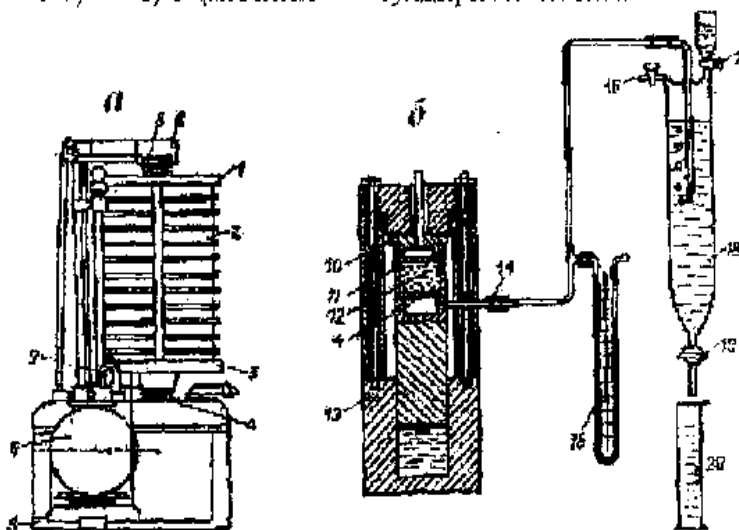
#### IV. Ishni bajarish tartibi

**4.1 Elakli saralash tahlili.** Kukunsimon materialning namunasini (100-200g) yuqoridagi elakga joylashtiriladi, 1 qopqoq bilan yopiladi va mexaniq saralash stolcha 3 da vintlar 8 bilan mustahkamlanadi (15.1 a-rasm).

**4.2 Elektrovigatel 6 yoqiladi va 20-30 min davomida elash tugagandan so‘ng tegishli elakdagi xar bir fraksiya texnikaviy tarozida 0,01 g aniqlikgacha tortiladi va hisobot jadvaliga kiritiladi.**

**4.3 Xamma frakstiyaning yig‘indisi taxlil uchun olingan dastlabki namunaning massasidan 2% dan ko‘p farq qilmasligi kerak.**

**4.4 Kukunning solishtirma yuzasini aniqlash.** Aniqligi 0,01 g gacha tortilgan kukunning namunasi gilza 11 ga joylashtiriladi. Dispers materialning namunasi 12 shunday tanlanishi kerakki (kukunsimon yoki changsimon) u gilzaning 1/3 - 1/2



xajmini to‘ldirishi lozim.

15.1-rasm. Qurilmaning sxemasi

*a) – mexaniq elash uchun moslangan 0,28 M qurilmaning sxemasi; b) – xavo o‘tish usuli b-n zarrachalarning solishtirma yuzasini aniqlashga*

*moslangan qurilmaning sxemasi; 1- qopqoq; 2 – elaklar to‘plami; 3 – stolcha; 4 – eksstentrikli val; 5 – stanina; 6 – elektrodvigatel; 7 – kulisa; 8 – vint; 9 – richag; 10 – plunjer; 11 – gilza; 12 – dispers material; 13 – gidravlik press; 14 – shlang; 15 – suvli manometr; 16, 17, 19 – jo‘mraklar; 18 – Mariotta idishi; 20 – o‘lchovli stilindr.*

**4.4** Dastlab gilza tubiga filtrlovchi kog‘oz joylashtiriladi. Gilzaga solingan kukunning ustiga ikkinchi filtrlovchi kog‘oz, so‘ngra plunjer 10 bilan yopiladi. Gilza qo‘l gidravlik pressi 13 ga qo‘yilib 3-4 MPa bosimgacha presslanadi.

**4.5** Presslangan materialning qatlami gilzaning shkalasi bo‘yicha o‘lchanadi. So‘ngra gilza vakuum shlangi 14 bilan qurilmaning o‘lchov kismiga ulanadi. Xamma o‘lchovlar atrof muxitning temperato‘rasi doimiy (20-25°C) bo‘lganda bajariladi.

**4.6** O‘lchovlar paytida temperato‘ra 0,2°C dan yuqori ko‘tarilishi mumkin emas. Mariotta idishi 18 xona temperato‘rasiga teng bo‘lgan distillangan suv bilan 16,17 jo‘mraklar yordamida to‘ldiriladi.

**4.7** Idish to‘ldirilgandan so‘ng 16, 17 jo‘mraklar yopiladi. Agar 19 jo‘mrak yoki shishali otvodda havo pufakchalari qolgan bo‘lsa, unda 16 va 19 jo‘mraklarni ochib suvni tushirib chiqarib yuborish kerak.

**4.8** Qurilmaning o‘lchov kismi tayyor bo‘lganidan so‘ng gilza 11 vakuum shlang 14 ga ulanganligi tekshiriladi va xavoni dispers material qatlamidan filtrlash tezligi o‘lchanadi.

**4.9** Kran 19 ochiladi va sekundomer yordamida vaqt belgilanadi. Suv idish 18 dan stilindr 20 ga sistema va atmosfera bosimlar farqi tufayli oqib tushadi. Atmosfera bosimi simob barometri yordamida o‘lchanadi.

**4.10** Vaqt bo‘yicha xavoni filtrlash tezligi Mariotta idish 18 dan suvning ma‘lum xajmi okib chiqqanidan aniqlanadi.

**4.11** To‘rli dispers materiallar namunasi uchun o‘lchovlar 2-3 marotaba takrorlanadi va xisobot jadvaliga kiritiladi.

## Tajriba natijalarini xisoblash va xisobot tuzish

### **Elakli saralash taxlili.**

Hisobot jadvali natijalari bo'yicha 15.1 a va b grafiklari tuziladi.

$\left(\frac{M_i}{M_y}\right) \cdot 100$  nisbatan frakstiyadagi donalarning massaviy ulushi aniqlanadi. Bu

yerda  $M_i$  – elakdagi kukunning massasi, g;  $M_y$  – dastlabki kukun namunasining massasiga teng bo'lgan xamma fraksiyalarning umumiy massasi, g.

Zarrachalarning o'rtacha diametri  $d_{urt}$  (18.1), chetlanish koeffitsienti  $R_{ch}$  esa (15.2) formuladan topiladi.

### **Solishtirma yuzani aniqlash.**

O'lchovsiz o'tkazuvchanlik koeffitsientiga  $R_1$  bog'liq bo'lgan xolda zarrachalar qatlamidan xavo oqimini qovushqoq oqish ma'lumotlaridan solishtirma yuza  $S_k$  ( $sm^2/sm^3$ ) quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$P_1=3\div 100 \quad S_k = 8,73 \cdot 10^4 \frac{\varepsilon^2}{1-\varepsilon} \sqrt{\frac{1}{K_y \Pi_1^{0,26}}} \quad (15.1)$$

$$P_1=0,1\div 3 \quad S_k = 1,2 \cdot 10^5 \frac{\varepsilon^2}{1-\varepsilon} \sqrt{\frac{1}{K_y \Pi_1^{0,83}}} \quad (15.2)$$

$$P_1>100 \quad S_k = 4,7 \cdot 10^4 \frac{\varepsilon^2}{1-\varepsilon} \sqrt{\frac{1}{K_y}} \quad (15.3)$$

(15.1) – (15.2) tenglamalarda bo'shliq  $\varepsilon$  quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\varepsilon = 1 - M_m / (\rho_m V_m)$$

bu erda  $M_m$  – dispers materialning namunasi, g;  $\rho_m$  – materialning zichligi,  $g/sm^3$ ;  $V_m$  – gilza 11 da presslagandan so'ng materialning egallagan hajmi,  $sm^3$ ;  $V_m=F \cdot L$ ;

F – gilzaning ko‘ndalang kesim yuzasi (4,906 sm<sup>2</sup>); L – presslangan kukun qatlamining balandligi, sm. O‘tkazuvchanlik (filtratsiyalash) koeffitsienti  $K_u$ :

$$K_u = P_1 V_{\text{suv}} L / (\Delta P F \tau)$$

bu erda  $P_1$  – kukun qatlamining o‘rtasidagi bosim, Pa ( $P_1 = P_{\text{atm}} - \Delta P / 2$ ;  $P_{\text{atm}}$  – atmosfera bosimi, Pa);  $V_{\text{suv}}$  – oqib o‘tgan suvning xajmi, sm<sup>3</sup>;  $\Delta P$  – manometr 15 dagi bosimlar farki;  $\tau$  – xajmi o‘lchangan suvning oqib tushgan vaqti, s.

O‘lchovsiz o‘tkazuvchanlik koeffitsienti  $R_1$ :

$$P_1 = 6,585 \cdot 10^{-4} K_u / \varepsilon$$

bu erda 6,585 – 20°S da xavo uchun  $\rho / \mu$  nisbati;  $\rho$  – kg/m<sup>3</sup>,  $\mu$  - Pa·s.

Hisobot o‘z ichiga quyidagilarni kiritish kerak: 1) vazifa; 2) spetifikastiyasi bo‘lgan qurilmaning sxemasi; 3) xisobot jadvallari; 4) kerakli hisobotlar; 5) grafik bog‘liqlar.

15-1 jadvali

Elak raqami	Elakdagi teshiklar o‘lchami, mm	Elakdagi donlarning o‘rtacha o‘lchamlari, mm	Frakstiyalar bo‘yicha zarrachalarning taqsimlanishi		Integral xarakteristikalar			
					Elakdagi qoldiq		Elakdan o‘tish	
			g	%	g	%	g	%
2,5								
1,6								
1,0								
...*								
Tub						**		
Jami						100		

Ishning ikkinchi qismida xisobot jadvali xisoblangan va o‘lchangan qiymatlarni kiritishi kerak: o‘lchov raqamini, kukun namunasini (Mg, g), o‘lchovdan oldin va o‘lchovdan so‘nggi xavoning temperaturasi (t, °C); o‘lchov vaqti ( $\tau$ , s), oqib tushgan suvning xajmi ( $V_{\text{suv}}$ , sm<sup>3</sup>); kukun qatlamining orasidagi

bo'shliq ( $\epsilon$ ); kukun qatlamidagi bosimlar farqi ( $\Delta P$  – mm.sim.ust xisoblash va  $P_a$  aylantirish); qatlam oldidagi bosim ( $P$ , mm.sim.ust  $P_a$ ); qatlamning tuzilish va oqimning fizikaviy xususiyatlarining ( $P_1$ ) koeffisienti, qatlamning o'tkazuvchanligi ( $K_u$ ) yoki filtrlash koeffisienti; kukunning solishtirma yuzasi ( $S_k$  va  $S_{sol}$  sm<sup>2</sup>/sm<sup>3</sup>).

### **V. olingan natijalar**

1. Dispers materialning zarrachalar o'lchamini taqsimlovchi differensial va integral egri chiziqlarini tuzish va o'rganish nazariy va amaliy bilimga ega bo'lishadi.
2. Dispers fazaning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini bilishadi.
3. Solishtirma yuzani aniqlash bo'yicha bilimga ega bo'lishadi.

### **VI. Natijalar aprobatsiyasi**

1. Talabalarni maydalanish darajasini toppish bo'yicha hisob ishlari qabul qilinadi.
2. Talabalarni dispers fazani topish bo'yicha hisoblari qabul qilinadi.
3. Puazeyl qonuni bo'yicha xisobotlari qabul qilinadi.

### **VII. Xulosa**

1. Presslangan materialning qatlami haqida bilimga ega bo'lishadi
2. Zarrachalarning solishtirma yuzasi haqida bilimga ega bo'lishadi.
3. Sochiluvchan dispers fazani aniqlash sanoatda nima uchun kerakligi haqida bilim va ko'nikmaga ega bo'lishadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Yusufbekov N.R, Nurmuhammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jaryon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo'llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
2. Kasatkin. A.G Osnovnye protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya 1973. – 727 s.
3. Salimov. Z, To'ychiev I. Ximiyaviy texnologiya protesslari va apparatlari. – Toshkent, o'ituvchi, 1987. - 406 b.



## GLOSSARIY

**Termodinamik jarayon** - Termodinamik sistemada sodir bo'ladigan va uning holat parametrlaridan hech bo'lmaganda bittasi o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan har qanday o'zgarish.

**Temperatura**- modda tarkibidagi zarrachalarning kinetik energiyasini o'lchovi.

**Bosim**- suyuqlik va gaz molekulalarining yuza birligiga uzatgan ta'siri kuchi.

**Solishtirma hajm**- moddaning birlik massasi egallagan hajm.

**Issiqlik mashinasi**- Issiqlik energiyasini mehanik energiyaga aylantiruvchi qurilma.

**Termik F.I.K** - aylanma jarayonda ish jismga uzatilgan issiqlik miqdorining foydali ishga teng qismining uzatilgan to'la issiqlik miqdoriga nisbati.

**Sistemaning muvozanat** -tinch, turg'un harakatsiz holati.

**Ichki energiya**-Sistemaning ichida molekula zarrachlarini harakati

**Potensial energiya**-namoyon bo'lishi, foydalanishi mumkin bo'lgan, ammo ro'yobga chiqmagan.

**Ish jism**- energiyani bir turdan boshqa turga , aylantirish jarayonida ish bajaradigan moddalar.

**Ideal gaz**- bosim va temperaturalar o'zgarishida ham o'zgarmaydigan zichlik qovushqoqlikka ega bo'lgan gaz. Real - Chindan ham bor gaz, bu gazning fizik xossalari, xolati o'zgaradi

**Absolyut nol**-Termodinamik temperatura shkalasining o nuqtasi uchun ideal gaz molekulasining tartibsiz harakati go'yoki to'xtaydigan temperatura.

**Issiqlik sig'im**- modda birlik massasini 1 °c ga isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori.

**Solishtirma issiqlik sig'imi**-gazlarni hossalari turlicha bo'lganini hisobga olib, termodinamik jarayonlar kelishida hisoblash, ishlari aniq bo'lishi uchun ishlatiladigan kattalik

**Puasson koeffisienti**-  $P=\text{const}$ ,  $V=\text{const}$  bo'lgandagi issiqlik sig'imi nisbati

**Entalpiya** - yunonchada (isitaman) degan ma'noni anglatadi. Termodinamik sistemani holat funkstiyasi.

**Entropiya** - yunonchada (aylanish, o'zgarish) degan ma'noni anglatadi. U ham termodinamik sistemaning holat funkstiyasidir.

**Politropik jarayon**- sistema yoki gazning solishtirma issiqlik sig'imi  $C = \text{const}$  o'zgaras bo'lgan termodinamik jarayon

**Izobarik jarayon**- o'zgaras bosim ostida kechadigan termodinamik xodisalar majmui.

**Izoxorik jarayon**- o'zgaras xajm ostida kechadigan termodinamik jarayon.

**Izotermik jarayon**- o'zgaras temperaturada sodir bo'ladigan termodinamik jarayon.

**Adiabatik jarayon**- Ish moddasi tashqi muxit bilan issiqlik almashmagan holda unda kechadigan termodinamik jarayon.

**Soplo**- konus nayga,xavo chiqaradigan soplo.

**Nasadka**- Biror bir kanalni toraytirish uchun qo'yiladigan qo'llanma

**Bug'**- issiqlik ta'sirida havoga emirilib chiqqan gaz.

**Kritik**- kritik holatdagi temperatura yoki kritik holatdagi tezlik.

**To'liq energiya**- ichki energiya, potenstial energiya va kinetik energiyalar yig'indisi.

**Oqim differensial tenglamasi**-sistemaga tashqaridan issiqlik ko'rinishda energiya berilsa, uning kinetik energiya, ichki energiya va entalpiyasi o'zgarishini yig'indisidan iborat.

**Kompressor**- bosim ostida havo, gaz va bug'larni haydaydigan mashina

**Zararli bo'shliq**- stilindr qopqog'i va porshen orasidagi bo'shliq.

**Drossellash**- yo'lida uchraydigan mahalliy qarshilik tufayli bosimini yuqotishi drossellash jarayoni deyiladi.

**Jarayon**- ish, harakat, voqea, hodisani borishi, oqim rivoji.

**Bug'**- issiqlik ta'sirida havoga yopirilib chiqqan gaz

**Nisbiy namlik**- havo absolyut namligining to'yinish paytidagi absolyut namlikga nisbati.

**Absolyut namlik-** nam havoning hajm birligi to'g'ri kelgan suv bug'larining miqdori.

**Qozon-** bug' hosil qilish uchun xizmat qiladigan qurilma.

**Bug' mashinasi-** bug' hosil qiladigan qurilma.

**Kondensator-** bug'ni suyuq holatga aylantiradigan issiqlik almashish qurilmasi.

**Issiqlik o'tqazish** - jism tarkibidagi malekula harakati natijasida yuzaga keladigan kinetik energiya, harorati bir joydan ikkinchi joyga ko'chirmoq.

**Temperatura** - suv, havo harorati.

**Konvekstiya** - gaz yoki suyuqliklarda mikroskopik hajmlarni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning o'tishi jarayonlarni issiqlik o'tqazuvchanligi.

**Issiqlik nurlanishi** (radioaktiv) - Issiqlik energiyasining elektromagniy to'lqinlari orqali tarqalishi.

**Vatt-** elektr quvvatini o'lchov birligi.

**Kondenstasiya-** bug' gazning suyuq xolga aylanish jarayoni.

**Qaynash-** Issiqlik ta'sirida suyuqlik qatlamida bug' hosil bo'lish jarayoni.

**Ifloslangan zarrachalar-** Suyuqlikni qaynash paytida bug' puffakchalarni isitish yuzasining bug' hosil bo'lishi markazlarda hosil bo'ladi

**Bug' puffakchalar-** Qaynash paytida isitish yuzasidan ajralib chiqayotgan bug'.

**Yoqilg'i-** asosiy tarkibiy qismi ugleroddan iborat yonuvchi modda.

**Yonish issiqligi-** ish yoqilg'sining birlik massasi to'la yonganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori.

**Koks-** tabiiy yoqilg'ini va ba'zi neft mahsulotlarini kokslash natijasida hosil bo'lgan qattiq qoldiq 90-98% uglerodga ega.

**Yonmoq-** alanga hosil qilmoq.

**Agregat-** murakkab mashinalarning ma'lum vazifasini bajaruvchi moslama.

**Suyuqlik-** Oqib.o'zi ishg'ol qilib turgan idish shaklini olish.

**Gaz-** zarralari kuchsiz bog'langan va o'zi ishg'ol qilgan bo'shliqni bir tekkis to'ldirib turadi.

**Qozon-** mahsus qurilma.

**O'thona-** yoni devor bilan o'ralgan alohida joy yoki yonish jarayoning borishini ta'minlaydigan va boshqaradigan uskunalar majmuasi.

**Forsunka-** sovuq yoki chugunsimon moddani nurlab beruvchi asbob.

**Rangsiz-** biror ranga ega bo'lmagan tusiz.

**Qozon agregati-** o'choqda yoqilgan yoqilg'idan ajralgan issiqlik xisobiga bosim ostida issiq suv va bug' hosil qiladigan uskunalar majmuyasi.

**Surish-** sirg'antirish

**Puflash-** kuchli bosim bilan xavo chiqarish.

**Changsimon-** chang to'zonga o'xshash.

**Ventilyator-** parrakli mexanizm.

**Qozon qurilma-** qozon agregati va yordamchi uskunalar.

**Energetik qozon-** faqat issiq elektr stanstiyalarining bug' turbinalarini bug' bilan ta'minlaydigan qurilmalari.

**Utilizator qozon-** Pechlardan chiqadigan tutun gazi aralashmalari issiqligidan foydalanib ishlaydigan qurilma.

**Bug' turbinasi-** bug'ning issiqlik energiyasi bosqichma-bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi.

**Turbina-** berilayotgan ish jismi bug', gaz, suvlarning kinetik energiyasini mexanik ishga aylantirib beradigan birlamchi dvigatel.

**Disk** - mexanizmning dumaloq qismi.

**Gaz turbina-**yuqori bosim va temperatura yonish maxsuli energiyasini kurkalar yordamida rotor valining mexanik energiyasiga aylantiruvchi issiqlik mashinasi.

**Elektr stanstiyalari-** organik yoqilg'i yonganda ajraladigan issiqlik energisini o'zgartirish natijasini issiqlik va elektr ishlab chiqarishi inshoati.

**Elektr-**zaryadlangan zarra, tok.

**GRES-** davlat rayon elektro stanstiyasi.

**IES-** issiqlik elektr stanstiyasi.

**KES** - kondensastiyali elektr stanstiyasi.

**IEM** - issiqlik markazi.

**MGD-** magnit gidrodinamik generator

## GLOSSARY

**Thermodynamic process** - any change that occurs in a thermodynamic system and is associated with a change in at least one of its state parameters.

**Temperature** is a measure of the kinetic energy of particles in a substance.

**Pressure** is the force exerted by solid and gas molecules on a unit of surface area.

**Relative volume** is the volume occupied by a unit mass of a substance.

**Heat machine** - Heat energy mechanic to energy spinning device .

**Thermal FIK** - circulation in progress the work to the body transmitted heat of the amount useful to work equal to part of transmitted full heat to the amount ratio .

**Equilibrium of the system** is a calm, steady state of motion.

**Internal energy** - the movement of molecular particles within the system

**Potential energy** - that which can be manifested, used, but not realized.

**A working body** is a substance that performs work in the process of converting energy from one type to another.

**An ideal gas** is a gas with a density and viscosity that does not change even with changes in pressure and temperature. Real - There really is gas , that's it of gas physicist properties , condition will change

**Absolutely zero** -Thermodynamic t emperature of the scale point o ideal gas for of the molecule out of order movement supposedly unstopable temperature .

**Heat capacity** is matter unity mass to 1 °C heating for necessary has been heat amount

**Comparison heat capacity** - gases properties differently that it was account taking , thermodynamic processes on arrival calculation , works sure to be for used size

**Poisson coefficient** -  $P = \text{const}$  ,  $V = \text{const}$  when heat capacity ratio

**Enthalpy** means ( to heat ) in Greek the meaning means Thermodynamic the system condition function .

**Entropy** - in Greek it means ( rotation , change ) . the meaning means It is also thermodynamic of the system condition is a function .

**A polytropic process** is a thermodynamic process in which the specific heat capacity of the system or gas is constant  $C = \text{const}$

**Isobaric process** is a set of thermodynamic phenomena occurring under constant pressure.

**An isochoric process** is a thermodynamic process that takes place under constant volume.

**An isothermal process** is a thermodynamic process that occurs at a constant temperature.

**Adiabatic process** - a thermodynamic process in which the working substance does not exchange heat with the external environment.

**The nozzle** is a conical pipe, a nozzle that emits air.

**Nasadka** - Someone one the channel to narrow for to be placed manual

**Steam** is heat under the influence of into the air decaying released gas.

**Critical** - critical in the case temperature a or critical in the case speed

**T is dead energy** - is internal energy , poten st ial energy and kinetic energies yi gi ndisi .

**Flow differen st ial equation** - to the system from outside heat in appearance energy if given , his kinetic energy , internal energy and enthalpy si to change from the total consists of

**A compressor** - is a machine that drives air, gas and steam under pressure

**Damaged space** - the space between the cylinder head and the piston.

**Throttling** - pressure loss due to local resistance in the path is called throttling process.

**Process** - action, action, event, course of events, development of flow.

**Steam** - is a gas released into the air under the influence of heat

**Relative humidity** - is the ratio of the absolute humidity of the air to the absolute humidity at saturation.

**Absolute humidity** - is the amount of water vapor per unit volume of moist air.

**A boiler** - is a device used to generate steam.

**A steam engine** - is a device that generates steam.

**A condenser** - is a heat exchange device that converts steam to liquid.

**Heat transfer** - is the kinetic energy resulting from the movement of molecules in the body, moving the temperature from one place to another.

**Temperature** - water, air temperature.

**Convection** - is the process of heat transfer that occurs as a result of the mixing of microscopic volumes in gases or liquids.

**Thermal radiation** - (radioactive) - The spread of heat energy through electromagnetic waves.

**A watt** - is a unit of electrical power.

**Condensation**- the process of turning a vapor into a liquid.

**Boiling**- The process of vapor formation in a liquid layer under the influence of heat.

**Particulate matter**- When boiling a liquid, steam bubbles are formed in the centers of the heating surface of the steam

**Steam bubbles** - steam released from the heating surface during boiling.

**Fuel** - is a combustible substance whose main component is carbon.

**Combustion heat** - is the amount of heat released when a unit mass of working fuel is completely burned.

**Coke** - is a solid residue from the coking of natural fuels and some petroleum products with 90-98% carbon.

**Burn** - flame harvest to do

**Aggregate** is complicated of cars known task executor device

**Liquid** - Flowing, taking the shape of the container it occupies.

**Gas particles** are weakly bound and fill the space they occupy.

**Boiler is a special device.**

**Stove** - a separate place surrounded by a wall or a set of equipment that ensures and controls the progress of the combustion process.

**A nozzle** is a device that emits a cold or smoky substance.

**Colorless** - without any color.

**Boiler unit** - a set of equipment that generates hot water and steam under pressure due to the heat released from the fuel burned in the furnace

**Push** - slide

**Blowing** - releasing air with strong pressure.

**Dusty** - Dusty like pollen.

**The fan** is a fan mechanism.

**Boiler unit** - boiler unit and auxiliary equipment.

**A power boiler** is a device that supplies steam to steam turbines of only hot power stations.

**Utilization boiler** - a device that works using the heat of flue gas mixtures from furnaces.

**A steam turbine** is a heat engine that gradually converts the thermal energy of steam into mechanical energy.

**A turbine** - is a primary engine that converts the kinetic energy of steam, gas, and water into mechanical work.

**Disk** - is a circular part of the mechanism.

**Gas turbine** - is a heat machine that converts high pressure and high temperature combustion product energy into mechanical energy of the rotor shaft with the help of turbines.

**Power stations** - facilities for heat and electricity production as a result of the conversion of heat energy released when organic fuel is burned.

**Electro - charged** particle , t o k.

**GRES** - state district power station.

**IES**- thermal power station .

**CUT** - condensing power plant.

**IE M** - heat center

**MGD** - is a magni t hydrodynamic generator



## ГЛОССАРИЙ

**Термодинамический процесс** — любое изменение, происходящее в термодинамической системе и связанное с изменением хотя бы одного из параметров ее состояния.

**Температура** – это мера кинетической энергии частиц в веществе.

**Давление** – это сила, с которой молекулы твердого тела и газа действуют на единицу площади поверхности.

**Относительный объем** – это объем, занимаемый единицей массы вещества.

**Нагревать машина** - тепло энергия механик энергии прядение устройство .

**Тепловой ФИК** - циркуляция в ходе выполнения работа к телу переданный нагревать суммы полезный работать равно часть переданный полный нагревать на сумму соотношение .

**Равновесие системы** – это спокойное, устойчивое состояние движения.

**Внутренняя энергия** – движение молекулярных частиц внутри системы.

**Потенциальная энергия** – то, что можно проявить, использовать, но не реализовать.

**Рабочее тело** – это вещество, совершающее работу в процессе преобразования энергии из одного вида в другой.

**Идеальный газ** – это газ, плотность и вязкость которого не изменяются даже при изменении давления и температуры. Настоящий - действительно есть газ, вот и все газа физик свойства , состояние изменится

**Абсолютно ноль** - термодинамическая температура масштаба точка о идеальный газ для молекулы вышел из строя движение предположительно неостанавливаемый температура .

**Нагревать емкость** имеет значение единство масса до 1 °C обогрев для необходимый был нагревать сумма

**Сравнение нагревать мощность** - газы характеристики иначе что это было счет принятие , термодинамический процессы по прибытии расчет , работает конечно быть для использовал размер

**Пуассон коэффициент** -  $P = \text{const}$  ,  $V = \text{const}$  когда нагревать емкость соотношение

**Энтальпия** в переводе с греческого означает « нагревать » . значение означает Термодинамический система состояние функция .

**Энтропия** - по-гречески это означает ( вращение , изменение ) . значение означает Это также термодинамический системы состояние это функция .

**Политропный процесс** – это термодинамический процесс, при котором удельная теплоемкость системы или газа постоянна  $C = \text{const}$

**Изобарный процесс** – это совокупность термодинамических явлений, происходящих под постоянным давлением.

**Изохорный процесс** – это термодинамический процесс, происходящий при постоянном объеме.

**Изотермический процесс** – это термодинамический процесс, происходящий при постоянной температуре.

**Адиабатический процесс** – термодинамический процесс, при котором рабочее тело не обменивается теплом с внешней средой.

**Форсунка** представляет собой коническую трубу, сопло, выпускающее воздух.

**Насадка** - Кто-то один канал сужать для быть размещенным руководство

**Пар** – это тепло под влиянием в воздух разлагающийся выпущенный газ.

**Критический** - критический в случае температура а или критический в случае скорость

**Т мертв энергия** внутренняя энергия , потенциал энергия и кинетический энергии йи гиндиси .

**Поток Дифференциальный стандарт уравнение** системы снаружи нагревать по внешнему виду энергия если дано , то его кинетический энергия , внутренняя энергия и энтальпия си изменить от общего числа состоит из

**Компрессор** – это машина, которая перекачивает воздух, газ и пар под давлением.

**Поврежденное пространство** – пространство между головкой блока цилиндров и поршнем.

**Дросселирование** – потеря давления из-за местного сопротивления на пути называется процессом дросселирования.

**Процесс** – действие, событие, ход событий, развитие потока.

**Пар** – это газ, выделяющийся в воздух под действием тепла.

**Относительная влажность** – это отношение абсолютной влажности воздуха к абсолютной влажности при насыщении.

**Абсолютная влажность** – это количество водяного пара в единице объема влажного воздуха.

**Котел** – это устройство, предназначенное для выработки пара.

**Паровой двигатель** – это устройство, вырабатывающее пар.

**Конденсатор** – это теплообменное устройство, преобразующее пар в жидкость.

**Теплопередача** – это кинетическая энергия, возникающая в результате движения молекул в организме, перемещающая температуру из одного места в другое.

**Температура** - температура воды, воздуха.

**Конвекция** – это процесс теплопередачи, происходящий в результате смешивания микроскопических объемов газов или жидкостей.

**Тепловое излучение (радиоактивное)** – Распространение тепловой энергии посредством электромагнитных волн.

**Ватт** – это единица электрической мощности.

**Конденсат**- процесс превращения пара в жидкость.

**Кипение** – процесс образования пара в слое жидкости под действием тепла.

**Твердые частицы**- При кипении жидкости в центрах поверхности нагрева пара образуются пузырьки пара.

**Пузырьки пара** – пар, выделяющийся с поверхности нагрева при кипении.

**Топливо** – горючее вещество, основным компонентом которого является углерод.

**Теплота сгорания** – это количество тепла, выделяющееся при полном сгорании единицы массы рабочего топлива.

**Кокс** — твердый остаток от коксования природного топлива и некоторых нефтепродуктов, содержащий 90-98% углерода.

**Гореть** - пламя урожай делать

**Агрегат** – это сложно автомобилей известен задача исполнитель устройство

**Жидкость** – Текущая, принимающая форму сосуда, который она занимает. газа слабо связаны и заполняют занимаемое ими пространство.

**Котел** – это специальное устройство.

**Печь** – отдельное место, окруженное стеной или комплекс оборудования, обеспечивающего и контролирующего ход процесса горения.

**Насадка** – это устройство, выделяющее холодное или дымящее вещество.

**Бесцветный** – без цвета.

**Котельная установка** – комплекс оборудования, вырабатывающий горячую воду и пар под давлением за счет тепла, выделяющегося из сгоревшего в топке топлива.

**Нажмите** - слайд

**Продувка** – выпуск воздуха с сильным давлением.

**Пыльный** - Пыльный, как пыльца.

**Вентилятор** представляет собой вентиляторный механизм.

**Котельный агрегат** – котельный агрегат и вспомогательное оборудование.

**Энергетический котел** — устройство, подающее пар на паровые турбины только тепловых электростанций.

**Котел-утилизатор** – устройство, работающее за счет теплоты дымовых газовых смесей печей.

**Паровая турбина** – это тепловая машина, которая постепенно преобразует тепловую энергию пара в механическую энергию.

**Турбина** — это основной двигатель, преобразующий кинетическую энергию пара, газа и воды в механическую работу.

**Диск** представляет собой кольцевую часть механизма.

**Газовая турбина** – это тепловая машина, преобразующая энергию продуктов сгорания высокого давления и высокой температуры в механическую энергию вала ротора с помощью турбин.

**Электростанции** — объекты по производству тепловой и электрической энергии в результате преобразования тепловой энергии, выделяющейся при сжигании органического топлива.

**Электрозаряженный** частица , т о к.

**ГРЭС** – ГРЭС.

**ТЭС**- Теплоэлектростанция .

**РЕЗАТЬ** - конденсационная электростанция.

**ИЕМ** - нагревать центр

**МГД** — магнитный гидродинамический генератор .

## TESTLAR

1. Mexanika qonunlariga bo'ysinadigan suyuqlik oqimlarining xarakati bilan bogliq gaz, bug' va suyuqlik uzatish, aralashmalarni ajratish jarayonlari, chunonchi cho'ktirish, filtrlash, sentrifugalash kabi jarayonlar quyida keltirilgan qaysi asosiy jarayonlarga tug'ri keladi...?
  - A. Hidromexanik\*
  - B. Kimyoviy
  - S. Issiqlik almashinish
  - D. Modda almashinish
2. Absolyut siqilmaydigan va ichki karshilikka ega bulmagan suyuqlikka qanday suyuqlik deyila-di...?
  - A. Tomchili
  - B. Normal
  - S. Ideal\*
  - D. uta kovushok
3. Malum, bir me'yorda siqiladigan va qovushoqlik xususiyatiga ega bo'lgan suyuqlikka qanday suyuqlik deyiladi...?
  - A. Xaqiqiy\*
  - B. Tomchili
  - S. Normal
  - D. Ideal
4. Birlik xajmdagi suyuqlik massasiga nima deyiladi...?
  - A. Zichlik\*
  - B. Nisbiy zichlik
  - S. Solishtirma xajm
  - D. Solishtirma ogirlik
5. Modda zichligining suv zichligiga nisbati nima deyiladi...?
  - A. Nisbiy zichlik\*
  - B. Solishtirma xajm

- S. Solishtirma ogirlik
- D. Zichlik
6. Birlik xajmda modda ogirligi nima deb nomlanadi...?
- A. Zichlik
- B. Nisbiy zichlik
- S. Solishtirma xajm
- D. Solishtirma ogirlik\*
7. Jism birlik massasiga to'g'ri kelgan xajmda yoki zichlikka teskari bo'lgan kattalikka nima deyiladi...?
- A. Solishtirma ogirlik
- B. Zichlik
- S. Nisbiy zichlik
- D. Solishtirma xajm\*
8. Suyuqlikning oqim xarakatiga qarshilik qilish xususiyati nima deb nomlanadi...?
- A. Kinematik kovushoklik
- B. Zichlik
- S. Dinamik kovushoklik\*
- D. Bosim
9. Suyuqlik kovushokligining uning zichligi nisbatiga nima deyiladi...?
- A. Dinamik kovushoklik
- B. Kinematik kovushoklik\*
- S. Bosim
- D. Zichlik
10. Zichlikning SI Xalkaro o'lchov sistemasiga mos ulchov birlik-larini aniklab bering.
- A.  $N/m^3$
- B.  $kg/m^3$ \*
- S.  $N/m^2$
- D.  $kg^2/m^4$

11. Solishtirma ogirlikning SI xalkaro o'lchov sistemasiga mos o'lchov birliklarini aniqlab bering.

A.  $\text{kg}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$

B.  $\text{N}/\text{m}^3$ \*

S.  $\text{kg}/\text{m}^3$

D.  $\text{N}/\text{m}^2$

12. Bosimning SI xalkaro o'lchov sistemasiga mos o'lchov birliklarini aniqlab bering.

A.  $\text{N}/\text{m}^2$ \*

B.  $\text{kg}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$

S.  $\text{N}/\text{m}^3$

D.  $\text{kg}/\text{m}^3$

13. Dinamik kovushoklikga mos formulalarni aniqlang.

A.  $\frac{T}{F \cdot dw/dn}$ ; \* B.  $\frac{\mu}{\rho}$ ; S.  $\lim\left(\frac{\Delta P}{\Delta F}\right)$  D.  $(P_0 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot F$

14. Kinematik kovushoklik-ga mos formulalarni aniqlang.

A.  $\frac{T}{F \cdot dw/dn}$ ; B.  $\frac{\mu}{\rho}$ ; \* S.  $\lim\left(\frac{\Delta P}{\Delta F}\right)$  D.  $(P_0 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot F$

15. Hidrostatik bosimga mos formulalarni aniqlang.

A.  $\frac{T}{F \cdot dw/dn}$ ; B.  $\frac{\mu}{\rho}$ ; S.  $\lim\left(\frac{\Delta P}{\Delta F}\right)$ \* D.  $(P_0 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot F$

16. Suyuqlikning idish devoriga va tubiga beradigan bosim kuchiga mos formulalarni aniqlang.

A.  $\frac{T}{F \cdot dw/dn}$ ; B.  $\frac{\mu}{\rho}$ ; S.  $\lim\left(\frac{\Delta P}{\Delta F}\right)$  D.  $(P_0 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot F$  \*

17. Eylarning suyuqlik muvozanat differensial tenglamasiga mos tenglamalarni aniqlang

A.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} = z_0 + \frac{P_0}{\rho \cdot g}$  B.  $-\frac{\partial P}{\partial X} = 0; -\frac{\partial P}{\partial Y} = 0; -\rho \cdot g - \frac{\partial P}{\partial X} = 0; *$

S.  $(P_0 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot F$  D.  $P_1 = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$



18. Hidrostatikaning asosiy tenglamasiga mos tenglamalarni aniqlang

A.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} = z_0 + \frac{P_0}{\rho \cdot g}$  \*      B.  $-\frac{\partial P}{\partial X} = 0; -\frac{\partial P}{\partial Y} = 0; -\rho \cdot g - \frac{\partial P}{\partial X} = 0;$

S.  $(P_0 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot F$       D.  $P_1 = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$

19. Paskal qonuniga mos tenglamalarni aniqlang

A.)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} = z_0 + \frac{P_0}{\rho \cdot g}$

B.)  $-\frac{\partial P}{\partial X} = 0; -\frac{\partial P}{\partial Y} = 0; -\rho \cdot g - \frac{\partial P}{\partial X} = 0;$

S.)  $(P_0 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot F$

D.)  $P_1 = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$  \*

20. Vakt birligi ichida, kundalang kesim orkali okib utadigan suyuqlik miqdori-ga nima deyila-di...?

A. Sarf\*

B. tezlik

S. Xajmiy sarf

D. Massaviy sarf

21. Suyuqlik xajmiy sarfining kundalang kesim yuzaga nisbatiga nima deyiladi...?

A. Massaviy sarf

B. Xajmiy sarf

S. Tezlik \*

D. Sarf

22. Suyuqlikning xajmiy sarfi kaysi formula bilan aniqlanadi.?

A.  $w \cdot F$  \*

B.  $w \cdot F \cdot \rho$

S.  $F/P$

D.  $V/P$

23. Suyuqlikning massaviy sarfi kaysi formula bilan topiladi.?

A.  $w \cdot F$

B.  $V/P$

S.  $w \cdot F \cdot \rho^*$

D.  $F/P$

24. Truba yoki kanal ko'ndalang kesimining xo'llangan perimetri nisbatiga nima deyiladi...?

A. Diametr

B. Sarf

S. Ekvivalent diametr\*

D. Hidravlik radius

25. Agar suyuqlik zarrachalari oqim tezligi va quyidagi kattaliklar miqdori ( $\rho$ ,  $t$ ,  $P$ ) vakt utishi bilan uzgarmasa, bu suyuqlikning oqim xarakati qanday oqim deb ataladi...?

A. turgun\*

B. turbulent

S. laminar

D. noturgun

26. Suyuqlik oqimiga ta'sir etuvchi kattaliklar vakt utishi bilan uzgarsa, suyuqlikning oqimi qanday nomlanadi...?

A. noturgun\*

B. turgun

S. turbulent

D. laminar

27. Suyuqlik zarrachalarining xarakati bir-biriga parallel xarat qilsa nima deb nomlanadi...?

A. turgun

B. laminar\*

S. turbulent

D. utish

28. Suyuqlik zarrachalari betartib xarakat kilib, zarrachalar aralish, xaotik xarakat kilsa, u xolda xarakat nima deb nomlanadi...?
- A. laminar
  - B. turgun
  - S. utish
  - D. turbulent\*
29. Suyuqlikning sekundlik xajmiy sarfi -  $V_c$
- A.  $4F/P$ ;
  - B.  $F/P$ ;
  - S.  $w \cdot F$ ;\*
  - D.  $w \cdot F \cdot \rho$ ;
30. Suyuqlikning massaviy sarfi -  $M$
- A.  $w \cdot F \cdot \rho$ ;\*
  - B.  $4F/P$ ;
  - S.  $F/P$ ;
  - D.  $w \cdot F$ ;
31. Ekvivalent diametr -  $d_e$
- A.  $F/P$ ;
  - B.  $w \cdot F$ ;
  - S.  $w \cdot F \cdot \rho$ ;
  - D.  $4F/P$ ;\*
32. Laminar rejim xarakatida urtacha tezlikka mos formulalarni aniqlang.
- A.  $(0,8-0,9) \cdot w_{\max}$ ;
  - B.  $0,5w_{\max}$ ;\*
  - S.  $M/F$  ;
  - D.  $0,3 \cdot w_{\max}$
33. Turbulent rejim xarakatida urtacha tezlikka mos formulalarni aniqlang
- A.  $0,3 \cdot w_{\max}$
  - B.  $(0,8-0,9) \cdot w_{\max}$ ;\*

S.  $0,5w_{\max}$ ;

D.  $M/F$ ;

34. Oqim uzluksizlik tenglamasiga mos tenglamalarni aniqlang

A.  $w_1 \cdot F_1 \cdot p_1 = w_2 \cdot F_2 \cdot p_2 = w_3 \cdot F_3 \cdot p_3$  \*

B.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g}$

S.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_n$

D.  $p \cdot \frac{dw_x}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial X}$ ;  $p \cdot \frac{dw_y}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial Y}$ ;  $p \cdot \frac{dw_z}{d\tau} = -\rho \cdot g - \frac{\partial P}{\partial Z}$ .

35. Eylarning xarakteristik tenglamasiga mos tenglamalarni aniqlang

A.  $w_1 \cdot F_1 \cdot p_1 = w_2 \cdot F_2 \cdot p_2 = w_3 \cdot F_3 \cdot p_3$

B.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g}$

S.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_n$

D.  $p \cdot \frac{dw_x}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial X}$ ;  $p \cdot \frac{dw_y}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial Y}$ ;  $p \cdot \frac{dw_z}{d\tau} = -\rho \cdot g - \frac{\partial P}{\partial Z}$  \*

36. Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasiga mos tenglamalarni aniqlang

A.  $w_1 \cdot F_1 \cdot p_1 = w_2 \cdot F_2 \cdot p_2 = w_3 \cdot F_3 \cdot p_3$

B.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g}$  \*

S.  $z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_n$

D.  $p \cdot \frac{dw_x}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial X}$ ;  $p \cdot \frac{dw_y}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial Y}$ ;  $p \cdot \frac{dw_z}{d\tau} = -\rho \cdot g - \frac{\partial P}{\partial Z}$ .

37. Real suyuqlik uchun Bernulli tenglamasiga mos tenglamalarni aniqlang

A.  $w_1 \cdot F_1 \cdot p_1 = w_2 \cdot F_2 \cdot p_2 = w_3 \cdot F_3 \cdot p_3$

$$B. z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g}$$

$$S. z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_n^*$$

$$D. p \cdot \frac{dw_x}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial X}; p \cdot \frac{dw_y}{d\tau} = -\frac{\partial P}{\partial Y}; p \cdot \frac{dw_z}{d\tau} = -\rho \cdot g - \frac{\partial P}{\partial Z}$$

38. Quyidagi kattaliklar  $z$  qanday bosim (napor) va energiyani bildiradi?

- A. Statik
- B. Geometrik \*
- S. Dinamik
- D. Potensial

39. Quyidagi kattaliklar  $\frac{P}{\rho \cdot g}$  qanday bosim (napor) va energiyani bildiradi?

- A. Potensial
- B. Statik\*
- S. Geometrik
- D. Dinamik

40. Quyidagi kattaliklar  $\frac{w^2}{2g}$  qanday bosim (napor) va energiyani bildiradi?

- A. Dinamik \*
- B. Potensial
- S. Statik
- D. Geometrik

41. Quyidagi kattaliklar  $z + \frac{P}{\rho \cdot g}$  qanday bosim (napor) va energiyani bildiradi?

- A. Potensial \*
- B. Dinamik
- S. Geometrik
- D. Statik

42. Suyuqlik sarfi va tezligini ulchovchi asboblarni nomini aytib bering.

- A. Manometr
- B. Pito-Prandil naychasi\*
- S. Termometr
- D. Vizkozimetr

43. Maxalliy qarshilik uchun yo'qotilgan bosim (napor)

A.  $\sum \xi \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$

B.  $\lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$

S.  $\sum \xi \cdot \frac{w^2}{2g} *$

D.  $\lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2}{2g}$

44. Ishqalanish uchun yuqotilgan bosim (napor)

A.  $\lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$

B.  $\sum \xi \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$

S.  $\sum \xi \cdot \frac{w^2}{2g}$

D.  $\lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} *$

45. Ishqalanish uchun yuqotilgan bosim

A.  $\lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2} *$

B.  $\sum \xi \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$

S.  $\sum \xi \cdot \frac{w^2}{2g}$

D.  $\lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2}{2g}$

46. Maxalliy qarshilik uchun yuqotilgan bosim

A.  $\lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$

$$B. \sum \xi \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2} *$$

$$S. \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2g}$$

$$D. \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

47. Laminar rejim uchun ishqalanish koeffitsienti

$$A. \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

$$B. \frac{64}{Re} *$$

$$S. \frac{\lambda}{Re}$$

$$D. \left[ \lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right] \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

48. Turbulent rejim uchun ishqalanish koeffitsienti

$$A. \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} *$$

$$B. \frac{64}{Re}$$

$$S. \frac{\lambda}{Re}$$

$$D. \left[ \lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right] \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

49. Uxshash bulgan kattaliklar nisbati o'zgarmas bo'lsa, bunday xodisalar nima deb nomlanadi...?

A. uxshash\*

B. Invariant

S. Barobar

D. Mos tushadigan

50. Uxshashlik kriteriysi **Re** mos formulani toping

A.  $\frac{w \cdot \tau}{l}$  - ishqalanish kuchini suyuqlik xarakatiga ta'siri-ni xisobga oladi

B.  $\frac{w \cdot l \cdot \rho}{\mu}$  - ishqalanish kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi\*

S.  $\frac{\Delta P}{\rho \cdot w^2}$  - bosim uzgarishining suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi

D.  $\frac{w^2}{g \cdot l}$  - ogirlik kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi

51. O'xshashlik kriteriysi **Fr** mos formulani toping

A.  $\frac{w \cdot \tau}{l}$  - ishqalanish kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini xisobga oladi

B.  $\frac{w \cdot l \cdot \rho}{\mu}$  - ishqalanish kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi

S.  $\frac{\Delta P}{\rho \cdot w^2}$  - bosim uzgarishining suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi

D.  $\frac{w^2}{g \cdot l}$  - ogirlik kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi\*

52. Uxshashlik kriteriysi **Eu** mos formulani toping

A.  $\frac{w \cdot \tau}{l}$  - ishqalanish kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini xisobga oladi

B.  $\frac{w \cdot l \cdot \rho}{\mu}$  - ishqalanish kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi

S.  $\frac{\Delta P}{\rho \cdot w^2}$  - bosim uzgarishining suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi\*

D.  $\frac{w^2}{g \cdot l}$  - ogirlik kuchini suyuqlik xarakatiga ta'sirini ifodalaydi

53. Tajriba paytida qanday kattaliklarni o'lchash kerak degan savolga kaysi teorema javob beradi...?

A. Nyutonning o'xshashlik 1-teoremasi\*

B. Bekingem, Federmen va Afanaseva-Erenfestlarning o'xshashlik 2-teoremasi

S. Kirpichev va Guxmanning o'xshashlik 3-teoremasi

D. Furening qonuni

54. Xodisalar o'xshash bo'lishi uchun, qanday sharoitlar yetarli va zarur degan savolga qaysi teorema javob beradi...?

A. Nyutonning o'xshashlik 1-teoremasi

B. Bekingem, Federmen va Afanaseva-Erenfestlarning uxshashlik 2-teoremasi



S. Kirpichev va Guxmanning o'xshashlik 3-teoremasi\*

D. Furening qonuni

55. Tajriba natijalarini qanday qayta ishlash kerak degan savolga qaysi teorema javob beradi...?

A Nyutonning uxshashlik 1-teoremasi

B Bekingem, Federmen va Afanaseva-Erenfestlarning o'xshashlik 2-teoremasi\*.

S.Kirpichev va Guxmanning uxshashlik 3-teoremasi

D. Furening qonuni

56. Laminar rejimda zarrachaning chukish tezligi (Stoks konu-ni) kaysi formuladan aniqlanadi...?

A  $w = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_T - \rho)}{18 \cdot \mu}$  \*      B.  $w = 5,6 \cdot \sqrt{\frac{d \cdot (\rho_T - \rho)}{\rho}}$

S.  $w = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot d \cdot (\rho_T - \rho)}{3 \cdot r \cdot \rho}}$       D.  $w = \frac{gd(\rho_m - \rho)}{M}$

57. Agarda qatlam zarrachalari bir xil ulchamli bo'lsa, bunday qatlam nima deb ataladi...?

A Polidispers    B bir turli\*.    S. Mayda dispers    D. Yirik dispers

58. Qatlam band qilgan xajmdagi material zarrachalarining yuzasi nima deb ataladi...?

A Bush xajm    B. Mavxum tezlik

S. Ekvivalent diametr    D. Solishtirma yuza\*

59. Donasimon materiallar orasidagi bushlik xajmining qatlam xajmiga nisbati nima deb ataladi...?

A Ekvivalent diametr    B. Bush xajm\*

S. Solishtirma yuza.    D. Mavxum tezlik

60. Suyuqlik xajmiy sarfini qatlam kundalang kesimi yuzasiga nisbati nima deb ataladi...?

A Mavxum tezlik\*    B. Solishtirma yuza

S. Bush xajm    D. Ekvivalent diametr

61. Qatlam qattik zarrachalarining oqimda turli yunalishlarda intensiv xarakatlanishi va qatlamning xuddi qaynayotgandek bo‘lib ko‘rinishi nima deb ataladi.?
- A) Qaynash                      B) Mavxum qaynash\*
- S) Pnevmotrans-port.              D) Bir jinsli
62. Kattik zarrachalar-ning gaz oqimi bilan yoppasiga, birgalikda kurilmadan chikib ketish xodisasi nima deb nomlanadi...?
- A Pnevmotransport\*    B. Bir jinsli
- S Mavxum qaynash.              D.qaynash
63. Qatlam ogirligi va gidravlik karshilik kuchlari teng bulganda, qaysi xodisa ro‘y beradi...?
- A Fontansimon qaynash qatlami    B. Chiqib ketish
- S. Mavxum kaynash\*                      D. Bir jinsli qatlam
64. Qatlamning uzgarmas xolatdan mavxum kaynash xolatiga utishiga tugri keladigan gaz yoki suyuklining tezligi nima deb ataladi...?
- A Chiqib ketish tezligi    B. Mavxum kaynash tezligi\*
- S. Mavxum qaynash soni    D. Mavxum tezlik
65. Kattik mate-rial donachalarining gaz oqimi bilan chikib ketish xolatiga tugri keladigan tezlik nima deb nomlanadi.?
- A Chiqib ketish tezligi\*    B. Mavxum kaynash tezligi
- S Mavxum kaynash soni.    D. Mavxum tezlik
66. Ishchi tezligi-ning mavxum kaynash boshla-nish tezligiga nisbati nima deb ataladi...?
- A Chikib ketish tezligi                      B. Mavxum kaynash tezligi
- S. Mavxum kaynash soni\*                      D. Mavxum tezlik
67. Mavxum kaynash tezligi
- A  $Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}$  \*    B.  $Re = \frac{Ar}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{Ar}}$     S.  $K_w = \frac{W_H}{W_{MK}}$     D.  $\varepsilon = 1 - \frac{\rho_\kappa}{\rho_3}$
68. Chikib ketish tezligi

$$A \quad Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}} \quad B. Re = \frac{Ar}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{Ar}} * \quad S. K_w = \frac{W_{II}}{W_{MK}} \quad D. \varepsilon = 1 - \frac{\rho_K}{\rho_3}$$

69. Ishchi tezlik

$$A) \quad Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}} \quad B.) \quad Re = \frac{Ar}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{Ar}}$$

$$S.) \quad K_w = \frac{W_{II}}{W_{MK}} * \quad D.) \quad \varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\hat{e}}}{\rho_{\zeta}}$$

70. Elektr dvigatelning mexa-nik energiyasini uzatish ener-giyasiga aylantiradi-gan va suyuqlikning bosimini oshi-radigan gidrav-lik mashinalar qanday nomla-nadi...?

- A) Nasos\*                      B.) Gidravlik press  
S) Kompessor.                D.) Ventilyator

## ILOVALAR

### SUVNING FIZIK XOSSALARI

1-jadval

t °S	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$I \cdot 10^3$ J/kg	$c \cdot 10^3$ J/kg·K	$\lambda \cdot 10^2$ Wt/m·K	$\mu \cdot 10^6$ Pa·s	$\nu \cdot 10^6$ m <sup>2</sup> /s	$\beta \cdot 10^4$ 1/K	Pr
0	1000	0	4,23	55,1	1790	1,70	-0,63	13,7
10	1000	41,9	4,19	57,5	13,10	1,31	+0,70	9,52
20	998	83,8	4,19	59,9	1000	1,01	1,82	7,02
30	996	126	4,18	61,8	804	0,81	3,21	5,42
40	992	168	4,18	63,4	657	0,66	3,87	4,31
50	988	210	4,18	64,8	549	0,556	4,49	3,54
60	983	251	4,18	65,9	470	0,478	5,11	2,98
70	978	293	4,19	66,8	406	0,415	5,70	2,55
80	972	335	4,19	67,6	355	0,365	6,32	2,21
90	965	376	4,19	68,0	314	0,326	6,95	1,95
100	958	419	4,23	68,2	283	0,295	7,52	1,75
120	943	502	4,27	68,5	238	0,252	8,84	1,47
140	926	590	4,27	86,5	201	0,217	9,72	1,26

2-jadval

Modda	Mol massasi, kg/kmol	20°S temperaturada to‘yingan bug‘ bosimi		r=0,098 MPa bosimdagi qaynash temperaturasi, °S
		mm.sim.ust.	kPa	
Atseton	58,08	186	24,73	56,6
Dixloretan	98,97	65	8,61	83,7
Etil spirti	46,07	44	5,85	78,3
Suv	18,02	17	2,33	99,0

## BA'ZI BIR GAZLARNING ASOSIY FIZIK XOSSALARI

SI sistemasida: 1 mm.sim.ust.=133,3 Pa; 1 kgk/sm<sup>2</sup>=9,81· 10<sup>4</sup> Pa.

Nomi	For- mula	0 <sup>0</sup> S va 760 mm. sim. ust. dagi zichli k, kg/m <sup>3</sup>	Mol e- kuly ar og' i r- ligi	20 <sup>0</sup> S va		k= c <sub>p</sub> /S	760 mm. sim. ust. dagi qayna sh tempe ratur asi <sup>0</sup> S	760 mm. sim. ust. Bug' l a- nish- ning solish - tirma issiq- lik sig' im i kJ/kg	Kritik nuqtalar		20 <sup>0</sup> C va rabs=1 kgk/sm <sup>2</sup> dagi qovushqoqli k	
				R <sub>abs</sub> ≈ 0,1 MPa J/(kg· K					Temp eratu ra <sup>0</sup> S	bosim (absoly ut) kgk/sm <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> Pa· s	Kons- tanta, S
Azot	N <sub>2</sub>	1,25	28	1,05	0,75	1,40	-195,8	109,4	-147,1	33,39	17	114
Ammiak	NH <sub>3</sub>	0,77	17	2,22	1,68	1,29	-33,4	1374	+132	111,5	9,18	626
Argon	Ar	1,78	39,9	0,53	0,33	1,66	-185,9	163	-122,4	48,00	20,9	142
Atsitilen	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,171	26	1,68	1,36	1,24	-83,7	830	+35,7	61,6	9,35	198
Benzol	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-	78,1	1,25	1,14	1,1	+80,2	394	+228	47,7	7,2	-
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,673	58,1	1,92	1,80	1,08	-0,5	387	+152	37,5	8,1	377
Havo	-	1,293	29	1,01	0,72	0,40	-195	197	-140,7	37,2	17,3	124
Vodorod	H <sub>2</sub>	0,089	2,02	14,3	10,1	1,41	-252,8	455	-239,9	12,80	8,42	73
Geliy	He	9	40	5,28	3,18	1,66	-69,9	19,5	-268,0	2,26	18,8	78
Azot	NO <sub>2</sub>	0,179	46	0,80	0,62	1,3	+21,2	712	+158	100,0	-	-

dioksidi		-										
Oltugurt	SO <sub>2</sub>		64,1	0,63	0,50	1,25	-10,8	394	+158	77,78	11,7	396
dioksidi		2,93										
Uglerod	CO <sub>2</sub>		44,0	0,84	0,65	1,30	-78,2	574,0	+31,1	72,9	13,7	254
dioksidi		1,98										
Kislorod	O <sub>2</sub>		32	0,91	0,65	1,40	-183,0	213	-118,8	49,71	20,3	131
Metan	CH <sub>4</sub>	1,429	16	2,23	1,70	1,31	-161,6	511	-82,15	45,6	10,3	102
Uglerod	CO	0,72	28	1,05	0,75	1,40	-191,5	212	-140,2	34,53	16,6	100
oksid		1,25										
Pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>		72,2	1,72	1,58	1,09	+36,1	360	197,1	33,0	8,74	-
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-	44,1	1,87	1,65	1,16	-421	427	95,6	43	7,95	278
Propilen	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	2,02	42,1	1,63	1,44	1,17	-47,7	440	91,4	45,4	8,35	322
Vodorod	H <sub>2</sub> S	1,91	34,1	1,06	0,80	1,30	-60,2	549	100,4	188,9	11,6	-
sulfid		1,54										
Xlor	Cl <sub>2</sub>		70,9	0,48	0,36	1,36	-33,8	306	144,0	76,1	12,9	351
Xlorli metil	SH <sub>3</sub> Cl	5,22	50,5	0,34	0,58	1,28	-21,4	406	148	66,0	9,89	454
Etan		2,3										
Etilen	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>		30,1	1,73	1,45	1,20	-88,50	486	32,3	48,85	8,5	287
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,36	28,1	1,53	1,26	1,20	-103,7	482	9,7	50,2	9,85	241
		1,26										

4-jadval

**SUV BUG'INING KONDENSATSIYALANAYOTGAN PAYTIDAGI  
KONDENSATINING FIZIK XOSSALARI (TO'YINISH CHIZIG'IDA)**

r,	t,	$\rho$ ,	i	c	$\lambda \cdot 10^2$	$a \cdot 10^6$	$\mu \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^4$	$\beta \cdot 10^4$	$\sigma \cdot 10^4$	Pr
kgk/s m <sup>2</sup>	<sup>0</sup> S	kg/m <sup>3</sup>	kJ/kg <sup>o</sup> K	kJ/kg <sup>o</sup> K	Vt/m <sup>o</sup> K	m <sup>2</sup> /s	Pa <sup>o</sup> s	m/s	K <sup>1</sup>	kgk/s <sup>2</sup>	
1	0	1000	0	4,23	55,1	1,31	790	1,79	-0,63	756	13,7
1	10	1000	41,9	4,19	57,5	1,37	310	1,31	+0,7	762	9,52
1	20	998	83,8	4,19	59,9	1,43	000	1,01	1,82	727	7,02
1	30	996	126	4,18	61,8	1,49	804	0,81	3,21	712	5,42
1	40	992	168	4,18	63,4	1,53	657	0,66	3,87	697	4,31

1	50	988	210	4,18	64,8	1,57	549	0,56	4,49	677	3,54
1	60	983	251	4,18	65,9	1,61	470	0,48	5,11	662	2,98
1	70	978	293	4,19	66,8	1,63	406	0,42	5,70	643	2,55
1	80	972	335	4,19	67,5	1,66	355	0,37	6,32	626	2,21
1	90	965	377	4,19	68,0	1,68	315	0,33	6,95	607	1,95
1,03	100	958	419	4,23	68,3	1,69	282	0,30	7,5	589	1,75
1,46	110	951	461	4,23	68,5	1,69	256	0,27	8,0	569	1,58
2,02	120	943	503	4,23	68,6	1,72	231	0,24	8,6	549	1,43
2,75	130	935	545	4,27	68,6	1,72	212	0,23	9,2	529	1,32
3,68	140	956	587	4,27	68,5	1,72	196	0,22	9,7	507	1,23
4,85	150	917	629	4,32	68,4	1,72	185	0,20	10,3	487	1,17
6,30	160	907	671	4,36	68,3	1,72	174	0,19	10,8	466	1,10
8,08	170	897	713	4,40	67,9	1,72	163	0,18	11,5	444	1,05
10,2	180	887	755	4,44	67,5	1,72	153	0,73	12,2	424	1,01

5-jadval

## ERITMALARNING SIRTIY TORTILISH KOEFFITSENTLARI

Eritilgan modda	Temperatura, °S	Turli konsentratsiyalarida [mass %da]			
		$\sigma \cdot 10^3$ (N/m) son qiymatlari			
		5	10	20	50
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18	73,8	75,2	-	-
NaNO <sub>3</sub>	30	72,1	72,8	74,4	79,8
KCl	18	73,6	74,8	77,3	-
KNO <sub>3</sub>	18	73,0	73,6	75,0	-
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10	75,8	77,0	79,2	106,4
NH <sub>4</sub> OH	18	66,5	63,5	59,3	-
NH <sub>4</sub> Cl	18	73,3	74,5	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	100	59,2	60,1	61,6	67,5
MgCl <sub>2</sub>	18	73,8	-	-	-

**SUYUQLIK VA SUVLI ERITMALARNING SIRTIY TORTILISHINING  
TEMPERATURAGA BOG‘LIQLIGI**

Modda		Sirtiy tortilish, $\sigma \cdot 10^3$ [N/m]							
		-20 °S	0 °S	20 °S	40 °S	60 °S	80 °S	100 °S	120 °S
Azot kisl-si,	100%	48,3	44,8	41,4	38,2	35,2	33,4	29,8	27,4
	50	-	68,2	65,4	62,2	58,8	55,2	51,5	47,3
Ammiak (suyuq)		38	27	21,2	16,8	12,8	-	-	-
Ammiakli suv,	25	-	65,7	62,9	59,7	56,3	52,7	49	45
Atseton		28,7	26,2	26,7	21,2	18,6	16,2	13,8	11,4
Benzol		-	31,7	29	26,3	23,7	21,3	13,8	16,4
Butil spirti		28	26,2	24,6	22,9	21,2	19,5	17,8	16
Suv		-	75,6	72,8	69,6	66,2	62,6	58,9	54,9
Geksan		22,6	20,5	18,4	16,3	14,2	12,1	10	7,9
Glitserin,	50%	-	72,4	69,6	66,4	63	59,4	55,7	51,7
Dietil efiri		22	19,5	17	14,6	12,4	10,2	8	6,1
Dixloretan		37,8	35	32,2	29,5	26,7	24	21,3	18,6
Metil spirt,	100%	26,6	24,5	22,6	20,9	19,3	17,6	15,7	13,6
Chumoli kislotasi		-	39,8	37,6	35,5	33,3	31,2	29	26,8
Ishqoriy natr,	50%	-	-	130	130	129	129	128	128
	30%	-	-	97	96,4	95,8	95,3	94,4	93,6
	10%	-	-	77,3	76,1	75	73	70,7	69
Nitrobenzol		-	46,4	43,9	41,4	39	36,7	34,4	32,2
Sulfat kisl-ta,	98%	-	55,9	55,1	54,3	53,7	53,1	52,5	51,9
	75%	74,1	73,6	73,1	72,6	72,1	71,6	71,1	70,6
	60%	77,3	76,7	76,1	75,4	74,5	73,6	72,7	71,8
Vodorod xlorid	30%	-	72,6	69,8	66,6	63,2	59,6	55,9	51,9
Toluol		33	30,7	28,5	26,2	23,8	21,8	19,8	18
Sirka kislotasi,	100%	-	29,7	27,8	25,8	23,8	21,8	19,8	18
	50%	-	43	40	37	33	30	27	24
Fenol (eritilgan)		-	43,1	40,9	38,8	36,6	34,4	32,2	30
Xloroform		32,8	30	27,2	24,4	21,7	19	16,3	13,6



Etil spirti,	100%	25,7	24	22,3	20,6	19	17,3	15,5	13,4
	60%	-	28	27	25	23	22	20	18
	20%	-	40	38	36	33	31	29	27

7-jadval

**TO‘YINGAN SUV BUG‘INING  
TEMPERATURAGA BOG‘LIQLIGI**

Si sistemasi birligiga hisoblash:  $1 \text{ kgk/sm}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ .

Temperatura, °S	Bosim (absolyut) kgk/sm <sup>2</sup>	Solishtirma xajm, m <sup>3</sup> /kg	Zichlik, kg/m <sup>3</sup>	Suyuqlikning solishtirma entalpiyasi, kJ/kg	Bug‘ning solishtirma entalpiyasi, solishtirma xajm, m <sup>3</sup> /kg, kJ/kg	Solishtirma bug‘lanish issiqligi, kJ/kg r <sup>*</sup> 10 <sup>3</sup>
0	0,0062	206,5	0,00484	0	2493,1	2493,1
10	0,0125	106,4	0,00940	41,90	2512,3	2470,4
20	0,0238	57,8	0,01729	83,80	2532,0	2448,2
30	0,0433	32,93	0,03036	125,70	2551,3	2425,6
40	0,0752	19,55	0,05114	167,60	2570,6	2403,0
50	0,1258	12,054	0,0830	209,50	2589,5	2330,0
60	0,2031	7,67	0,1301	251,40	26,8,3	2356,0
70	0,3177	5,052	0,1979	293,30	2626,3	2333,0
80	0,483	3,414	0,2929	335,2	2644	2310
90	0,715	2,365	0,4229	377,1	2662	2285
100	1,033	1,675	0,5970	419,0	2679	2260
110	1,461	1,212	0,8254	461,3	2696	2234
120	2,025	0,893	1,1199	504,1	2711	2207
130	2,755	0,6693	1,494	546,8	2726	2179
140	3,685	0,5096	1,962	589,5	2740	2150
150	4,855	0,3933	2,543	632,7	2753	2120
200	15,85	0,1276	7,840	852,7	2798	1945

250	40,55	0,0499	20,01	1082	2792	1710
300	87,6	0,0213	46,93	1327	2710	1364
350	168,6	0,0088	113,2	1638	2519	881,2
375	225	0,00315	22,6	2100	2100	0

8-jadval

**BA'ZI YOG'LARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMI VA O'TKAZUVCHANLIK  
KOEFFITSENTLARI [24]**

<b>Temperatura, °S</b>	<b>Solishtirma issiqlik sig'imi kJ/kg° K</b>	<b>Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti, Vtm° K</b>
<b>P i s t a y o g' i</b>		
15 – 25	1,76	0,169
15 – 50	1,80	0,166
15 – 100	1,93	0,163
50 - 100	2,01	0,159
50 – 150	2,10	0,156
50 – 200	2,22	0,152
50 – 250 va 70 – 200	2,30	0,149
100 – 150	2,22	0,152
120 – 200	2,35	0,148
100 – 200	2,30	0,149
100 – 250	2,43	0,145
<b>P a x t a y o g' i</b>		
15 – 50	1,80	-
15 – 100	1,93	-
50 – 100	2,01	-
70 – 100	2,05	0,157
120 – 200	2,35	0,482

## GLITSERINNING DINAMIK QOVUSHQOQLIK KOEFFITSENTLARI

Temperatur a °S	Dinamik qovushqoqli k koeffitsenti mPa·K	Temperatur a °S	Dinamik qovushqoqli k koeffitsenti mPa·S (sP)	Temperatur a °S	Dinamik qovushqoqli k koeffitsenti mPa·S (sP)
0	12100	40	330	100	13
5	7050	50	180	120	5,2
10	3950	60	102	140	1,8
15	2350	70	59	160	1,0
20	1480	80	35	180	0,45
30	600	90	21	200	0,22

## BA'ZI ERITMALAR DINAMIK QOVUSHQOQLIK KOEFFITSENTLARI

Ergan modda	Konsentratsiya % (massa)	Dinamik qovushqoqlik koeffitsenti, mPa·S (sP)				
		0°S	20°S	30°S	40°S	60°S
NaOH	5	-	1,3	1,05	0,85	-
	15	-	2,78	2,10	1,65	-
NaCl	5	1,86	1,07	0,87	0,71	0,51
	15	2,27	1,36	1,07	0,89	0,64
	25	3,31	1,89	-	-	-
NaNO <sub>3</sub>	10	-	1,07	0,88	0,72	0,54
	20	-	1,18	1,03	0,86	0,62
	30	-	1,33	1,3	1,07	0,79
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10	-	1,74	1,38	1,1	-
	20	-	4,02	2,91	2,25	-
	10	-	1,23	1,0	0,83	-
KOH	20	-	1,63	1,33	1,11	-
	5	1,7	0,99	0,8	0,66	0,48
KCl	15	1,58	1,0	0,83	0,69	0,52
	20	-	1,02	0,85	0,72	0,54

KNO <sub>3</sub>	5	1,68	0,98	0,8	0,66	0,49
	15	-	0,98	0,8	0,69	0,51
	30	-	-	0,89	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	10	1,58	0,96	0,66	0,5	-
	30	1,51	1,0	0,84	0,73	0,57
	50	-	1,33	1,14	0,99	0,77
MgCl <sub>2</sub>	10	2,8	1,5	-	-	-
	20	5,3	2,7	-	-	-
	10	2,17	1,27	-	-	-
CaCl <sub>2</sub>	20	3,14	1,89	-	-	-
	35	8,9	5,1	-	-	-

11-jadval

**BA'ZI SUYUQLIKLAR VA ERITMALARNING TURLI TEMPERATURALARDA  
DINAMIK QOVUSHQOQLIK KOEFFITSENTLARI**

Modda		Dinamik qovushqoqlik koeffitsenti mPa <sup>s</sup> (sP)							
		-10 <sup>0</sup> S	0 <sup>0</sup> S	10 <sup>0</sup> S	30 <sup>0</sup> S	50 <sup>0</sup> S	80 <sup>0</sup> S	100 <sup>0</sup> S	120 <sup>0</sup> C
Azot k-tasi	100%	1,24	1,05	0,92	0,72	0,57	0,39	0,35	0,31
	50%	4	3,05	2,4	1,55	1,97	0,65	0,53	0,44
Suyuq ammiak		0,251	0,244	0,235	0,217	0,199	-	-	-
Ammiakli suv	25%	-	-	1,12	1,05	0,71	0,40	0,32	0,23
Anilin		-	10,2	6,5	3,12	1,8	1,1	0,8	0,59
Atseton		0,342	0,395	0,356	0,293	0,246	0,2	0,17	0,15
Benzol		7,4	0,91	0,76	0,56	0,436	0,316	0,261	0,219
Butil spirti		-	5,19	3,87	2,28	1,41	0,76	0,54	0,38
Suv		-	1,79	1,31	0,801	0,549	0,357	0,284	0,232
Geksan		0,426	0,397	0,355	0,29	0,241	0,19	0,158	0,132
Glitserin,	50%	-	12	8,5	4,25	2,6	1,2	0,73	0,45
Oltinugurt Dioksidi (suyuq)		0,41	0,368	0,334	0,28	-	-	-	-
Dixloretan		1,24	1,08	0,95	0,74	0,565	0,4	0,36	0,31
Dietil efiri		0,328	0,296	0,268	0,22	0,182	0,14	0,118	0,1
Izopropil spirti		6,8	4,6	3,26	1,96	1,03	0,52	0,38	0,29

Kalsiy xlorid 25% rastvor		7	4,47	3,36	2,25	1,55	-	-	-
Metil spirti	100%	0,97	0,817	0,68	0,51	0,396	0,29	0,24	0,21
	40%	-	3,65	2,54	1,37	-	-	-	-
Chumoli kis-tasi		-	-	2,25	1,46	1,03	0,68	0,54	0,4
Ishqoriy natr,	50%	-	-	-	46	16	5,54	3,97	3,42
Xlorli natriy 20% eritma	40%	-	-	-	23	9,2	3,62	2,72	2,37
Nitrobenzol	30%	-	-	-	9	4,6	2,16	1,82	1,51
Oktan	20%	-	-	-	3,3	2	1,27	1,15	1,08
Olein,	10%	-	-	-	1,45	0,98	0,7	0,65	0,6
Sulfat kislota,		4,08	2,67	1,99	1,24	0,87	0,57	0,46	0,38
		-	3,09	2,46	1,69	1,24	0,87	0,7	0,58
		0,829	0,703	,61	0,479	0,36	0,29	0,245	0,208
	20%	-	95	60	28,8	12,8	5,3	-	-
Uglerod sulfid	98%	-	55	37	17,1	9,46	4,1	2,7	2
Xlorid kislota,	92%	90	48	32	15,6	8,4	3,8	2,5	1,95
Toluol	75%	50	30	20	10,6	5,9	2,3	1,07	1,45
Sirka kislota,	60%	15	10,5	7,7	4,08	2,8	1,5	1,9	0,9
		0,488	0,433	0,396	0,319	0,27	0,21	0,19	0,17
Fenol (suyuq)	30%	-	-	2,1	1,48	-	-	-	-
Xlorbenzol		0,9	0,768	0,667	0,522	0,42	0,319	0,27	0,231
Xloroform	100%	-	-	-	1,04	0,79	0,56	0,46	0,37
Karbon IV xlorid	50%	-	4,85	3,03	1,7	1,11	0,65	0,5	0,4
Etilatsetat		-	-	-	7	3,43	1,59	1,05	0,78
Etil spirti		1,24	1,06	0,91	0,71	0,57	0,435	0,37	0,32
		0,79	0,7	0,63	0,51	0,426	0,33	0,29	0,26
		1,68	1,35	1,13	0,84	0,65	0,472	0,387	0,323
		0,67	0,578	0,507	0,4	0,326	0,248	0,21	0,178
	100%	2,23	1,78	1,46	1,0	0,701	0,435	0,326	0,248
	80%	-	3,69	2,71	1,53	0,97	0,57	0,52	0,43
	60%	-	5,25	3,77	1,93	1,13	0,6	0,45	0,34
	40%	-	7,14	4,39	2,02	1,13	0,6	0,44	0,34
	20%	-	5,32	3,17	1,55	0,91	0,51	0,38	0,3

**NORDON VINOLAR QOVUSHQOQLIK KOEFFITSENTLARI, [sPz]**

Temperatura °S	Spirt miqdori %					
	7	8	9	10	11	12
-6	-	-	-	-	4,12	4,3
0	2,62	2,70	2,88	3,00	3,16	3,3
6	2,10	2,19	2,29	2,40	2,51	2,62
12	1,72	1,7	1,86	1,94	2,03	2,11
18	1,44	1,49	1,54	1,61	1,67	1,73
24	1,24	1,26	1,30	1,34	1,39	1,45
30	1,07	1,08	1,10	1,14	1,18	1,22
36	0,92	0,93	0,95	0,98	1,01	1,05
42	0,79	0,81	0,83	0,86	0,88	0,91
48	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,8
54	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,7
60	0,56	0,57	0,58	0,59	0,61	0,62

**TARKIBIDA SHAKARI BOR VINOLAR QOVUSHQOQLIGI, [sPz]**

Temperatura °S	Spirt miqdori % (xajmiy)					
	12		18		24	
	8	23	8	23	8	23
-10	-	13,47	-	15,75	-	17,90
0	4,45	8,40	5,2	9,80	5,70	11,80
10	2,96	5,33	3,39	6,31	3,65	7,28
20	2,97	3,37	2,35	4,00	2,50	4,62
30	1,53	2,52	1,69	2,76	1,75	3,13
40	1,16	1,87	1,25	2,06	1,30	2,23
50	0,91	1,43	0,97	1,56	1,02	1,67
60	0,71	1,12	0,77	1,20	0,81	1,30

**BA'ZI SUYUQLIK VA SUVLI ARALASHMALARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK  
SIG'IMI, kJ/kg K**

Modda	Konsentratsiya %	Temperatura, °C					
		-20	0	20	60	100	120
Azot kislotasi	100	1,74	1,75	1,76	1,80	1,84	1,86
	50	-	2,79	2,83	3,01	3,10	3,18
Glitserin	50	-	3,56	3,56	3,52	-	-
Metil spirti	100	2,38	2,47	2,57	2,76	2,96	3,07
	40	-	3,52	3,56	3,6	3,86	3,72
Etil spirti	100	2,12	2,29	2,48	2,96	3,51	3,80
	80	-	2,68	2,83	3,22	3,64	3,90
	60	-	3,00	3,14	3,48	3,77	3,98
	40	-	3,44	3,51	3,69	3,94	4,02
	20	-	3,81	3,85	3,93	4,06	4,10
Natriy gidro ksidi eritmasi	50	-	-	3,23	3,21	3,19	3,18
	40	-	3,38	3,41	3,48	3,49	3,49
	30	-	3,45	3,52	3,62	3,64	3,64
	20	-	3,03	3,56	3,69	3,72	3,72
	10	-	3,69	3,77	3,84	3,88	3,89
Natriy xloridi eritmasi							
Sulfat kislotasi	20	-	3,94	3,92	3,90	3,86	3,86
	98	-	1,41	1,46	1,57	1,68	1,73
	92	1,47	1,53	1,58	1,67	1,78	1,83
Xlorid k-tasi	75	1,80	1,87	1,94	2,07	2,21	2,27
Sirka kislotasi	60	2,11	2,20	2,28	2,45	2,61	2,70
	30	-	2,3	2,47	2,80	3,18	3,35
	100	-	1,88	1,99	1,21	2,42	2,53
	50	-	3,06	3,10	3,18	3,30	3,45

**TEMPERATURA 0-100 °C DA QATTIQ METERIALLARINING O'RTACHA  
SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMI, kJ/kg° K**

<b>Material nomi</b>	<b>S</b>	<b>Material nomi</b>	<b>S</b>
Alyuminiy	0,92	Tosh ko'mir	1,30
Asbest	,84	Kvars	0,80
Beton	1,13	G'isht (g'isht)	0,92
Kumush	0,385	G'isht (olovbardosh)	0,88-1,01
Viniplast	1,76	Koks	0,84
Loy	0,92	Latun	0,394
Yog'och (qarag'ay)	2,72	Muz	2,14
Temir	0,50	Quyma (tosh)	0,84
Ohak	0,92	Magneziya	0,92
Kaolin	0,92	Mis	0,385
Po'lat	0,50	Shisha	0,42-0,84
Naftalin	1,30	Tekstolit	1,47
Parafin	2,72	Sellyuloza	1,55
Po'kak	1,68	CHo'yan	0,50
Rezina	1,68	Jun	1,63
Qo'rg'oshin	0,13	Shlak	0,75

**ETIL SPIRTI-SUV ARALASHMASINING QAYNASH TEMPERATURASI**

<b>Suyuqlikdagi spirt miqdori</b>		<b>Qaynash tempera turasi, °S</b>	<b>Bug'dagi spirt miqdori</b>		<b>Suyuqlikdagi spirt miqdori</b>		<b>Qaynash tempera turasi, °S</b>	<b>Bug'dagi spirt miqdori</b>	
<b>mas</b>	<b>%mol</b>	<b>°C</b>	<b>mas</b>	<b>%mol</b>	<b>mas</b>	<b>%mol</b>	<b>°S</b>	<b>mas</b>	<b>%mol</b>
0,01	0,004	99,9	0,13	0,053	25,00	11,53	85,7	68,6	46,08
0,50	0,19	99,3	6,1	2,48	31,00	14,95	84,5	71,7	49,77
1,00	0,39	98,75	10,75	4,51	36,00	18,03	83,7	73,5	52,04
5,00	2,01	94,96	37,0	18,68	40,00	20,68	83,1	74,6	53,46
10,00	4,16	91,3	52,2	29,92	45,00	24,25	82,45	75,9	55,82
15,00	6,46	89,0	60,0	36,98	50,00	28,12	81,9	77,0	56,71
20,00	8,92	87,0	65,0	42,09	55,00	32,34	81,4	78,2	58,39



60,00	36,98	81,0	79,5	60,29	78,00	58,11	79,65	84,9	68,76
65,00	42,09	90,6	80,8	62,22	83,00	65,64	79,2	87,2	72,71
70,00	47,72	80,2	82,1	64,21	87,00	74,15	78,65	90,1	78,00
75,00	54,00	79,75	82,8	66,93	93,00	83,87	78,27	92,4	4,70

18-jadval

**SUT VA SUT MAHSULOTLARINI SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMLARINING  
QIYMATLARI [18]**

Sut va sut mahsulotlari	Temperatura, °C			
	0	15	40	60
Zardob	0,978	0,976	0,974	0,972
Yog'sizlantirilgan sut	0,940	0,943	0,952	0,963
Yog'li sut	0,929	0,938	0,930	0,918
Qaymoq 15%	0,750	0,923	0,899	0,9
60%	0,560	1,053	0,721	0,737
Yog'	0,512	0,527	0,556	0,580
Yog' donachalari	0,445	0,407	0,500	0,530

19-jadval

**GAZLARINING MOLYAR ISSIQLIK SIG'IMI**

[kJ/kmol·K]      Bosim r=1atm

Gaz	Temperatura, °C			
	0	100	300	600
N, O, C oksidi	29,0	29,3	30,0	31,0
Ammiak	35,3	37,9	43,2	53,1
Vodorod	29,1	29,3	29,7	30,4
Suv bug'i	35,0	35,5	36,7	39,3
S va S dioksidi	38,6	41,1	45,7	54,33
Metan	35,7	39,7	4,68	59,8
Oltinugurt (H <sub>2</sub> )	34,3	35,8	28,8	43,3
Xlor	36,3	36,4	36,7	37,0

**MEVALARNING ABSOLYUT QURUQ MODDALARINING  
SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMI [25]**

<b>Mahsulot</b>	<b><math>\rho</math> , kg/m<sup>3</sup></b>	<b>s, J/kg<sup>o</sup> K</b>
Olma	804-889	1395
Behi	998-1092	1376
Nok	850-1130	1387
Olxo'ri	932-1089	1391
O'rik	886-1109	1385
Shaftoli	933-1081	1397
Olcha	970-1092	1390
Gilos	970-1050	1404
Uzum	1036-1100	1412
Malina	950-1020	1385
Ryabina	960-1010	1380
Smorodina	1000-1070	1375

**TEMPERATURA 0-100 °C DA BA'ZI METERIALLARINING ISSIQLIK  
O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSENTLARI**

<b>Material</b>	<b>Zichlik, kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti, Vt/(m<sup>o</sup> K)</b>
Asbest	600	0,151
Beton	2300	1,28
Viniplast	1380	0,163
Voylok (junli)	300	0,047
Qarg'ay (ko'ndalang)	600	0,140-1,174
Qarag'ay (tolalar bo'ylab)	600	0,384
Oddiy g'ishtli devor	1700	0,698-0,814
Olovbardosh g'ishtli devor	1840	1,05
Izolyatsion g'ishtli devor	600	0,116-0,209
Moyli bo'yoq	-	0,233
Muz	920	2,33
Quyma (toshdan)	3300	0,698

Magneziya (85% kukunda)	216	0,070
Nakip qatlami	-	0,163-3,49
Yog'och qipig'i	230	0,070-0,93
Penoplast	30	0,017
Quriu qum	1500	0,349-0,814
Po'kak kukuni	160	0,047
Zang	-	1,16
Sovelit	450	0,98
Shisha	2500	0,698-0,814
Shisha paxtasi	200	0,035-0,070
Tekstolit	1380	0,244
Torfplitalari	220	0,064
Faolit	1730	0,419
Shlak paxtasi	250	0,076
Emal	2350	0,872-1,163
<b>Mateallar</b>		
Alyuminiy	2700	203,5
Bronza	8000	64,0
Latun	8500	93,0
Mis	8800	384
Qo'rg'oshin	11400	34,9
Po'lat	7850	46,5
Zanglamaydigan po'lat	7900	17,5
CHo'yan	7500	46,5-93,0

22-jadval

**ERITMALAR VA SUYUQLIKLARNING  
ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSENTLARI**

<b>Modda</b>	<b>Konsentratsiya, % (mass)</b>	<b>Temperatura °S</b>	<b>Issiqlik o'tkazuvchanlik Vt/(m* K)</b>
BaCl <sub>2</sub>	21	32	0,58
KBr	40	32	0,50
KOH	21	32	0,58

	42	32	0,55
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	32	0,60
KCl	15	32	0,58
	30	32	0,58
MgSO	22	32	0,59
MgCl <sub>2</sub>	11	32	0,58
	29	32	0,59
CuSO <sub>4</sub>	18	32	0,58
NaBr	20	32	0,57
	40	32	0,54
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10	32	0,58
NaCl	12,5	32	0,58
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30	32	0,52
	30	32	0,35
HCl	12,5	32	0,52
	38	32	0,44
Ammiak (suyuq)	100	0	0,541
	100	100	0,314
Dixloretan	100	0	0,1396
Sirka	50	0	0,314
Kislota	50	100	0,477
Xlorbenzol	100	0	0,132
	100	100	0,1128
	100	0	0,142
Xloroform	100	100	0,0918

23-jadval

**BOSIM  $R_{abs}=1$  atm BO‘LGANDA GAZLARNING ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK  
KOEFFITSENTLARI,  $V_t/(m^3 \cdot K)$**

Gaz	Temperatura, °S			
	0	50	100	200
Azot	0,0233	0,0267	0,0314	0,0384
Ammiak	0,0209	0,0256	0,0314	-
Vodorod	0,1628	0,1861	0,2210	0,0259

Suv bug‘i	0,0163	0,0198	0,0244	0,0326
Havo	0,0244	0,0279	0,0326	0,0395
Kislorod	0,0244	0,0251	0,0326	0,0407
Metan	0,0302	0,0361	0,0465	-
Uglerod oksidi	0,0221	0,0214	-	-
Uglerod dioksidi	0,0140	0,0186	0,0233	0,0314
Etan	0,0174	0,0233	0,0314	-
Etilen	0,0163	0,0209	0,0267	-

24-jadval

**IFLOSLANGAN DEVORLARNING ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK  
KOEFFITSENTLARINING O‘RTACHA QIYMATLARI**

<b>Issiqlik tashuvchi agent</b>	<b>Ifloslangan devorlarni issiqlik o‘tkazuvchanligi, <math>Vt/(m^2 \cdot K)</math></b>
Ifloslangan suv	1400-1860*
O‘rtacha sifatli suv	1860-2900*
Yuqori sifatli suv	2900-5800*
Tozalangan suv	2900-5800*
Dtillangan suv	11600
Neft mahsulotlari, moy, sovutuvchi agent bug‘lari	2900
Xom neft mahsulotlari	1160
Organik suyuqliklar	5800
Suv bug‘i	5800
Organik suyuqlik bug‘lari	11600
Havo	2800

25-jadval

**ATMOSFERA BOSIMINING DENGIZ SATHI BALANDLIGIGA BOG‘LIQLIGI**

**1 m.suv.ust.= 9810 Pa**

Dengiz sathidan balanligi, m	-600	0	+100	200	300	400	500	600	800	1000	1500
Atmosfera	11,3	0,3	10,2	10,1	10,0	9,8	9,7	9,6	9,4	9,2	8,6

bosimi A, mm.suv.ust.											
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

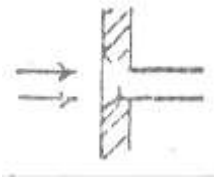
26-jadval

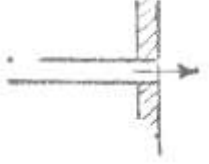
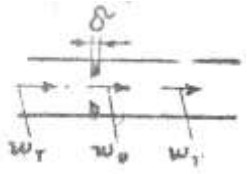
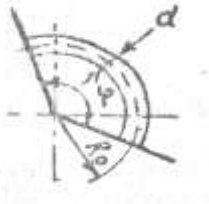
**TRUBA DEVORI G'ADIR-BUDIRLIKLARINING  
O'RTACHA QIYMATLARI**

<b>Truba quvurlari</b>	<b>s, mm</b>
Po'latdan yasalgan qisman korroziyaga uchragan trubalar	0,2
Eski zanglagan trubalar	0,67 va yuqori
Shaklga ega bo'lgan tunuka trubalar.	0,125
CHO'yandan yasalgan, ishlatilgan trubalar.	1,4
Alyuminiydan tayyorlangan silliq trubalar.	0,015-0,06
Latundan misdan, qo'shg'oshindan yasalgan trubalar;	
Shishadan yasalgan trubalar	0,0015-0,01
Betondan yasalgan, sirti jilvirlangan trubalar;	0,3-0,8
Betondan yasalgan g'adir-budir sirtga ega bo'lgan trubalar.	3-9
Neft utkazuvchi o'rtacha sharoitda ishlatilayotgan va to'yingan bug'ni uzatib beruvchi quvurlar.	0,2
Uzlukli ishlaydigan quvurlar.	0,5
Havo uzatib beruvchi quvurlar.	0,8
Kondensat uzatuvchi quvurlar, uzlukli ishlovchi.	1,0

27-jadval

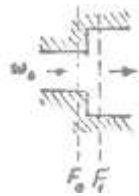
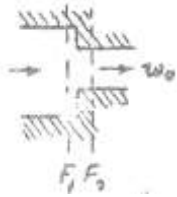
**MAHALLIY QARSHILIK KOEFFITSENTLARI**

<b>Qarshiliklar turlari</b>	<b>Mahalliy qarshilik koeffitsentlarining qiymatlari</b>
Trubaga kirish 	O'tkir qirrali: Silliq qirrali: $\xi = 0,2$

<p>Trubaga chiqish</p> 	<p>1.49) formula yordamida <math>\Delta r</math> hisoblansa ushbu <math>\xi</math> qarshilik qiymati hisobga olinmaydi</p> <p style="text-align: center;"><math>\xi = 1</math></p>																												
<p>To'g'ri trubada o'tkir qirrali diafragma</p>  <p>d – diafragma teshigi, m;  <math>\delta</math> - diafragma qalinligi, m;  <math>\omega</math> – oqimning teshikdagi o'rtacha tezligi, m/s  <math>\omega</math> - oqimning trubadagi o'rtacha tezligi, m/s  <math>M=(d_2/D)^2</math>; D-trubadaning diametri, m.</p>	<p><math>\frac{\delta}{d_0} = 0 - 0,015</math> bo'lganda, bosimning yo'qotilishi <math>\Delta r = \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}</math> ga teng bo'ladi <math>\xi</math> ning qiymati ushbu jadvaldan topiladi</p>																												
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><math>m</math></td> <td>0,02</td> <td>0,06</td> <td>0,1</td> <td>0,14</td> <td>0,18</td> <td>0,22</td> </tr> <tr> <td><math>\xi</math></td> <td>7000</td> <td>730</td> <td>245</td> <td>117</td> <td>65,5</td> <td>40,0</td> </tr> <tr> <td><math>m</math></td> <td>0,24</td> <td>0,2</td> <td>0,34</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td><math>\xi</math></td> <td>32,0</td> <td>22,3</td> <td>13,1</td> <td>4,00</td> <td>0,97</td> <td>0,13</td> </tr> </table>	$m$	0,02	0,06	0,1	0,14	0,18	0,22	$\xi$	7000	730	245	117	65,5	40,0	$m$	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9	$\xi$	32,0	22,3	13,1	4,00	0,97	0,13
$m$	0,02	0,06	0,1	0,14	0,18	0,22																							
$\xi$	7000	730	245	117	65,5	40,0																							
$m$	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9																							
$\xi$	32,0	22,3	13,1	4,00	0,97	0,13																							
<p>Dumaloq yoki to'rtburcha ko'ndalang kesimli tirsak</p>  <p>d- trubaning ichki diametri, m; <math>R_0</math> – trubaning buklanish radiusi</p>	<p>Qarshilik koeffitsenti quyidagi jadvaldan topiladi</p> <p style="text-align: center;"><math>\xi = AB</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\varphi</math> burchagi</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Gradus</td> <td>20</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>130</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,31</td> <td>0,6</td> <td>1,0</td> <td>1,120</td> <td>1,40</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>R/ d</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>0,21</td> <td>0,15</td> <td>0,11</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> </tr> </table>	Gradus	20	45	90	130	180	A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40	R/ d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	500	V	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03
Gradus	20	45	90	130	180																								
A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40																								
R/ d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	500																						
V	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03																						

90 <sup>0</sup> li standart cho‘yan tirsak	Shartli 12,5 25 37 50 O‘tish, mm $\xi$ 2,2 2 1,6 1,1
Normal ventil	Ventil to‘liq ochiq bo‘lganda qiymatlari:
	D, mm 13 20 40 80 100 150 200 250 350 10,8 8,0 4,9 4,0 4,1 4,1 4,7 5,1 5,5
To‘g‘ri yo‘lli	$Re \geq 3 \cdot 10^5$ bo‘lganda $\xi$ quyidagi jadvaldan aniqlanadi:
	D, mm 25 50 76 150 250 $\xi$ 1,04 0,79 0,60 0,42 0,32
	$Re \geq 3 \cdot 10^5$ bo‘lganda qarshilik koeffitsent $\xi = \xi_1 \cdot K$ $\xi$ qiymati $Re \geq 3 \cdot 10^5$ dagidek topiladi K qiymati esa ushbu jadvalda berilgan:
	Re 5000 20000 100000 300000 K 1,40 0,94 0,91 1
Kran	Shartli 13 19 25 32 38 50 va o‘tish diametri yuqori mm 4 2 2 2 2 2
	Shartli o‘tish 15-10 175-200 300 va



Zadvishka	Diametri, mm yuqori						
	$\xi$	0,5	0,25	0,15			
Trubaning  birdan kengayishi	$Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}$	F <sub>0</sub> / F <sub>1</sub>					
		0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6					
	F <sub>0</sub> – kichik ko‘ndalang kesim yuzasi, m <sup>2</sup> ; w – kichik ko‘ndalang kesim yuzada oqim tezligi m/s; F <sub>1</sub> – kata ko‘ndalang kesim yuzasi, m.	10	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
	100	1,70	1,40	1,20	1,10	0,90	0,80
	1000	2,0	1,60	1,30	1,05	0,90	0,60
	3000	1,00	0,70	0,60	0,40	0,30	0,20
	3500	0,81	0,64	0,50	0,36	0,25	0,16
	va undan yuqori						
Trubaning birdan  torayishi	$Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}$	F <sub>0</sub> / F <sub>1</sub>					
		0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6					
	F <sub>0</sub> – kichik ko‘ndalang kesim yuzasi, m <sup>2</sup> ; w – kichik ko‘ndalang kesim yuzada oqim tezligi m/s; F <sub>1</sub> – kata ko‘ndalang kesim yuzasi, m.	10	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	100	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
	1000	0,64	1,60	1,41	1,35	0,30	0,24
	3000	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
	3500	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
	va undan yuqori						

**LAMINAR REJIMDA TURLI KO‘NDALANG KESIMLAR UCHUN EKVIVALAYENT  
DIAMETR VA A KOEFFITSENT QIYMATLARI**

28-jadval

Ko‘ndalang kesim shakli	d	A
d- diametrli aylana	d	64
a – tomonli kvadrat	a	57
a – tomonli teng yonli uchburchak	0,58a	53
a – kenglikka ega xalqa	2a	96
a va b tomonli to‘g‘ri to‘rtburchak		
a/b=0	2a	96
a/b=0,1	1,81a	85
a/b=0,25	1,6a	73
a/b=0,5	1,3a	62
ellips (a – kichik yarim o‘q, b – katta yarim o‘q):		
a/b=0,1	155a	73
a/b=0,3	1,4a	68
a/b=0,5	1,3a	78

29-jadval

**DIAFRAGMANING SARF KOEFFITSENTLARINING QIYMATLAR**

Re	m=0,05	m=0,1	m=0,2	m=0,3	m=0,4	m=0,5	m=0,7
5000	0,6032	0,6110	0,6341	-	-	-	-
10000	0,6026	0,6092	0,6261	0,6530	0,6890	0,7367	-
20000	0,5996	0,6050	0,6212	0,6454	0,6765	0,7186	0,8540
30000	0,5990	0,6038	0,6187	0,6403	0,6719	0,7124	0,8404
50000	0,5984	0,6032	0,6168	0,6384	0,6666	0,7047	0,8276
100000	0,5980	0,6026	0,6162	0,6359	0,6626	0,6992	0,8155
400000	0,5978	0,6020	0,6150	0,6340	0,6600	0,6950	0,8019

m - Diafragma teshigining diametri, m;  $m = (d_0/d)^2$

## TUZATISH KOEFFITSENTINING QIYMATLARI

Trubaning diametri, m	m=0,1	m=0,2	m=0,3	m=0,4	m=0,5	m=0,6	m=0,7
0,05	1,0037	1,0063	1,0082	1,0118	1,0144	1,017	1,02
0,10	1,0024	1,0045	1,0064	1,0065	1,0108	1,013	1,014
0,20	1,0017	1,0023	1,0034	1,004	1,0052	1,006	1,007
0,30	0,0005	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001

$$m = (d_0/d)^2$$

BO'LAK MATERIAL XALQALARIDAN TASHKIL TOPGAN SKRUBBER  
NASADKALARINING TAVSIFI

Nasadkalar turi	Nasadka elementining o'lchamlari, mm	1 m nasadka li xajmdagi elementlar soni	Bo'sh hajmi m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Solishtirma yuza m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> hajmdagi nasadka og'irligi, kg
Farfor xalqalar	8x8x1,5	1465000	0,64	570	600
Keramik xalqalar	15x15x2	25000	0,70	330	690
“ “	35x35x4	20200	0,78	140	505
“ “	50x50x5	6000	0,785	87,5	530
Po'lat xalqalar	35x35x2,5	19000	0,83	147	-
“ “	50x50x1	6000	0,95	110	430
Shag'al (dumaloq)	42	14400	0,388	80,5	-
Andezit (bo'laklari)	43,2	12600	0,585	68	1200
Koks (bo'laklari)	42,6	14000	0,56	77	455
“ “	24,4	64800	0,532	20	1600
Ammiak sintezi	-	-	-	-	-
Katalizatorlari	6,1	5200000	0,465	960	2420
SO konversiyasi katalizator	d=11,5	1085000	0,38	460	1100

tabletkada	h=6				
------------	-----	--	--	--	--

32-jadval

**PORSHENLI NASOSLAR YORDAMIDA SUVNI UZATISH DAVRIDAGI SO‘RISH  
BALANDLIGI**

Bosimning aylanish chastotasi, ayl/min	Suv temperaturasi, °S						
	0	20	30	40	50	60	70
50	7	6,5	6	5,5	4	2,5	0
60	6,5	6	5,5	5	3,5	2	0
90	5,5	5	4,5	4	2,5	1	0
120	4,5	4	3,5	3	1,5	0,5	0
150	3,5	3	2,5	2	0,5	0	0
180	2,5	2	1,5	1	0	0	0

33-jadval

**TURLI XILDAGI ARALASHTIRGICHLAR UCHUN  
S va m KONSTANTALAR QIYMATLARI**

Aralashtirgichlar turi	Geometrik tavsifnoma			Konstantalar son qiymati		Eslatma
	H/d	D/d	h/d	c	m	
Ikki parrakli	2	2	0,36	111,0	1,0	<b>Re &lt; 20</b> <b>Re = 100 ÷ 5 · 10<sup>4</sup></b>
“				14,35	0,31	
2 parrakli, parragi 45 <sup>0</sup>	3	3	0,33	6,8	0,2	
ostida	3	3	0,33	4,05	0,2	
4 parrakli	3	3	0,33	3,52	0,2	
Parragi 45 <sup>0</sup> ostida	3	3	0,33	5,05	0,2	
4 parrakli, parragi 60 <sup>0</sup>						
ostida	3	3	0,33	6,30	0,18	
Yaroqli 2 parrakli	1,11	1,11	0,11	6,2	0,25	

To'rt parrakli	1,11	1,11	0,11	6,0	0,25	Arrak shakli dumaloq
Propellerli uch parrakli, 22,5 <sup>0</sup>	3	3	0,33	0,983	0,15	$Re < 80$
Propellerli, uch parrakli	3,5	3,8	1	230	1,67	$Re < 3 \cdot 10^3$
				4,63	0,35	$Re < 3 \cdot 10^3$
				1,19	0,15	
Trubinali uch parrakli	3	3	0,33	3,90	0,2	
Ikki parrakli	2	2	0,36	111,0	1,0	$Re < 20$
				14,35	0,31	$Re = 100 \div 5 \cdot 10^4$
“	3	3	0,33	6,8	0,2	
2 parrakli, parragi 45 <sup>0</sup> ostida	3	3	0,33	4,05	0,2	
4 parrakli	3	3	0,33	3,52	0,2	
Parragi 45 <sup>0</sup> ostida	3	3	0,33	5,05	0,2	
4 parrakli, parragi 60 <sup>0</sup> ostida	3	3	0,33	6,30	0,18	
Yaroqli 2 parrakli	1,11	1,11	0,11	6,2	0,25	
To'rt parrakli	1,11	1,11	0,11	6,0	0,25	Arrak shakli dumaloq
Propellerli uch parrakli, 22,5 <sup>0</sup>	3	3	0,33	0,983	0,15	$Re < 80$
Propellerli, uch parrakli	3,5	3,8	1	230	1,67	$Re < 3 \cdot 10^3$
				4,63	0,35	$Re < 3 \cdot 10^3$
				1,19	0,15	
Trubinali uch parrakli	3	3	0,33	3,90	0,2	

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. “Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz”. 1-jild. – T: O‘zbekiston, 2017. - 592 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. «Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir». 2-jild. – Toshkent: «O‘zbekiston», 2019. - 592 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. «Niyati ulug‘ xalqning ishi ham ulug‘, hayoti yorug‘ va kelajagi farovon bo‘ladi». 3-jild. – Toshkent: «O‘zbekiston», 2019. – 400 bet.
4. Mirziyoyev Sh.M.«Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari». 4-jild. – Toshkent: «O‘zbekiston», 2020. - 452 bet.
5. Charles E. Thomas Process technology equipment end sustems, 4th yedition, Cengage Learning Stamford USA, 2015.
- 6.N.R. Yusufbekov. H.S. Nurmuxammedov. S.G. Zokirov. Kimyoviy texnologiya asosiy texnologik jarayonlari. –T. “SHarq” 2015. 838 b.
- 7.Anshteyn V.G. Protsessi i apparati ximicheskoy texnologii uchebnik v 2-xkn Spb: EBS Lan 2019, -916s
- 8.Ponikarov I.I. Ponikarov S.I. Rachkovskiy S.V, Raschet mashin I apparatov ximicheskoy proizvodstov I nefti pererabotki. Uchebnoye posobiye 4 –ye izd. Ster SPB: EBS Lan. 2020-216s.
- 9.Smirnov N.N. Albom tipovoy ximicheskoy apparaturi (prinsipialniye sxemi apparatov). Uchebnoye posobiye. SPb.: EBS Lan, 2019. 68 s
- 10.Yusufbekov N.R, Nurmammedov X.S, Ismatullayev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V, Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jaryon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – Uslubiy qo‘llanma. T. Jaxon, 2000.-231 b.
11. Kasatkin A.G. Osnovniye protsessi I apparati ximicheskoy texnologii. Uchebnik dlya vuzov -10-ye izd., stereotipnoye, dorabotannoye. Perepechatano s izd. 1973 g –M.: OOO TID <Alyans>, 2004.-753 s.
- 12.Timonin A.S. Osnovi konstruirovaniya I rascheta ximiko-texnologicheskogo I prirodooxrannogo oborudovaniy.-Spravochnik, izd.2-ye, pererab. I dopoln. Kaluga: Izd-vo N.Bochkarevoy, 2002.-t1,2,3.-2848 s.

13.Nurmuhammedov X.S. Gulyamova N.U. va boshqa “Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar” fanidan-Uslubiy qo‘llanma. Toshkent 2012.-152 b.

### **Internet saytlari**

31.ziyonet.uz.

32.<http://www.tan.com.ua>

33.<http://www.cimbria.com>

34.[www.twirpx.com](http://www.twirpx.com)

35.<http://slavoliya.ua>

36.<http://medicine4u.ru>

37.<http://www.oilbranch.com>

38.<http://foruni.arosna-beauty.ru>.

39.[www.lex.uz](http://www.lex.uz)

## MUNDARIJA

<b>Kirish</b>	<b>4</b>
<b>Qoʻllaniladigan taʼlim texnologiyalari</b>	<b>6</b>
<b>I bob. Amaliy mashgʻulotlar</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Hidromexanik jarayonlar</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Hidravlika asoslari va uning amaliyotda qoʻllanishi</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Hidrodinamika. Trubalarda suyuqliklarni oqishi</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Qoʻzgʻalmas va mavhum qaynash qatlamlarining gidrodinamikasi</b>	<b>25</b>
<b>1.5. Suyuqliklarni uzatish va uning qurilmalari</b>	<b>28</b>
<b>1.6. Gazlarni siqish va kompressorlar. Choʻktirish, sentrafugalash va aralashtirish. Filtrlash</b>	<b>37</b>
<b>1.7. Issiqlik almashinish jarayonlari</b>	<b>53</b>
<b>1.8. Issiqlik oʻtishning turlari. Issiqlik oʻtkazuvchanlik. Konveksiya va nurlanish, yuzali isitgichlarga issiqlik berish. Issiqlik oʻtkazish</b>	<b>59</b>
<b>1.9. Koʻp komponentli sistemalarni ajratish</b>	<b>72</b>
<b>1.10. Eritmalarning kristallanishi. Isitish, suyuqliklarni sovutish va bugʻni kondensatsiyalanishi</b>	<b>78</b>
<b>1.11. Massa almashinish jarayonlari. Massa almashinish turlari</b>	<b>87</b>
<b>1.12. Absorbsiya. Rektifikatsiya va haydash</b>	<b>92</b>
<b>1.13. Ekstraksiya. &lt;suyuqlik-suyuqlik&gt;, &lt;qattiq jism-suyuqlik&gt; sistemasida ekstraksiyalash</b>	<b>104</b>
<b>1.14. Nam materiallarni quritish. Adsorbsiya</b>	<b>117</b>
<b>1.15. Mexanik jarayonlar. Qattiq jismlarni maydalash</b>	<b>127</b>
<b>1.16. Sochiluvchan materiallar qatlamining dispersligi</b>	<b>131</b>
<b>1.17. Sochiluvchan materiallarni klassifikatsiyalash</b>	<b>134</b>
<b>1.18. Maydalash va klassifikatsiyalash qurilmalari va uskunalari</b>	<b>137</b>
<b>II bob. Laboratoriya mashgʻuotlari</b>	
<b>2.1. Suyuqliklarning oqish rejimini aniqlash</b>	<b>143</b>
<b>2.2. Trubalarda mahaliy va ichki ishqalanish qarshiliklrini aniqlash</b>	<b>146</b>
<b>2.3. Suyuqliklarning tezligi va sarfini Pito-Prandtl naychasi bilan oʻlchash</b>	<b>149</b>



<b>2.4. Suyuqliklarni nasadka va teshiklardan oqishi</b>	<b>151</b>
<b>2.5. Mavhum qaynash qatlami gidrodinamikasi. Mavhum qaynash qatlamida qaynash va zarrachalarning uchib chiqish tezliklarini aniqlash</b>	<b>154</b>
<b>2.6. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari</b>	<b>157</b>
<b>2.7. Filtrlash doimiysini aniqlash</b>	<b>161</b>
<b>2.8. “Truba ichida truba tipidagi” isitgichdagi issiqlik berish koeffitsentini aniqlash</b>	<b>165</b>
<b>2.9. “Truba ichida truba tipidagi” isitgichning issiqlik o‘tkazish koeffitsentini aniqlash</b>	<b>170</b>
<b>2.10. Erkin konveksiya davrida havoning issiqlik berish koeffitsentini aniqlash</b>	<b>174</b>
<b>2.11. Eritmalarning temperature depressiyasini aniqlash</b>	<b>178</b>
<b>2.12. Quritish qurilmasida qurish jarayonini o‘rganish. Quritish jarayoning kinetikasi</b>	<b>181</b>
<b>2.13. Harakatchan nasadkali kolonnalarda massa berish va o‘tkazish koeffitsentini aniqlash</b>	<b>185</b>
<b>2.14. Yarim sferik aktiv ko‘mir qatlamli adsorber gidrodinamikasini o‘rganish</b>	<b>191</b>
<b>2.15. Sochiluvhan materiallarni solishtima yuzasini aniqlash va elaklarda fraksiyalarga ajratish</b>	<b>195</b>
<b>Glossariy</b>	<b>201</b>
<b>Testlar</b>	<b>214</b>
<b>Ilovalar</b>	<b>228</b>
<b>Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati</b>	<b>254</b>

**PIRIMOV. T.J., G'ANIJONOV. D.I., NURMUXAMEDOV. A.A.,  
XAMDAMOV. M.B., TURABEKOVA. D.B**

**TEXNOLOGIK JARAYON VA QURILMALAR**



.