

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**JIZZAX POLITEXNIKA INSTITUTI**

**«QISHLOQ XO'JALIGI MAHSULOTLARINI QAYTA ISHLASH»  
KAFEDRASI**

**"OZIQ-OVQAT INJINIRINGI  
JARAYONLARI VA QURILMALARI"  
FANIDAN  
AMALIY MASHG'ULOTLARINI  
BAJARISH UCHUN  
USLUBIY QO'LLANMA**

**JIZZAX-2019-2020 O'QUV YILI**

Ushbu uslubiy qo'lanmada ishchi o'quv rejasi asosida amaliy mashg'ulotlari bo'yicha kerakli ma'lumotlar to'plangan bo'lib, 3 kurs V semestrda o'qitiladi.

**Tuzuvchilar:**

- Xoldorov B.B.** -JizPI, "Qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlash" kafedrası mudiri.
- Norqulova Z.T.** -JizPI, "Qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlash" kafedrası katta o'qituvchisi.
- Ergashev B.A.** -JizPI, "Qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlash" kafedrası assistenti.

**Taqrizchilar:**

- Beshimov Yu.** – «Buxora muxandislik texnologiya instituti,t.f.n.
- Islomov U.** -JizPI, "Qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlash" kafedrası dotsenti.

Uslubiy qo'lanma "Qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlash" kafedrasining 2019 yil \_\_\_\_ avgustdagi №\_\_ sonli majlisida muhokama qilingan va fakultet kengashida muhokama qilishga tavsiya etilgan.

**Kafedra mudiri:**



**B.Xoldorov**

Uslubiy qo'lanma "Sanoat texnologiyalari" fakultet kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2019 yil "27 avgustdagi "1" – sonli bayonnoma).

**Fakultet kengashi raisi:**



**dots. Pozilov M.N.**

## KIRISH

Fan, texnika va texnologiya jadal sur'atlar bilan rivojlanib borayotgan hozirgi sharoitda mustaqil milliy iqtisodiyotni barpo etish ko'p jihatdan tayyorlanayotgan mutahassislarning sifatiga bog'liq bo'ladi. Bozor iqtisodiyoti sharoitida mustaqil ishlashga layoqatli, yuqori malakali va raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash, ularni Vatanga fidoyilik ruhida tarbiyalash oliy ta'limning asosiy vazifasidir. Etarli bilim darajasiga va amaliy ko'nikmalarga ega bo'lgan mutaxassisgina korxonada samarali ishlashi, o'z kasbining mohir ustasi bo'lishi va mustaqil O'zbekistonimiz taraqqiyoti uchun munosib hissa qo'sha olishi mumkin.

Hayotga joriy etilayotgan «Ta'lim to'g'risida»gi qonun va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» Respublikamizda ta'lim tizimini isloh qilish va yuqori kasbiy malakaga ega bo'lgan kadrlar tayyorlashga qaratilgan.

Ushbu muhim yo'nalishlarda bajariladigan keng ko'lamli dolzarb vazifalarni muvaffaqiyatli xalq etish uchun xalq xo'jaligi, jumladan, oziq-ovqat, kimyo va biotexnologiya sanoati korxonalari uchun yuqori malakali kadrlarni tayyorlash zarur. Prinsipial yangi ilmiy g'oyalar va yuksak texnik echimlar yaratishga layoqatli bo'lgan kadrlarni tayyorlashda «Oziq-ovqat jarayonlari va qurilmalari» fani muhim ahamiyatga ega.

«Oziq-ovqat jarayonlari va qurilmalari» fani fundamental, umumkasbiy va kasbga yo'naltiruvchi fanlarni o'zaro bog'lovchi mahsus muhandislik fani bo'lib hisoblanadi. Ushbu fan yutuqlari sanoat va texnika miqyosida keng qo'llaniladi; unda asosiy texnologik jarayonlar nazariyasi, ushbu jarayonlar amalga oshiriladigan mashina va qurilmalarning tuzilishi, ishlash prinsiplari va ularni hisoblash uslublari o'rganiladi.

Bu fan talabalarga ta'lim yo'nalishining nazariy asoslarini chuqur egallashga, umummuhandislik fanlaridan olgan bilimlarini aniq texnologik jarayonlarga qo'llashga, texnologik jihozlarni optimal loyihalash va ulardan unumli foydalanishga o'rgatadi.

Respublikamizning iqtisodi borasidagi hozirgi asosiy vazifalarni *Prezidentimiz I. A. Karimov quyidagicha bayon etgan: "Mamlakatimiz*

*iqtisodiyotida chuqur tarkibiy o'zgarishlarni ta'minlash, texnik jihatdan qayta jihozlash, mineral xom ashyo va qishloq xo'jalik resurslaridan, mehnat va intellektual salohiyatimizdan to'liq foydalanib, xaridorbop, raqobatga bardoshli mahsulot ishlab chiqarish, dunyo bozorida o'zimizga xos munosib o'rin egallash, shuning hisobidan siyosiy va iqtisodiy mustaqilligimizni ta'minlaydigan tizimni vujudga keltirish bugungi kunda bizning muhim vazifamizdir.*

*Bu boradagi eng muhim vazifamiz mamlakat eksport salohiyatini oshirish, uning xalqaro mehnat taqsimotida teng huquqli va o'zaro manfaatli shartlar asosida faol ishtirok etish, jahon xo'jalik aloqalariga keng integratsiyalashuvi va shu negizda dunyo hamjamiyatidan o'ziga munosib joy egallashiga erishishdan iborat".*

«Oziq-ovqat jarayonlari va qurilmalari» fani bo'yicha amaliy mashg'ulotlarni o'tkazishdan maqsad talabalarning aniq namunaviy misollarni echish orqali tipik qurilmalarni hisoblashni va loyihalashtirishga o'rgatishdan iborat.

Bunda ular xalqaro birlik sistemasi(SI)da quyidagi o'lchov birliklardan foydalanishida:

Uzunlik           ----- metr (m);  
Massa             ----- kilogramm (kg);  
Vaqt               ----- sekund (s);  
Tok kuchi         ----- Amper (A);  
Temperatura      ----- Kelvin (K);  
Yorug'lik kuchi   ----- Kandela(Kd);  
Modda miqdori   ----- Mol;

Qolgan barcha kattaliklar yuqorida ko'rsatib o'tilgan birliklar asosida keltirib chiqariladi yoki tenglamalar asosida topiladi.

Masalani echishni boshlashdash oldin qurilmaning sxemasi chizib olinadi va unga kerakli o'lchamlar qo'yib chiqiladi. Shundan keyin oqimlarning harakatlanish yo'nalishi belgilab olinadi va qurilmaning ishlash prinsipi

o'rganiladi. Masalada berilgan boshlang'ich ma'lumotlar, asosiy hisoblash tenglamalar va formulalari aniqlanadi. So'ngra masala bir nechta bo'lakka bo'linib, oqimlarning turli xossalari uchun mos keluvchi son qiymatlari aniqlanadi.

Hisoblash formulasiga parametrlarning son qiymatlari qo'yilib, arifmetik hisoblashlarga kirishiladi. Olingan javob qurilma yoki uskunaning amaliy ishlari rejimiga mos kelishi tahlil qilinadi.

Amaliy mashg'ulotlar paytida talabalar qo'shimcha adabiyotlardan foydalanishni o'rganishlari kerak. Bunday mashg'ulotlarni o'tkazishdan ko'zlangan asosiy maqsad, talabalarning texnik hisoblashlarni mukammal bajarishlariga erishishdan iborat.

Talabalar murakkabroq masala va hisoblashlarni kompyuterlardan foydalanib hisoblashlari yaxshi natija beradi.

Masalarni echishni ketma – ketligini aniq, sistemali amalga oshirish talabaniq vaqtdan unumli foydalanishiga imkoniyat yaratadi.

**1-2-3 AMALIY MASHG'ULOT: GIDROMEHANIK**  
**JARAYONLAR.GIDRAVLIKA ASOSLARI VA UNING AMALIYOTDA**  
**QO'LLANISHI. GIDRODINAMIKA. TRUBALARDA**  
**SUYUQLIKLARNING OQISHI.**

**Asosiy bog'liqliklar va hisoblash formulalari**

1.Solishtirma og'irlik (hajm birligidagi og'irlik)  $\gamma$  va zichlik hajm birligidagi massa o'zaro quyidagicha bog'langan.

$$\gamma = \rho g \quad (1.1)$$

2.Nisbiy zichlik (nisbiy solishtirma og'irlik)  $\Delta$  deb, modda zichligi (solishtirma og'irligi)ning suvning zichligi (solishtirma og'irligi)ga nisbatiga aytiladi.

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{\gamma}{\gamma_c} \quad (1.2)$$

3.Suyuqliklar aralashmasi zichligini, ular aralashtirilganda sezilarli fizik-kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi, deb hisoblansa, aralashma hajmini komponentlar hajmlari yig'indisiga teng deb hisoblash mumkin:

$$\frac{1}{\rho_{ap}} = \frac{x_1}{\rho_1} + \frac{x_2}{\rho_2} + \dots \quad (1.3)$$

bunda,  $x_1, x_2$  lar – aralashmadagi komponentlarning massaviy ulushlari;

$\rho_{ap}, \rho_1, \rho_2$  lar – aralashma va komponentlarning zichliklari.

Xuddi shu kabiformula bilan suspenziyaning zichligini ham aniqlash mumkin.

$$\frac{1}{\rho_c} = \frac{x}{\rho_{kam}} + \frac{1-x}{\rho_{suyuk}} \quad (1.4)$$

bunda,  $x$ - suspenziyadagi qattiq fazaning massaviy ulushi ,

$\rho_{kam}$  va  $\rho_{suyuk}$  — qattiq va suyuq fazalarning zichliklari,  $\text{kg/m}^3$  larda.

**4. Klapeyron tenglamasi asosida temperatura  $T$  va bosim  $R$  da ixtiyoriy gazning zichligi  $\rho$**

$$\rho = \rho_0 \frac{T_0 P}{T P_0} = \frac{M}{22,4} \frac{273 P}{T P_0} \quad (1.5) \text{ formuladan topiladi.}$$

bunda,  $\rho_0 = \frac{M}{22,4} \text{ kg/m}^3$  - normal sharoitdagi gaz zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;

$M$ - gazning molyar massasi,  $\text{kg/kmol}$ .

$T$ -temperatura,  $\text{K}$

Gazlar aralashmasi zichligi

$$\rho_{ap} = Y_1 \rho_1 + Y_2 \rho_2 + \dots \quad (1.6)$$

bunda,  $Y_1, Y_2, \dots$  - gazlar aralashmasidagi komponentlarning hajmiy ulushi;

$\rho_1, \rho_2, \dots$  - komponentlarning zichliklari.

**5. Balandligi  $h$  bo'lgan suyuqlik ustuni bosimi  $R$  uning zichligi  $\rho$  ga teng bo'ladi.**

$$R = \rho g h \quad (1.7) \text{ ga teng bo'ladi.}$$

bunda,  $R$ -  $\text{Pa}$  larda;

$\rho$  -  $\text{kg/m}^3$  larda;

$g$  -  $\text{m/s}^2$  da;

$h$ -  $\text{m}$  larda.

SHu tenglama asosida bosim kattaliklari orasida quyidagi munosabatlarni keltirib chiqaramiz.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm. sim. ust} = \rho g h = 13600 * 9,81 * 0,76 = 1,013 * 10^5 = 1,033 * 10^4$$

$$\text{mm.suv. ust} = 1,033 * 10^4 \text{ kgs/m}^2 = 1,033 \text{ kgs/sm}^2$$

$$1 \text{ atm} = 1 \text{ kgs/sm}^2 = 10^4 \text{ kgs/m}^2 = 9,81 * 10^4 \text{ Pa} = 735 \text{ mm.sim.ust} = 10^4 \text{ mm. suv.}$$

ust.

**6. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi**

$$R = R_0 + \rho g h \quad (1.8)$$

bunda,  $R$  –suyuqlik sathidan  $h$  chuqurlikdagi gidrostatik bosim, Pa;

$R_0$ - suyuqlik sirtidagi bosim,Pa;

$Y_{Assi}$  devorga suyuqlikning bergan bosim kuchi  $R$

$$R = (P_0 + \rho g h_c) F \quad (1.9)$$

bunda,  $R_0$  - suyuqlik sirtidagi bosim,Pa;

$h_c$  – cuyuqlik sathidan devor og'irlik markazining botib tushish chuqurligi, m;

$\rho$  –suyuqlik zichligi, kg/ m<sup>3</sup>;

$F$  – devor sirti yuzasi, m<sup>2</sup>.

### 7.Dinamik qovushqoqlik koeffitsientining o'lchov birligi.

$$[\mu]_{ca} = \frac{H^* c}{M^2} = Pa^* c = \frac{\kappa \mathcal{L}}{M^* c} \quad (1.10)$$

$$[\mu]_{M\kappa \mathcal{L} c c} = \frac{\kappa \mathcal{L} c^* c}{M^2}; \quad (1.11)$$

$$[\mu]_{c \mathcal{L} c} = \frac{\partial u n^* c}{c M^2} = \frac{\Gamma}{c M^* c} = P(\text{puaz}) \quad (1.12)$$

$\mu$  ning o'lchov birliklari orasidagi munosabat quyidagiga teng.

$$1 \text{ sP} \succ 10^{-3} \text{ Pa}^* \text{ s} = \frac{1}{9810} = \frac{\kappa \mathcal{L} c^* c}{M^2} \quad (1.13)$$

Kinematik qovushqoqlik koeffitsienti  $\nu$  (m<sup>2</sup>/s larda), dinamik qovushqoqlik koeffitsienti  $\mu$  bilan quyidagi munosabatda bo'ladi.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1.14)$$



Turli xil temperaturada suyuqliklar uchun  $\mu$  ning qiymati nomogrammada (V-rasm) topiladi.

Tajriba ma'lumotlari bo'lmasa ko'pgina organik suyuqliklarning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti quyidagi formula bo'yicha topilishi mumkin.

$$\lg(\lg\mu) = (\sum An + \sum P) \frac{\rho}{10^3 \mu} - 2,9 \quad (1.15)$$

Bunda,  $\mu$  -atmosfera bosimi va 20<sup>0</sup>S da suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, MP;

$\rho$  -suyuqlik zichligi, kg/m<sup>3</sup> ;

M - mol massa, kg/molъ;

A -organik birikma molekulasida tarkibidagi bir jisimli atomlar soni.

n - atomli konstantaning son qiymati.

R -atom guruhlariga tuzatish.

**8.** Turli xil temperaturalarda gazlarning dinamik qovushqoqlik koeffitsientini aniqlash uchun (VI-rasmda) ko'rsatilgan nomogrammadan foydalaniladi.

Gazlar aralashmasining dinamik qovushqoqlik koeffitsienti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$\frac{\mu_{cp}}{\mu_{ap}} = \frac{Y_1 M_1}{\mu_1} + \frac{Y_2 M_2}{\mu_2} + \dots (1.16)$$

bunda,  $M_{ar}, M_1, M_2, \dots$  - gazlar aralashmasida alohida komponentlarning mol massalari;

$U_1, U_2, \dots$  - aralashmadagi komponentlarning hajmiy ulushlari.

Gazlarning dinamik qovushqoqlik koeffitsientining temperaturaga bog'liq ravishda o'zgarishi quyidagi formuladan topiladi.

$$\mu_t = \mu_0 \frac{273 + C}{T + C} \left( \frac{T}{273} \right)^{3/2} \quad (1.17)$$

bunda,  $\mu_0$  - $0^0$ S da dinamik qovushqoqlik koeffitsienti.

T-temperatura,K;

S-Saterlend doimiysi.

**9.Normal suyuqliklarning aralashmasi uchun  $\mu_{ar}$  qiymati quyidagiga teng.**

$$\lg \mu_{fn} = \chi_1 \lg \mu_1 + \chi_2 \lg \mu_2 + \dots \quad (18)$$

bunda,  $\mu_1, \mu_2, \dots$  -alohida komponentlarning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti;

$X_1, X_2, \dots$  aralashmadagi komponentlarning molli ulushlari.

Suyultirilgan suspenziyalarning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti  $\mu_c$  quyidagi formula asosida topiladi.

$$\mu_c = \mu_{cy\text{y}\text{o}\text{b}\text{i}} \frac{0,59}{(0,77 - \varphi)^2}; \quad (1.19)$$

Bunda,  $\mu_{cy\text{y}\text{o}\text{b}\text{i}}$  – toza suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti

$\varphi$  – suspenziyadagi qattiq fazaning hajmiy ulushi.

### **10.Sarflanish tenglamasi.**

Suyuqlik yoki gazning xajmiy sarfi  $V$ ( $m^3/s$  larda)

$$V = \omega f \quad (1.20)$$

Suyuqlik yoki gazning massaviy sarfi  $M$  (kg/slarda)

$$M = V\rho = \omega f\rho \quad (1.21)$$

Bunda,  $f$  – oqimning ko‘ndalang kesimi yuzasi,  $m^2$ ;

$\omega$ - oqimning o‘rtacha tezligi,  $m/s$ ;

$\rho$ - suyuqlik yoki gazning zichligi,  $kg/m^3$ ;

YUmaloq kesimli truboprovodlar uchun

$V = 0,785 d^2 w$  ni yozish mumkin.

Nomogrammaning ( $V$  rasm) shu tengnlama asosida qurilgan.

**11.Truba va kanallar bo‘ylab oqib o‘tuvchi oqimlarning gidrodinamik mezonlari.**

**Reynolds mezon** – gidrodinamik rejimni xarakterlaydi va inersiya kuchlari va oqim ichki qarshilik kuchlari nisbati o'lchovi hisoblanadi.

$$Re = \frac{\omega \rho d}{\mu} = \frac{\omega d}{\nu} \quad (1.22)$$

Bunda,  $\omega$ - oqimning o'tish tezligi, m/s;

$d$  -truboprovod diametri, m;

$\rho$ - suyuqlikning zichligi, kg/m<sup>3</sup>;

$\mu$ - dinamik qovushqoqlik koeffsienti, m<sup>2</sup>/s;

$\nu$ - kinematik qovushqoqlik koeffitsienti, m<sup>2</sup>/s;

To'g'ri trubalar bo'ylab harakatlanuvchi oqimlar uchun Reynolds mezonining quyidagi qiymatlari xarakterli:

Laminar oqim .....Re<2300

O'tish soxasi .....2300<Re<10000

Turbulent oqim .....Re>10000

Ko'ndalang kesimi yumaloq bo'lmagan oqimlar uchun Re ni xisoblash formulasiga ekvivalent diametr qo'yiladi va uning qiymati gidravlik radiusning to'rtlanganiga teng.

Gidravlik radius  $Z_r$  oqimning ko'ndalang kesimi yuzasining perimetr P ga nisbatiga teng.

$$Z_r = \frac{\Pi d^2}{4\Pi d} = \frac{d}{4} \quad (1.23)$$

YUmalok kesimga ega bo'lmagan oqimlar uchun diametr o'rniga ekvivalent diametrdan foydalaniladi.

$$d_s = 4Z_r = \frac{4f}{\Pi} \quad (1.24)$$

**Eyler mezon** bosim kuchining inersiya kuchiga nisbati o'lchovi xisoblanadi.

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2} \quad (1.25)$$

**Frud mezon**.Inersiya kuchining og'irlik kuchiga nisbatini bildiradi.

$$Fr = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2} \quad (1.26)$$

**12. Siqilmaydigan yopishqoq bo'lmagan suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi:**

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} - hn = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g} \quad (1.27)$$

Bunda,  $Z$  – geometrik bosim, m;

$\frac{P}{\rho g}$  – pьezometrik bosim, m;

$\frac{\omega^2}{2g}$  – tezlik bilan bog'liq (dinamik) bosim, m;

$hn$  – qarshilikka engish uchun sarflangan bosim, m;

**13** Truboprovoddagi o'rtacha to'liq  $\omega$  va maksimal tezlik  $\omega_{maks}$  oras- idagi bog'lanish:

A) laminar rejimda  $\omega = 0,5\omega_{maks}$  (1.28)

B) turbulent rejimda  $\omega/\omega_{maks}$   $Re = \frac{\omega_{maks} d \rho}{\mu}$  (1.29) qiymatiga

bog'liq.

Turbulent rejimda taxminan  $\omega = (0,8 - 0,9)\omega_{maks}$  (1.30)

Suyuqlik sathi o'zgarmas bo'lganida idish tubi yoki devoridan kichik teshikdan suyuqlikning oqib tushish tezligi

$$\omega = \varphi \sqrt{2gH} \quad (1.31)$$

Bunda,  $\varphi$  – tezlik koeffitsienti, o'lchovchiz

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

$H$  – teshik markazidan suyuqlik sathining balandligi, m.

Yuzasi  $f_0 (m^2)$  da bo'lgan teshik yuzasi orqali oqib tushayotgan suyuqlikning hajmiy sarfi  $V (m^3/s)$  da suyuqlik sathi o'zgarmas  $R_0 = R$  bo'lganda

$$V = \alpha K f_0 \sqrt{2gH} \quad (1.32) \text{ dan topiladi.}$$

Bunda,  $\alpha$  – o‘lchovsiz sarflanish koeffitsienti bo‘lib uning qiymati

$\alpha = \varphi \varepsilon$  ga teng.

#### **14. Normal diafragma bilan suyuqlik yoki gaz sarfini o‘lchash.**

Suyuqlik yoki gazning xajmiy sarfi  $V$  ( $m^3/s$  larda)

$$V = \alpha K f_0 \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho}} = \alpha K f_0 \sqrt{2 g H \frac{\rho_m - \rho}{\rho}} \quad (1.33)$$

Bunda,  $\alpha$  – silliq truboprovodda normal diafragmaning sarflanish koeffitsienti

$K$ - truboprovod devorining g‘adir-budirligini xisobga oluvchi tuzatish koeffitsienti (truboprovodlar uchun  $K$  ning o‘rtacha qiymati jadvalda ko‘rsatilgan; gidravlik; silliq truboprovod uchun  $K=1$  ga teng)

$f_0 = 0,785 d_0^2$  - diafragma teshigi yuzasi,  $m^2$ ;

$d_0$  - teshik diametri,  $m$ ;

$H$  - diafragma ulangan difmanometrda suyuqlik sathlari orasidagi farq,  $m$ ;

$\rho_m$  - difmanometrda suqlik zichligi,  $kg/m^3$

$\rho$  - truboprovod orqali o‘tuvchi suyuqlik yoki gaz zichligi,  $kg/m^3$

#### **15. Nasos dvigateli (yoki ventilyator) iste‘mol qiladigan quvvat $N$ (kvt.larda)**

$$N = \frac{V \Delta P}{1000 \eta} = \frac{V \rho g H_n}{1000 \eta} \quad (1.34) \text{ formuladan topiladi. (x)}$$

Bunda  $V$  - suyuqlik yoki gazning xajmiy sarfi

$\Delta P$  - bosimning ortishi,  $Pa$

$H_n$  - nasosda hosil qilingan bosim,  $m$ ;

$\rho$  - suyuqlikning zichligi,  $kg/m^3$

$\eta$  - nasosli qurilmaning umumiy f.i.k.

(x) tenglama buyicha quvvatni hisoblashda  $\Delta P$  ning qiymati to‘liq gidravlik qarshilikka teng bo‘lib, quyidagi kattaliklarning yig‘indisidan iborat.

$$\Delta P = \Delta P_{obs} + \Delta P_{by} + \Delta P_{me} + \Delta P_{bs} + \Delta P_{bf} \quad (1.35)$$

Bunda,  $\Delta P_{\text{obs}}$ -tarmoqdan chiqishda oqim tezligini hosil qilish bosim sarfi ,  
 $\Delta P_{\text{by}}$ - ishqalanishda qarshilikni engish uchun bosimning yuqolishi,  
 $\Delta P_{\text{me}}$  –mahalliy qarshiliklarni engishdagi bosimning yo‘qolishi,  
 $\Delta P_{\text{bs}} - \rho g h_{\text{sc}}$  -suyuqlikni engish uchun bosimning sarfi,  
 $\Delta P_{\text{bf}} = P_2 - P_1$  –so‘rib olish ( $P_2$ ) va haydash ( $P_1$ ) dagi bosimlar farqi.

### 16. Oqim tezligini hosil qilish uchun bosim sarfi

$$\Delta P_{\text{bs}} = \frac{\omega^2 \rho}{2} \quad (1.36)$$

Bunda,  $\omega$ - turbadagi oqim tezligi, m/s

$\rho$ - suyuqlik (gaz) zichligi, kg/m<sup>3</sup>

### Masalalar echish uchun namunalar

**1-masala.** Neftning nisbiy solishtirma og‘irligi 0,89 ga teng. Neftning SI va MKGSS sistemalaridagi zichligini aniqlang.

**Echish :** 1) SI sistemasida (2) tenglamaga ko‘ra,  $\Delta = \frac{\rho}{\rho_s}$ , shuning uchun  $\rho =$

$$\Delta \rho_s = 0,89 * 1000 = 890 \text{ kg} / \text{M}^3 ;$$

2) MKGSS sistemasida

$$v = \Delta v_s = 0,89 * 1000 = 890 \text{ kg} / \text{M}^3 ;$$

$$\rho = \frac{v}{g} = \frac{890}{9.81} = 90.6 \text{ kg} / \text{M}^3$$

**2-masala.**  $R_{\text{izb}}=10\text{at}$  va  $t=20^0\text{S}$  da azot (IV) oksidining SI sistemasidagi zichligini aniqlang. Atmosfera bosimi 760 mm.sim.ust. (1,03at) ga teng.

**Echish:** (5)tenglamaga asosan

$$\rho = \frac{M}{22,4} * \frac{273P}{TP_0} = \frac{46 * 273 * 11,03}{22,4 * 293 * 1,03} = 20,5 \text{ kg} / \text{M}^3$$

**3-masala.**  $-40^0\text{S}$  da 440 mm.sim.ust. dagi vakuum ostida havoning zichligini aniqlang. Atmosfera bosimi 750 mm. sim. ust.ga teng.

**Echish.** Havoning mol massasi (79% azot va 21% kislorod)

$M = 0,79 \cdot 28 + 0,21 \cdot 32 = 28,8 \text{ kg/kmol}$ . (5) formula bo'yicha

$$\rho = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273P}{TP_0} = \frac{28,8 \cdot 273(750 - 440)}{22,4 \cdot 233 \cdot 760} = 0,615 \text{ kg/m}^3$$

**4-masala.** Ochiq rezervuarda nisbiy zichligi 1,23 bo'lgan suyuqlik mavjud. Rezervuar devoriga biriktirilgan manometr  $R_{\text{ort}} = 0,31$  at bosimni ko'rsatmoqda. Rezervuardagi suyuqlik sathi shu nuqtadan qanday balandlikda joylashgan?

**Echish.** Suyuqlik sathi balandligini (7) tenglama yordamida aniqlaymiz.

$$h = \frac{P - P_0}{\rho g}; \text{ SHartiga ko'ra } R - R_0 = 0,31 \cdot 10^4 \cdot 9,81 \text{ Pa}$$

Suyuqlik zichligi:

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

Bundan

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

**5-masala.**  $T = 30^\circ\text{C}$  va  $R_{\text{abs}} = 5,28$  at bosimda uglerod (iv) oksidining kinematik qovushqoqlik koeffitsienti aniqlang.

**Echish.** Dinamik qovushqoqlik koeffitsientining bosimga bo-liqligini o'zgarmas deb hisoblab, grafik bo'yicha uglerod(iv) oksidi uchun  $30^\circ\text{S}$  dagi uning qiymatini topamiz.

$$M = 0,015 \text{ sP} = 0,015 \text{ kg/m}^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Uglerod(iv) oksidning zichligini aniqlaymiz:

$$\rho = \frac{44 \cdot 273 \cdot 5,28}{22,4 \cdot 303 \cdot 1,033} = 9,55 \text{ kg/m}^3$$

Kinematik qovushqoqlik koeffitsienti:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,015 \cdot 10^{-3}}{9,05} = 1,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

**6-masala.** Tarkibida 16% SO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>, 79% N<sub>2</sub> bo'lgan gazlar aralashmasining dinamik qovushqoqlik koeffitsientini aniqlang. Gazlar temperaturasi 400<sup>0</sup>S, bosim R<sub>abs</sub>= 1 atm.

**Echish.** Nomogramma bo'yicha (VI-rasm) aralashmadagi alohida komponentlarning dinamik qovushqoqlik koeffitsientini topamiz.

(VI-rasm) nomogrammasi bo'yicha aralashmadagi alohida komponentlarning qovushqoqlik koeffitsientini aniqlaymiz. 400<sup>0</sup>S da

$$\rho_{CO_2} = 0,035c\Pi, \mu_{O_2} = 0,0396a\mu_{N_2} = 0,0335c\Pi.$$

Dinamik qovushqoqlik koeffitsientini (II) formula bo'yicha hisoblaymiz.

$$\frac{\mu_{cm}}{\mu_{cm}} = \frac{0,16 * 44}{0,035} + \frac{0,05 * 32}{0,039} + \frac{0,79 * 28}{0,0335} = 902$$

Aralashmaning mol massasi:

$$M_{sm} = 0,16 * 44 + 0,05 * 32 + 0,79 * 28 = 30,8 \text{ kg/kmol}$$

Aralashmaning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti

$$\mu_{cm} = \frac{30,8}{902} = 0,0034c\Pi = 0,034 * 10^{-3} \Pi a * c$$

**7-masala.** Benzidinning suvdagi suspenziyasining dinamik qovushqoqlik koeffitsientini xisoblang. Bunda changa 1 t benzidin 10 m<sup>3</sup> suv ustiga quyilgan. Suspenziya temperaturasi 20<sup>0</sup>C, qattiq fazaning nisbiy zichligi 1,2 ga teng.

**Echish.** qattiq fazaning xajmi:

$$V = \frac{G}{\rho} = \frac{1000}{1200} = 0,833 \text{ m}^3$$

Suspenziyadagi qattiq fazaning xajmiy konsentratsiyasi:

$$\varphi = \frac{0,833}{10 + 0,833} = 0,077 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

20<sup>0</sup>S da suvning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti 1sP ga teng. Suspenziyaning dinamik qovushqoqlik koeffitsientini (15) formuladan topamiz.

$$\mu = \mu_{\text{жс}}(1 + 2,5\varphi) = 1(1 + 2,5 * 0,077) = 1,14c\Pi = 1,19 * 10^{-3} \Pi a * c$$



$$\mu_c = \mu_{\text{oc}} \frac{0,59}{(0,77 - \varphi)^2} = \frac{1 * 0,59}{(0,77 - 0,077)^2} = 1,23c\Pi = 1,23^{-3} \Pi a * c$$

### ***Mustaqil echish uchun masalalar***

1.  $t=90^{\circ}\text{C}$  va  $R_{\text{abs}}= 1,2$  atm.da suv gazining mol massasi va zichligini toping. Suv gazi tarkibi:

$\text{N}_2$ -50%;  $\text{SO}$ - 40% ;  $\text{N}_2$ - 5% ;  $\text{SO}_2$  -5%.

2.  $t=85^{\circ}\text{C}$  va  $R_{\text{abs}}= 2$  atm.da uglerod (IV) oksidining zichligini aniqlang. Atmosfera bosimi 760 mm.sim. ust.ga teng.

3. 1 kg koks gazining yonish maxsulotlari tarkibi (kg):  $\text{SO}_2$ - 1,45;  $\text{N}_2$ - 8,74;  $\text{N}_2\text{O}$ -1,92. Yonish maxsulotlarining xajmiy tarkibini aniqlang.

4. Suyuqlikning  $50^{\circ}\text{S}$  dagi dinamik qovushqoqlik koeffitsienti 30sP ga teng. Suyuqlikning nisbiy zichligi 0,9.

Kinematik qovushqoqlik koeffitsientini aniqlang.

5.  $20^{\circ}\text{S}$  va atmosfera bosimida tarkibida 75% vodorod, 25% azot bo'lgan aralashmaning dinamik qovushqoqlik koeffitsientini toping.

## ***4-AMALIY MASHG'ULOT: QO'ZG'ALMAS VA MAVHUM QAYNASH***

### ***QATLAMLARINING GIDRODINAMIKASI***

#### ***Asosiy bog'liqliklar va hisoblash formulalari***

Mavhum qaynash holati «qattiq jism - gaz» yoki «qattiq jism - suyuqlik» sistemalarida kuzatiladi. Ushbu jarayon paytida gaz yoki suyuqlik oqimidagi zarrachalar muallaq holatda bo'lib, bir-biriga nisbatan betartib ravishda erkin harakat qiladi. Shuning uchun ushbu holat adabiyotlarda mavhum qaynash qatlami, donador qatlamni qaynashi yoki muallaq qatlam holati deb yuritiladi.

Mavhum qaynash qatlami donador material qatlamidan yuqoriga yo'nalgan gaz (yoki suyuqlik) oqimini o'tkazish yo'li bilan hosil qilinadi. Bu paytda oqim tezligi zarrachalarni muallaq holatda tutib turishi lozim.

Mavhum qaynash jarayonida qattiq zarrachalar va gaz (suyuqlik) fazalari o'rtasidagi uzluksiz kontakt yuzasi katta bo'ladi. Bu paytda barcha

zarrachalarning kontakt yuzalari muhit oqimi bilan yuvilib turishi sababli jarayon harorati va konsentratsiyasi tez rostlanadi. Natijada amalga oshiriladigan jarayon tezlashib, jihozning ish unumdorligi keskin ortadi. Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi nisbatan kichik bo'lganligi uchun texnologik jarayonga sarflanadigan energiya miqdori kam bo'ladi.

Keyingi yillarda Kimyo va boshqa sanoat tarmoqlarida gazlarning qaynoq yoki mavhum qaynash holidagi maydalangan qattiq zarrachalar bilan o'zaro ta'sirlashishga bog'liq bo'lgan jarayonlardan ko'proq foydalanilmoqda. Mavhum qaynash jixozlaridan sochiluvchan materiallarni aralashtirish, kuydirish, issiqlik almashtirish, quritish, adsorbsiya, katalitik va boshqa jarayonlarda foydalanilmoqda. Mavhum qaynash holatiga quzg'almas qatlamdagiga nisbatan kichik o'lchamli zarrachalar ko'proq o'tadi.

Bunda qaynovchi qatlamining gidravlik qarshiligiga nisbatan kichik bo'lib, zarracha o'lchamlarining kichrayishi ularning oqim bilan kontaktlanishini oshiradi va qattiq modda zarrachalarning gaz faza bilan diffuziyalanish qarshiligini pasaytiradi.

1. Qattiq zarrachalarning qo'zg'almas qatlami uchun qattiq faza bilan band bo'lmagan jinsli ulushi uchun: <

$$E_o = \frac{V_{\text{in}} - V}{V_{\text{in}}} \quad (2.1)$$

Zarrachalar orasidagi muhit zichligini zarrachalarning o'zlari zichligiga nisbatan o'zgarmas deb olingan hol uchun:

$$E_o = 1 - \frac{P_{\text{in}}}{P} \quad (2.2)$$

Bunda,  $V$  va  $V_{\text{nos}}$  –zarrachalar egallangan va qatlam hajmi,  $m^3$

$P$  va  $P_{\text{nas}}$  –zarracha va qatlam zichligi,  $kg/m^3$

Amalda karsimon zarrachali qo'zg'almas qatlam uchun g'ovaklik (bo'shliq) 0,38- 0,42 oraliqda bo'ladi, hisoblashlarda uning o'rtacha qiymati 0,40-ni tashkil etadi.

Mavhum qatlam uchun g'ovaklikni

$$E = \frac{X_{\bar{n}\bar{e}} - V}{V_{\bar{n}\bar{e}}} \quad (2.3) \text{ formuladan hisoblash qulay.}$$

2. Qattiq zarrachalarning muallaq holatiga o'tishi sharti qatlam og'irligi va muhit ta'siri ko'rsatayotgan bosim kuchlarining tenglanishishi hisoblanadi. Muallaq qatlamining asosiy gidrodinamik xarakteristikasi P qatning o'zgarmasligi hisoblanadi

$$P_{\bar{a}\bar{a}} = \frac{G_{sfn}}{S} = \text{const} \quad (2.4)$$

Bunda,  $G_{\text{qat}}$  – qatlamdagi material og'irligi, N

S- kundalang kesim yuzasi,  $m^2$

3. Qattiq zarrachali muallaq qatlam orqali uchuvchi oqim uchun bosimning tushishi.

$$P_{\bar{a}\bar{a}} = (\rho - \rho_s) g(1 - \varepsilon)h = (\rho - \rho_c)g(1 - \varepsilon_0) h_0 \quad (2.5) \text{ formuladan topiladi.}$$

Bunda, h va  $h_0$  – muallaq va qo'zg'almas qatlam balandligi, m;

P va  $R_s$  – qattiq zarracha va muhit zichligi,  $kg/m^3$

Agar muhit gaz bo'lsa,  $\rho_s \ll \rho$  bo'ladi va

$$P_{\text{qay}} = \rho g(1 - \varepsilon)h = \rho g(1 - \varepsilon_0)h_0 \quad (2.6) \quad \text{formuladan topiladi}$$

Gaz taqsimlash panjarasidagi bosimning pasayishini

$$P_{\text{ion}} = \frac{0,05 w_0^2 p_c (1 - \varphi^2)}{c^2} \quad (2.7) \text{ tenglamadan topish mumkin}$$

Bunda,  $\varphi = 0,01 - 0,05$  deb qabul qilinadi ;

$W_0 = w/\varphi$  - panjara teshiklaridagi oqim tezligi, m/s

W- apparat ko'ndalan kesim yuzasiga nisbatan olingan oqim tezligi, m/s

S – panjaraning qarshilik koeffitsienti

$d_0$  - panjara teshiklari diametri, m

4. Sharsimon bir jinsli zarrachalar uchun birinchi kritik tezlik yoki mavhum qaynash boshlanish tezligi deyiladi.

Sferik zarrachalar qatlami uchun kritik tezlikni

$$R_{exp} = \frac{A_z}{1400 + 5,22\sqrt{A_z}} \quad (2.8) \text{ tenglamadan topamiz}$$

Bu tenglama o'rtacha g'ovaklik uchun chiqarilgan bulib,  $\varepsilon=0,4$  ga teng va xatoligi  $\pm 20\%$  ni tashkil etadi. Bunda

$$R_{\dot{\alpha}\dot{\beta}\dot{\delta}} = \frac{W_{rh}^d}{V_c}; A_z = \frac{Re^2}{F_2} \frac{P-P_c}{P_c} = \frac{d^3(P-P_c)g}{V_c^2 P_c} = \frac{d^3 p_c (p-p_c)g}{\dot{i}_2}; \quad (2.9)$$

Bunda,  $W_{kr}$  – apparatning to'liq ko'ndalang kesimga nisbatan olingan kritik tezlik, m/s

$d$ - zarracha diametri, m

$\rho$  va  $\rho_s$  – zarracha va muhit zichligi,  $kg/m^3$

$\gamma_s$  – muhitning kinematik qovushqoqlik koeffitsienti,  $m^2/s$

$\mu$ - muhitning dinamik qovushqoqlik koeffsenti, Pa e;

Gazlar uchun ( $R_s \ll R$ )

$$A_r = \frac{d^3 P g}{V_c^2 p_c} \quad (2.10)$$

5. Oqim tezligi  $W$  ortganida kengayish mualliq qatlamning kengayishi sodir bo'ladi. Muallaq qatlam balandligi  $h$  qo'zg'almas qatlam balandligiga ko'ra bosiqiligini

$$H = \frac{1-\varepsilon_i}{1-\varepsilon_i} h_0 \quad (2.11) \text{ dan topish mumkun}$$

Muallaq qatlam g'ovakligini

$$E_o = \left( \frac{18Re + 0,36Re^2}{A_z} \right)^{0,21} \quad (2.12) \text{ bu formuladan topish mumkin.}$$

Apparatning ko'ngdalan kesimga nisbatan olingan gazning ishchi tezligining kritik tezlikka nisbati mavhum qaynash soni deyiladi:

$$\hat{E}_\omega = \frac{\omega}{\omega_{\dot{\alpha}\dot{\beta}\dot{\delta}}} \quad (2.13)$$

Qatlam zarrachalari orasidagi erkin ko'ngdalan kesimdagi oqimning haqiqi tezligi

$$\omega_d = \frac{\omega}{\varepsilon} \quad (2.14) \text{ dan topiladi.}$$

6. Birgina zarrachaning muallaq holatga o'tishdagi oqim to'liq uchib chiqish tezligi deyiladi. U monodispers qatlamning buzilishi boshlanishiga mos keladi. Bunda  $\varepsilon = 11$  uchib chiqish tezligi.

$$\text{Re}_{\text{uch}} = \frac{A_z}{18 + 0,61\sqrt{A_z}} \quad (2.15) \text{ formuladan topiladi.}$$

$$\text{Bunda } \text{Re}_{\text{uch}} = \frac{\omega_{\text{um}} d \rho_c}{\mu_c}; \quad (2.16)$$

7. Mavhum qaynash uskunasida qattiq material zarrachalarining o'rtacha bo'lish vaqti

$$\tau_i = \frac{\dot{V}}{L} \quad (2.17) \text{ ga teng bo'lib, bunda}$$

M- qatlamdagi material massasi, kg;

L- qattiq material sarfi, kg/s.

### **Masalalar echish uchun namunalar**

**1-masala:** Qurilmadagi silikageldan iborat mavhum qaynash qatlami, quyidagi granulometrik tarkibga ega:

Fraksiya, mm	2,0-1,5	1,5-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25
Tarkibi, %	43	28	17	12

Silikagel zichligi  $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$ , to'plam zichligi esa  $\rho_{\text{to'p}} = 650 \text{ kg/m}^3$ . Havo temperaturasi  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ . Mavhum qaynash soni  $K_w = 1,6$ .

Havoning kritik, haqiqiy va ishchi tezliklarini aniqlang.

**Echish:** Arximed kriteriysi  $Ar$  hisoblanadi va ilovadagi rasmdan foydalanib,  $Ly_{kr}$  ning song qiymati topiladi.

Buning uchun silikagelning ekvivalent diametri aniqlanadi. G'alvirdan o'tgan fraksiyalarning o'rtacha diametrlari:

$$d_1=2,0+1,5/2=1,75;$$

$$d_2=1,5+1,0/2=1,25\text{mm};$$

$$d_3=1,0+0,5/2=0,75;$$

$$d_4=0,5+0,25/2=0,375\text{ mm}.$$

Ekvivalent diametrini quyidagi formula yordamida xisoblash mumkin:

$$d_e=1/0,43/1,75+0,28/1,25+0,17/0,75+0,12/0,375=1\text{ mm}.$$

Havoning 150°S–dagi dinamik qovushqoqlik koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\mu=0,024*10^{-3}\text{ Pa*s}; 150\text{ °S –dagi havoning zichligi,}$$

$$\rho=1,299*273/273+150=0,835\text{m}^3/\text{s}$$

$$\text{Arximed kriteriysi quyidagiga teng bo‘ladi: } Ar=g*d_e^3\rho_k*\rho/\mu^2=9,81*1^2*10^{-9}*1,1*10^3*0,835/2,42*10^{-10}=1,565*10^4$$

$Ar=1,565*10^4$  qiymatga Lyashenko kriteriysining  $Ly=3*10^{-2}$  qiymati to‘g‘ri keladi.

$$\text{Bundan, } w_{kp}=\sqrt[3]{\frac{Ly_{kp}*\mu_{kp}*\rho*g}{\rho^2}}=\sqrt[3]{\frac{3*10^{-2}*0,024*10^{-3}*1,1*10^3*9,8}{0,835^2}}=0,224\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Havoning ishchi tezligini aniqlaymiz:  $w=K_w*w_{kp}=1,6*0,224=0,358\text{ m/s}$ .

Mavhum qaynash qatlamining  $K_w=1,6$  dagi g‘ovakligini topamiz:

$$Ly=K_w^3*Ly_{kr}=1,6^3*3*10^{-2}=1,23*10^{-1}$$

$Ly=1,23*10^{-1}$ ; va  $Ar=1,565*10^4$  bo‘lganda qatlam g‘ovakligi  $\epsilon=0,47$ .

Qatlamning bo‘sh ko‘ndalang kesimida havoning haqiqiy tezligi ushbu formuladan topiladi:  $w_h=w/\epsilon=0,358/0,47=\text{m/s}$ .

### ***Mustaqil echish uchun masalalar***

1. Quyidagi shartlar yordamida granullangan alyumosilikagel zarrachalari mavhum qaynash qatlami holatiga o‘tkazish uchun talab qilinadigan havo tezligini aniqlang: havo temperaturasi 100°C, alyumosilikagelning zichligi 968 kg/m<sup>3</sup>, zarracha diametri 1,2 mm. Qo‘zg‘almas qatlam balandligi 400 mm bo‘lganda uning gidravlik qarshiligi qanday bo‘ladi?

2. Avvalgi masala shartlaridan foydalanib havo tezligi kritik tezlikdan 1,7 barobar ko'p bo'lgan hol uchun, mavhum qaynash qatlamining g'ovakliligini va balandligini aniqlang.

3. Qurilmada havo oqimining tezligi 0,2m/s bo'lganda, mavhum qaynash holatiga o'tayotgan granullangan ko'mir zarrachalarining eng katta diametrini toping. Havoning temperaturasi 180°C. Agarda havo tezligi 0,4 m/s gacha oshirilsa, zarrachalarning xajmiy konsentratsiyasini ham aniqlang. Ko'mirning zichligi 660 kg/m<sup>3</sup>.

## **5-AMALIY MASHG'ULOT: SUYUQLIKLARNI UZATISH VA UNING QURILMALARI.**

### ***Asosiy bog'liqliklar va hisoblash formulalari***

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida barcha tarmoqlarida suyuqliklar gorizontal va vertikal trubalar orqali uzatiladi. Suv, neft, yog'-moylar, sut, vino, pivo va boshqa suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar nasoslar deyiladi.

Nasoslar ikki turga: dinamik va xajmiy nasoslar 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.

### ***Nasosning asosiy parametrlari***

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

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

Markazdan qochma nasoslarning sarfi quyidagicha xisoblanadi:

$$Q = w_1 * (\pi * d_1 - \delta * z) * b_1 - \sin \beta_1 \quad (3.1)$$

***yoki***

$$Q = w_2 * (\pi * d_2 - \delta * z) * b_2 - \sin \beta_2 \quad (3.2)$$

Bu erda,  $w_1 w_2$  – ish g'ildirigiga kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar:

$d_1 d_2$ - nasos –ildiragining ichqi 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 soda porshenli nasosning sarfi ushbuga teng:

$$Q = F * L * \frac{n}{60} \quad (3.3)$$

Bu erda,  $F$ - porshen ko'ndalang kesimining yuzasi

$L$ -porshenning yurishi( bir borib kelishda bir tomonga yurgan yo'lining uzunligi)

$n$ -porshenning bir minutda borib kelish soni

Ko'p yo'lli porshen nasosning sarfi

$$Q = F * L * \frac{n}{60} * i \quad (3.4)$$

Bu erda  $i$ - nasos ssilindrlarining soni.

Ikki yo'lli porshen nasosining sarfi

$$Q = (2 * F - f) * L * \frac{n}{60} \quad (3.5)$$

Bu erda  $f$ -shtok ko'ndalang kesimining yuzasi,  $m^2$ .

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

$$H = H_r + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + h_{ym} \quad (3.6)$$

$h_{um} = h_c + h_x$ -trubaning umumiy gidravlik qarshiligi.

$H_r = H_c + H_x$ -geometrik balandlik.



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

$$N_{\phi} = \gamma * Q * H = \rho g H Q \quad (3.7)$$

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

$$N_e = \frac{\rho g Q H}{\eta_H} \quad (3.8)$$

Markazdan qochma nasoslarnig hosil qilgan bosimi ish g'ildiraklarning aylanish tezligiga bog'liq bo'ladi. Nasos ishga tushirilishdan oldin so'rish 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 aylanish natijasida etarli 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 chastotasining  $n_1$  dan  $n_2$  ga ortsa, uning ish unumdorligi, nabori va iste'mol qiladigan quvvati quyidagicha o'zgaradi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 : \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (3.9)$$

### **6-AMALIY MASHG'ULOT: GAZLARNI SIQISH VA KOMPRESSORLAR.**

Gazlarni siqish va uzatish uchun *kompessor* mashinalardan foydalaniladi. Xudi suyuqliklar kabi, gazlar ham bosimlar farqi bo'lgandagina uzatiladi. Siqilgan gaz bosimi  $R_2$  ning siqilmagan gaz bosimi  $R_1$  ga nisbati siqish darajasi deyiladi.

**1. Ventilyatorlarda**  $R_2/R_1 < 1,1$ - ko'p miqdordagi gazlarni uzatish uchun foydalaniladi.

**2. Gazoduvkalar**  $1,1 < R_2/R_1 < 3$  – gaz trubalarida katta qarshilik bo'lganida ishlatiladi.

**3. Kompessorlar**  $R_2/R_1 > 3$ - yuqori bosim hosil qilish uchun ishlatiladi.

**4. Vakuu nasoslar** bosimi atmosfera bosimidan past bo'lgan gazlarni so'rish uchun ishlatiladi.

**Ventilyatorlar.** Gazni past bosimda uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar ventilyatorlar deyiladi. Markazdan qochma ventilyatorlarning xarakteristikalari xudi markazdan qochma nasoslarnikiga o'xshash bo'ladi. SHuning uchun ventilyatorlar nasoslar kabi proporsionallik qonuniga bo'ysunadi.

$$N = \frac{\rho g H Q}{\eta_{\beta}} = \frac{Q * \Delta P}{\eta_{\beta}} \quad (3.10)$$

Bu erda  $\eta_{\beta}$ -ventilyatorning f.i.k, uzatish yo'lidagi barcha sarflarni xisobga oladi.

$\Delta P$ - bosimlar farqi.

Ventilyatorlarning xajmiy samaradorligi yuqori bo'lganligi uchun uning o'lchamlari ham kata bo'ladi. Ventilyator o'qidagi quvvat quyidagi tenglama orqali hisoblanadi.

$$N = \frac{\rho g H Q}{\eta * 1000} \quad (3.11)$$

$Q$ -ish unumdorligi, m<sup>3</sup>/s

$N$ -napor.m:

$\rho$ -gaz zichligi, kg/m<sup>3</sup>

$\eta_{\beta}$  –f.i.k.

Foydali quvvatni valga bergan quvvatga nisbati nasosning f.i.k deb ataladi.

$$\eta = \frac{N_{\phi}}{N} \quad (3.12)$$

Umumiy quvvat quyidagi formuladan topiladi:

$$N_{\partial \epsilon} = \frac{\rho g Q H}{\eta_H \eta_{y3} \eta_{\partial \epsilon}} \quad (3.13)$$

Nasos qurilmalarini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_{\epsilon} = \beta * N_{\partial \epsilon} \quad (3.14)$$

Bu erda  $\beta$  – quvvatning zahira koeffitsienti va uning qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

$N_{dv}, kVt$	< 1	1-5	5-50	>50
$\beta$	<2-1,5	1,5-1,2	1,2-1,15	1,1

**Kompressorlar.** Ishlash prinsipiga ko‘ra kompressorlar markazdan qochma tipda, rotorli, porshenli va ingichka oqimli turlarga ajratiladi. Ularning prinsiplial tuzilish sxemalari xuddi shu tiplardagi nasoslarning tuzilish sxemalariga o‘xshash bo‘ladi.

**Porshenli kompressorlar.** Ishchissilindr uzunligi bo‘yicha porshenni bir marotaba borib kelishi tufayli amalga oshiriladigan so‘rish va haydash (siqish)ssikllari soniga ko‘ra bir tomonlama yoki oddiy (so‘rish va haydashssikli) hamda ikki tomonlama (ikkita so‘rish va ikkita haydashssikli) harakatlanuvchi kompressorlar mavjud. Porshenli kompressorlar, gazni siqish bosqichlari soniga ko‘ra, bir bosqichli va ko‘p bosqichli bo‘ladi.

Bir bosqichli kompressorlarda gaz bitta yoki parallel ishlovchi bir nechtasilindrlarda siqiladi. SHunga ko‘ra, kompressorlar birssilindrli yoki ko‘pssilindrli bo‘lishi mumkin.

### ***Namunaviy masalalar echish***

**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 chegaralagan bo‘lib  $980\text{mm}^2$  tengdir. Nasosning ish unumdorligi  $0,312\text{ m}^3/\text{min}$  bo‘lsa, nasosning uzatish koeffitsienti aniqlansin.

**Echish.** Shesternali nasosning ish unumdorligi ushbu formula orqali hisoblab topiladi.

$$Q = \eta_v \frac{2fbzn}{6}$$

Nazariy uzatilgan suyuqlik miqdori:

$$Q = \frac{2fbzn}{6} = \frac{2 * 0,00096 * 0,042 * 12 * 440}{6} = 0,00708 \text{ m}^3 / \text{c}$$

haqiqiy uzatilgan suyuqlik miqdori:

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

Bunda, uzatish koeffitsienti quyidagiga teng bo'ladi.

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

**2- masala.** 120 ayl/min aylanish chastotasiga ega bo'lgan markazdan qochma tajriba vaqtida quyidagicha ko'rsatkichga ega bo'lgan:

Q, l/s	10,80	21,2
N, m	25,80	25,4
N, kVt	7,87	10,1

Haydalayotgan suyuqlikning solishtirma zichligi 1,12 ga teng.

Nasosning f.i.k. xisoblansin.

**Echish.** 
$$N = \frac{\rho g H Q}{1000 \eta}$$

Formuladan

$$\eta = \frac{\rho g H Q}{1000 N}$$

Suyuqlik zichligi  $\rho = 1120 \text{ kg} / \text{m}^3$

$$\eta_1 = \frac{1120 * 9,81 * 25,80 * 0,01}{1000 * 7,8} = 0,36$$

$$\eta_2 = \frac{1120 * 9,81 * 25,40 * 0,02}{1000 * 10,1}$$

**3- masala.** Havo quvuri orqali ventilyator yordamida  $w = 15 \text{ m/s}$  tezlikda  $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  xajmiy sarfda havo uzatilmoqda.

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

**Echish.** Havo quvurining diametri ushbu formuladan aniqlanadi:

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

Havo oqimining harakat rejimini xisoblaymiz:

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

Demak havo harakati turbulent oqish rejimiga to'g'ri keladi.  $Re > 10^5$ , bo'lgani uchun, ishqalanish koeffitsienti ushbu formuladan hisoblanadi:

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

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

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

Bu erda  $L=4+6+3=13m$ - truba quvurining uzunligi.

$$\sum \zeta = 2 * 0,15 = 0,3$$

$$\Delta P = \frac{1,29 * 15}{2 * 9,8} \left( 1 + 0,013 * \frac{13}{0,47} + 0,3 \right) + 1,29 = 32mm.cyv.ycm$$

**4- masala.** Ventilyator o'qi  $n=500$  ayl/min bo'lganida  $0,8 m^3/s$  miqdorda havo oqib o'tmoqda. Havo quvurida hosil bo'lgan bosim  $\Delta P = 32mm.cyv.ycm$  teng. Agarda ventilyator o'qining aylanishi  $700$  ayl/min gacha ortsa, uning xajmiy sarfi va zarur quvvatlari topilsin.

**Echish.** Aylanish soni  $n=500$  ayl/min, bo'lsa, sarflanayotgan quvvat miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N = \frac{Q\Delta P}{102\eta} = \frac{0,8 * 32}{102 * 0,5} = 0,5$$

Bu erda  $\eta = 0,5$ - ventilyator f.i.k.

Ventilyator o'qining aylanishi  $n_2=700$  ayl/min.gacha ko'paysa, uning ish unumdorligi quyidagicha o'zgaradi :

$$Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1} = 0,8 * \frac{700}{500} = 11,2 \text{ m}^3 / \text{c}$$

Bu aylanish soniga mos quvat miqdori esa,

$$N_2 = N_1 \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3 = 0,5 * \left( \frac{500}{700} \right)^3 = 2,2 \text{ kBm}$$

### ***Mustaqil echish uchun masalalar***

1. Nasos 30% li sulfat kislotani bir joydan ikkinchi joyga uzatib bermoqda. Uzatish trubasidagi manometr ko'rsatkichi 1,8 kgk/sm<sup>2</sup>(0,18 MPa), so'rish trubasidagi vakuummetr ko'rsatkichi 29 mm.sim.ust. Manometr vakuumetrdan 0,5m balanda joylashgan. So'rish va uzatish trubalarining diametrlari bir xil. Nasos osil qilayotgan naporni aniqlang.

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

3. Umumiy napor 804 Pa (85 mm.suv.ust.) ga teng bo'lgan, ish unumdorligi minutiga 110m<sup>3</sup> bo'lgan ventilyatorga qanday quvvatli elektrodvigatel o'rnatilishi kerak bo'ladi. Ventilyator f.i.k.=0,47 ga teng.

4. Ikki tomonlama ishlaydigan plunjerli nasos soatiga 20m<sup>3</sup> sutni uzatmoqda. Plunjer diametri 125 mm, shtokning diametri esa 40 mm, krivoship radiusi 130 mm va nasosning krivoship-shatun mexanizmining chastotasi 70 ayl/min. Ushbu nasosning uzatish koeffitsienti aniqlansin.

### ***CHO'KTIRISH, STENTRIFUGALASH VA ARALASHTIRISH. FILTRLASH.***

#### ***Asosiy bog'liqlar va hisoblash formulari***

“Gaz-qattiq jism” va “gaz-suyuqlik” fazalaridan iborat turli jinsli gaz sistemalarini ajratish paytida aerazol birikmalar tarkibidan dispers fazaning qattiq zarrachalari yoki suyuqlik tomchilari ajratib olinadi. Ushbu jarayonlar atmosfera havosining ifloslanishini oldini olish va gaz tashlamalari tarkibida yo'qotilayotgan mahsulot zarrachalarini tutib qolish maqsadlarida amalga oshiriladi. SHu

sababdan, mavjud ekologik va texnik talablarga asosan, barcha sanoat korxonalarida, ularning ish faoliyati xususiyatlaridan kelib chiqib, chang tozalash qurilmalari (tizimlari) bo'lishi shart.

Sochiluvchan xom-ashyolarni yanchish, elash va masofaga uzatish kabi bir qator texnologik jarayonlar paytida hosil bo'ladigan gazli aralashma changlar deyiladi. Chang tarkibidagi qattiq modda zarrachalarining o'lchamlari 5÷100 mkm bo'ladi.

Texnologik jihozlarning aspiratsiya tarmoqlaridan chiqayotgan ko'plab miqdordagi chang havoni tozalash tufayli anchagina miqdordagi mahsulotning yo'qotilishi bartaraf etiladi. Shu tariqa xom-ashyodan tayyor mahsulot chiqish foizi ko'payadi va ishlab chiqarish samaradorligi ortadi.

Sanoat korxonalarida chang tozalash uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

- og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish;
- markazdan qochma, elektrostatik va boshqa kuchlar maydonida cho'ktirish;
- fil'trlash;
- changni namlab tozalash (gazlarni yuvish).

Chang tozalash qurilmalari sifatida chang cho'ktirish kameralari, ssiklonlar, uyurmali chang ushlagichlar, skrubberlar, fil'trlar, rotatsion qurilmalar va elektrofil'trlar ishlatiladi.

Muhandislik amaliyotida chang tozalash jarayonlari ikki va undan ortiq bosqichlarda amalga oshiriladi. Birlamchi bosqichda chang tarkibidagi katta zarrachalar og'irlik kuchi ta'sirida, chang cho'ktirish kameralarida ajratiladi. So'ngra, yakuniy bosqichda, mayda zarrachalar samarador qurilmalarda tutib qolinadi.

Chang tozalash uchun qo'llaniladigan qurilmalar samaradorligi havoni tozalanish darajasi  $\eta$  (%) qiymati bilan tavsiflanadi

$$\eta = \frac{G_{\sigma} - G_{\tau}}{G_{\sigma}} 100 = \frac{V_{\sigma} x_{\sigma} - V_{\tau} x_{\tau}}{V_{\sigma} x_{\sigma}} 100, \quad (4.1)$$

bu erda  $G_b$  va  $G_{\tau}$ - dastlabki (chang) va tozalangan gaz aralashmasi (havo) tarkibidagi qattiq jism zarrachalarining miqdoriy sarflari, kg/sek;  $V_b$  va  $V_{\tau}$ -

birlamchi chang va tozalangan havoning hajmiy sarflari, m<sup>3</sup>/sek; x<sub>b</sub> va x<sub>t</sub>- changdagi va tozalangan havodagi zarrachalar konsentratsiyasi, kg/m<sup>3</sup>.

### ***Og'irlik kuchi ta'sirida cho'ktirish***

1. Qo'zg'almas cheksiz muhitda sharsimon zarrachani cho'ktirish jarayonini kriterial shaklida ifodalash uchun Ar- Arximed, Ly- Lyashenko va Re- Reynolds mezonidan foydalanadi. Eng qulay bog'liqlik Ly=f(Ar) hisoblanadi.

2. Laminar rejimda cho'ktirilganda, ya'ni Ar<3,6, Ly<210,3, Re<0,2 da sharsimon shakldagi zarrachalarning cho'ktirish tezligini aniqlash uchun Stoks tomonidan quyidagi tenglama taklif etildi:

$$\omega_{\text{чѳк}} = \frac{d^2(\rho - \rho_c)g}{18\mu_c} \quad (4.2)$$

Gazli muhitda zarrachalarning cho'ktirishi uchun bu formula bir muncha soddalashadi:

$$\omega_{\text{чѳк}} = \frac{d^2 \rho g}{18\mu_c}; \quad (4.3)$$

Bunda, d- sharsimon zarracha diametri, m

$\rho$ - zarracha zichligi, kg/m<sup>3</sup>

$\rho_c$  -muhit zichligi, kg/m<sup>3</sup>

$\mu_c$  - muhitning dinamik qovushoqlik koeffitsienti

3. Qo'zg'almas cheksiz muhitda sharsimon birgina zarrachaning cho'kish tezligini aniqlash quyidagicha amalga oshiriladi:

Arximed mezoni aniqlanadi.

$$Ar = Ga \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{Re^2(\rho - \rho_c)}{F_2 \rho_c} = \frac{d^3(\rho - \rho_c)\rho_c g}{\mu_c^2} \quad (4.4)$$

Bunda, Ga=Re<sup>2</sup>/F<sub>2</sub> –Galiley mezoni

Gaz muhitda cho'ktirish uchun



$$Ar = \frac{d^3 \rho - \rho_c g}{\mu_c^2} \quad (4.5)$$

Arximed mezonni qiymati bo'yicha Re va Ly mezonlari aniqlanadi:

$$Ly = \frac{Re}{Ar} = \frac{Re F_2 \rho_c}{\rho - \rho_c} = \frac{\omega_{oc}^2 \rho_c^2}{\mu_c (\rho - \rho_c) g} \quad (4.6) \text{ yoki (gaz muhit uchun)}$$

$$Ly = \frac{\omega_{\text{vyk}}^2 \rho_c^2}{\mu_c g \rho} \quad (4.7)$$

Shundan keyin cho'ktirish tezligi hisoblanadi

$$\omega_{oc} = \frac{Re \mu_c}{\rho_c d} ; \text{ yoki } \omega_{oc} = \sqrt[3]{\frac{Ly \mu_c (\rho - \rho_c) g}{\rho_c^2}} \quad (4.8)$$

Noto'g'ri shakldagi zarrachaning ekvivalent diametri hajmi V noto'g'ri shakldagi jism xajmiga teng bo'lgan sharning shartli diametri bo'yicha hisoblanadi;

$$d_{\text{oe}} = \sqrt[3]{\frac{6}{T_e} V} = 1,24 \sqrt[3]{\frac{M}{\rho}} ; \quad (4.9)$$

m-zarracha massasi

4. ssiklon diametri D gazning shartli tezligi bo'yicha  $\omega_y$ , ssiklonning silindrsimon qismiga nisbatan quyidagicha hisoblanadi:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \omega_y}} \quad (4.10)$$

Bunda, V-siklon orqali o'tuvchi gazning hajmiy sarfi, m<sup>3</sup>/s

5. stiklonning gidravlik qarshiligi  $\rho = \xi_o \frac{\omega_y^2 \rho}{2}$  (4.11) tenglamadan

topiladi.

Bunda,  $\xi_o$  -ssiklonning qarshilik koeffitsienti;

$\rho$  - gaz zichligi, kg/m<sup>3</sup>

**stentrifugalash.** ssentrifugalashda markazdan qochma kuch (S) quyidagi tenglamadan topiladi:

$$S = \frac{Mu^2}{R} = M\omega^2 R \approx 4Mn^2R \approx 20Mn^2D \quad (4.12)$$

Bunda, M –stentrifugalash barabanida joylashgan choʻkma va suyuqlik massasi,kg;

$\omega$ - burchak tezlik, 1/s;

D- 2R –baraban diametri, m;

n-stentrifuga aylanish chastotasi, 1/s

Sentrifugalashdagi filʻtrlash bosimi:

$$\text{taxminan } \Delta P_y = \frac{C}{F} \quad (4.13)$$

bunda, S- markazdan qochma kuch;

$F = \pi DN$  – filʻtrlashning oʻrtacha diametri, m<sup>2</sup>

D-ssentrifuga barabaning ichki diametri, m

N-baraban balandligi,

Bir muncha aniqroq

$$\Delta P_q = 20\rho_s n^2 (R_2^2 - R_1^2) = 5\rho_s n^2 (D_2^2 - D_1^2) \quad (4.14)$$

$\rho_s$ -suspenziya zichligi, kg/m<sup>3</sup>

$D_1 = 2R_1$  -suyuqlik ichki qatlami diametri, m

$D_2 = 2R_2$  –baraban ichki diametri, m

n-stentrifuganing aylanish chastotasi, 1/s

**2.stentrifuganing ajralish faktori deb,** markazdan qochma kuch tezlanishining ogʻirlik kuchi tezlanishi nisbatiga aytiladi.

$$f = \frac{C}{P} = \frac{\omega^2 R}{g} \approx 20Fz_y \quad (4.15)$$

bunda, R-baraban radiusi, m

$\omega$ - burchak tezlik, 1/s

3.stentrifugalashda filʻtrlash tezligi umumiy gidravlik qonun shaklida ifodalanadi.

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P_y}{R_y} \quad (4.16)$$

Bunda ,  $\Delta P_y$ -stentrifugalashda bosimning pasayishi

$R_y = R_{os} + R_{tk}$  –stentrifugalashdgi umumiy bosim bo‘lib, u cho‘kmaning qarshiliklari yig‘indisi va fil‘trlash to‘siq‘i qarshiliklariga teng.

**FIL‘TRLASH.** Suspenziya va changli gazlarni fil‘trlovchi to‘siqlar orqali o‘tkazish yo‘li bilan tozalash jarayoni fil‘trlash deyiladi. Jarayon davomida suyuqlik yoki gaz fil‘trlovchi to‘siq g‘ovaklaridan o‘tib ketadi, g‘ovaklar o‘lchamidan katta bo‘lgan zarrachalar esa to‘siq yuzasiga cho‘kma shaklida yig‘iladi. Kelgusida cho‘kmaning o‘zi ham fil‘trlovchi material bo‘lib xizmat qiladi.

Fil‘trlovchi material sifatida mayda teshikli to‘rlar, ipli gazlamalar, sochiluvchan materiallar (qum, shag‘al, pista ko‘mir, bentonitlar), keramika, jun, sintetik materiallar va boshqalar ishlatiladi. Ushbu materiallar ishchi muhit (aralashma) ta‘siriga kimyoviy jihatdan barqaror, pishiq va harorat ta‘siriga chidamli bo‘lishi kerak.

Fil‘trlash jarayonida aralashmaning ayrim mayda zarrachalari fil‘trlovchi material g‘ovaklarini to‘ldiradi. SHunga ko‘ra, fil‘trlashning quyidagi ikkita uslubi mavjud:

- cho‘kma qatlami hosil qilish yo‘li bilan fil‘trlash;
- fil‘trlovchi material g‘ovaklarini to‘ldirish orqali fil‘trlash.

Fil‘trlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi vazifasini fil‘tr-to‘siqdan oldingi va undan keyingi bosimlar farqi bajaradi. Markazdan qochma kuch maydonida fil‘trlash jarayonida esa bu kuch suyuqlikning fil‘trlovchi yuzaga ko‘rsatadigan bosimi tufayli yuzaga keladi.

Jarayonni harakatlantiruvchi kuchning turiga ko‘ra bosim (bosimlar farqi) ostida fil‘trlash va markazdan qochma kuchlar maydonida fil‘trlash (sentrifugalash) usullari mavjud.

Fil‘tr-to‘siqning har ikkala tomonidagi bosimlar farqi sanoat korxonalarida quyidagi usullar bilan hosil qilinadi:

- fil‘tr-to‘siq yuzasiga ko‘rsatiladigan ortiqcha bosim hosil qilish;
- suspenziya ustunining massasidan foydalanish ( $\Delta R \leq 0.05 \text{ MPa}$ );
- fil‘tr-to‘siq ostida siyraklanish hosil qilish ( $\Delta R \leq 0.05 \div 0.09 \text{ MPa}$ );

- fil'trlanuvchi suyuqlikni markazdan qochma tipdagi nasoslar yordamida qurilmaga haydash ( $\Delta R \leq 0.5$  MPa);

- fil'trlanuvchi suyuqlik satxiga siqilgan havo berish ( $\Delta R \leq 0.05 \div 0.3$  MPa).

Fil'trlash jarayoni uch xil rejimda olib boriladi:

- doimiy o'zgarmas bosimlar farqi bilan ( $\Delta R = \text{const}$ ) fil'trlash;

- doimiy fil'trlash tezligi bilan ( $dV/d\tau = \text{const}$ ) fil'trlash;

- bosimlar farqi va fil'trlash tezligi bir vaqtning o'zida o'zgarib turuvchi holatda fil'trlash.

Fil'trlash jarayoni turli xil suyuqliklarni tozalash yoki ular tarkibidan tayyor mahsulotni ajratib olish maqsadida amalga oshiriladi.

**Fil'trlash.**  $t$  vaqtida  $1\text{m}^2$  fil'trlash yuzasi orqali  $\Delta p = \text{const}$  bo'lganda  $V$  fil'trlash xajmi va fil'trlash jarayonining davomiyligi bilan bog'liqlik tengligi ushbu ko'rinishga ega:

$$V^2 + 2 * V * C = K * \tau \quad (4.17)$$

Bu erda,  $S$ - fil'tr to'siqning gidravlik qarshiligini tavsif qiluvchi fil'trlash doimiysi,  $\text{m}^3/\text{m}^2$ ;

$K$ -cho'kma va suyuqlikni fizik-kimyoviy xossalarini va fil'trlash jarayoni rejimini hisobga oluvchi fil'trlash doimiysi  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$\tau$  -fil'trlash davomiyligi, s.

$K$  va  $S$  doimiylar tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

1. Berilgan holatdagi fil'trlash tezligi ushbu tenglama orqali aniqlanadi:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{K}{2 * (V + C)} \quad (4.18)$$

Yoki (3.14) tenglamani quydagi boshqa ko'rinishda ifoda etsa bo'ladi:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{2 * V}{K} + \frac{2 * C}{K} \quad (4.19)$$

$d\tau/dV$  va  $V$  kattaliklar orasidagi bog'liqlik to'g'ri chizig'i orqali  $K$  va  $S$  doimiylar tajriba 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:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2}{K}; \quad m = \frac{2 * C}{K} \quad (4.20)$$

2.  $\Delta p = \text{const}$  bo'lganda  $1 \text{ m}^2$  fil'trlash yuzasiga nisbatan olingan fil'trlash doimiysi  $K$  cho'kma solishtirma qarshiligi quyidagicha bog'liqlikda bo'ladi:

$$K = \frac{2 * \rho}{\mu * \tilde{n} * r} \quad (4.21)$$

Bu erda,  $\Delta p$ - fil'trlash jarayonidagi bosimlar farqi, Pa;

$\mu$ - fil'tratning dinamik qovushoqlik koefitsenti, Pa\*s;

$r$ - cho'kmaning solishtirma qarshiligi (cho'kma tarkibidagi  $1 \text{ kg}$  qattiq, quruq moddalar hisobida), m/kg;

$s$ - fil'trlash yuzasi orqali  $1 \text{ m}^3$  fil'trat o'tganda hosil bo'lgan quruq, qattiq modda massasi, kg/kg.

3. 4.21 formuladagi parametr suspenziyaning konsentratsiyasi  $x$  orqali ifodalanishi mumkun:

$$\tilde{n} = \frac{p * x}{1 - m * x} \quad (4.22)$$

$x$  – suspenziyadagi qattiq fazaning massaviy konsentratsiyasi, kg/kg;

$m$  –  $1 \text{ kg}$  quruq modda hisobida olingan cho'kmaning namligi, kg/kg.

4. Cho'kmadagi quruq modda miqdori  $G$  (kg) yig'ib olingan fil'trat miqdori  $V$ , uning zichligi  $p$ , cho'kmaning namligi  $m$ , suspenziyadagi qattiq zarrachalar massaviy qismi  $x$  bog'liqlik bo'lib, quyidagi formula yordamida ifodalanadi.

$$G = V_s = V * \frac{\rho * x}{1 - m * x} \quad (4.23)$$

5. Suspenziya tarkibidagi qattiq faza konsentratsiya  $x$  uning zichligi  $\rho_{\tilde{n}}$  ga bog'liq bo'lib, ushbu formula orqali topiladi:

$$x = \frac{(\rho_{\tilde{n}} - \rho) * \rho_k}{(\rho_k - \rho) * \rho_c} \quad (4.24)$$

6. Suspenziya zichligi esa:

$$p = \frac{\frac{n+1}{\rho_k} + \frac{1}{\rho}}{\frac{\rho^*(1+n)^*\rho_k}{\rho + \rho_k^2}} \quad (4.25)$$

x- suspenziya tarkibidagi qattiq fazaning massaviy konsentratsiyasi, kg/kg:  $p_s$  – suspenziya zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;

p- suyuq faza zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;

$p_1$ - qattiq faza zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;

n-suspenziyadagi bir qisim qattiq faza og'irligiga to'g'ri keladigan suyuq faza og'irligi (K:S=1:n).

Uzluqli ishlaydigan fil'rlarning ish unumdorligi quyidagi formuladan topiladi:

$$P = \frac{V}{\sum \tau} \quad (4.26)$$

V- fil'rat hajmi,  $\text{m}^3$ ;

$\tau$ -fil'rlash jarayoni birssiklining vaqti,s.

$$\sum \tau = \tau_{\delta} + \tau_{\delta\ddot{a}} \quad (4.27)$$

$\tau_{\delta}$  – fil'rlash vaqti, s,

$\tau_{\delta\ddot{a}}$  – fil'rtni jarayonga tayyorlash va to'ldirish vaqti,s.

Agarda., fil'rlash tezligi  $w$  ma'lum bo'lsa, fil'tir qurilmasining ish unumdorligi

$$P = F * w \quad (4.28)$$

F- fil'rlash yuzasi,  $\text{m}^3$ ;

w- fil'rlash tezligi.  $\text{m}^3/\text{m}^2*\text{s}$  (vinolar uchun  $w = 0,00007 - 0,00025\text{m}^3/\text{m}^2*\text{s}$ ).

Kerakli fil'rlash plastinalar soni ushbu formuladan aniqlanadi.

$$n = \frac{F}{f_0} \quad (4.29)$$

$f_0$  – bitta plastina yuzasi,  $\text{m}^2$ .

$$f_0 = (a - 2 * b)^2 \quad (4.30)$$

Bu erda a- kvadrat plita tomoni, m.

v- plita eni, m.

Zarur fil'rlar soni z pastda keltirilgan tenglikdan hisoblab topiladi:

$$Z = \frac{n}{n_0} \quad (4.31)$$

$n_0$  – bitta fil'rdagi plastinkalar soni.

Suyuqlik tomonidan plastinkaga tushayotgan bosim kuchi p ushbu tenglikdan aniqlanadi:

$$P_n = h * F_{y\acute{o}} \quad (4.32)$$

$P_n$  - fil'rlash jarayonining bosimi, Pa;

$F_{ef}$  – plitalarga suyuqlik ta'sir qilayotgan yuza,  $m^2$ .

**Suyuqliklarni aralashtirish.** Aralashtirish jarayoni uchun gidrodinamik o'xshashlik kriteriyalari quyidagi ko'rinishga ega:

$$Re = \frac{\rho n d^2}{\mu} \quad (4.33)$$

Quvvat kriteriyasi:

$$K_N = \frac{N}{\rho n^3 d^3} \quad (4.34)$$

Frud kriteriyasi (markazdan qochma):

$$Fr_{mkoch} = \frac{n^2 d}{g} \quad (4.35)$$

Bu kriteriyalarda: N-aralashtirgich iste'mol qilayotgan quvvat, Vt;

$\rho$ - suyuqlik yoki gaz aralashmasi zichligi,  $kg/m^3$ ,

n-aralashtirgichning aylanish chastotasi  $s^{-1}$ ,

d-aralashtiruvchi qurilma diametri, m.

Uzlukli ishlaydigan aralashtirgichlarning ish unumdorligi quyidagicha formula orqali topiladi:

$$P=G/\tau \quad (4.36)$$

Uzluksiz ishlaydigan aralashtirgichlarning ish unumdorligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$P=G_u/\tau_\delta \quad (4.37)$$

$G_u$ - aralashtirgichga solingan maxsulot miqdori, kg(m3);

$\tau_\delta$ -aralashtirishssikli vaqti, s;

Turg'un rejimda aralashtirish uchun zarur bo'lgan quvvat  $N_1$ :

$$N_1=K_N*\rho*n^2*d^5 \quad (4.38)$$

Salnikdagi ishqalanish kuchlarini engish uchun zarur quvvat  $N_2$ :

$$N_2=1,48*f*n*d^2*\ell*p \quad (4.39)$$

f- o'qning salnikga ishqalanish koeffitsienti (f=0,2);

$\ell$ - salnik uzunligi, m;

d- aralashtirgich o'qining diametri, m;

p- qurilmadagi ishchi bosim, Pa.

Elektrodvigatel o'qidagi nominal quvvat,

$$N=\frac{N_1+N_2}{\eta} \quad (4.40)$$

bu erda,  $\eta$ - uzatma f.i.k. ( $\eta=0,9-0,95$ ).

Muhitdan aralashtirgich parraklariga tushayotgan qarshilik kuchi:

$$p=\frac{M_{\text{айл}}}{r_0*z} \quad (4.41) \text{ formula bilan hisoblanib topiladi.}$$

Bu erda  $M_{\text{айл}}$ - aylantirish momenti, Nm;

$r_0$ - o'qning o'rtasidan parrakning uchiga bo'lgan masofa, m;

z- parraklar soni.

$$M_{\text{айл}}=\frac{0,163*N_1}{n} \quad (4.42)$$

Aralashtirgich o'qining diametri quyidagicha formuladan topiladi:

$$D=1,71*^3\sqrt{\frac{M_{\text{айл}}}{\sigma_p}} + c \quad (4.43)$$

$\sigma_p$ - o'qning aylanishi uchun ruxsat etilgan kuchlanish, Pa;

s- korroziya va eroziyani hisobga oluvchi koeffitsient, m.



### *Namunaviy masalalar echish*

**1-masala.** Cho‘kmaning qalinligi 50 mm va fil’trpressning yuzasi  $F=0,1 \text{ m}^2$  bo‘lganda, temperaturasi  $20^\circ\text{S}$  li tarkibida 13,9% kaltsiy karbonat bor suvli suspenziyani fil’trlashda olingan ma’lumotlar quyidagi keltirilgan jadvalda berilgan:

Atmosfera bosimidan yuqori		Olingan fil’trat,	Tajriba boshidan o‘tgan vaqt
Pa	Kg*k/sm <sup>2</sup>	Dm <sup>3</sup>	s
3,43*10 <sup>4</sup>	0,35	2,92	146
		7,80	888
10,3*10 <sup>4</sup>	1,05	2,45	50
		9,80	660

Fil’trlash jarayonining  $K(\text{m}^2/\text{soat})$  va  $S(\text{m}^3/\text{m}^2)$  konstantalarini aniqlang.

**Echish:** Fil’trlash jarayoni konstantalari son qiymatlarini topish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$V^2 + 2 \cdot V \cdot S = K \cdot \tau \quad (1)$$

Agarda, bosim  $3,43 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  ( $0,35 \text{ Kg} \cdot \text{k}/\text{sm}^2$ ) bo‘lsa, tajribalar quyidagi natijalar beradi:

$$V_1 = 2,92 / 1000 \cdot 0,1 = 2,92 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m}^2; \quad \tau_1 = 146 / 3600 = 0,0405 \text{ soat},$$

$$V_1 = 7,8 / 1000 \cdot 0,1 = 7,82 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m}^2; \quad \tau_2 = 888 / 3600 = 0,246 \text{ soat},$$

Olingan parametrlarining son qiymatlarini (1) tenglamaga qo‘yib:

$$(2,92 \cdot 10^{-2})^2 + 2 \cdot 2,92 \cdot 10^{-2} \cdot S = K \cdot 0,0405$$

$$(7,80 \cdot 10^{-2})^2 + 2 \cdot 7,80 \cdot 10^{-2} \cdot S = K \cdot 0,246$$

Tenglamalar sistemasini echib,  $K=278 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{soat}$  va  $S=4,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{m}^2$  tengligini topamiz. Xuddi shu yo‘l bilan bosim  $10,3 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  ( $1,05 \text{ Kg} \cdot \text{k}/\text{sm}^2$ ) uchun fil’trlash jarayoni konstantalari  $K$  va  $S$  xisoblanadi. Bu bosim uchun  $K=560 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{soat}$  va  $S=3,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2$  ga tengdir.

**2-masala.** Magniy gidroksid suvli suspenziyasining temperaturasi  $30^{\circ}\text{S}$ , undagi zarrachalarning zichligi  $\rho = 2525\text{kg/m}^3$  va eng kichik zarracha diametri 3 mkm. AOT-800 markali cho‘ktiruvchi avtomatikssentrifuga quyidagi ko‘rsatgichlarga ega: baraban diametri 800 mm, yon devorining ustki qismi 570 mm va uzunligi 400mm. Aylanish chastotasi 1200 ayl/min.ssentrifuga ishlashssikli 20 min, shundan 18 min- suspenziya uzatishga, 2 min esa cho‘kmani olib toshlashga sarflanadi.

Yuqorida qayd etilgan sharoitda,ssentrofuganing ish unumdorligini xisoblang.

**Echish.** Ish unumdorligi:  $V_{\text{ch}}=25,3*\eta*L*n^2*R_o^2*w*k$

Zarrachalar cho‘kish tezligini Stoks formulasidan topish mumkin:

$$W_{\text{ch}}=gd^2*(\rho_k - \rho)/18*\mu = 9,1*(3*10^{-6})*(2525-1000)/18*0,8*10^{-3}=0,935*10^{-3} \text{ m/s.}$$

$30^{\circ}\text{S}$  temperaturada suv dinamik qovushqoqligining koeffitsienti  $\mu=0,8*10^{-3} \text{ Pa*s}$ .

Markazdan qochma kuch ta’siridagi cho‘kish tezligi quyidagicha xisoblanadi:

$$w= W_{\text{ch}}*R_o*n^2/900=0,935*10^{-3}*0,285*1200^2/900=4,26*10^{-3} \text{ m/s}$$

cho‘kish rejimini tekshiramiz.

$$Re=4,26*10^{-3}*3*10^{-6}*10^3/0,8*10^{-3}=1,6*10^{-2}$$

Ya’ni,  $Re=1,6*10^{-2}$  laminar rejimga to‘g‘ri keladi.

So‘ngra  $k$  ni aniqlaymiz:  $k=18/20=0,9$

F.i.k.  $\eta=0,45$  ligini hisobga olsak,ssentrifuganing ish unumdorligi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$V_c=25,3*0,45*0,4*1200^2*0,285^2*0,935*10^{-5}*0,9=4,46\text{m}^3/\text{soat.}$$

**3-masala.** Separatorning ish unumdorligi 1000l/soat yoki  $2,78*10^{-7}\text{m}^3/\text{s}$ . Tarelkalar soni 50ta va ular orosidagi masofa 0,4m. Barabanning aylanish chastotasi 8500 ayl./min. Tarelkalar radiusi  $R_{ki}=5*10^{-2}\text{m}$ ,  $R_{ka}=10^{-1}\text{m}$ . Separatsiya jarayonining temperaturasi  $45^{\circ}\text{S}$ .

$R_{ka}$  va  $R_{ki}$ lar uchun yog‘ sharchalarning qatlam ichidan suzib chiqish tezliklari va suyuqlik oqimining tezligi xisoblab topilsin.

**Echish.**Yog‘ sharchalarining suyuqlik ichidan suzib chiqish tezligini ushbu formuladan topsa bo‘ladi:

$R_{ka}$  uchun

$$W_s = 2/9 * \pi^2 * n^2 * R * d^2 * (\rho_1 - \rho_2) / \mu * (\rho_1 - \rho_2) / \mu = 2900 * \tau$$

$$W_s = 2/9 * 3,14^2 * (8500/60)^2 * 3 * 10^{-2} * (2,3 * 10^{-6})^2 * 2900 * 45 = 1,64 * 10^{-3} \text{ m/s.}$$

$R_{ki}$  uchun  $W_s = 3,288 * 10^{-3} \text{ m/s.}$

Suyuqlik oqimining tezligi esa, ushbu formuladan aniqlanadi:

$$w_\eta = M/2 * \pi * R_1 * h * z$$

$R_{ki}$  uchun

$$w_\eta = 2,78 * 10^{-7} / 2 * 3,14 * 5 * 10^{-2} * 4 * 10^{-4} * 50 = 4,4 * 10^{-2}$$

$R_{ka}$  uchun

$$w_\eta = 2,2 * 10^{-2} \text{ m/s.}$$

### ***Mustaqil echish uchun masalalar***

1. Tarkibida 20% (massaviy) qattiq fazali, nisbiy solishtirma og'irligi 1,12 teng bo'lgan 10 m<sup>3</sup> suspenziya fil'trlangandan so'ng, fil'trda qancha miqdorda ho'l cho'kma yig'iladi? Cho'kmaning namligi 25%.

2. Tarkibida 20% qattik faza bor suvli suspenziya fil'trlangandan so'ng 15 m<sup>3</sup> fil'trat yig'ib olindi. Cho'kmaning namligi 30%. Quruq modda xisobida qancha cho'kma olinishi xisoblansin.

3. Agar fil'trlash jarayonining tezligi  $w = 0,00012 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 * \text{s})$  bo'lsa fil'trning ish unumdorligi 4m<sup>3</sup>/soat bo'lishi uchun 0,4x0,4m o'lchamli plastinkalardan necha dona kerak bo'ladi?

4. Uzlukli ishlaydigan sentrifuganing diametri 0,8m va balandligi 0,4m barabani 1700 ayl/min chastota bilan aylanib suspenziyassentrifugalanmokda. Kurilmaga 15kg suspenziya berilmokda va uning zichligi 1480 kg/m<sup>3</sup>. YUqoridagi shart-sharoitlardassentrifuganing ajratish koeffitsienti va fil'trlash bosimini aniqlang.

5. Texnik glitserinni ( $r = 1200 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu = 1,6 \text{ Pa*s}$ ) intensiv aralashtirish uchun uch parrakli aralashtirgichning diametri qanday bo'lish kerak? silindrik idish diametri 1,75m parrak aylanish soni 500 ayl/min va sarflanayotgan quvvat miqdori 17kVt.

**8-AMALIY MASHG'ULOT: ISSIQLIK ALMASHINISH. ISSIQLIK  
O'TKAZUVCHANLIK.YUZALI ISITGICHLARDA ISSIQLIK  
BERISH.ISSIQLIK O'TKAZISH.**

***Asosiy bog'liqliklar va hisoblash formulalari***

***Issiqlik o'tkazuvchanlik***

I. Bir qavatli yassi devor orqali o'tayotgan turg'un rejimli issiqlik oqimining issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi.

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_z - t_x}{z} = \frac{\lambda}{\delta} (t_z - t_x) \quad (5.1)$$

Bunda,  $q$ -solishtirma issiqlik oqimi,  $Vt/m^3$ ;

$Q$ -issiqlik oqimi( issiqlik sarfi),  $Vt$ ;

$F$ -devor sirti yuzasi,  $m^2$ ;

$t_z$  va  $t_x$  .devorning issiq va sovuq sirti temperaturasi,  $^0S$  ;

$z = \frac{\delta}{\lambda}$  – devorning termik qarshiligi,  $\frac{m^2 * K}{Bm}$

$\delta$ – devor qalinligi,  $m$ ;

$\lambda$ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti,  $Vt/(m*K)$

***2.ssilindrsimon bir qavatli devorning o'rtacha yuzasi:***

$$F_{yp} = \Pi d_{yp} L = \frac{\Pi(d_2 - d_1)L}{-\ln \frac{d_2}{d_1}}; \quad (5.2)$$

Bunda,  $d_1$  va  $d_2$ – ichki va tashqi diametrlar.

Bir qavatli ssilindrsimon devor orqali o'tayotgan barqaror issiqlik oqimi uchun issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_r - t_x) F_{yp} = \frac{2\Pi\lambda(t_r - t_x)}{\ln \frac{d_2}{d_1}}; \quad (5.3)$$

Bunda,  $L$  – silindr uzunligi, m.

3. Tajriba ma'lumotlari bo'lmaganda issiqlikning issiqlik o'tkazuvchanligi  $\lambda$  quyidagi formuladan topilishi mumkin.

$$X_{30} = A_{yp} \sqrt{\frac{\rho}{M}} \quad (5.4)$$

Bunda,  $S$ -suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg\*K)

$\rho$ -suyuqlikning zichligi, kg/m<sup>3</sup>;

$M$ -suyuqlikning mol massasi, kg/kmol;

$A$ -suyuqlikning assotsiatsiyalanish darajasiga bog'liq bo'lgan koeffitsienti.

$t$  temperaturadagi suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi formuladan topiladi.

$$\lambda_t = \lambda_{30} [1 - \varepsilon(t - 30)] \quad (5.5)$$

Bunda,  $\varepsilon$  - temperatura koeffitsienti

4. Gazning  $[Bm/(M*K)]$  yuqori bo'lmagan bosimlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

$$\lambda = BC_v \mu \quad (5.6) \text{ formuladan topiladi.}$$

Bunda,  $S_v$  – o'zgarmas xajmdagi gazning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg\*K);

$\mu$ -gazning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, Pa\*s;

$$B = \frac{gk - 5}{4}; K = \frac{C_p}{C_v} \quad (5.7)$$

### *Issiqlik berish*

Konvektiv issiqlik berishning kriterial formulalariga kiruvchi asosiy o'xshashlik mezonlari.

### *Nusselt mezoni*

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}; \quad (5.8)$$

Oqim devor chegarasida issiqlikning o'tish intensivligini bildiradi.

***Prandtl mezoni***

$$Pr = \frac{c\mu}{\lambda} = \frac{\nu}{\alpha}; \quad (5.9)$$

Issiqlik tashuvchining qovushqoqlik va temperatura o'tkazuvchanlik munosabatlarini bildiradi.

***Reynolds mezoni***

$$Re = \frac{\omega l \rho}{\mu} = \frac{\omega l}{\nu}; \quad (5.10)$$

Oqimdagi inersiya va ishqalanish kuchlarining nisbatini xarakterlaydi.

***Galiley mezoni***

$$Ga = \frac{Re^2}{Fr} = \frac{gl^3 \rho_2}{\mu^2} = \frac{gl^3}{\nu^2}; \quad (5.11)$$

Oqimdagi og'irlik va ishqalanish kuchlarining nisbatini xarakterlaydi.

***Grasgof mezoni***

$$Gr = Ga\beta\Delta t = \frac{gl^3}{\nu^2} \beta\Delta t \quad (5.12)$$

Noizotermik oqimning turli xil nuqtalarida zichliklarning turli xil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan ishqalanish va ko'tarish kuchlarining munosabatlarini bildiradi.

5. To'g'ri kanal va trubalarda oqim tezligi katta bo'lganda ( $Re > 10000$ ) issiqlik berish

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} Pr^{0,43} \left( \frac{Pr}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} \varepsilon l \quad (5.13)$$

Shu tenglama bo'yicha hisoblashlar uchun tavsiya etiladigan nomogramma (XII-rasm) qurilgan.

O'tish sohasida ( $2300 < Re < 10000$ ) issiqlik berishning aniq xisoblash bo'liqlari mavjud emas yoki quyidagi  $Nu = 0,008Re^{0,9} Pr^{0,43}$  tenglamadan foydalanish mumkin.

### *Sirt issiqlik almashgichlarda issiqlik o'tkazuvchanlik*

Sanoatda qo'llanilayotgan issiqlik almashgichlarning asosiy guruxiga sirt issiqlik almashgichlari kiradi va ularda issiqlik qaynoq issiqlik tashuvchidan sovuq xoldagi issiqlik tashuvchiga uzatiladi.

1. Issiqlik uzatish tenglamasi

$$Q = KF\Delta t_{yp} \quad (5.14)$$

Bunda,  $Q$  – issiqlik oqimi (uzatilayotgan issiqlik sarfi),  $Vt$ ;

$K$  – issiqlik uzatish koeffitsienti,  $Vt/(m^2 \cdot K)$ ;

$F$  – issiqlik uzatish yuzasi,  $m^2$ ;

$\Delta t_{yp}$  – qaynoq va sovuq issiqlik tashuvchining o'rtacha temperaturalar farqi

Solishtirma issiqlik oqimi:

$$q = \frac{Q}{F} = K\Delta t_{yp} \quad (5.15)$$

YAssi sirt uchun issiqlik uzatish koeffitsienti

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_z} + \sum Z_{cm} + \frac{4}{\alpha_x}} \quad (5.16) \text{ formuladan topiladi.}$$

Bunda,  $\alpha_z$  va  $\alpha_x$  – issiq va sovuq xoldagi issiqlik tashuvchi uchun issiqlik berish koeffitsientlari.

$\sum Z_{cm}$  – devorni tashkil etuvchi barcha qatlamlarning termik qarshilik koeffitsienti

$\Delta t_{cm}$  - quyidagicha aniqlanadi.

A) to‘ri va teskari oqim uchun

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{kam} - \Delta t_{kuy}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{kuy}}{\Delta t_{kam}}} \quad (5.17)$$

Bunda,  $\Delta t_{kam}$  va  $\Delta t_{kuy}$  - issiqlik almashgichning oxiridagi katta va kichik temperaturalar farqi

Agar  $\frac{\Delta t_{kam}}{\Delta t_{kuy}} \gg 2$  bo‘lsa, (5.18) tenglama o‘rniga

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{kam} + \Delta t_{kuy}}{2} \quad (5.19) \text{ tenglamadan foydalanish mumkin.}$$

### ***Issiqlik tashuvchining o‘rtacha temperaturasini aniqlash***

Issiqlik almashgichdagi temperatura kam o‘zgaruvchi issiqlik tashuvchi o‘rtacha temperatura boshlang‘ich va oxirgi temperaturalarining o‘rtacha arifmetik qiymati sifatida topiladi

$$t_{yp2} = \frac{t_{\text{bosh}} + t_{\text{oxir}}}{2} \quad (5.20)$$

Ikkinchi issiqlik tashuvchi uchun o‘rtacha temperatura  $t_{yp2} = t_{yp1} \pm t_{yp}$  (5.21) formuladan aniqlanadi.

### ***Oqimlarning bevosita uchrashish qavtida issiqlik uzatish***

Nasadkali skubberlarda to‘yinmagan sovutuvchi gazdan suyuqlikka issiqlik uzatishning umumlashgan formulasi

$$Ki = 0,01 Re_2^{0,7} Re_c^{0,7} Re_2^{0,33} \quad (5.22)$$

Bunda, 
$$Ki = \frac{Kd\delta}{\lambda r} - \text{Kirpichev mezoni} \quad (5.23)$$



$$Re_2 = \frac{4\omega\phi\rho_2}{\tau\mu_2} - \text{Gaz uchun Reynolbds mezoni (5.24)}$$

$$Re_c = \frac{4L}{\tau\mu_c} - \text{Suyuqlik uchun Reynolbds mezoni (5.25)}$$

$$Pr_2 = \frac{c\rho\mu_2}{\lambda_2} - \text{Gaz uchun Prandtl mezoni (5.26)}$$

K-gazdan suyuqlikka issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti,  $Vt/(m^2 \cdot K)$

$d_e = \frac{V_{cb}}{\sigma}$  - nasadkaning ekvivalent diametri, m;

$V_{cv}$  - nasadkaning erkin xajmi,  $m^3/m^3$ ;

$\omega_\phi$  - skubberdagi gazning fiktiv tezligi, m/s;

$\lambda_2$  - gazning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti

$\mu_2$  - gazning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, Pa\*s;

$\rho_2$  - gaz zichligi,  $kg/m^3$ ;

$\mu_c$  - suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, Pa\*s.

***Issiqlik berish va issiqlik uzatishning taxminiy koeffitsientlari qiymatlariga***

<i>t/r</i>	<i>Issiqlik tashuvchi turi</i>	<i>Suv</i>	<i>Havo</i>	<i>Izoh</i>
1	Majburiy turbulent oqim			d-30mm $\alpha$ ning keltirilgan
2	A) truba va kanallarda	1200-5800	35-60	qiymatlari suvning 0,2dan 1,5m/sgacha bo'lgan
3	B) trubalarni ko'ndalang yuvib o'tishda	3100-10000	70-100	tezliklariga mos keladi, xavo uchun 8-15m/s
4	Erkin harakat	250-900	3-9	Atmosfera bosimi $\alpha$
5	Suvning qaynashi	2000-24000		ning qiymati $\Delta t = 5 \div 15K$ ga mos keladi
6	To'yingan suv bu-ining gorizonta trubaning	9300-1500		To'yingan bu-bosimi (abs) 4atm

	sirtida kondensatlanishi			d=30mm; $\alpha$ ning qiymati $\Delta t = 35 \div 5K$ ga mos keladi
--	--------------------------	--	--	--

### *Namunaviy masalalar echish*

**1-masala** Diametri 2m va balandligi 5 m bo'lgan apparat qalinligi 75 mm li asbestdan tayyorlangan issiqlikni saqlovchi qatlam bilan o'ralgan. Apparat devori temperaturasi  $146^{\circ}S$ , qatlamning tashqi temperaturasi  $40^{\circ}S$ . Izolyasiyalovchi qatlam orqali sarflanayotgan issiqlik sarfini aniqlang.

**Echish:** Issiqlik o'tayotgan o'rtacha yuza

$$F_{yp} = \Pi \left( D_{yp} L + 2 \frac{D^2}{4} \right) = 3,14 (2,075 * 5 + 0,5 * 2^2) = 388 M^2$$

Asbestning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $\lambda = 0,151 Bm / (M * K)$  ga teng (XXXIII jadvaldan)

Izolyasiya orqali o'tuvchi issiqlik orqali

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_z - t_x) F_{yp} = \frac{0,151}{0,075} (146 - 40) 38,8 = 8280 Bm$$

**2-masala.** Suyuq nitrobenzolning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini ( $120^{\circ}S$ ) xisoblang.

**Echish.** Nitrobenzolning solishtirma issiqlik sig'imi (XXVI-jadval)  $S = 1380 J / (kg * K)$  ga teng.

$30^{\circ}S$  da nitrobenzolning zichligi  $\rho = 1200 kg / M^3$  ga teng.

Nitrobenzolning  $30^{\circ}S$  dagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini

$$\lambda_{30} = AC \rho^3 \sqrt{\frac{\rho}{M}} = 4,22 * 10^{-8} * 1380 * 1200 \sqrt{\frac{1200}{123}} = 0,149 Bm / (M * K)$$

Bunda,  $A = 4,22 * 10^{-8}$  assotsialanmaydigan suyuqliklar uchun;

$M = 123 kg / kmol$  – nitrobenzolning molyar massasi,

Nitrobenzolning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti

$$\lambda_t = \lambda_{30} [1 - \varepsilon(t - 30)] = 0,149 [1 - 1,0 * 10^{-3} (120 - 30)] = 0,136 Bm / (M * K)$$

Tajriba ma'lumotlariga ko'ra

$$\lambda_t = 0,137 Bm / (M * K)$$

**3-masala.** Pechning devori ikki qatlamdan: olovbardoshli -ishtli ( $\delta_1 = 150mm$ ) va qurilish -ishtli ( $\delta_2 = 250mm$ ).

Pech ichidagi temperatura  $1300^0S$ , atrof-muhit temperaturasi  $25^0S$ . quyidagilarni aniqlang: 1) devorning  $1m^2$  sirti bo'ylab issiqlikning yo'qolishi; 2) olovbardoshli va qurilish g'ishti orasidagi temperatura  $t_3$ ni.

Pechli gazlardan devorga issiqlik berish koeffitsienti  $\alpha_1 = 34,8 Bm / (M^2 * K)$ ; devordan xavoga issiqlik berish koeffitsienti

$\alpha_2 = 16,2 Bm / (M^2 * K)$ . Olovbardoshli g'ishtning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $\alpha_1 = 1,16 Bm / (M * K)$  ga teng. qurilish g'ishtning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $\alpha_2 = 0,58 Bm / (M * K)$ .

**Echish:** Pech devoridan issiqlik uzatish jarayoni sxemasi 4-12 rasmda ko'rsatilgan.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{34,8} + \frac{0,5}{1,16} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{1}{16,2}} = 1,05 \frac{Bm}{M^2 K};$$

$1m^2$  devor sirtidan issiqlikning yo'qolishi:

$$q = \alpha_1 (t_1 - t_2) = \frac{\lambda_1}{\delta_1} (t_2 - t_3) \text{ bundan}$$

$$t_2 = t_1 - \frac{q}{\alpha_1} = 1300 - \frac{1340}{34,8} = 1261^0 C$$

$$t_3 = t_2 - \frac{q\delta_1}{\lambda_1} = 1201 - \frac{1340 - 0,5}{1,16} = 684^0 C$$

**4-masala.** Ko'p yo'lli issiqlik almashgichda o'rtacha temperaturalar farqini aniqlang. Uning trubalar orasidagi yurishi bitta, trubalardagisi esa ikkitaga teng.

qaynoq issiqlik tashuvchining boshlang'ich temperaturasi  $T_1=80^{\circ}\text{S}$

Oxirgi temperaturasi  $T_2=40^{\circ}\text{S}$

Sovuq issiqlik tashuvchining boshlang'ich temperaturasi  $t_1=20^{\circ}\text{S}$

Oxirgi temperaturasi  $t_2=40^{\circ}\text{S}$

**Echish** quyidagi  $A = \sqrt{\delta T^2 + \delta t^2}$  formuladan foydalanamiz:

$$A = \sqrt{40^2 + 20^2} = 44,7$$

qarama-qarshi oqimdagi temperatura sxemasi

$$\begin{array}{ccc} 80 & \longrightarrow & 40 \\ 40 & \longleftarrow & 20 \\ \hline \overline{\Delta t_{kam}} = 40 & & \overline{\Delta t_{kuq}} = 20 \end{array}$$

Ko'p yo'lli issiqlik almashgichdagi o'rtacha temperaturalar farqi

$$\Delta t_{yp} = \frac{A}{2,3 \ell g \frac{\Delta t_{kam} + \Delta t_{kuq} + A}{\Delta t_{kam} + \Delta t_{kuq} - A}} = \frac{44,7}{2,3 \ell g \frac{40 + 20 + 44,7}{40 + 20 - 44,7}} = 23,2^{\circ}\text{C} = 23,2\text{K}$$

Xisoblashlarni  $\Delta t_{yp} = \varepsilon \Delta t * \Delta t_{np}$  bo'yicha olib boramiz.

Qarama-qarshi oqim uchun o'rtacha temperaturalar farqini xisoblaymiz.

$$\Delta t_{np} = \frac{40 + 20}{2} = 30^{\circ}\text{C} = 30\text{K}$$

R va R larning qiymatlarini topamiz

$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = \frac{40 - 20}{80 - 20} = 0,33 \quad R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = \frac{80 - 40}{40 - 20} = 2$$

Grafikdan tuzatish koeffitsienti  $\varepsilon \Delta t$  qiymatini topamiz.  $R=0,33$  va  $R=2$  da  $\varepsilon \Delta t = 0,78$  ga teng bo'ladi. SHunga ko'ra o'rtacha temperaturalar farqi

$$\Delta t_{yp} = \varepsilon \Delta t \Delta t_{np} = 0,78 * 30 = 23,4^{\circ}\text{C} = 23,4\text{K}$$

**5-masala.** Trubasamon issiqlik almashgichda qizdirilayotgan suvning issiqlik berish koeffitsientini hisoblang. Diametri 40x2,5 bo'lgan trubadan iborat. Suvning o'rtacha temperaturasi 47,5<sup>0</sup>S. Truba devori temperaturasi 95<sup>0</sup>S, truba uzunligi esa 2 m ga teng.

**Echish.** Oqish rejimini aniqlaymiz:

$$Re = \frac{\omega d \rho}{\mu} = \frac{1 * 0,035 * 989}{0,57 * 10^{-3}} = 60800 \quad -$$

Bunda, 0,57\*10<sup>-3</sup> Pa\*s-suvning 47,5<sup>0</sup>S dagi qovushqoqlik koeffitsientini (VI-jadvaldan)

$$\rho = 989 \text{ kg/m}^3 - \text{suvning } 47,5^{\circ}\text{S dagi zichligi (XXXIX-jadvaldan)}$$

Re > 10000 qiymatga ega.

Issiqlik berish koeffitsientini nomogramma (XII-rasm)dan topamiz.

$$Nu = 0,021 \varepsilon \ell Re^{0,8} Pr^{0,43} \left( \frac{Pr}{Pr_{cm}} \right)^{0,25}$$

$$\text{Bunda } \varepsilon_i = 1 \quad \frac{L}{d} \text{ uchun } \frac{L}{d} = \frac{2500}{35} = 57 \text{ (4-3 jadval);}$$

$$\frac{Pr}{Pr_{cm}} = \frac{3,74}{1,85} = 2,02; \quad \text{bunda } t_{sr,j} = 47,5^{\circ}\text{S}, \quad Rr_{st} = 1,85, \quad t_{st} = 95^{\circ}\text{S} \quad \text{da } Rr = 3,74 \text{ ga}$$

teng. (XXXIX-jadval)

Nomogrammadan Ni=300 ni topamiz, bundan

$$\alpha = \frac{Nu \lambda}{d} = \frac{300 * 0,643}{0,035} = 5510 \text{ Bm/(m}^2 * \text{K)}$$

Bunda,  $\lambda = 0,643 \text{ Bm/(m} * \text{K)}$  -suvning 47,5<sup>0</sup>S dagi issiqlik berish koeffitsienti (XXXIX-jadval)

**Mustaqil echish uchun masalalar**

1. Uzunligi 40 m, diametri 51x2,5 mm bo'lgan bu- o'tkazgich qalinligi 30mm li izolyasiyalovchi qatlam bilan qoplangan. Izolyasiyaning tashqi sirti temperaturasi  $t_2 = 45^{\circ}\text{S}$ , ichki sirtiniki esa  $t_1 = 175^{\circ}\text{S}$ . Bu- o'tkazgichning 1 soat davomida qancha issiqlik yo'qotganligini aniqlang. Izolyasiyaning issiqlik o'tkazish koeffitsienti  $\lambda = 0,116 \text{ Bm}/(\mathcal{M} * K)$  ga teng.

2.a)  $t = 20^{\circ}\text{S}$  li suyuq xloroform uchun; b)  $t = 160^{\circ}\text{S}$  va  $R_{\text{abs}} = 1 \text{ atm}$ . da sulbfat angidridi; v) solishtirma issiqlik sig'imi  $2,72 * 10^3 \text{ J}/(\text{kg} * K)$  bo'lgan 30% li kalbsiy xloridi uchun issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini xisoblang.

3. Temperaturasi  $106^{\circ}\text{S}$  bo'lgan bug'latish apparatidan chiqayotgan qaynoq xoldagi konsentrlangan eritma temperaturasi  $15^{\circ}\text{S}$  bo'lgan sovutilgan suyuq eritmani  $50^{\circ}\text{S}$  gacha qizdirishga xizmat qiladi. Konsentrlangan eritma  $60^{\circ}\text{S}$  gacha sovutiladi. To'g'ri va qarama-qarshi oqimli sxema uchun o'rtacha temperaturalar farqini aniqlang.

4. Spiralsimon issiqlik almashgichning issiqlik uzatish koeffitsientini quyidagi ma'lumotlar asosida aniqlang: issiqlik almashinish sirti  $48 \text{ m}^2$ ; apparatda suv 85,5 t/soatda 77 dan  $95^{\circ}\text{S}$  gacha qizdiriladi. qizdirish 0,23 at ortiqcha bosimda to'yingan bug' bilan olib boriladi va nurlanish yo'li bilan yo'qotilayotgan issiqlik miqdorini, hamda dvor orqali issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlang.

5. Bug'latish apparatining vertikal devori qalinligi 45 mm bo'lgan izolyasiya  $[\lambda = 0,12 \text{ Bm}/(\mathcal{M} * K)]$  bilan qoplangan. Qaynovchi eritmaning temperaturasi  $120^{\circ}\text{S}$ , binodagi havo temperaturasi  $20^{\circ}\text{S}$ .  $1 \text{ m}^2$  devor sirti orqali 1 soat davomida nurlanish va konveksiya yo'li bilan yo'qotilgan issiqlikni aniqlang.

## **9-AMALIY MASHG'ULOT: KO'P KOMPONENTLI SISTEMALARNI BUG'LATISH**

### **Asosiy bog'liqliklar va xisoblash formulalari**

1. Bug'latish jarayonlarning moddiy balans tenglamasi

$$G_{\text{bosh}} = G_{\text{oxi}} + W \quad (7.1)$$

$$G_{\text{bosh}} X_{\text{bosh}} = G_{\text{oxi}} X_{\text{oxi}} \quad (7.2)$$

Bunda,  $G_{\text{bosh}}$   $G_{\text{oxi}}$  – boshlang'ich va oxirgi (bug'latilgan) eritmalarning massaviy sarfi, kg/s;

$X_{\text{bosh}}$   $X_{\text{oxi}}$  – erigan moddaning boshlang'ich va oxirgi eritmalaridagi massaviy ulushi

W- bug'latilayotgan suvning massaviy sarfi, kg/s da.

$$W = G_{\text{bosh}} \left( 1 - \frac{X_{\text{oxi}}}{X_{\text{bosh}}} \right) \quad (7.3)$$

2. Bug'latish apparatining issiqlik balansidan, bug'latish uchun sarflangan issiqlikning boshlang'ich eritmani qizdirish uchun issiqlik sarfi  $Q_{\text{qay}}$ , suvni bug'latish uchun issiqlik sarfi  $Q_{\text{bug'}}$  va atrof-muhitga yo'qotilayotgan issiqlik  $Q_{\text{yo'q}}$  dan tarkib topganligini bilish mumkin.

$$Q = Q_{\text{qay}} + Q_{\text{bu-}} + Q_{\text{yo'q}} \quad (7.4)$$

Boshlang'ich eritmani qizdirish uchun issiqlik sarfi

$$Q_{\text{qay}} = G_{\text{bosh}} S_{\text{bosh}} (t_{\text{qay}} + t_{\text{bosh}}) \quad (7.5)$$

Bunda,  $S_{\text{bosh}}$  – boshlang'ich eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg\*K);

$t_{\text{qay}}$  – bug'latish apparatidagi eritmaning o'rtacha qaynash temperaturasi, °S yoki K larda;

$t_{\text{bosh}}$  – bug'latish apparatiga kirishda boshlang'ich eritmaning temperaturasi, °S yoki K larda

Suvni bug'latish uchun issiqlik sarfi:

$$Q_{\text{bu-}} = W(i - C_s t_{\text{bu-}}) \quad (7.6)$$

Bunda  $i$  – ikkilamchi bug'ning solishtirma entalpiyasi, J/kg;

$C_s$  – suvning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg\*K).

Ikkilamchi bug'ni to'yingan va bug'lanish issiqligini, toza suvnikiga yaqin deb olinsa,  $i-C_{st_{qay}} \approx Z$  hosil bo'ladi.

Bunda,  $Z$  – suvning solishtirma bug' hosil bo'lish issiqligi, (J/kg).

Atrof-muhitga yo'qotilgan issiqlikni qoplash uchun zarur bo'lgan issiqlik sarfi ( $Q_{qay} + Q_{bug'}$ ) ning 3-5% miqdorida olinadi.

$Q_{yo'q}$  ni quyidagi tenglamadan topish mumkin.

$$Q_{yo'q} = \alpha F_{blau} (t_{dev} - t_{xavo}) \quad (7.7)$$

Bunda,  $\alpha = \alpha_h + \alpha_k$  -nurlanish va konveksiya tufayli issiqlik berish koeffitsientlari yig'indisi.

$F_{tash}$ - issiqlik izolyasiya apparatining tashqi sirti yuzasi, m;

$t_{dev}$ - izolyasiyaning tashqi sirti temperaturasi, °S yoki K;

$t_{xavo}$ -atrof-muhit(havo) temperaturasi.

Bug'latish apparatdagi qizdiruvchi bug' sarfi  $G_{g.p}$

$$G_{g.p} = \frac{Q}{(i^{11} - i)_x} = \frac{Q}{Z_{z.n} * X} \quad (7.8) \text{ dan topiladi.}$$

Bunda,  $i^{11}$ -quruq to'yingan bug'ning solishtirma entalpiyasi, J/kg;

$i$ -kondensatlanish temperaturasida kondensatning solishtirma entalpiyasi, J/kg

$X$ -qizdiruvchi bug' tarkibidagi bug' miqdori (quruqlik darajasi)

$Z_{g.p}$  -qizdiruvchi bug'ning solishtirma kondensatlanish issiqligi, J/kg.

Eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi formuladan topiladi.

$$S = S_1 X_1 + S_2 X_2 + S_3 X_3 + \dots \quad (7.9)$$

Bunda,  $S_1 S_2 S_3, \dots$  komponentlarning solishtirma issiqlik sig'imi;

$X_1 X_2 X_3, \dots$  komponentlarning massaviy ulushlari.

Tajriba ma'lumotlari bo'lmaganda kimyoviy birikmaning solishtirma issiqlik sig'imini quyidagi tenglamadan olamiz.

$$M_s = n_1 C_1 + n_2 C_2 + n_3 C_3 + \dots \quad (7.10)$$

Bunda,  $M$ - kimyoviy birikmaning mol massasi

$S$ - uning massaviy solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg\*K);

$n_1, n_2, n_3, \dots$  birikma tarkibiga kiruvchi element atomlari soni;



$S_1 S_2 S_3, \dots$ - atomli issiqlik sig'imi.j

3. Qizdiruvchi bug'ning kondensatlanish  $t_{g,p}$  eritmaning o'rtacha qaynash temperaturasi  $t_{qay}$  orasidagi farq temperaturalarning foydali farqi deyiladi:

$$\Delta t_{\phi o \ddot{u}} = t_{\sigma . \kappa o \eta \delta} - t_{\kappa a \ddot{u}}; \quad (7.11)$$

$$t_{\kappa a \ddot{u}} = t_{yp} + \Delta t_{\partial enp} = t_0 + \Delta t_{2.c.} + \Delta t_{2.3.} + \Delta t_{\partial enp}; (7.12) \text{ va } (7.13)$$

tenglamalardan kuyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$\Delta t_{\phi o \ddot{u}} = t_{2.n.} - t_0 (\Delta t_{\partial enp} + \Delta t_{2.c.} + \Delta t_{2.3.}) = \Delta t_{yM} - \sum \Delta t_{\ddot{u}yK} \quad (7.14)$$

Bunda,  $\sum \Delta t_{\ddot{u}yK} = \Delta t_{\partial enp} + \Delta t_{2.c.} + \Delta t_{2.3.}$  - temperaturalar yuqolishi yig'indisi deyiladi.

Ko'p korpusli bug'latish apparatlarida  $\Delta t_{yM}$  -birinchi korpusdagi qizdiruvchi bug'ning kondensatlanish temperaturasi va ikkilamchi bug' (oxirgi korpusdagi) temperaturalar orasidagi farqi;

$\sum \Delta t_{\ddot{u}yK} = \Delta t_{\partial enp} + \Delta t_{2.c.} + \Delta t_{2.3.}$  - barcha korpuslardagi temperaturalar farqi.

4. Alohida korpuslar orasida temperaturalarning foydali farqi quyidagicha olib boriladi:

A) Barcha korpuslarning eng kichik umumiy sirtiga nisbatan hisoblansa  $\sqrt{Q/K}$  ga proporsional:

$$\Delta t_i = \frac{\Delta t_{\phi o \ddot{u}} \sqrt{Q_i / K_i}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{Q_i / K_i}}; \quad (7.15)$$

B) Korpuslarning teng sirtiga nisbatan hisoblansa,  $Q/K$  nisbatiga proporsional:

$$\Delta t_i = \frac{\Delta t_{\phi o \ddot{u}} Q_i / K_i}{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{K_i}}; \quad (7.16)$$

Bunda,  $Q_i$ -korpusning issiqlik bo'yicha yuklamasi;

$K_i$ -korpusdagi issiqlik uzatish koeffitsienti.

**Namunaviy masalalar echish.**

**1-masala.** Boshlangich natriy gidrooksidi tarkibida 79 g/l suv bor. 30<sup>0</sup>S da bug‘latilgan eritma zichligi 1,555g/sm<sup>3</sup> ga teng. Bu esa 840 g/l konsentratsiyali eritmaga mos keladi. 1 t boshlang‘ich eritmadan bug‘latilayotgan suv miqdorini aniqlang.

**Echish.** Dastlabki eritmadagi erigan moddaning massaviy ulushi:

$$X_{\delta_{ou}} = \frac{79}{100+79} = 0,0733$$

Oxirgi eritmadagi

$$X_{oxup} = \frac{840}{1555} = 0,54$$

1 t boshlang‘ich eritmadan bug‘latilgan suv miqdori:

$$W = G_{\delta_{ou}} \left( 1 - \frac{X_{\delta_{ou}}}{X_{oxup}} \right) = 1000 - \left( 1 - \frac{0,0733}{0,54} \right) = 865 \text{ kg}$$

**2-masala.** Salitsil kislotaning natriyli tuzi 25% li eritmasining solishtirma issiqlik sig‘imini aniqlang.

**Echish.** Eritma konsentratsiyasi 20% dan kata bo‘lganligi uchun eritmaning solishtirma issiqligi sig‘imi quyidagi formuladan topamiz.

$$C = 4190(1 - X) + C_1 X$$

Oldingi quruq xoldagi salitsil kislotasining natriyli tuzining solishtirma issilik sig‘imi S<sub>1</sub> ni quyidagi formula bo‘yicha topamiz.

$$M_c = n_1 C_1 + n_2 C_2 + n_3 C_3$$

Tuzning kimyoviy formulasi



U xolda

$$C_1 = \frac{75*7 + 9,6*5 + 16,8*3 + 26,0}{160} = 1,11 \text{ kJ}/(\text{kg} * K)$$

25% li eritmaning solishtirma issiqlik sig‘imi

$$C = 4190(1 - X) + C_1 X = 4190 * 0,75 = 3142,5 \text{ Ж}/(\text{к}^2 * \text{K})$$

**3-masala.** Bug‘latish apparati truboprovodidagi eritmaning optimal satxida vakuum ostida kalsiy xloridning 25% li suvli eritmasi bug‘latilganda gidrostatik depressiya  $\Delta t_{z.s.}$  ni xisoblang. Trubaning **eshigi** balandligi  $N_{\text{tp}}=4\text{mm}$ . Eritma ustidagi bosim  $R_1=0,36$  at.ga teng.

**Echish.**  $R_1=0,36$  at.da suvning temperaturasi  $t_1=72,7^0\text{S}$  ga teng. Suv o‘lchash oynasi bo‘yicha satxning optimal balandligi

$$H_{yp} = [0,26 + 0,0014(\rho_p - \rho_e)] H_{\ddot{u}yk} \text{ formuladan topiladi.}$$

Zichliklar  $\rho_p$  va  $\rho_e$  larni eritmaning qaynash temperaturasida olish kerak bo‘ladi. Uning qiymati aniq bo‘lmaganligi uchun  $t_{\text{kay}}=85^0\text{S}$  deb qabul qilinadi.

U xolda

$$H_{yp} = [0,26 + 0,0014(\rho_p - \rho_e)] H_{\ddot{u}yk} = [0,26 + 0,0014 * (1195 - 969)] * 4 = 2,3\text{M}$$

$$\rho_p = 1195 \text{к}^2 / \text{M}^3 \text{ -taxminan 3-jadvaldan olingan.}$$

$$\rho_e = 969 \text{к}^2 / \text{M}^3 \text{ -XXXIX jadvaldan olinadi.}$$

Eritmaning o‘rta qatlamidagi bosim

$$P_{yp} = P_1 + \frac{H_{yp}}{2} \rho_p g = 0,36 + \frac{2,3 * 1195 * 9,81}{2 * 9,81 * 10^4} = 0,5\text{at}$$

Suvning  $R_{\text{ur}}=0,5$  at,  $t_{\text{ur}}=80,9^0\text{S}$  (LVII-jadvaldan)

Gidrostatik depressiyani

$$\Delta t_{z.s.} = t_{yp} - t_1 = 80,9 - 72,7 = 8,2^0\text{C} = 8,2\text{K}$$

**4-masala.** Bug‘latish apparatidan ikkilamchi bug‘ barometrik kondensatorga diametri 150mm li paroprovod bo‘ylab berilmoqda. Paroprovodddagi bug‘ tezligi 50 m/s ga teng. Kondensatoridagi bosim  $R_0=0,3$  at. Paroprovod uzunligi 14 m. Ishqalanish koeffitsienti  $\lambda = 0,03$ . Paroprovoda uchta  $90^0$ li burilish bor. Gidravlik depressiya  $\Delta t_{z.c}$  ni toping.

**Echish.**  $\Delta t_{z.c} = t_1 - t_0$  tenglamaga ko‘ra,  $R_0=0,3$  at,  $t_0=68,7^0\text{S}$  (LVII-jadvaldan)  $t_1$  temperaturani aniqlash uchun bug‘latilayotgan eritma sirtidagi bosim  $R$  ni topish kerak, uning qiymati  $P_1 = P_0 + \Delta P_{z.c}$ , bunda

$$\Delta P_{z.c.} = \frac{\omega^2 \rho_n}{2} \left( 1 + \frac{\lambda L}{d} + \sum \zeta \right)$$

Maxalliy qarshiliklarning yig'indisi

Trubaga kirishda.....0,5

Trubadan chiqishda.....0,1

Burilishlar.....3\*0,2=0,6

$$\overline{\sum \zeta} = 2,1$$

Separtorning qo'imcha qarshiligini xisobga olmaymiz.

$$\Delta P_{z.c.} = \frac{50^2 * 0,188}{2} \left( 1 + \frac{0,03 * 14}{0,15} + 2,1 \right) = 1390 Pa$$

Bunda  $\rho_n = 0,188 \text{ kg/m}^3$  -bug' zichligi, uni to'yingan deb xisoblaymiz.

$$P_1 = P_0 + \Delta P_{z.c.} = 0,3 + \frac{1300}{9,81 * 10^4} = 0,314 \text{ am}$$

LVII jadvaldan  $R_1 = 0,314$  at da  $t_1 = 69,6^0 S$

Gidravlik depressiya:

$$\Delta t_{z.c.} = t_1 - t_0 = 69,6 - 68,7 = 0,9 K$$

### *Mustaqil echish uchun masalalar*

**1-masala.** Bug'latish apparatining dastlabki eritma bo'yicha unumdorligi 2650 kg/soat ga teng. Dastlabki eritma konsentratsiyasi 50g/l. Bug'latilgan eritmaning zichligi  $1189 \text{ kg/m}^3$  ni tashkil etadi. Bug'latilayotgan eritma bo'yicha apparatining unumdorligini aniqlang.

**2-masala.** 1500kg kaliy xlorid eritmali konsentratsiyasini 8% dan 30% gacha o'zgartirishi uchun qancha suvni bug'latish kerak bo'ladi.

**3-masala.** 2 l suv, 8 kg muz va 5 kg osh tuzidan iborat sovutuvchi aralashmasining solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang.

**4-masala.** Eritma tarkibi  $0,7 \text{ m}^3$  sulfat kislotadan (100% li), 400 kg miss kuporosi ( $\text{SiSO}_4 * 5\text{N}_2\text{O}$ ) va  $1,4 \text{ m}^3$  suvdan iborat. quyidagilarni aniqlang.

A) Eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi;

B) Eritmani 12 dan 58<sup>0</sup>S gacha qizdirish uchun kerakli quruq to‘yingan bug‘ miqdorini xisoblang. Eritmani qizdirish uchun vaqtida apparat yo‘qotgan issiqlik 25100kJ ni tashkil etadi.

**5-masala.** 1000g suvga 7,0 mol ammoniy sulfat eritilgan 10000kg/soat eritmani 85<sup>0</sup>S dan 35<sup>0</sup>S gacha sovutish uchun kerakli qarama-qarshi oqimli kristallizatorning sovutilishi kerak bo‘lgan yuzasini xisoblang. Bug‘latishda suv bug‘lanadi (boshlang‘ich eritmaning 5% massali miqdordagi) Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti 127Wt/(m<sup>2</sup>\*K)ga teng. Sovutuvchi suv 13 dan 24<sup>0</sup>S gacha qizdiriladi. Uning sarfini xam aniqlang.

## **10-AMALIY MASHG‘ULOT: ERITMALARNI KRISTALLANISHI**

### **Asosiy bog‘liqliklar va hisoblash formulalari**

1. Hosil bo‘lgan kristallarning massaviy miqdori  $G_{kr}$  (kg) moddiy balans tenglamasidan topiladi.

$$G_{kp} = \frac{G_1(X_2 - X_1) - WX_2}{X_2 - X_{kp}} \quad (8.1)$$

Bunda,  $G_1$  – dastlabki eritma miqdori, kg;

$X_1$  – suvsiz tuz bo‘yicha boshlang‘ich eritma konsentratsiyasi, massa ulushi yoki %

$X_2$  – kristallanishdan keyin eritmadagi suvsiz tuz bo‘yicha konsentratsiyasi, %;

W – bug‘latilayotgan erituvchi miqdori, kg;

$$X_{kp} = \frac{M}{M_{kp}} \quad (8.2) \text{ suvsiz erigan moda va kristallgidrat}$$

mol massalari nisbati.

Agar kristall suvsiz shaklda kristallansa  $X_{kr}-1$  kristallanish jarayoni erituvchining bir qismini yo‘qotmasdan olib borilsa,  $(W_0)^{\wedge}$

$$G_{kp} = \frac{G_1(X_1 - X_2)}{X_{kp} - X_2} \quad (8.3)$$

2. Erituvchining bir qismini bug‘latmasdan kristallanish jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdori Q kristallizatorning issiqlik balans tenglamasidan topiladi:

$$Q = G_1 C(t_1 - t_2) + G_{kp} q \quad (8.4)$$

Bunda,  $G_1$ -dastlabki eritma miqdori, kg;

S-dastlabki eritmaning solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg\*K)

$t_1$  va  $t_2$ - eritmaning boshlang‘ich va oxirgi temperaturali, °S yoki K larda;

$G_{kr}$ -hosil bo‘lgan kristall miqdorlari, kg;

q-solishtirma kristallanish issiqligi, J/kg;

### *Namunaviy masalalar echish*

**1-masala.** 10 t potashning to‘yingan eritmasi sovutilganda qancha kristall ajralib chiqadi. (80° dan 35°S gacha). Potash ikki molekula suv hosil qilib kristallanadi.

#### ***Echish.***

$$G_{kp} = \frac{G_1(X_1 - X_2)}{X_{kp} - X_2} \text{ formulani qabul qilamiz.}$$

Potashning eruvchanlik egri chizig‘i bo‘yicha uning to‘yingan suvli eritmalarining konsentratsiyalarini topamiz (XX-rasm)

80°S da . . . . . 10 mol  $K_2SO_3$ /1000 g suv

35°S da . . . . . 8,15

$K_2SO_3$  ning mol massasi 138 kg/kmol ga teng.

$$X_{80} = \frac{10 \cdot 138}{1000 + 10 \cdot 138} = 0,58 \text{ kg} / \text{kg}$$

$$X_{35} = \frac{8,15 \cdot 138}{1000 + 8,15 \cdot 138} = 0,53 \text{ kg} / \text{kg}$$

$$\frac{M}{M_{kp}} = \frac{138}{174} = 0,793$$

174-K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>\*2N<sub>2</sub>O ning mol massali

Son qiymatlarni formulaga qo'ysak

$$G_{kp} = \frac{10000(0,58 - 0,53)}{0,793 - 0,53} = 1900 \text{ kg}$$

**2-masala.** 90<sup>0</sup>S da 1000 g suvda 16 mol NaNO<sub>3</sub>, bo'lgan 5000 kg/soat NaNO<sub>3</sub> eritmasini 90<sup>0</sup>S dan 40<sup>0</sup>S gacha sovutish uchun uzluksiz ishlovchi kristallizatoridan olinishi kerak bo'lgan issiqlik miqdorini aniqlang. Kristallizatorida eritma sovutilishi bilan bir qatorda boshlang'ich eritma miqdoriga nisbatan 3% suv bug'lanadi.

**Echish.** NaNO<sub>3</sub>ning eruvchanlik egri chizig'i bo'yicha (XX-rasm). NaNO<sub>3</sub>ning 40<sup>0</sup>S dagi to'yingan eritmasi konsentratsiyasi 1000 gr suvga 12,3 molni tashkil etadi.

Eritma 40<sup>0</sup>S gacha sovutilganda G<sub>kr</sub>(kg/s larda) kristall ajralib chiqadi:

$$G_{kp} = \frac{G_1(X_2 - X_1) - WX_2}{X_2 - X_{kp}}$$

Konsentratsiyani massa ulushlarga qayta xisoblaymiz.

$$X_1 = \frac{16 * 55}{1000 + 16 * 85} = 0,576 \text{ kg} / \text{kg}$$

$$X_2 = \frac{12,3 * 85}{1000 + 12,3 * 85} = 0,511 \text{ kg} / \text{kg}$$

M<sub>NaNO<sub>3</sub></sub>=85kg/kmol. NaNO<sub>3</sub> suvsiz shaklda kristallanganligi uchun X<sub>kr</sub>=1 ga teng deb olinadi.

$$G_{kp} = \frac{5000(0,511 - 0,576) - 0,03 * 5000 * 0,511}{3600(0,511 - 1)} = 0,229 \text{ kg} / \text{c}$$

Olinishi kerak bo'lgan issiqlik miqdorini

$$Q = G_1 c(t_1 - t_2) + G_{kp} q - W_z \text{ formuladan topamiz.}$$

Bunda, W- bug'lanayotgan suv sarfi, kg/s;

z-solishtirma bug' hosil qilish issiqligi, J/kg;

NaNO<sub>3</sub>ning solishtirma kristallanish issiqligini 21110\*10<sup>3</sup>J/kmol (XXXXII-jadvaldan) deb qabul qilamiz. Eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi S ni S=4190(1-x)+s<sub>1</sub>x formuladan topamiz. Bundan oldin esa quruq tuz solishtirma issiqlik sig'imini topamiz:

$$C_1 = \frac{26,0 + 26,0 + 3 * 16,8}{85} = 1,2 \text{ kJ} / (\text{kg} * \text{K})$$

$$X = 57,6\% \text{ da}$$

$$S = 4190 * 0,424 + 1200 * 0,576 = 2470 \text{ J} / (\text{kg} * \text{K})$$

Ajralib olinadigan issiqlik

$$Q = \frac{5000}{3600} - 47 * 10^3 (90 - 40) + 0,229 \frac{21100 * 10^3}{85} - \frac{0,03 * 5000 * 2345 * 10^3}{3600} = 130000 \text{ Bm}$$

Bunda 2345\*10<sup>3</sup> J/kg, 90+40/2=65<sup>0</sup>S ga teng bo'lgan temperaturadagi suvning solishtirma bug' hosil bo'lish issiqligi.

**3-masala.** Kalsiy xlorid konsentratsiyasini 1,5 dan 25% gacha bug'latish uchun qizdiruvchi bug' sarfi va vakuum- bug'latish apparatining kerakli yuzasini aniqlang. Dastlabki suyultirilgan eritma bo'yicha unumdorligi 20 000kg/soat. Qizdiruvchi bug' bosimi 1,4 atm. Uning namligi 5% ga teng. Barometrik kondensatordagi bosim (abs.) R<sub>0</sub>=0,345 atm. Kuchsiz eritma apparatga t<sub>bosh</sub>=75<sup>0</sup>S da beriladi.

Issiqlik uzatish koeffitsientini 1000Wt/(m<sup>2</sup>\*K) ga teng deb oling, issiqlik bo'yicha yo'qotishlar foydali sarflanayotgan issiqlikning 5% miqdorida olinadi.

**Echish.** 25% li kalsiy xlorid eritmasining o'rtacha qaynash temperaturasi

$$t_{\text{ka}i} = t_{\text{y}p} + \Delta t_{\text{den}p} = t_0 + \Delta t_{\text{z.c.}} + \Delta t_{\text{z.s.}} + \Delta t_{\text{den}}$$

tenglamasidan topamiz.

Bunda t<sub>o'r</sub>-R<sub>o'r</sub> bosimida suvning qaynash temperaturasi

t<sub>0</sub>-R<sub>0</sub> bosimida suvning qaynash temperaturasi

Δ t<sub>depr</sub>-R<sub>o'r</sub> bosimida suvning qaynash temperaturasiga nisbatan eritma qaynash temperaturasining ortishi.



$\Delta t_{g,s} - \Delta R_{g,s}$  (gidravlik depressiya) bosimining ortishiga bog'liq bo'lgan qaynash temperaturasi ortishi hisoblashlarda  $\Delta t_{g,s} = 1-1,5$  K deb qabul qilinadi.

$R_0 = 0,345$  atm. bo'yicha  $t_0 = 71,7$  (LVII-jadval) olinadi.

$\Delta t_{g,s} = 1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$  u holda  $t_1 = t_0 + \Delta t_{g,s} = 72,7^{\circ}\text{S}$ , bunga  $R_1 = 0,36$  atm. mos keladi. Trubaning ishchi balandligini 4 m deb olamiz. U holda  $R_{o,r} = 0,5$  at va  $\Delta t_{g,e} = 8,2^{\circ}\text{S} = 8,2\text{K}$  ga teng bo'ladi.  $R_{o,r} = 0,5$  at da temperaturali depressiya  $6,6\text{S} = 6,6\text{K}$  ga teng eritmaning o'rtacha qaynash temperaturasi

$$D_{\text{qay}} = 71,7 + 1 + 8,2 + 6,6 = 87,5^{\circ}\text{S}$$

Bug'latish apparatida issiqlik sarfini aniqlaymiz. Boshlang'ich eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi

$$S_{\text{bosh}} = 4190(1 - X_{\text{bosh}}) = 4190(1 - 0,15) = 3560 \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

Boshlang'ich eritmani qizdirish uchun sarflangan issiqlik

$$Q_{\text{qiz}} = G_{\text{bosh}} C_{\text{bosh}} (t_{\text{qay}} - t_{\text{bosh}}) = 20000/3600 * 3560 (87,5 - 75) = 247000 \text{Vt}$$

Bug'lanayotgan suv sarfi

$$W = G_{\text{sou}} \left( 1 - \frac{X_{\text{sou}}}{X_{\text{oxup}}} \right) = \frac{20000}{3600} \left( 1 - \frac{15}{25} \right) = 2,22 \text{kg} / \text{c}$$

$R_{o,r} = 0,5$  at da solishtirma bug' hosil bo'lish issiqligi  $z = 230710^3 \text{J}/\text{kg}$  (LVII jadvaldan)

Suvli bug'latish uchun issiqlik sarfi

$$Q_{aa} = W_z = 2,22 * 2307 * 10^3 = 5120000 \text{Bm}$$

5% li yo'qotishlarni hisobga olgan holda umumiy issiqlik sarfi

$$Q = 1,05(Q_{uu} + Q_{oy}) = 1,05(247000 + 5120000) = 5650000 \text{Bm}$$

Bug'latish apparatining qizdirilish sirtini

$$F = \frac{V}{n \Delta t_{yp}} \text{ tenglamadan topamiz}$$

$$\text{Bunda } \Delta t_{o,r} = t_{g,p} - t_{qay} = 108,7 - 87,5 = 21,2\text{S} = 21,7\text{K}$$

$$\text{Bunda } t_{g,p} = 108,7^{\circ}\text{S} - R = 1,4 \text{at da (LVII jadvaldan)}$$

Bug'ning qaynash temperaturasi

$$F = \frac{5650000}{1000 * 21,2} = 266 M^2$$

Katalogdan hisoblashlardagiga nisbatan sirti 15-20% bo'lgan bug'latish apparati tanalanadi. Qizdiruvchi bug' sarfini tenglamadan topamiz.

$$G_{z.n} = \frac{\dot{Q}}{Z_r * n^x} = \frac{5650000}{2237 * 10^3 * 0,95} = 2,66 \kappa z / c$$

Bunda  $Z_{g.p.} = 2237 * 10^3 J/kg$  -  $R = 1,4$  at.da (LVII jadvaldan) qizdiruvchi bug'ning solishtirma kondensatlanish issiqligi,  $X = 0,95$  - qizdiruvchi bug' tarkibidagi bug' miqdori (quruqlik darajasi)

Qizdiruvchi bug'ning solishtirma sarfi

$$d = \frac{G_{z.n}}{W} = \frac{2,66}{2,22} = 1,2 \kappa z / \kappa z * cy\beta$$

### *Mustaqil echish uchun masalalar*

**1-masala.** 1000g suvga 2,5 mol soda to'g'ri keladigan 4,2 t soda eritmasini 30<sup>0</sup>S dan 15<sup>0</sup>S gacha sovutilganda necha kg kristallar ajralib chiqishini xisoblang. Soda 10 mol suv hosil qilib kristallanadi.

**2-masala.** 40%li qaynoq holdagi kaliy selitra eritmasi konsentratsiyasi dastlabki eritmaga nisbatan ikki marta kam bo'lishi uchun uni sovutganadan va kristallar ajralib chiqishidan keyin necha gadusgacha sovutish kerak?

**3-masala.** Tarkibida 1000gr suvga 2,5 mol soda bo'lgan 4,2 g soda eritmasini 30<sup>0</sup>S dan 15<sup>0</sup>S gacha sovutishda necha kilogramm kristallar ajralib chiqadi?

Soda 10 molekula suv hosil qilib kristallanadi.

**4-masala.** 100g suvga 7,0 mol ammoniy sulfat to'g'ri keladigan eritmani 10 000 kg/soat unumdorlik bilan 85 dan 35<sup>0</sup>S gacha sovutishda qarama-qarshi oqimli kristallizatorning kerakli sovutish yuzasini aniqlang. Bug'latishda suv (dastlabki eritmaning 5% ni tashkil etadi) bug'lanib ketadi. Issiqlik

o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $127 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ga teng. Sovutuvchi suv 13 dan  $24^{\circ}\text{S}$  gacha qizdiriladi. Uning sarfini ham aniqlang.

## **ISITISH, SUYUQLIKLARNI SOVUTISH VA BUG'NI KONDENSATSIYALANISHI.**

### *Hisoblash formulalari va asosiy bog'liqlar*

1. Ikki izotermik va ikki izoentropik jarayonlarda tashkil topgan Karnonning sovitishssikli uchun koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_k = \frac{Q_0}{L} = \frac{Q_0}{L_k - L_D} = \frac{Q_0}{Q - Q_0} = \frac{T_0}{T - T_0} \quad (9.1)$$

$Q_0$ - sovitgichning  $T_0$  sovitilayotgan muhitdan olgan issiqlik miqdori sarfi, Vt;

$Q$ - sovitgichdan  $T$  temperaturada suvga berayotgan issiqlik miqdori sarfi, Vt;  $L_k$ - kompressorda ishchi muhit bug'ini siqish paytida sarflangan nazariy quvvati, Vt;

$L_D$ -detanderda sovitgichni izoentropik kengayishi paytida olayotgan quvvat miqdori, Vt;

$$L = L_k - L_D = Q - Q_0 \quad (9.2)$$

$Q_0$ -siklda sarflanayotgan nazariy quvvat, Vt.

Yuqorida keltirilgan (1) formuladan ko'rinib turibdiki, nazariy jihatdan  $\varepsilon$  faqat  $T$  va  $T_0$  temperatura qiymatlariga bog'likdir, lekin sovitgichning fizik-kimyoviy xossalariga bog'liq emas.

Xaqiqiy namssikli bug' kompression sovutish qurilmasi uchun sovitish koeffitsienti quyidagicha topiladi.

$$\varepsilon_k = \frac{Q_0}{L} = \frac{Q_0}{L_k - L_D} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_3}{i_2 - i_1} \quad (9.3)$$

$L$ -sovituvchi agentni kompressorda siqish paytida sarflanayotgan quvvat, Vt;  $i_1, i_2, i_3, i_4$ -siklning 1,2,3,4 nuqtalaridagi sovituvchi agentning entalpiyasi.

Quruqssikli bir bosqichli bug' kompression sovutish qurilmasi uchun. (1 rasm)

A) suyuq sovituvchi agentni o'ta sovitilmagan (1-2-3-4) xol uchun

$$\varepsilon_k = \frac{Q_0}{L} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} \quad (9.4)$$

b) suyuq sovituvchi agentni o'ta sovitilmagan (1-2-3-4-5-6) holi uchun

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{i_1 - i_0}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_5}{i_2 - i_1} \quad (9.5)$$

$\varepsilon$  - sovitish koeffitsienti;

$Q_0 = G \cdot (i_1 - i_5)$  - sovuq ishlab chiqarish qobiliyati, Vt;

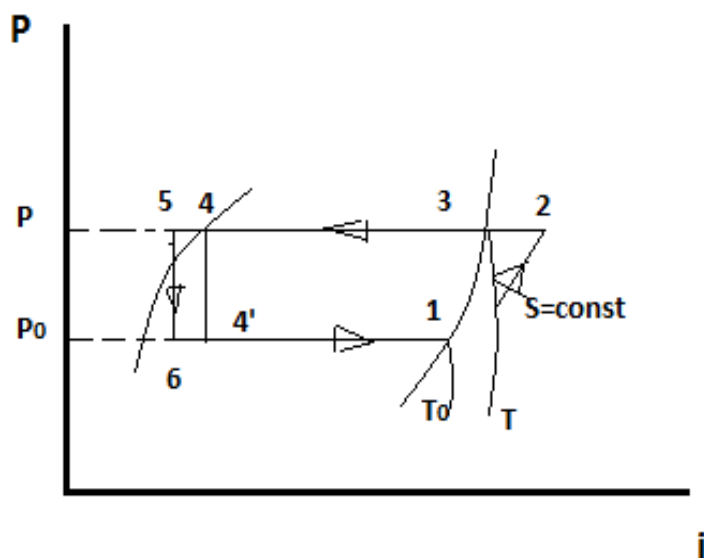
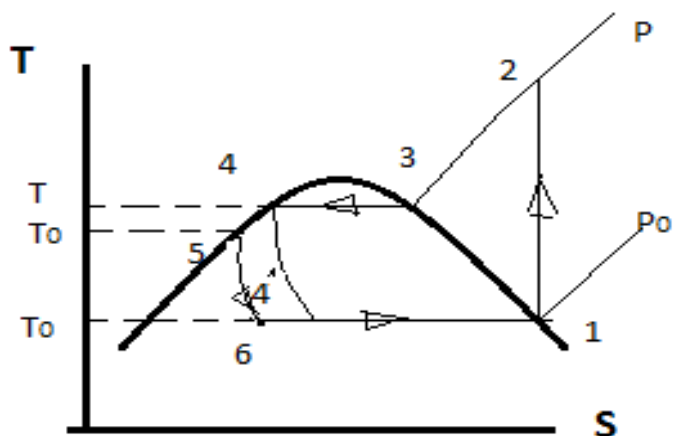
$L = Q - Q_0 = G \cdot (i_2 - i_1)$  - kompressor sarflayotgan nazariy quvvat Vt;

$Q = G(i_2 - i_5)$  – kondensatordagi suvga sovituvchi agentdan berilayotgan issiqlik sarfi, kg/s;

$i_1, i_2, \dots$  - sovituvchi agentning tegishli nuqtalardagi solishtirma entalpiyalari, J/kg.

2. rasmda quruq, bir pogʻanalni kompression qurilmaning quruqssikli r - i koordinatlarda tasvirlangan.

1-rasm. Quruqssikl



## 2-rasm. R-i koordinatolarda quruqssikl tasviri

3. Kompression sovitish qurilmasining xaqiqiy qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N = \frac{L}{1000 \cdot \eta} \quad (9.6)$$

Bu erda  $\eta$ - umumiy foydali ish koefitsienti va u pastda keltirilgan tenglikdan topiladi:

$$\eta = \eta_i \cdot \eta_{mex} \cdot \eta_{uz} \cdot \eta_{dv} \quad (9.7)$$

$\eta_i$  – kompressorning indikator f.i.k;

$\eta_{mex}$ - kompressorning mexanik f.i.k. ishqalanishiga sarflanayotgan yo‘qotilishni xisobga oladi ;

$\eta_{uz}$ - uzatish mexanizmi f.i.k.;

$\eta_{dv}$ - kompressor elektrodvigatelning f.i.k.;

Taxminiy xisoblashlar uchun  $\eta_{mex}=0,8-0,9$ ,  $\eta_{uz}=\eta_{dv}=0,95$ .

4. Kompressorning sovuklik ishlab chikarish kobilyati  $Q$  (Vt) ushbu formuladan xisoblab chikariladi:

$$Q_p = \lambda \cdot V \cdot \zeta \cdot q_v \quad (9.8)$$

$\lambda$ = kompressorning uzatish koefitsenti ;

$q_v$ - sovutuvchi agentning xajmiy sovuklik ishlab chikarish koefitsenti

$$q_1 = \rho_1 \cdot (i_1 \cdot i_5) \quad (9.9)$$

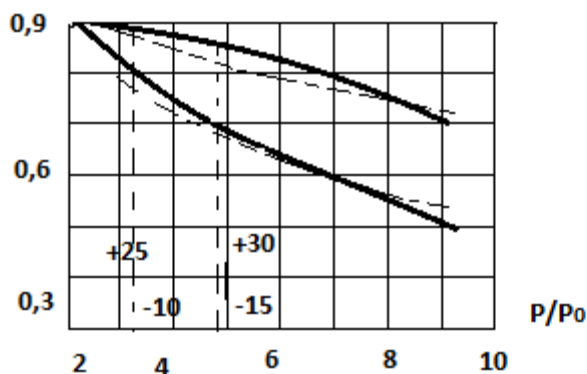
formula yordamida aniklanadi.

$i_1$  va  $i_5$ - buglatgichga kirish va chikish paytida sovutuvchi agentning solishtirma entalpiyalari, J/kg;

$\rho_1$ - kompressor surib olayotgan bug zichligi , kg/m<sup>2</sup>.

5. Kompressorning sovuq ishlab chikarish qobilyati  $Q_0$  (aylanish soni  $n=\text{const}$ ) ni boshka  $Q_0$  sharoit uchun ushbu formuladan foydalaniladi:

$$\frac{Q_0}{Q_0} = \frac{q_0}{q_0} = \frac{\lambda}{\lambda} \quad (9.10)$$



Bugʻlanish temperaturasi –  $10^0$  S kondensatsiyalanish temperaturasi – 25 S, oʻta sovutilgan suyuq agentning temperaturasi –  $15^0$  S parametrlar bir bosqichli bugʻ kompressorli sovutish qurilmalari uchun normal ish sharoiti deb xisoblanadi.

6. Ideal suyultirish jarayonida, 1 kg gazni suyultirish uchun sarflanadigan minimal ish

$$L_{\min} = T_1 * (S_1 - S_0) * (i_1 - i_0) \quad (9.11)$$

Bu erda,  $T_1$ ,  $S_1$  va  $i_1$  – gazning boshlangʻich (1 nuqta) xolotdagi temperaturasi, solishtirma entropiyasi va entalpiyalari:

$S_0$   $i_0$  – 0 nuqtadagi suyuqlikning solishtirma entropiya va entalpiyalari.

Ideal suyultirish jarayoni hayotda amalga oshirib boʻlmaganiga qaramasdan  $L_{\min}$  ni aniqlash katta ahamiyatiga ega chunki ideal sharoitdagi  $L_{\min}$  real ssikllar uchun olingan  $L_{\min}$  aniqlashda masshtab vazifasini oʻtadi.

7. Sovuqlikning yoʻqotilishi ushbu formula yordamida hisoblanadi:

$$q_{\text{uyk}} = q_{\text{pb}} + q_{\text{amm}} \quad (9.10)$$

8. Rekipiratsiya boʻlmaganligi sababli sovuqlikni yoʻqotilishi ushbu formuladan topiladi.

$$q_{\text{rb}} = c_p * \Delta t \quad (9.11)$$

Bu erda,  $S_r$  – gazning issiqlik almashinish qurilmasidan chiqqan paytdagi temperaturaga mos solishtirma issiqlik sigʻimi  $J/(kg * K)$

### Namunaviy masalalar echish

**1-masala.** Ichki diametri 53 mm, uzunligi 3 m bo'lgan quvurda benzol qizdirilmoqda. Quvur devori temperaturasi  $70^{\circ}\text{S}$ , benzolning tezligi 0,1 m/s. Benzolning o'rtacha temperaturasi  $40^{\circ}\text{S}$ . Benzolning issiqlik berish koeffitsientini aniqlang.

**Echish.** Reynol'ds mezonini aniqlang.

$$\text{Re} = \frac{\omega d \rho}{\mu} = \frac{1,1 * 0,053 * 858}{0,49 * 10^{-3}} = 9300$$

Bu erda,  $\mu = 0,49 * 10^{-3} \text{ Pa} * \text{c}$   $-40^{\circ}\text{S}$  da benzolning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti;

$$\rho = 858 \text{ kg} / \text{m}^3 - 40^{\circ}\text{S} \text{ da benzolning zichligi.}$$

Reynol'ds mezoni  $\text{Re} = 9300$  ga teng bo'lib u o'tish sohasiga mos keladi.

$\text{Re} = 9,3 * 10^3$  da grafik bo'yicha uning qiymatini aniqlaymiz.

$$\frac{\text{Nu}}{\text{Pr}^{0,43} \left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_{\text{dev}}} \right)^{0,25}} = 30,9$$

Bu erda,  $\text{Pr} = 7,4$  va  $\text{Pr}_{\text{dev}} = 6,6$  lar benzol uchun  $40$  va  $70^{\circ}\text{S}$  dagi Prandtl mezoni qiymatlari. Son qiymatlarini qo'ygach

$$\text{Nu} = 30,9 * 7,4^{0,43} \left( \frac{7,4}{6,6} \right)^{0,25} = 75,2 \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Benzol uchun issiqlik berish koeffitsienti

$$\alpha = \frac{\text{Nu} \lambda}{d} = \frac{75,2 * 0,15}{0,053} = 215 \text{ Bm} / (\text{m}^2 * \text{K})$$

$\lambda = 0,15 \text{ Bm} / (\text{m} * \text{K})$  - benzolning  $40^{\circ}\text{S}$  issiqlik o'tkazuvchanligi.

Nusselt mezoni qiymatini topamiz

$$Nu = 0,008 Re^{0,9} Pr^{0,43} = 0,008 * 9300^{0,9} * 7,4^{0,43} = 70,3$$

$$\alpha = \frac{Nu\lambda}{d} = \frac{70,3 * 0,13 * 1,16}{0,053} = 200 \text{ Bm} / (\text{m}^2 * \text{K})$$

**2-masala.** 1400 kg toluol 105<sup>0</sup>S temperaturada zmeevik bilan jixozlangan idishga yuklangan bo'lib u orqali sovutish suvi o'tkaziladi. Zmeevikning sirt yuzasi 3,2m<sup>2</sup>. Suv zmeevikga 13<sup>0</sup>S temperaturada beriladi. Agar issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini o'zgarmas va 255 Vt/(m<sup>2</sup>K) ga teng bo'lsa, toluolning 25<sup>0</sup>S gacha sovutish uchun qancha vaqt kerakligini hisoblang hamda suv sarfini aniqlang.

**Echish.** Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$t_{1n}=105^0\text{S}$ ;  $t_{1k}=25^0\text{S}$ ;  $t_{2n}=13^0\text{S}$ ;  $t_{2k}=18^0\text{S}$  deb qabul qilamiz va butun sovutish jarayoni uchun o'zgarmas kattalik A ning qiymatini aniqlaymiz.

$$A = \frac{t_{1k} - t_{2H}}{t_{1k} - t_{2k}} = \frac{25 - 13}{2 - 18} = 1,715$$

Quyidagi tenglamadan  $\frac{KF}{W_2} = 2,31g A$

Bunda,  $W_2 = G_B C_B$  orqali suv sarfini aniqlaymiz:

$$G_B = \frac{KF}{2,31g A c_B} = \frac{255 * 3,2}{2,31g 1,715 * 4190} = 0,362 \text{ k}z / c, 1300 \text{ k}z / c$$

Sovutish davomiyligi  $\tau$  ni topamiz.

$$\tau = \frac{W_1}{W_2} 2,31g \frac{t_{1k} - t_{2H}}{t_{1H} - t_{2H}} \frac{A}{A-1} = - \frac{1400 * 1,8 * 10^3}{0,362 * 4190}$$

$$2,31g \frac{25 - 13}{105 - 13} \frac{1,715}{0,715} = 8,09 * 10^3 \text{ c} \text{ëku} 2,25 \text{ coam}$$

Bunda,  $W_2 = G_m C_m = 1400 * 1,8 * 10^3 \text{ K} / \text{K}$



$c_T = 1,8 \cdot 10^3 \text{ Ж} / \kappa\text{z} \cdot K$  -toluolning  $65^0\text{S}$  solishtirma issiqlik sig'imi.

### ***Mustaqil echish uchun masalalar***

1. Diametri  $60 \cdot 3\text{mm}$  bo'lgan po'lat-quvur qalinligi  $30\text{ mm}$  qatlam bilan va uning ustidan sovelit "85 magneziya+15% asbest" bilan qoplangan. Bu qatlam qalinligi  $40\text{ mm}$ . Quvur devori temperaturasi  $-110^0\text{S}$ , izolyasiyaning tashqi sirti temperaturasi esa  $10^0\text{S}$ .  $1\text{ m}$  uzunlikdagi quvurda  $1\text{ soat}$  davomida yo'qotilgan sovuqlikni hisoblang.

2. Agar qizdiruvchi bug' sarfi  $2,5\text{ soat}$  davomida  $200\text{ kg}$ , apparatni qizdirish uchun atrof-muhitga yo'qotilgan issiqlikning yo'qolishi o'rtacha  $2030\text{ Vt}$  ga teng bo'lsa,  $2\text{ t}$  kal'siy xlorid eritmasini bug' bilan necha gradusga qizdirish kerakligini aniqlang. Eritmaning boshlang'ich tempreturasi  $10^0\text{S}$ , eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi  $2,5 \cdot 10^3\text{J}/(\text{kg} \cdot K)$  ga teng.

3. Diametri  $51 \cdot 2,5\text{ mm}$  va uzunligi  $50\text{ m}$  bo'lgan gorizontal quvur orqali  $R_{\text{abs}}=4\text{ at.bosim}$  ostida to'yingan bug' o'tmoqda. Izolyasiyalanmagan quvurda sutka davomida ajralib chiqqan kondensat miqdorini aniqlang. ssexdagi havo temperaturasi  $15^0\text{S}$ .

## ***11-AMALIY MASHG'ULOT: MASSA ALMASHINISH JARAYONLARI.***

### ***Asosiy bog'liqliklar va hisoblash formulalari***

1. Suyuqlik-gaz(bug') ikki komponentli sistemasida tarkibni ifodalash usullari jadvalda ko'rsatilgan.

t/r	<b><i>Konsentratsiya</i></b>	<b><i>A komponent konsentratsiyasining belgilanishi</i></b>	
1	Molli ulushi, $\frac{\kappa\text{mol}A}{\kappa\text{mol}(A+B)}$	X	U
2	Massaviy ulush, $\frac{\kappa\text{z}A}{\kappa\text{z}(A+B)}$	$\bar{X}$	$\bar{y}$

3	Nisbiy mol konsentratsiya (ulushi) $\frac{\kappa_{\text{мол}}A}{\kappa_{\text{мол}}B}$	X	U
4	Nisbiy massaviy konsentratsiya $\frac{\kappa_{\text{г}}A}{\kappa_{\text{г}}B}$	$\bar{X}$	$\bar{Y}$
5	Xajmiy moli konsentratsiya, $\frac{\kappa_{\text{мол}}A}{\text{м}^3(A+B)}$	$S_x$	$S_u$
6	Xajmiy massaviy konsentratsiya, $\frac{\kappa_{\text{г}}A}{\text{м}^3(A+B)}$	$\bar{C}_x$	$\bar{C}_y$

2. Gaz fazadagi komponent konsentratsiyasi parsial bosim orkali ifodalanadi..Klapeyron va Dalton tenglamalari asosida ixtiyoriy komponentning moli (xajmiy) ulushi.

$$y = \frac{P}{\Pi} \quad (10.1) \text{ ga teng.}$$

Bunda, R- gaz aralashmasi komponentlarining parsial bosimi;

$$P = R_A + R_V + R_S + \dots - \text{gazlar aralashmasining umumiy bosimi.}$$

3. Massa uzatish jarayonining harakatlantiruvchi kuchini ifodalashning ikki xil usuliga asosan, massa uzatish tenglamasini xam, issiqlik uzatish tenglamasi kabi ikki xil ko‘rinishda ifodalash mumkin.

$$M = K_y \Delta Y_{cp} F \quad \text{va} \quad M = K_x \Delta X_{cp} F \quad (10.2)$$

Bunda, M- bir fazadan ikkinchi fazaga o‘tuvchi komponentning sarfi, kmol/S;

F-massa uzatish sirti yuzasi, m<sup>2</sup>;

K<sub>y</sub>-gaz fazadagi komponentning moli ulushi orqali ifodalangan harakatlantiruvchi kuch ΔY ga nisbatan olingan massa uzatish koeffitsienti, kmol/(m<sup>2</sup>\*s);

K<sub>x</sub>-suyuq fazadagi komponentning moli ulushi orqali ifodalangan harakatlantiruvchi kuch ΔX ga nisbatan olingan massa uzatish koeffitsienti.

4. Massa uzatish koeffitsienti  $K_u$  va  $K_x$  larning fazaviy massa berish koeffitsientlari  $\beta_y$  va  $\beta_x$  lar orasida quyidagi bog‘liqliklar bor:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} \quad (10.3)$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{m\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} \quad (10.4)$$

Bunda, m-muvozanat chizig‘ining og‘ish burchagi tangensi bu tenglamalarning maxrajlarini gaz va suyuq fazalar qarshiliklari yig‘indisiga teng bo‘lgan umumiy diffuziyali qarshiliklarni tashkil etadi.

Asosiy diffuziyali qarshilik gaz fazada yig‘ilgan bo‘lsa, ya’ni

$$\frac{m}{\beta_x} \ll \frac{1}{\beta_y} \quad K_y \approx \beta_y \quad (10.5)$$

Asosiy diffuziyali qarshilik suyuq fazada yig‘ilgan bo‘lsa, ya’ni

$$\frac{1}{m\beta_x} \ll \frac{1}{\beta_y}; \quad (10.6)$$

(1) va (2) tenglamalardan

$$K_y = \frac{K_x}{m} \quad (10.7)$$

5. Turg‘un massa berish jarayonining asosiy diffuziyali mezonlari

*Nuseltning diffuziyali mezoni:*

$$Nu^1 = \frac{\beta \ell}{D}; \quad (10.8)$$

*Peklening diffuziyali mezoni:*

$$Pe^1 = \frac{\omega \ell}{D} \quad (10.9)$$

**Prandtlning diffuziyali mezoni:**

$$Pr^1 = \frac{Pe^1}{Re} = \frac{\nu}{D} \quad (10.10)$$

Bunda,  $\beta$  - massa berish koeffitsienti, m/s;

$\ell$  -xarakterli chiziqlo'cham,m;

D-molekulyar diffuziya koeffitsienti, m<sup>2</sup>/s;

$\omega$  - gaz yoki suyuqlikning tezligi, m/s;

$V$  - kinematik qovushqoqlik koeffitsieti, m/s.

6.Suyuqlikning diffuziyalanish koeffitsienti  $D_j$  ni 20<sup>0</sup>S da quyidagi taxminiy formula bilan aniqlash mumkin.

$$D_{oc} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{AB\sqrt{\mu}(V_A^{1/2} + V_B^{1/2})^2} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (10.11)$$

Bunda,  $D_j$ - diffuziyalanish koeffitsienti, m<sup>2</sup>/s;

$\mu$  - suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, mPa\*s;

$V_A^{1/2}$  va  $V_B^{1/2}$ -erigan modda va erituvchining molli xajmlari;

$M_A$  va  $M_V$  - erigan modda va erituvchining mol massalari;

A va V - erigan modda va erituvchiga xossalriga bog'liq koeffitsientlar;

Gazning suyuqlikda diffuziyalanish koeffitsienti  $D_t$ \*20<sup>0</sup>C dagi diffuziyalanish koeffitsienti  $D_{20}$  ga bog'liq:

$$D_t = D_{20}[1 + \epsilon(t - 20)] \quad (10.12)$$

Bunda,temperatura koeffitsienti  $\epsilon$  quyidagi formuladan topiladi:

$$\epsilon = \frac{0,2\sqrt{\mu}}{\sqrt[3]{\rho}} \quad (10.13)$$

Bunda,  $\mu$  -suyuqlikning 20<sup>0</sup>Cdagi dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, mPa\*s;

$\rho$  - suyuqlikning zichligi, kg/m<sup>3</sup>;

Suyultirilgan eritmalarda diffuziyalanish koeffitsienti quyidagi formuladan xisoblanadi:

$$D_{\text{жс}} = 7,4 * 10^{-12} \frac{(BM)^{\frac{1}{2}} T}{\mu V^{0,6}}; \quad (10.14)$$

Bunda,  $D_j$ -diffuziyalanish koeffitsienti,  $m^2/s$ ;

V-diffuziyalangan moddaning molli xajmi;

M-erituvchining mol massasi;

T-temperatura, K;

$\mu$  - erituvchining dinamik qovushqoqlik koeffitsienti,  $mPa*s$ ;

$\beta$  - erituvchi molekularining assotsialanishini hisobga olish koeffitsienti.

### *Namunaviy masalalar echish.*

**1-masala.** Suyuq aralashma 58,8 % toluol va 41,2 % uglerod tetraxloriddan iborat. Toluolning nisbiy molyar massasini  $\bar{X}$  ni va uning xajmiy massaviy konsentratsiyasi  $\bar{C}_x$  ni ( $kg/m^3$  larda) aniqlang.

**Echish.** Toluolning nisbiy massaviy konsentratsiyasi:

$$\bar{X} = \frac{M_{\text{mol}} X}{M_{\text{u.x.y.}} (1-x)}$$

Bunda,  $M_{\text{tol.}}$ -toluolning mol massasi, ( $92 \text{ kg/kmol}$ )

$M_{\text{ch.x.u.}}$ -uglerod tetraxloridning mol massasi, ( $154 \text{ kg/kmol}$ );

X-toluolning moli ulushi.

$$\text{Bundan } \bar{X} = \frac{92 * 0,588}{154 * 0,412} = 0,853 \frac{\text{kg} * \text{toluol}}{\text{kg} * \text{u.x.y.}}$$

**Xajmiy.** Toluolning xajmiy massaviy konsentratsiyasi  $\bar{C}$  ni topish uchun aralashma zichligi  $\rho$  ni topish kerak. Zichlikni topish uchun oldindan toluolning massaviy ulushi  $\bar{X}$  ni topmiz. 6-2 jadvaldan.

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}}{1 + \bar{X}} = \frac{0,853}{1,853} = 0,461$$

Shundan so'ng III jadvaldan toluol zichligi  $\rho_{\text{mol}} = 1630 \text{ kg}/\text{m}^3$  ekanligini topamiz.

Aralashtirishda xajm o'zgarishi sodir bo'lmaydi, deb xisoblab, 1 kg aralashmaning xajmini aniqlaymiz.

$$\frac{0,461}{870} + \frac{0,539}{1630} = 0,862 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3;$$

Bundan aralashma zichligi

$$\rho = \frac{1}{0,862 \cdot 10^{-2}} = 1160 \text{ kg} / \text{m}^3;$$

Toluolning xajmiy massaviy konsentratsiyasi:

$$\overline{C}_x = \rho_x = 1160 \cdot 0,461 = 535 \text{ kg} / \text{m}^3$$

**2-masala.**  $R_{\text{abs}}=3,1$ at. Bosim ostida ishlovchi massa almashinish apparatida massa berish koeffitsientlari quyidagi qiymatlarga ega:

$$\beta_y = 1,07 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 4(\Delta y = 1)} \quad \beta_x = 22 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 4(\Delta x = 1)}$$

Gaz va suyuq fazalarning muvozanatli tarkibi Genri qonuni bilan xarakterlanadi ( $R^* = 0,08 \cdot 10^6 \text{ x}$ ).

Quyidagilarni aniqlang:

A) massa uzatish koeffitsientlari  $K_u$  va  $K_x$  larni;

B) suyuq faza diffuzion qarshiligining gaz faza diffuziya qarshiligini necha marta farq qilishini aniqlang.

**Echish.** Muvozanat tenglamasini  $u^* = mx$  ko'rinishiga keltiramiz:

$$y^* = \frac{P^*}{\Pi} = \frac{0,08 \cdot 10^6}{3,1 \cdot 7,35} X = 35,1x$$

Massa uzatish koeffitsientini topamiz.

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} = \frac{1}{\frac{1}{1,07} + \frac{35,1}{22}} = \frac{1}{0,935 + 1,595} = 0,396 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 4(\Delta Y = 1)};$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{m\beta_x} + \frac{1}{\beta_x}} = \frac{1}{\frac{1}{35*1,07} + \frac{1}{22}} = \frac{1}{0,0266+0,0455} = 13,9 \frac{\kappa\text{MOL}}{\text{M}^3 4(\Delta X = 1)};$$

**Tekshirish:**

$$\frac{K_x}{K_y} = \frac{13,9}{0,396} = 35,1 = m$$

Harakatlantiruvchi kuch  $\Delta y$  bo'lganda suyuq va gaz fazalarning diffuzion qarshiliklari nisbati

$$\frac{m}{\beta_x} - \frac{1}{\beta_y} = \frac{1,595}{0,935} = 1,71$$

Harakatlantiruvchi kuch  $\Delta X$  bo'lganda xam nisbati shunday bo'ladi.

Suyuq fazaning diffuzion qarshiligi gaz fazanikidan 1,71 marta kattadir.

**3-masala.** Atmosfera bosim ostida oltingugurt (IV)-oksidining inert gaz (azot)dan atmosfera bosimi ostida yutilishini nasadkali adsorberdagi gazli fazalar uchun massa berish koeffitsientini aniqlang. Absorber temperaturasi  $20^0\text{S}$ , u plyonkali rejimda ishlaydi. Absorberdagi gaz tezligi (fiktiv)  $0,35\text{m/s}$ . Absorber koks donachalari bilan to'ldirilgan ( $\sigma = 42\text{M}^2/\text{M}^3$ ;  $V_{\text{sv}} = 0,58\text{m}^3/\text{m}^3$ )

**Echish.**  $Nu_r^1 = 0,407\text{Re}_r^{0,655} * (\text{Pr}^1)^{0,33}$  tenglamada

$$\text{Re}_r = \frac{4\omega\rho_r}{\sigma\mu_r} = \frac{4*0,35*1,16}{42*0,0175*10^{-3}} = 2210$$

$$\rho_r = \frac{28*273}{22,4*293} = 1,16\kappa\text{Z}/\text{M}^3;$$

$$\mu_r = 0,0175*10^{-3} \text{Па} * c$$

Diffuziya koeffitsientini  $D_r$  havodagi kabi deb qabul qilsak.

$$D_r = 10,3*10^{-6} \left(\frac{293}{273}\right)^{1,5} = 11,45*10^{-6} \text{M}^2/c \text{ (XLII-jadval)}$$

$$\text{Pr}^1 = \frac{\mu_r}{\rho_r D_r} = \frac{0,0175*10^{-3}}{1,16*11,45*10^{-6}} = 1,32$$

**Nuseltning diffuziyali mezoni:**

$$Nu_r^1 = \frac{\beta_r d_3}{D_r} = 0,407 * 2210^{0,655} * 1,32^{0,33} = 69$$

**Ekivalent diametri:**

$$D_{\vartheta} = \frac{4Vc_6}{\sigma} = \frac{4 * 0,58}{42} 0,055m$$

**Massa berish koeffitsienti**

$$\beta_r = \frac{Nu_r^1 D_r}{d_3} = \frac{69 * 11,45 * 10^{-6}}{0,055} = 144 * 10^{-40m/c}$$

**4-masala.** Vodorod sulʼfidning 40<sup>0</sup>S li suvdagi diffuziyalanish koeffitsientini xisoblang.

**Echish.** Dastlab 20<sup>0</sup>S dagi diffuziyalanish koeffitsientini topamiz.

$$D_{20} = \frac{1 * 10^{-6}}{AB \sqrt{\mu} (V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}$$

Vodorod sulʼfid uchun

Suv uchun

$$A=1$$

$$V=4,7$$

$$V_A=2*3,7+25,6=33,0$$

$$\mu = 1c\Pi = 1m\Pi a * c$$

$$M_A=34$$

$$V_B=2*3,7+7,4=14,8$$

$$M_V=18$$

Olingan maʼlumotlarni formulaga qoʻysak

$$D_{20} = \frac{1 * 10^{-6}}{4,7 * 1(14,8^{1/3} + 33^{1/3})^2} \sqrt{\frac{1}{18} + \frac{1}{34}} = 1,93 * 10^{-9} m^2 / c$$

Temperatura koeffitsienti v ni xisoblaymiz:

$$\epsilon = \frac{0,2 \sqrt{\mu}}{\sqrt[3]{\rho}} = \frac{0,2 \sqrt{1}}{\sqrt[3]{1000}} = 0,02$$

Diffuziya koeffitsientini topamiz:

$$D_{40} = 1,93 * 10^{-9} [1 + 0,02(40 - 20)] = 2,7 * 10^{-9} m^2 / c$$

Taqqoslash uchun 40<sup>0</sup>S da vodorod sulʼfidning suvga diffuziyalanish koeffitsientini xisoblaymiz:



$$D_{40} = \frac{7,4 \cdot 10^{-12} (2,6 \cdot 18)^{0,5} \cdot 313}{0,656 \cdot 330,6} = \frac{7,4 \cdot 10^{-12} \cdot 6,83 \cdot 313}{0,656 \cdot 8,15} = 2,96 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 / \text{c};$$

Bunda 0,656sP- suvning 40<sup>0</sup>S dagi dinamik qovushqoqlik koeffitsienti.

### *Mustaqil echish uchun masalalar*

**1-masala.** Ikkita teng xajmli benzol va nitrobenzol aralashtirildi. Suyuq aralashma xajmini komponentlar xajmiga teng deb xisoblab, aralashma zichligini, nitrobenzolning nisbiy massaviy konsentratsiyasi  $\bar{X}$  ni va uning xajmiy mol konsentratsiyasi  $S_x$ ni toping.

**2-masala.** Suyuq faza tarkibida 20% xloroform, 40% atsetilen, 40% uglerod sulʼfid bor. Protsentlar molli aralashtirilganda xajmini oʻzgarmas deb xisoblab, aralashma zichligini aniqlang.

**3-masala.** Atmosfera bosimi ostida quyidagilarning molekulyar diffuziyalanish koeffitsientini aniqlang.

A) 100<sup>0</sup>S temperaturada benzol bugʻining toluol bugʻidagi;

B) 92<sup>0</sup>S da etil spirti bugʻining suv bugʻidagi.

**4-masala.**  $\beta_y = 2,76 \cdot 10^{-3} \text{ kmol} / (\text{m}^2 \cdot 4 \cdot \text{kPa}),$   $\beta_x = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ m} / \text{c}$

qiymatlarda suv bilan sugʻorib turiladigan absorberning massa uzatish koeffitsientini aniqlang. Apparatdagi bosim  $R_{\text{abs}}=1,07$  at. Muvozanat chizigʻining molli ulushlardagi tenglamasi:  $U^*=1,02x$ .

**5-masala.** Nasadkali absorberdagi suyuq fazaga 20<sup>0</sup>S temperaturada uglerod (IV)-oksidi yuttirilayotgan boʻlsa, massa berish koeffitsientini aniqlang. Yuvish zichligi  $60 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{soat})$ . Nasadka oʻlchamlari 35x35x4 mm li keramik xalqalardan iborat. Nasadkalarining namlanish koeffitsienti  $\varphi=0,86$  ga teng.

### **REKTIFIKATSIYA VA HAYDASH**

#### *Asosiy bogʻliqliklar va hisoblash formulalari*

Bu bobda haydash va rektifikatsiyalash yo‘li bilan binar ( ikki komponentli) sistemalarni ajratish ko‘rib chiqiladi. Fazalar qoidasiga ko‘ra ikki fazali ikki komponentli sistema ikkita erkinlik darajasiga ega bo‘ladi.

### 1.Oddiy haydash tenglamasi

$$\ln \frac{F}{W} = \int_{x_W}^{x_F} \frac{dx}{y^* X} \quad (11.1)$$

Bunda, F – haydalayotgan aralashmaning boshlang‘ich miqdori;

W-haydashdan keyingi quyidagi suyuqlik qoldig‘i;

U\* va X- oson uchuvchan komponentning bug‘dagi va suyuqlikdagi muvozanatli konsentratsiyalari.

X<sub>F</sub>-boshlagich aralashmadagi oson uchuvchan komponent miqdori;

X<sub>W</sub>-xaydashdan keyin qoldiqdagi oson uchuvchan komponent.

Xaydalgan suyuqlikning o‘rtacha tarkibi

$$X_D = \frac{F_{X_F} - W_{X_W}}{F - W} \quad (11.2)$$

2. Suyuqlik suv bug‘i (yoki inert gaz bilan) xaydalaganda bug‘ sarfi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$G_v = G \frac{M_B (\Pi - P)}{MP\varphi} \quad (11.3)$$

Bunda, G<sub>v</sub>-xaydalayotgan suyuqlik bilan chiqib ketayotgan suv bug‘i miqdori, kg;

G-xaydalayotgan suyuqlik miqdori, kg;

M<sub>v</sub> va M- suv va haydalayotgan suyuqlikning mol massalari, kg;

R-haydash tiemperaturasida haydalayotgan suyuqlikning to‘yingan suv bug‘i;

P- bug‘lar aralashmasining umumiy bosimi;

φ -suv bug‘ining haydalayotgan modda bilan to‘liq to‘yinmaganligini hisobga olish koeffitsienti. Uning qiymati φ = 0,7 ÷ 0,8 deb odamiz.

### 3. Uzlüksiz ishlovchi rektifikatsiyalash kolonnasining moddiy balansi .

$$G_F = G_D + G_W \quad (11.4)$$

$$G_F X_F = G_D X_D + G_W X_W \quad (11.5)$$

Bunda,  $G_F$ ,  $G_D$ ,  $G_W$ , - ta'minlash distillash va kub qoldig'ining moli yoki massaviy sarflari;

$X_F$ ,  $X_D$ ,  $X_W$ , - ta'minlash distillash va kub qoldig'dagi oson uchuvchan komponentning moli yoki massali ulushlaridagi miqdori.

4. Uzlüksiz ishlovchi rektifikatsiyalash kolonnasining minimal flegma soni  $R_{\min}$ , muvozanat egri chizig'ida bukilish bo'lmaganda, quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$R_{\text{muH}} = \frac{X_O - Y_F^*}{Y_F^* - X_F} \quad (11.6)$$

Bunda,  $X_D$ - distillyatdagi oson uchuvchan komponentning moli ulushi;

$X_F$ -kolonnadagi dastlabki suyuqlikdagi oson uchuvchan komponentning moli ulushi;

$Y_F^*$  -ta'minlash suyuqligi bilan muvozanatda bo'lgan bug'dagi oson uchuvchan komponentning moli ulushi.

Flegmaning ishchi soni:

$$R = \varphi R_{\text{muH}} \quad (11.7)$$

Bunda,  $\varphi = 1$  - flegmaning ortiqchalik koeffitsienti.

Rektifikatsion kolonnalarni xisoblashda flegmaning ishchi soni quyidagi formuladan topiladi.

$$Q_k = G_F i_F = Q_D + G_D i_D + G_W i_w + Q_{\text{yuk}} \quad (11.8)$$

Bunda,  $Q_k$ - re,-,e-kub-bug'latgichdagi kondensatlanuvchi qizdirilayotgan bug'dan qaynovchi suyuqlik olishidagi issiqlik sarfi, VT;

$Q_D$ -deflegmatordagi kondensatlanuvchi bug'dan sovutuvchi suv tortib olishidagi issiqlik sarfi, VT;

$Q_{\text{yuk}}$ -atrof-muhitga kolonnadan yo'qotilayotgan issiqlik miqdori, Vt;

$G_F, G_D, G_W$ , -ta'minlash, distillash, kub-qoldig'ining massaviy sarflari, kg/s;

$i_F, i_D, i_W$  -ularning solishtirma sig'implari, J/kg;(9)

tenglamadan

$$Q_{\kappa} = Q_D + G_D C_D t_D + G_W C_W t_W - G_F C_F t_F + Q_{\text{uyk}} \quad (11.9)$$

Bunda,  $S_D, S_W, S_F$  - solishtirma issiqlik sig'implari, J/(kg\*K);

$t_D, t_W, t_F$  -ularning temperaturalari.

Deflegmatordagi sovutuvchi suvga berilayotgan issiqlik sarfi

$$Q_D = G_D(1+R)Z_D \quad (11.10)$$

Bunda, R-flegma soni;

$Z_D$  - deflegmatordagi bug'larning solishtirma kondensatlanish issiqligi, J/kg;

## 6. Tarekali rektifikatsiyalash kolonnasining diametri

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 * w}} \quad (11.11)$$

tenglamadan topiladi.

Bunda, V- kolonna bo'ylab o'tuvchi bug' sarfi, m<sup>3</sup>/s;

w- kolonnaning to'liq ko'ndalang kesimiga nisbatan olingan bug' tezligi, m/s;

Kolonnadagi bug'ning ruxsat etilgan optimal tezligi

$$w = C \sqrt{\frac{\rho_c - \rho_0}{\rho_0}} \quad (11.12)$$

formuladan topiladi.

Bunda, S-tarelka tuzilishi, ular orasidagi masofa, kolonnadagi ishchi bosim, kolonnaning suyuqlik bilan yuklanishiga bog'liq bo'lgan koeffitsientlik.

$\rho_c, \rho_0$  - suyuqlik va bug'ning zichsligi, kg/m<sup>3</sup>;

$$w = C \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_0}} \quad (11.13)$$

7. Tarelkasimon rektifikatsiyalash kolonnasining balandligini aniqlash(pastki va yuqorigi tarelkalar orasidagi masofa  $N_t$ ):

$$N_t = (n-1)h \quad (11.14)$$

Bunda,  $n$ - kolonnadagi tarelkalar soni;

$h$ -tarelkalar orasidagi masofa.

Kerakli tarelkalar soni  $n$  grafik yo'l bilan aniqlanadi. Taxminiy xisoblashlarda nazariy jixatdan kam asoslangan, lekin birmuncha oddiy usulda tarelkalar sonini xisoblash mumkin.

$$n = \frac{nT}{\eta} \quad (11.15)$$

Bunda,  $n_T$ -nazariy tarelkalar soni.

8. Aloxida tarelkaning boyitilish koeffitsienti( foydali ish koeffitsienti)deb

$$\eta_0 = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1^* - Y_2^*} \quad (11.16)$$

kattalikka aytiladi.

Bunda,  $U_1$ -bug' tarkibidagi oson uchuvchan komponentning(pastki tarelkaga tushuvchi) moli ulushi;

$U_2$ -tarelkadan chiquvchi bug' tarkibidagi oson uchuvchan komponentning molli ulushi;

$Y_1^*$ -tarelkadan oqib tushayotgan suyuqlik bilan muvozanatda bo'lgan bu- tarkibidagi komponentning molli ulushi.

9. Nasadkali kolonna diametri

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785w}} \quad (11.17)$$

formuladan topiladi.

Nasadkali rektifikatsiyalash kolonnasidagi bug'ning fiktiv (mavhum)tezligi

$$Re_r = 0,045Ar^{0,57} \left( \frac{G}{L} \right)^{0,43} \quad (11.18)$$

tenglamadan topiladi.

Kolonnaning plyonkali rejim da ishlashida nasadka balandligi  $N_V$  kolonnaning pastki va yuqorigi qismlari uchun alohida xisoblanadi.

$$N_n = \frac{G}{K_y S \tau \varphi} \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{y^* - y} = h_{Oy} n_{Oy} \quad (11.19)$$

Bunda,  $S$ - massa uzatish koeffitsienti,  $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \Delta y)$

$S = \frac{\pi D^2}{4}$  - kolonna ko'ndalang kesimi yuzasi,  $\text{m}^2$ ;

$K_u$ - massa uzatish koeffitsienti,  $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \Delta y)$ ;

$\tau$  - nasadkaning solishtirma sirti  $\text{m}^2/\text{m}^3$ ;

$\psi$  - nasadkaning namlanish koeffitsienti, o'lchamsiz.

$y^*$  - bug' tarkibidagi oson uchuvchan komponentning muvozanatli va ishchi konsentratsiyalari.

Nasadkali rektifikatsion kolonnalar uchun nasadkaning ekvivalent balandligi  $N_e$  quyidagi tenglamadan topiladi.

$$\frac{n_s}{d_s} = 5,2 \text{Re}^{0,2} \left( \frac{G}{L} \right)^{0,35} \left( \frac{\rho_c}{\rho_o} \right) \frac{\ln \frac{L}{mG}}{1 - m \frac{G}{L}} \quad (11.20)$$

Bunda,  $d_s = \frac{4V_{cg}}{\sigma}$  - nasadkaning ekvivalent diametri, m;

$$\text{Re}_n = \frac{4w\rho_o}{\sigma\mu_o}; \quad (11.21)$$

$\frac{G}{L}$  - bug' va suyuqlik oqimlari nisbati (kolonnaning yuqorigi qismida

$\frac{G}{L} = \frac{R+1}{R}$  ga . pastki qismida esa  $\frac{G}{L} = \frac{R+1}{R+F}$ );

$m$ -muvozanat chizig'ining og'ish burchagi tangensi.

Nasadka qatlami balandligi

$$N_n = h_{en_t} \text{ dan topiladi}$$

### *Namunaviy masalalar echish*

**1-masala.** Geksan va suvdan iborat aralashmadan tarkib topgan suyuqlikning 50<sup>0</sup>S da muvozanatli bug' fazasi tarkibini hisoblang. Ularni o'zaro birg'birida erimaydi deb hisoblang.

**Echish.** Geksan bug'ining 50<sup>0</sup>s dagi bosimi 400 mm .yusim. ust ga teng(XVII-rasm) . Suvning 50<sup>0</sup>C dagi bug' bosimi 92,5 mm sim. ust. Teng\_. Koponentlar to'la bir-birida erimasa, xar qaysi komponentning parsial bosimi R uning to'yingan bug' bosimi R ga teng.

Bug'lar aralashmasining umumiy bosim

$$\Pi = P_B + P_z = 400 + 92,5 = 492,5 \text{ мм.сум.у.с.м.}$$

Geksanning bug' fazadagi moli ulushini

$$Y_z = \frac{P_z}{\Pi} = \frac{400}{492,5} = 0,812 \text{ topamiz.}$$

Suvning molli ulushi

$$Y_B = \frac{P_B}{\Pi} = 1 - Y_z = 0,182$$

**2-masala.** Tarkibida 40% benzol va 60% toluol bo'lgan suyuq aralashmaning 60<sup>0</sup>S dagi muvozanatli bug' fazasining tarkibini xisoblang.

Benzol va toluolning qanday tarkibli aralashmasi 260 mm. Sim.ust.da 90<sup>0</sup>S da qaynaydi?

**Echish.** Benzol va toluolning 60<sup>0</sup>S dagi to'yingan bug' bosimini XXIV-rasmdan aniqlaymiz: Benzol uchun  $R_{ben}=385$  mm.sim.ust, toluol uchun esa,  $R_{tol}=140$  mm.sim. ust. Ga teng. Benzol va toluolning parsial bosimlarni

$$R_b = R_b \times b = 385 \times 0,4 = 154 \text{ мм.сум.у.с.м.}$$

$$R_t = R_t \times t = R_t(1 - x_b) = 140(1 - 0,4) = 84 \text{ мм.сум.у.с.м.}$$

Umumiy bosim esa:

$$P = R_b + R_t = 154 + 84 = 238 \text{ мм.сум.у.с.м.}$$

Bug' faza tarkibini.

$$U_{ben} = \frac{P_b}{\Pi} = \frac{154}{238} = 0,648 \text{ topamiz.}$$

SHunga ko‘ra, muvozanatdagi bug‘ 64,8% benzol va 35,2% toluoldan iborat.

760 mm.sim.ust.da 90<sup>0</sup>S da qaynovchi suyuqlik tarkibini aniqlash uchun

$$P=R_b \cdot b+ R_t \cdot t \text{ yoki } 760=1013x_b+408(1-X_b)\text{dan}$$

$$X_b=58,32\%; \quad X_t=41,72\%$$

Bunda 1013 va 408 lar toza benzol va toluolning 90<sup>0</sup>S dagi to‘yingan bug‘ bosimlari, mm.sim.ust.da.

**3-masala.** Fazalarning muvozanatli tarkibini xisoblang va t-x , u<sup>x</sup>-x va Koordinatalarida muvozanat diagrammalarini atmosfera bosimda benzol – toluolli aralashma uchun quring . aralashmani Raul qonuni bo‘yicha xarakterlanadi deb hisoblang.

**Echish.** Fazalarning muvozanatli tarkiblarni xisoblash uchun  $P_{\sigma} = P_{\sigma x}$  tenglamadan foydalanamiz.

$R_t = R_t(1-x)$  Dalton qonuniga ko‘ra  $P=R_{ben}+R_{tol.}=R_{bx}+R_t(1-x)$  bundan

$$X = \frac{P - P_T}{P_{\sigma} - P_T}$$

$$Y^x = \frac{P_{\sigma}}{P} X \text{ formulaga ko‘ra olingan ma’lumotlar egri chiziqlar}$$

ko‘rinishida t-x, u va u<sup>x</sup>-x koordinatalarida keltirilgan barcha xisoblashlar jadvalga kiritilgan.

t/r	T <sup>0</sup> C	R <sub>b</sub> , mm.sim. ust.	R <sub>t</sub> , mm.sim. ust.	P, mm.sim. ust.	$X = \frac{P - P_m}{P_{\sigma} - P_m}$	$Y^* = \frac{P_{\sigma}^*}{P}$
1	84	760	339,0	760	$\frac{760-333}{852-333} = 0,823$	$\frac{852}{760} * 0,823 = 0,922$
2	88	852	333,0	760	$\frac{760-379,5}{957-379,5} = 0,659$	$\frac{957}{760} * 0,659 = 0,830$
3	92	957	379,5	760	$\frac{760-432}{1078-432} = 0,508$	$\frac{1078}{760} * 0,508 = 0,720$
4	96	1204	492,5	760	$\frac{760-492,5}{1078-492,5} = 0,376$	$\frac{1204}{760} * 0,376 = 0,596$



5	100	1349	559,0	760	$\frac{760-559,0}{1349-559,0} = 0,256$	$\frac{1344}{760} * 0,256 = 0,453$
6	104	1495	625,5	760	$\frac{760-625,5}{1495-625,5} = 0,155$	$\frac{1495}{760} * 0,155 = 0,304$
7	108	1659	704,5	760	$\frac{760-704,5}{1659-704,5} = 0,058$	$\frac{1659}{760} * 0,058 = 0,128$
8	110	1748	760,0	760	0	0

**4-masala.** Qalpoqsimon tarelkali rektifikatsiyasion kolonnalarni xisoblashda tarelkalar orasidagi masofa 300 mm deb olingan. Kolonna orqali 3200 m<sup>2</sup>/soat bug‘ o‘tadi. Bug‘ zichligi 1,25 kg/m<sup>3</sup>ga teng. Suyuqlikning zichligi 430kg/m<sup>3</sup>ga teng. Kolonnaning kerakli diametrini aniqlang. Undagi absolyut bosim 1,2 at va o‘rtacha temperatura -40<sup>0</sup>S ga teng.

**Echish.** Kolonna diametrini aniqlash uchun undagi bug‘ning ruxsat etilagn ishchi tezligini topish lozim.

Ishchi sharoitda bug‘ tezligi

$$\rho_6 = \frac{\rho_0 T_0 P}{T P_0} = \frac{1,25 * 273 * 1,2}{233 * 1} = 1,75 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$w = C \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_6}} = 0,0315 \sqrt{\frac{430}{1,75}} = 1,75 \text{ kg} / \text{m}^3$$

C ning qiymati qiymati 0,0315 ga teng (7.2 rasmdan olinadi)

Kolonna ko‘ndalang kesimining talab etiladigan yuzasi:

$$S = \frac{V}{w} = \frac{0,632}{0,495} = 1,28 \text{ m}^2 \text{ bundan kolonna diametri}$$

$$D = \sqrt{\frac{S}{0,785}} = \sqrt{\frac{1,28}{0,785}} = 1,275 \text{ m}$$

Normal bo‘yicha(spravochnik katalogidan) D=1200 mm deb qabul qilamiz.

**5-masala.** Metil-spirti suv aralashmasini ajratish uchun uzluksiz ishlovchi rektifikatsion kolonnadagi tarelkalar sonin aniqlang.

Kolonnaga kirishdagi aralashma tarkibidagi metil spirti miqdori 31,5%(ml). Spirt miqdori 97,5% bo'lgan distillyat olish talab etiladi. Kub qoldig'idagi spirt miqdori 1,1 % bo'lishi kerak. Flegmaning ortiqchalik koeffitsienti 1,77 ga teng. Konsentratsiyaning bir bosqichga o'zgarishidagi tarelkalar soni 1,7 ga teng. Kolonna bug' bilan qizdiriladi..

**Echish.** XLVII jadvaldagi ma'lumotlarga ko'ra metil-spirti-suv aralashmasi uchun  $P_{abs} = 760$  mm sim.ust da  $u^*$ -x koordinatalarida muvozanat egri chizig'ini quramiz.

Minimal flegma sonini

$$R_{\text{min}} = \frac{X_0 - Y_F^*}{Y_r^* - X_F} = \frac{0,975 - 0,675}{0,675 - 0,315} = 0,835 \text{ topamiz.}$$

Bunda  $Y_F^* = 0,675$  qiymat muvozanatli egri chiziq bo'yicha topiladi.

Xaqiqiy flegma soni:

$$R = \varphi R_{\text{min}} = 1,77 * 0,835 = 1,48$$

Kolonna yuqorigi qismining ishchi chizig'i tenglamasi

$$Y = \frac{1,48}{1,48 + 1} x + \frac{0,975}{1,48 + 1} \text{ yoki } Y = 0,598x + 0,393$$

Ordinata o'qi bo'yicha 0,393 kg qo'yib, kolonna yuqorigi qismi uchun AV ishchi chizig'ini quramiz. A va S nuqtalar orqali kolonnaning pastki qismi uchun ishchi chizig'ini o'tkazamiz.

Diagrammadan kolonnaning yuqorigi qismida konsentratsiya o'zgarishini  $\approx 7$  ga, pastki qismida  $\approx 4$  ga teng ekanligini aniqlaymiz.

Xaqiqiy tarelkalar soni: kolonnaning yuqorigi qismida  $1,7 * 7 = 12$ ; pastki qismida esa  $1,7 * 4 = 7$ ; jami 19 ta tarelkalar kerak bo'ladi.

### ***Mustaqil echish uchun masalalar***

**1.** Krezol suv bug'i bilan xaydalmoqda ( $\text{SN}_3\text{S}_6\text{N}_4\text{ON}$ )

A) atmosfera bosimida; b) 300 mm.sim.ust.da;

1) Xaydash temperaturasini;

2)olingan aralashmaning massaviy tarkibini;

3)bug'dagi krezolning xajmiy foizini va uning parsial bosimini aniqlang.  $\varphi = 0,8$  ga teng oling. Krezolning to'yingan bug' bosimi (XIX-rasmdan olinadi).

2. Benzol va toluolning aralashmasi  $95^{\circ}\text{S}$  da qaynaydi.  $95^{\circ}\text{S}$  da benzolning to'yingan bug' bosimi  $R_b = 1167 \text{ mm.sim.ust.ga}$ , toluolning to'yingan bug' bosimi  $R_t = 480 \text{ mm.sim.ust.ga}$  teng. Qaynab turgan suyuqlikning tarkibini aniqlang. Aralashmani Raul qonuniga bo'ysunadi, deb xisoblang.

3. 2600kg sirka kislota va suv aralashmasi atmosfera bosimi ostida oddiy usulda xaydalmokda. Dastlabki aralashmada 10% sirka kislota, 50% sirka kislota qoldig'i mavjud. Distillyat va qoldiq massasini, distillyat tarkibini aniqlang. Muvozanatli tarkib haqidagi ma'lumotlarni XLVII jadvaldan oling.

4. Uzluksiz ishlovchi rektifikatsiyalash kolonnasida etil spirti va suv aralashmasi xaydalmoqda. Kolonna pastki qismi ishchi chizig'i tenglamasi  $u = 1,28x + 0,0143$ . Kub qoldig'idagi spirtning massaviy tarkibini toping.

5. Uzluksiz ishlovchi rektifikatsion kolonnada atmosfera bosimi ostida 340 kmol/soat suv-sirka kislota aralashmasi xaydalmokda. Ishchi chiziqlar kesishish nuqtasi ordinatasi 0,48 ga teng. Kolonna yuqorigi qismi ishchi chizig'i tenglamasi  $u = 0,84x + 0,15$ . Deflegmatorga kiruvchi bug' miqdori 580 kmol/soatga teng. Kub qoldig'i miqdori va uning tarkibidagi sirka kislotaning massaviy konsentratsiyasini aniqlang.

### ***13-AMALIY MASHG'ULOT: EKSTRAKSIYA SUYOQLIQ-SUYOQLIQ VA QATTIQ JISM SUYOQLIQ SISTEMASIDA EKSTRAKSIYALASH.***

#### ***Hisoblash formulalari va asosiy bog'liqliklar***

***Ekstraksiya deb***, suyuq yoki qattiq holdagi aralashmadan, shu komponentga nisbatan saylab yutish xususiyatiga ega bo'lgan erituvchi (ekstrakt) yordamida komponentlardan birini ajratib olish jarayoniga aytiladi. Kerakli maxsulotlarni shundan keyin ajratib olish uchun bug'latish yoki rektifikatsiyadan foydalaniladi.

Suyuq xoldagi ekstraksiyalashdan foydalanishning maqsadga muvofiqligi quyidagilarga bog‘liq: 1) aralashmalarni azeotrop aralashmalar, uchuvchan emasligi yoki etarli darajada komponentlarning termik barqaror emasligi tufayli rektifikatsiyalash yo‘li bilan ajratib olishning mumkin emasligi; 2) issiqlikni iqtisod qilish masalalar ko‘pincha grafik usulda- uchburchakli yoki to‘g‘ri burchakli diagrammalar yordamida amalga oshiriladi.

1. Ekstrakt yoki rafinat fazalar orasida ekstraksiyalanayotgan V komponentning taqsimlanish koeffitsienti:

$$K = \frac{X_B}{Y_B}; \quad K > < 1 \quad (12.1)$$

Bunda,  $U_V$ -ekstrakt fazasida ekstraksiyalanayotgan V komponentning miqdori,%;

$X_V$ -rafinat fazasida ekstraksiyalanayotgan V komponentning muvozanatli miqdori,%;

Odatda taqsimlanish koeffitsienti konsentratsiyaga bog‘liq bo‘lganligi uchun, analitik xisoblar faqat taxminiy natijalarni beradi.

2. Isituvchi oqimdagi suyuqlik ekstraksiya n- bosqichli ekstraksiyalanishning umumiy moddiy balans tenglamasi

$$G_{R,n-1} + G_{S,n} = G_{R,n} + G_{E,n} \quad (12.2)$$

3. Ekstraksiyalanuvchi komponent bo‘yicha n-bosqichning moddiy balans tenglamasi:

$$G_{R,n-1} + X_{n-1} = G_{R,n} X_n + G_{E,n} Y_n \quad (12.3)$$

Birinchi erituvchi va ekstregentning o‘zaro eruvchanligi e‘tiborga olmasak, xisoblash uchun  $x^1-u^1$  koordinatalarida to‘g‘ri burchakli diagrammadan foydalaniladi.

Birinchi erituvchi A ning dastlabki aralashmadagi miqdori:

$$G_A = G_F \frac{100 - X_F}{100}; \quad (12.4)$$

Ekstrakt tarkibidagi ikkinchi erituvchi miqdori  $S_n$

$$G_{C_n} = G_F \frac{100 - Y_S}{100} \quad (12.5)$$

n- bosqichning ishchi chizig‘i tenglamasi:

$$Y_n^1 = \frac{G_A}{G_{Cu}} (X_n^1 - X_{n-1}^1) + Y_S^1 \quad (12.6)$$

Ishchi chizig‘ining og‘ish burchagi  $\alpha$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_A}{G_{Cu}} \quad (12.7) \text{ bilan xarakterlanadi.}$$

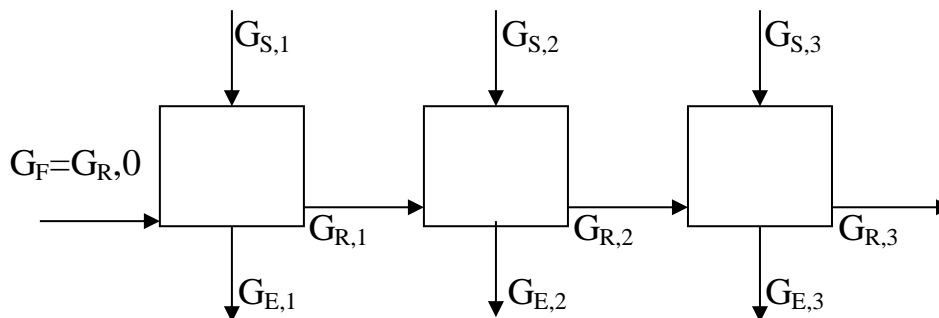
## 2. Qarama-qarshi oqimli suyuqlik ekstraksiya

n-bosqichli ekstraksiyali qurilmaning moddiy balansi tenglamasi

$$G_F + G_S = G_R + G_E \quad (12.8)$$

Ekstraksiyalanayotgan komponent bo‘yicha moddiy balans tenglamasi

$$G_R X_F = G_R X_R + G_E Y_E \quad (12.9)$$



Birlamchi erituvchi va ekstragentning o‘zaro eruvchanligini o‘zgarmas deb xisoblasak, birlamchi  $G_n$  va ikkilamchi  $G_s$  erituvchilarning barcha bosqichlari bo‘yicha miqdori bir xil bo‘ladi. U xolda ekstraksiyalanuvchi komponent bo‘yicha moddiy balans tenglamasi:

$$G_A (X_F^1 - X_R^2) = G_R (Y_E^1 + Y_S^1) \quad (12.10)$$

Ishchi chiziq tenglamasi

$$Y_{n+1}^1 = \frac{G_A}{G_C} (X_n^1 - X_F^1) + Y_E^1 \quad (12.11)$$

Ishchi chiziqning og‘ish burchagi  $\alpha$

$$\lg 2 = \frac{G_A}{G_C} = \frac{Y_E^1 - Y_S^1}{X_F^1 - X_S^1} \quad (12.12) \text{ munosabatdan topiladi.}$$

Qarama-qarshi oqimli qaytar suyuqlikli ekstraksiya.

Ekstraksiyalovchi qurilmaning umumiy moddiy balansi

$$G_F = G_E^1 + G_R^1 \quad (12.13)$$

Bunda va keyingi xisoblashlardi  $G_{S,0}$ ,  $G_{S,-1}$  va  $G_{S,n+1}$  lar toza erituvchi S,  $G_E$ ,  $G_R$  oqimlarda esa erituvchi bo‘lmaydi. Ekstraksiyalanuvchi V komponent bo‘yicha moddiy balans tenglamasi quyidagiga teng.

$$G_F X_F = G_E^1 Y_E + G_R^1 X_R \quad (12.14)$$

Ekstrakt  $R_{Emin}$  rafinat  $R_{Rmin}$  larning minimal qaytarilish koeffitsientlari  $R_{Emin}$  va  $R_{Rmin}$  kesishish nuqtasi bo‘yicha aniqlanadi.

$$R_{EMMu} = \frac{G_{R,0}}{G_E} = \frac{P_{EMMu} E_1}{E_1 E_2} \quad (12.15)$$

$$R_{EMMu} = \frac{G_{R,n+1}}{G_R} = \frac{P_{RMu} R}{P E_{n+1}} \quad (12.16)$$

Minimal qaytarilishiga cheksiz kata sondagi ekstraksiyalash bosqichlari mos keladi. Qaytarilishning ishchi koeffitsientlari

$$R_E = \beta R_{EMMu} = \frac{P_E E_1}{E_1 E} \quad (12.17)$$

$$R_R = \beta R_{EMMu} = \frac{P_R R}{R E_{n+1}} \quad (12.18)$$

Bunda,  $\beta$  -qaytarilishning ortiqchalik koeffitsienti, uning qiymati xar doim birdan kata.

Oqimlar soni va erituvchi sarfi ketma-ket xisoblashlar yo‘li bilan aniqlanadi.

$$G_{S-1} = G_E^1 Z_E \quad (12.19)$$

$$G_E = G_E^1 + G_{S-1} = G_E^1 (1 + Z_E) \quad (12.20)$$

$$G_{R,0} = R_E G_E \quad (12.21)$$

$$G_{R,0} + G_E = G_E(1 + R_E) = G_E^1(1 + Z_E)(1 + R_E) \quad (12.22)$$

$$G_{R,0} = \frac{G_{R,0} + G_E}{1 + Z_E} (Z_{E,1} + Z_E) = G_E^1(1 + R_E)(Z_{E,1} + Z_E) \quad (12.23)$$

$$G_{E,1} = G_{S,0} + (G_{R,0} + G_E) \quad (12.24)$$

$$G_{S,n+1} = R_E G_R = R_R G_E^1(1 + Z_R) \quad (12.25)$$

$$G_{C,n+1} = R_R G_R^1 Z_R \quad (12.26) \text{ va xakoza..}$$

### *Namunaviy masalalar echish*

**1-masala.** Atseton xlorbenzol bilan uning 50%li eritmasidan ekstraksiyalanadi. Qoldiq tarkibida 2% dan ortiq atseton bo'lmisligi kerak. Agar ekstraksiyalash bir bosqichda olib borisa, 100 kg boshlang'ich aralashmaga ishlov berish uchun kerak bo'ladigan erituvchi miqdorini diagrammadan foydalanib aniqlang. Bundan tashqari rafinat chiqishi, ekstraktning tarkibi va chiqishini xam aniqlang.

**Echish.** Rasmdagi cho'kma tarkibini ifodalovchi R nuqtadan muvozanat *xordasi* RE ni o'tkazamiz. Boshlang'ich aralashma tarkibini ifodalovchi F nuqtani uchburchak uchi bilan biriktiramiz. FC va RE chiziqlarning kesishish nuqtasi talab etilgan tarkibga ega bo'lgan rafinat olish uchun dastlabki eritmaning erituvchi bilan aralashmasi tarkibini aniqlaydi. Erituvchining kerakli miqdori quyidagi munosabatdan topiladi:

$$\frac{G_S}{G_F} = \frac{F_M}{M_C}$$

$$G_S = \frac{100 * 81,5}{5} = 1630 \text{kg}$$

Olingan aralashma massasi

$$G_M = 1630 + 100 = 1730 \text{kg}$$

Ekstrakt miqdorini quyidagi munosabatdan topamiz.

$$\frac{G_E}{G_M} = \frac{R_M}{R_B}$$

$$G_R = \frac{1730 \cdot 94,4}{97} = 1682 \text{ kg}$$

Erituvchisi yo'qotilgandan keyin ekstrakt miqdori

$$G_E^1 = G_M - G_S = 1682 - 1630 = 52 \text{ kg}$$

Erituvchi yo'qotilgandan keyin ekstraksiya tarkibi E nuqta orqali o'tkazilgan nurning AV tomon bilan kesishish nuqtasi E<sup>1</sup> bilan ifodalanadi. Uning tarkibida 95,5% atseton, 4,5% suv bo'ladi.

**2-masala.** Konussimon tubli vertikal tindirgichda cho'kma va 2 t NaOH bo'lgan eritma bor. Tindirilgandan keyin xajmi 6 m<sup>3</sup> bo'lgan tiniq qismi ajratib olinadi, tindirgichga yana toza suv quyilib, 6m<sup>3</sup> toza aralashma yana ajratib olinadi. Cho'kmadan ajratib olingan uchta eritma aralashtiriladi va bug'latish uchun yuboriladi. Quyidagilar aniqlansin;

A) cho'kmada qolgan NaOH miqdori; b) NaOH ni ajratib olish foizi;

V) bug'latish uchun berilayotgan eritma tarkibidagi NaOH ning foiz tarkibi.

**Echish.** Tindirgichda yo'qotilayotgan va ushlab qolinayotgan eritmalarining a=6:1=6 nisbatdagi miqdori uchlarga yuviladi.  $\frac{1}{(1+a)^3}$

formulaga ko'ra **shlamda** uch marta yuvilgandan keyin NaOH ning dastlabki miqdorining

$$\frac{1}{(1+a)^3} = \frac{1}{7^3} = \frac{1}{343} \quad \text{qismi yoki}$$

$$G_{NaOH} = 2000 \cdot \frac{1}{343} = 5,8 \text{ kg} \quad \text{qoladi.}$$

B) IVjadvaldagi ma'lumotlarga ko'ra uch marta yuvilgan ekstraksiyalangan moda 6 marta ko'p erituvchi bilan yuvilganda 99,7% ni tashkil etadi.

V) Eritma miqdori:

$$V_p = 6 \cdot 3 = 18 \text{ m}^3$$

Undagi NaOH miqdori



$$G_{NaOH} = 2000 - 5,8 = 1994,2 \text{ kg yoki}$$

$$\frac{1994,2}{18000 + 1994,2} * 100 = 10\%$$

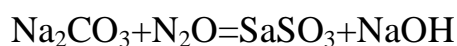
### *Mustaqil echish uchun masalalar*

1. 8-4 jadvaldagi ma'lumotlar asosida 25<sup>o</sup>Sda suv-sirka kislota- etil efiri sistemasi uchburchakli muvozanatli diagrammasini quring. Olingan diagrammani X, U-Z, Z diagrammalar bilan solishtiring.(8-8 masala).

2. Tarkibida 15 % si rka kislota bo'lgan suvli eritmadan 25<sup>o</sup>S da sirka kislota ekstraksiyalanmoqda. Dastlabki aralashma massasi 1200 KG. Agar ekstraktsiya qarama-qarshi oqimda toza efir bilan olib borilsa,xaydashdan keyingi oxirgi maxsulotlarning tarkibi va miqdorini aniqlang.

3. Qarama-qarshi oqimli ekstraktorda tarkibida 0,5 % dioksi tutuvchi 25% li benzolning suvdagi eritmasidan 1,4-dioksi ekstraksiyalanmoqda. Quyidagilarni aniqlang: 1)100kg dastlabki aralashmaga to'g'ri keladigan erituvchi miqdorini; 2)Nazariy ekstraksiyalash bosqichlari sonini; 3) erituvchi miqdorini minimal miqdoridan 1,54 marta ko'p ekanligini xisobga olib ekstrakt tarkibini muvozanatli ma'lumotlar masalada keltirilgan.

4. Qarama-qarshi oqimli ekstraksiyalovchi bataeyada natriy ishqor quyidagi reaksiya maxsulotlaridan ekstraksiyalanmoqda:



Batareyaga tutayotgan aralashma tarkibida (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) cho'kma massasiga nisbatan 50% suv bor. Bu aralashmadan batareyaga 95% NaOH ajratib olinadi va 15%li eritma hosil qilinadi. Agar cho'kma quyida keltirilgan miqdordagi NaOH ni ushlab qolsa, batareyadagi bosqichlar sonini aniqlang.

<i>t/r</i>	<i>NaOH miqdori %</i>	<i>1 kg cho'kmadan ushlab qoligan eritma</i>	<i>NaOH miqdori, %.</i>	<i>1 kg cho'kmada ushlab qolingan eritma</i>

1	0	1,39	15	2,70
2	5	1,72	20	3,85
3	10	2,04	-	-

**14-AMALIY MASHG`ULOT: NAM MATERIALLARNI QURITISH.  
ADSORBSIYA.**

*Asosiy bog`liqliklar va xisoblash formulalari*

1. Material namligi foizlarda yoki nam materialning umumiy massasi(i) dan yoki quruq material massasi ( $i^1$ ) bo'yicha xisoblanadi.

$$I^1 = \frac{100I}{100-I}; \quad I = \frac{100-I^1}{100+I^1}; \quad (13.1)$$

2. Material namligi  $I_n$  dan  $I_k$ gacha o'zgarganida quritish jarayonida materialdan yo'qotilgan namlik:

$$W = G_H \frac{I_n - I_k}{100 - I_k}; \quad W = G_k \frac{I_n - I_k}{100 - I_n}; \quad (13.2)$$

Bunda  $G_n$  va  $I_n$  –quritish uchun berilgan materialning boshlang'ich massasi va namligi;

$G_k$  va  $I_k$ –Quritilgan materialning boshlang'ich massasi va namligi;

Agar materialning namlik miqdori quruq moda  $I^1$  bo'yicha berilgan bo'lsa,

$$W = G_{blyp} \frac{I_n^1 - I_k^1}{100} \quad (13.3)$$

Bunda,  $G_{qur}$ -quritgichning absolyut quruq material bo'yicha unumdorligi.

3. Bu—gaz aralashmasidagi bug' miqdori  $X$ (kg bug'/kg-quruq gaz):

$$X = \frac{M_{II}}{M_r} \frac{\rho_{II}}{II - \rho_{II}}; \quad (13.4)$$

Bunda,  $M_p$  va  $M_r$  bug' va gazning mol massalari;

P-bug' -gaz aralashmasining umumiy bosimi;

$\rho_{\Pi}$ -bug'ning parsial bosimi.

Bug' -xavo aralashmasi namlik miqdori (kg suv bug'/kg-quruqxavo):

$$X = 0,622 \frac{\varphi P_{HAM}}{P - \varphi P_{HAM}} \quad (13.5)$$

Bunda, 0,622- suv bug'i va xavoning mol massalari nisbati;

$\varphi$ -xavoning nisbiy namligi.

$$\varphi = \frac{P_{\Pi}}{P_{HAM}} \quad (13.6)$$

$R_p$ -xavodagi suv bug'ining parsial bosimi(quruq termometr temperaturasi bo'yicha);

$R_{nas}$ -xuddi shu temperaturada suvning to'yingan bug' bosimi.

$$J = (C_e - C_n X)t + z_0 x = (1,01 + 1,97x)t + 2493x \quad (13.7)$$

Bunda,  $S_v$ -1,01 kJ/(kg\*K)-quruq xavoning o'rtacha issiqlik sig'imi;

$S_p$ -1,97kJ/(kg\*K)- suv bug'ining o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi(o'zgarmas bosimda):

X-xavo namligi miqdori, kg\*bug'/kg\*quruq xavo;

t-xavo temperaturasi I ( quruq temometr bo'yicha); °S.

$Z_0$ -2493 kJ/kg- solishtirma bug' =osil bo'lish issiqligi, °S da.

4. Nam xavo parametrlari x,t, $\varphi$ ,I lar orasidagi bog'liqlikni Ramzinning I-x diagramma bo'yicha oson aniqlash mumkin.

5. P bosim va T temperaturada nam xavoning zichligi  $\rho_{HAM,x}$  K larda quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$\rho_{HAM,x} = \rho_{H,x} + \rho_{c,\delta} \quad (13.8)$$

Bunda quruq xavo zichligi  $\rho_x$  va suv bug'i zichligi  $\rho_{\delta}$  lar o'zgarmas parsial bosimda olingan:

$$\rho_{H,x} = \frac{M_{H,x} T_0 (P - \varphi P_{T.C.B.})}{22,4 P P_0} \quad (13.9)$$

$$\rho_{c.\bar{o}} = \frac{M_{c.\bar{o}} T_0 (\Pi - \varphi P_{T.C.B.})}{22,4 T \Pi_0} \quad (13.10)$$

Bunda, P-bug-xavo aralashmasining umumiy bosim;

$P_0$ -normal bosim(0,1013MPa yoki 1 atm) (8) ifodadan

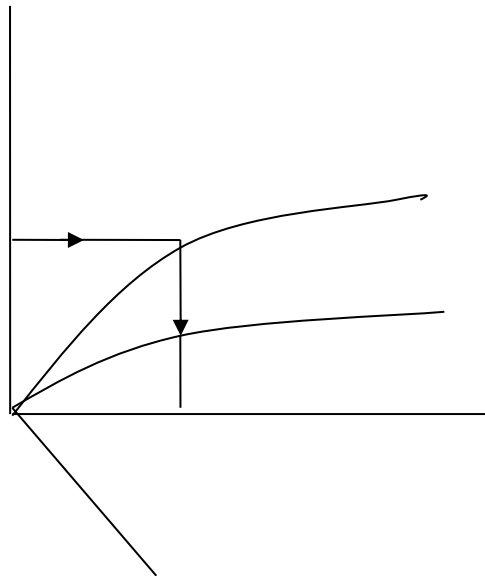
$$\rho_{H.X} = \frac{M_{H.X} T_0 \Pi}{22,4 T \Pi_0} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{M_{C.B.}}{M_{H.X}} \right) \frac{\varphi P_{T.C.B.}}{\Pi} \right] = \quad (13.11)$$

$$1,293 \frac{273 \Pi}{101300} * \left( 1 - 0,378 \frac{\varphi P_{m.c.\bar{o}}}{\Pi} \right) = \frac{3,48 * 10^{-3}}{T} (\Pi - 0,378 \varphi P_{m.c.\bar{o}}) \quad (11)$$

### *Namunaviy masalalar echish*

**1-masala.** Ramzinning I-x diagrammasi bo'yicha xavoning  $60^0S$  va  $\varphi = 0,3$  dagi entalpiyasi va namligi miqdorini aniqlang.

**Echish.** Rasmda ko'rsatilganidek,  $I=163kJ/kg$ \*quruq xavo ekanligini topamiz.



**2-masala**  $t=30^0C$  va  $\varphi = 0,75$ ;  $P=0,098$  MPa(1atm)da analitik usulda xavodagi namlik miqdori va uning entalpiyasini toping.

**Echish.** Xavoning namlik miqdorini analitik usulda topish uchun

$$X = 0,622 \frac{\varphi P_{my\ddot{u}\bar{o}}}{\Pi - \varphi P_{my\ddot{u}\bar{o}}} \text{ formuladan topamiz}$$

Bunda  $t = 30^{\circ}\text{C}$ ,  $R_{\text{tuy.b}} = 0,0433$  at (LVI-jadvaldan)

$$X = 0,622 \frac{\varphi P_{\text{myüō}}}{P - \varphi P_{\text{myüō}}} = 0,622 \frac{0,75 * 0,0433}{1 - 0,75 * 0,0433} = 0,021 \frac{\text{кг}}{\text{кг} * \text{высуывыхаво}}$$

Xavoning entalpiyasini topamiz:

$I = (1,01 + 1,97x)t + 2493x = (1,01 + 1,97 * 0,021)30 + 2493 * 0,021 = 83 \text{ kJ/kg} * \text{quruq xavo.}$

### ***Mustaqil echish uchun masalalar.***

1. 1 kg nam materialni 50 dan 25% gacha quritilganda, uni 2% dan 1% gacha quritilganida necha smarta ko'proq namlikni yo'qotishga to'g'ri keladi.

2. Nazariy quritkichning f.i. k. ni aniqlang. Undagi xavoning xolati  $\varphi_0 = 0,7$  va  $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$  dan  $\varphi_2 = 0,6$  va  $t_2 = 50^{\circ}\text{C}$  gacha o'zgaradi. Namlik nam termometr temperaturasida o'zgaradi.

3. Unumdorligi 1 t/soat bo'lgan (nam material bo'yicha) quritkichda material 55 dan 8% gacha o'zgaradi. Atmosfera xavosining parametrlari

$t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_0 = 0,75$  bo'lib, kaloriferda  $t_1 = 110^{\circ}\text{C}$  gacha qizdiriladi. Quritgichdan chiqishdagi quritish potentsiali  $N_2 = 10^0 \text{ S}$ . Agar bug' bosimi  $R_{\text{abs}} = 2,5$  at, quruqlik darajasi 95% bo'lsa, xavo va qizdiruvchi bug' sarfini aniqlang.

4. Quritkich kaloriferdagi bug' sarfi  $R_{\text{izb}} = 2$  at bosim va 10% namlikda 200 kg/soatni tashkil etadi. Issiqlik sarfi nazariy quritkichdagidan 10% ga ko'p. Kaloriferning qizdirish sirti  $4 \text{ m}^2$  ga teng. Atmosfera xavosining parametrlari va  $t_0 = 25^{\circ}\text{C}$  va  $t_r = 10^{\circ}\text{C}$ . Quritish jarayoni  $I_2 = 100 \text{ kJ/kg}$  da olib borilmoqda Quritkichdan chiqayotgan xavo tarkibidagi suv bug'ining parsial bosimi 25 mm.sim.ust.ga teng.

5. Unumdorligi 600 kg/soat bo'lgan nazariy quritkichda material 35% dan namlikdan 8% gacha quritiladi. Xonada o'rnatilgan psixrometrning ko'rsatkichi va  $t_0 = 18^{\circ}\text{C}$  va  $t_m = 15^{\circ}\text{C}$ . Quritkichdan chiqayotgan xavoni esa va  $t_2 = 40^{\circ}\text{C}$  va  $\varphi_2 = 0,65$ . Kaloriferdagi bug' bosimi  $R_{\text{abs}} = 2$  at va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $K = 33 \text{ Vt/(m}^2 * \text{K)}$  bo'lsa, qizdiruvchi bug' sarfini aniqlang.

## ADSORBSIYA

*Adsorbsiya deb*- gazlar aralashmasi yoki eritmalar tarkibidagi bir yoki bir nechta komponentlarning qattiq modda-adsorbent bilan yutilish jarayoniga aytiladi. Adsorbsiya jarayoni qaytar bo‘lib tanlab yutish xususiyatiga ega. Adsorbsiya jarayoni sanoatda gazlarni quritish va tozalashda eritmalarini tozalash va tindirishda, gaz va bug‘ aralashmalarini ajratishda va boshqa sohalarda foydalaniladi. Keyingi vaqtlarda yuqori tozalikga ega bo‘lgan moddalarga bo‘lgan ehtiyoj oshganligi tufayli adsorbsiya jarayonlarining ahamiyati bir muncha ortdi. Adsorbent sifatida solishtirma sirti katta bo‘lgan g‘ovak-qattiq moddalardan foydalaniladi. Adsorbentlarni kapillyar kanallar-g‘ovakchalarning diametri bo‘yicha makrog‘ovakchali ( $2 \cdot 10^{-4}$  mm), o‘tish g‘ovakchali ( $6 \cdot 10^{-6}$ - $2 \cdot 10^{-4}$  mm) va mikrog‘ovakchali ( $2 \cdot 10^{-6}$ - $6 \cdot 10^{-6}$  mm) turlarga bo‘lish mumkin. Adsorbsiya jarayonlarining xarakteri g‘ovakchalarning o‘lchami bilan xarakterlanadi. Adsorbentlar yutish yoki adsorbsiyalash qobiliyati bilan xarakterlanib, buning qiymati adsorbent massa yoki xajm birligidagi adsorbentiv konsentratsiyasi bilan aniqlanadi. Berilgan modda nisbatan adsorbentning yutiluvchanlik qobiliyati adsorbsiya jarayonini o‘tkazilayotgan temperatura va bosimga, hamda yutilayotgan modda konsentratsiyasiga bog‘liq. Berilgan sharoitda adsorbentning maksimal yutuvchanlik qobiliyatini shartli ravishda muvozanatli aktivlik ham deb ataladi. Sanoatda adsorbentning sifatida aktivlangan ko‘mir va mineral adsorbent (silikagel, sseolit va boshqalar) dan hamda sintetik ion almashinish smolalaridan foydalaniladi.

1. Adsorbsiya jarayonida xar qaysi yutilayotgan modda uchun, uning adsorbentdagi miqdori (aktivlik deb ataluvchi)  $a_0^*$  va bug‘-gaz yoki suyuq aralashmadagi adsorbilanayotgan moddaning parsial bosimi  $R$  (yoki konsentratsiyasi  $S_u$ ) o‘rtasidagi muvozanat holati chegaraviy holat hisoblanadi.

$a_0^* = f(P)$  o‘zgarmas temperaturadagi muvozanat egri chizig‘i adsorbsiya izotermasi deyiladi va sistematik jarayonning xarakteristikasi

xisoblanadi. Gaz fazada adsorbilanayotgan modda konsentratsiyasida  $S_u$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )da va uning parsial bosimi  $R$  orasida Klapeyron tenglamasiga ko'ra quyidagi bevosita bog'liqlik mavjud:

$$C_y = \frac{P}{RT} \quad (14.1)$$

Bunda,  $R$ -gaz doimiysi,  $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

2. Mikrog'ovakli sorbentlar uchun (bir jinsli strukturaga ega bo'lgan sorbentlar uchun quyidagi tenglama o'rinli hisoblanadi:

$$a_0^* = \frac{W_0}{V} e^{-B \frac{T^2}{T_1} \left( \lg \frac{P_s}{P} \right)^2} \quad (14.2)$$

Murakkab mikrog'ovakli adsorbentlar uchun esa

$$a_0^* = \frac{W_0}{V} e^{-B \frac{T^2}{T_1} \left( \lg \frac{P_s}{P} \right)^2} + \frac{W_{0_2}}{V} e^{-B \frac{T^2}{B_2} \left( \lg \frac{P_s}{P} \right)^2} \quad (14.3)$$

Bunda,  $a_0^*$ -adsorbsiya kattaligi,  $\text{mmol}/\text{g}$ ,

$W_0$  va  $W_{0_1}$  va  $V_1, N_{O_2}$  va  $V_2$  lar- adsorbentni xarakterlovchi konstantalar;

$T$ -temperatura,  $\text{K}$ ;

$\beta$  -standart moddaga nisbatan absorbitiv bug'ining affinlash koefitsienti;

$P_s / P$  -yutilayotgan komponent to'yingan bug' bosimining uning parsial bosimiga nisbati.

3. Adsorbsiya issiqligi kondensatlanish va namlash issiqliklaridan tarkib topadi. Amalda adsorbsiya issiqligini qiymatini temperaturaga bog'liq emas deb qabul qilish mumkin. Solishtirma adsorbsiya issiqligi  $q$  ning yutilayotgan bug' miqdoriga bog'liqligini quyidagi formulada aniqlanadi.

$$q = ma^n \quad (14.4)$$

Bunda,  $a$ -adsorbilangan bug' miqdori  $\text{dm}^3/\text{kg}$  ko'mir;

m va n-qiymatlari jadvalda keltirilgan konstantalar.

Suv bug‘ining ko‘mirga adsorbilanishida adsorbsiya issiqligining temperaturaga bog‘liqligini quyidagicha topish mumkin:

Temperatura <sup>0</sup>S ....-15 10 40 80 128 187

Adsorbsiya issiqligi

$q \cdot 10^{-3}$ , J/kmol, 46500 41900 34800 30900 21800

Tajriba ma’lumotlari bo‘lmasa adsorbsiya issiqligining qiymati Triton qoidasiga o‘xshash formuladan topiladi:

$$\frac{q}{\sqrt{T}} = \text{const} \quad (14.5)$$

Bunda, q-adsorbsiya issiqligi tabiatiga bog‘liq bo‘lib, aktivlangan ko‘mir uchun 2180 ga teng.

Adsorbsiya issiqligini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$q = \frac{44 \cdot 10^3 \lg \frac{P_2}{P_1}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \quad (14.6)$$

Bunda,  $R_1, R_2$ -adsorbent ustidagi adsorbentning bosim;

$T_1$  va  $T_2$ -temperaturalardagi muvozanatli bosim.

4. Dinamik sharoitlardagi adsorbsiya jarayoni adsorbsiya tezligining (yoki adsorbent xajm birligi vaqt birligi ichida adsorbilangan modda miqdori) massa uzatish koeffitsienti va jarayonning harakatlantiruvchi kuchiga to‘g‘ri proporsionallik tenglamasidan topiladi:

$$\frac{\alpha_a}{\alpha_r} = \beta \sqrt{C - C^*} \quad (14.7)$$

Bunda,  $\bar{C}$  - bug‘-gaz aralashmasida adsorbilanayotgan modda konsentratsiyasi, kg/m<sup>3</sup>;



$\overline{C}^*$  -adsorbent xajm birligiga adsorbanayotgan modda konsentratsiyasi;

$\beta_y$  -kinetik koeffitsienti (massa uzatish koeffitsienti).

5.Dinamik sharoitlarda adsorbsiya jarayonini adsorbent qatlami orqali o'tkazilayotgan bug'-gaz aralashmasining adsorbent qatlami sirtida sorbitivning ajralib chiqishigacha sarflangan vaqt bo'yicha ham xarakterlash mumkin.Bu vaqt oralig'i  $\tau$  yutuvchi qatlamning himoyalanih vaqti deb ataluvchi vaqt oralig'i  $\tau$  bilan xarakterlanadi va SHilov tenglamasidan topiladi:

$$\tau = k(H - L) \quad (14.8)$$

Bunda,  $KL = \tau_0$

SHunga ko'ra,  $\tau = KH - e^0$

Bu erda, K-adsorbent qatlami himoyalanih koeffitsienti,s/m;

N-sorbent qatlami balandligi, m;

L-tajribada sorbent katlamining foydalanilmagan katlami balandligi

$\tau_0$  -kinetik koeffitsient.

6. Adsorbsiya jarayonining eng muhim kinetik xarakteristikalaridan ibri massa uzatish zonasi balandligi  $L_0$  hisoblanadi. Uning qiymati quyidagi tenglamadan topiladi:

$$L_0 = H \frac{\tau_{m\check{y}\check{u}} - \tau_{up}}{\tau_{m\check{y}\check{u}} - (1 - f)(\tau_{m\check{y}\check{u}} - \tau_{up})} \quad (14.9)$$

Bu erda, N-sorbent qatlam balandligi;

$\tau_{m\check{y}\check{u}}$ -muvozanatli to'yinishgacha sarflangan vaqt;

$\tau_{up}$ -himoyalanih ta'siri vaqti;

f-sorbentning foydalanilmagan muvozanatli adsorbsiyali sig'imi(makroskotik sorbentlar uchun massa uzatish zonasida f-0,5 ga teng).

### *Namunaviy masalalar echish.*

**1-masala.** Havo bilan aralashgan benzin bug'larini yuttirish uchun kerakli aktivlangan ko'mir miqdori, ishlovchi adsorber diametrini hisoblang. Bug'-havo aralashmasi sarfi  $3450 \text{ m}^{\text{soat}}/\text{soat}$ , benzinning boshlang'ich konsentratsiyasi  $\bar{C}_0 = 0,02 \text{ kg/m}^3$ . Bug'-havo aralashmasi tezligi  $w = 0,23 \text{ m/s}$ ; ko'mirning benzin bo'yicha dinamik aktivligi 7%; desorbsiyalanganidan keyin qoldiq aktivligi 0,5%; ko'mirning zichligi  $\rho_{m\ddot{y}\ddot{u}} = 540 \text{ kg/m}^3$ . Desorbsiya, quritish va adsorbentni sovutish davomiyligi 1,45 soat.

**Echish:** 1,45 soat davomida benzinni yuttirish uchun

$$G = \frac{3450 * 1,45 * 0,02}{0,07 - 0,008} = 1612 \text{ kg} \text{ adsorbent kerak.}$$

Bug'-havo aralashmasining berilgan tezligi va  $3450 \text{ m}^3/\text{soat}$  sarfida adsorber diametri

$$D = \sqrt{\frac{3450}{3600 * 0,785 * 0,23}} = 2,3 \text{ m}$$

Adsorbent qatlami qalinligi

$$H = \frac{1612}{500 * 0,785 * 2,3^2} = 0,8 \text{ m}$$

**2-masala.** Tajriba ma'lumotlari bo'yicha, balandligi  $N = 0,05 \text{ m}$  va yuzasi  $S = 0,01 \text{ m}^2$  bo'lgan aktivlangan ko'mir qatlami xlorpikrin bug'larining yutilish davomiyligi hajmiy tezlik  $V = 0,03 \text{ m}^3/\text{min}$  bo'lganada.

$\tau = 336 \text{ min.}$ ni tashkil etadi. Xlorpikrin izotermasi bo'yicha ko'mirning aktivligi  $a_0^* = 222 \text{ kg/m}^3$  ga teng. Ko'mir zarrachalari diametri  $d_e = 1,5 \text{ mm}$  ga teng. a) Himoya qatlamining koeffitsientini; b) himoyalash vaqtining yo'qolishi  $\delta_0$  ni; v) dinamik xarakteristikalar  $V_1$  va  $V_2$  qiy matlarini aniqlang.

*Echish.*  $K = \frac{a_0^*}{wC_0}$  formulada  $a_0^*$  va  $\bar{C}_0$  qiymatlar berilgan, bug‘larning

chiziqli tezligi esa adsorberning ko‘ndalang kesimi va xajmiy tezligi bo‘yicha topiladi:

$$K = \frac{222}{3 * 0,0066} = 11200 \text{ мин} / \text{м} \approx 187 \text{ соат} / \text{м}$$

Himoyalaniş xarakatida vaqtning yo‘qotilishi

$$\tau_0 = KH - \tau = 11200 * 0,05 - 236 = 224 \text{ мин}$$

Dinamik koeffitsient  $V_1$  va  $V_2$ lar;

$$B_1 = Kw = 11200 * 3 = 33600$$

$$K = \frac{\tau_0 \sqrt{w}}{d_s} = \frac{224 \sqrt{3}}{0,0015} = 259000$$

**3-masala.** Aktivlangan ko‘mirga etil spirti bug‘larining adsorbilanishida bir davr mobaynida ( $\tau = 133 \text{ мин}$ ) ajralib chiqqan issiqlik miqdorini aniqlang. Adsorber diametri 2m, qatlam balandligi  $N=60$  m. Bug‘-havo aralashmasi tezligi

$w=25 \text{ м/мин}$ ; boshlang‘ich konsentratsiyasi  $\bar{C}_0 = 0,029 \text{ кг} / \text{м}^3$ ;

adsorberdan chiqishdagi aralashma konsentratsiyasi

$\bar{C}_1 = 0,002 \text{ кг} / \text{м}^3$ ; Qatlamning zichligi  $\rho_{mac} = 500 \text{ кг} / \text{м}^3$ .

*Echish.* Apparatning ko‘ndalang kesimi

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 * 2^2}{4} = 3,14 \text{ м}^2$$

Bu davrda adsorberdan o‘tgan gaz-bug‘ aralashmasi

$$V = wS\tau = 25 * 3,14 * 133 = 10400 \text{ м}^3$$

Etil spirtining adsorbilangan bug‘i

$$G_{cn} = \frac{10400(29 - 0,2)}{1000} = 300 \text{ кг эки}$$

$$G_{cn} = \frac{300}{46} = 6,52 \text{ кмоль}$$

Adsorberga yuklangan aktivlangan ko'mir

$$SH\rho_{nac} = 3,14 * 1,0 * 500 = 1570 \text{ кг}$$

Bu esa  $\frac{170}{6,52} = 240,8 \text{ кг}$  ko'mir/kmol ga teng.

Adsorbsiya issiqligini  $q = ma^n$  formuladan topamiz. 1 kg ko'mirga adsorбилangan bug' miqdori:

$$a = \frac{6,52 * 22,4 * 1000}{1570} = 93 \text{ л / кг}$$
 ga teng.

m va n lar qiymatlari jadvaldan olinadi:

$$n = 3,6 * 10^3; n = 0,928.$$

1kg ko'mirdan ajralgan issiqlik miqdori;

$$q = 3,65 * 93^{0,928} = 245 \text{ кДж / кг}$$

Bu davr mobaynida ajralgan issiqlik:

$$q = 245 * 170 = 385000 \text{ кДж}$$

Agar ajralib chiqayotgan issiqlikni faqat bug'-gaz aralashmasini qizdirishga sarflanadi deb hisoblasak va havoning solishtirma issiqlik sig'imini

$$C = 1,01 * 10^3 \text{ Дж / (кг * К)}$$
 va zichligi  $\rho = 1,2 \text{ кг / м}^3$

deb hisoblasak, aralashma temperaturasi

$$\Delta t = \frac{385000 * 10^3}{10400 * 1,2 * 1,01 * 10^3} = 395$$
 ga teng bo'ladi.

**4-masala.** NaA tipidagisseolit qatlamining massa uzatish zonasi uzunligi va gazlarni quritish jarayoni uchun kolonkali apparatning ishchi balandligini quyidagi

ma'lumotlar asosida aniqlang: qo'zg'almas qatlam balandligi 0,26 m,  
 $\bar{C}_0 = 0,01 \text{ kg} / \text{m}^3$ ; apparat butun kesimiga nisbatan olingan bug'-havo  
 oqimi tezligi 0,5 m/s;  $\tau_{nac} = 190 \text{ min}$

$$\tau_{nop} = 110 \text{ min}^{-1}$$

**Echish.** Massa uzatish zonasi balandligi

$$n_0 = H \frac{\tau_{nac} - \tau_{up}}{\tau_{nac} - (1-f)(\tau_{nac} - \tau_{up})} = 0,25 \frac{190 - 110}{190 - (1 - 0,5)(190 - 110)} = \frac{26 \cdot 80}{150} = 13,8 \text{ cm}$$

Bunda,  $n_0$ -massa uzatish zonasi balandligi, sm;

N-sorbent qatlami balandligi, sm;

$\tau_{nac}$ -qatlamning muvozanatli to'yinishigacha sarflangan vaqt, min;

$\tau_{nop}$ -minimal konsentratsiya qiymatida himoyalaniish ta'siri vaqti, min;

f-massa uzatish zonasidagi adsorberning foydalanilmagan qismi.

### **Mustaqil echish uchun masalalar**

1. Quyidagi ma'lumotlar asosida 100 kg oktan bug'larining uning havo bilan aralashmasidan yutilish davri davomiyligi, adsorber diametri va yuklanayotgan aktivlangan ko'mirning miqdorini aniqlang. Oktan bug'larining boshlang'ich konsentratsiyasi  $\bar{C}_0 = 0,012 \text{ kg} / \text{m}^3$ ; tezligi  $w = 20 \text{ m} / \text{min}$ , benzin bo'yicha ko'mir zichligi  $\rho = 350 \text{ kg} / \text{m}^3$ , adsorberdagi ko'mir qatlami balandligi  $N = 0,8 \text{ m}$ .

2. Diametri 3 m bo'lgan vertikal adsorberga diametri 0,35 m li puxlat quvur o'rnatilgan bo'lib, unga tarkibida  $0,02 \text{ kg} / \text{m}^3$  etil spirti bug'lari bo'lgan aralashma beriladi. CHiquvchi gaz tarkibidagi etil spirti konsentratsiyasi

$\bar{C}_1 = 0,002 \text{ kg} / \text{m}^3$  ga, adsorberdagi aktivlangan ko'mir qatlami balandligi  $N = 1,5 \text{ m}$ ; maydalangan ko'mirining zichligi  $500 \text{ kg} / \text{m}^3$ ; ibr yutish

davrining davomiyligi 4 soat 37 minut. Birinchi davr mobaynida adsorberda ajralib chiqqan issiqlik miqdorini aniqlang.

3. Quyidagi ma'lumotlar asosida havoni keskin sovutishda NaA tipidagi kolonnali apparatidasseolitning harakatlanishining minimal tezligini aniqlang:

$$\bar{C}_0 = 0,01 \text{ kg} / \text{m}^3; \bar{C}_{np} = 2,94 * 10^{-6} \text{ kg} / \text{m}^3;$$

$$d_s = 0,002 \text{ m}; \alpha_0 = 170 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Apparat to'liq kesimiga nisbatan olingan gaz oqimi tezligi 0,5m/s ga teng.

### **15-16-17-18-AMALIY MASHG'ULOT: MEXANIK JARAYONLAR. QATTIQ JISMLARNI MAYDALASH.**

Maydalash paytida material bo'laklarining fizik-kimyoviy xususiyatlari o'zgarmaydi, ularning o'lchamlari kichrayadi, sirt yuzalari esa ortadi. Natijada oziq-ovqat xom-ashyolarini qayta ishlash paytida amalga oshiriladigan biokimyoviy va diffuzion jarayonlarni tezlashtirish mumkin bo'ladi.

Korxonalarda xom-ashyolarni ishlab chiqarish jarayonlariga tayyorlash, ularga dastlabki ishlov berish va chiqindilarni qayta ishlash bosqichlarida turli xil uslublarda amalga oshiriladigan maydalash jarayonlaridan keng foydalaniladi. Misol tariqasida don mahsulotlarini tozalash, saralash, qobig'ini archish, maydalash, elash; chigitni chaqish, mag'zini po'stlog'idan ajratish va mag'zni presslab yog' olish; meva va sabzavotlarni saralash, kesish, urug'lari va po'stlog'ini ajratish; go'shtni qiymalash va suyaklarni yanchib, omuxta em tayyorlash kabi qator jarayonlarni sanab o'tish mumkin.

Qattiq materiallarni maydalash jarayoni, shartli ravishda, ikki turga bo'linadi:

a) **yanchish** (materiallarni mayda bo'laklarga bo'lish) - yirik, o'rtacha va mayda yanchish;

b) **maydalash** - yupqa va o'ta yupqa maydalash.

Maydalangan material bo'laklarining o'lchamlariga ko'ra maydalash jarayonlarini sinflarga bo'linishi quyidagi 4.1-jadvalda keltirilgan.

Maydalanayotgan material bo‘laklari va ularning zarrachalari odatda to‘g‘ri geometrik shakllarga ega bo‘lmaydi. SHu sababdan, ular «o‘rtacha o‘lcham» kattaligi bilan tavsiflanadi.

Material bo‘lagining dastlabki  $d_1$  va maydalangandan so‘ngi  $d_2$  o‘rtacha o‘lchamlarining nisbati **maydalanish darajasi  $i$**  deyiladi

$$i = d_1/d_2. \quad (15.1)$$

Bu ko‘rsatkich qiymati jarayonning samaradorligini ko‘rsatadi.

Material bo‘laklarining o‘rtacha o‘lchami  $d_o$  quyidagi ifodaga ko‘ra aniqlanadi

$$d_o = \sqrt[3]{bLh}, \quad m \quad (15.2)$$

bu erda, b- bo‘lakning kengligi,

L- uzunligi,

h- balandligi.

Agar bo‘lak sharsimon bo‘lsa, uni tavsiflovchi o‘lcham sifatida diametri qabul qilinadi, kub shaklida bo‘lsa - kub qirrasining uzunligi olinadi.

### Maydalash jarayonlarini sinflarga bo‘linishi

Maydalash turi	Bo‘laklarning o‘rtacha o‘lchami, mm		Maydalanish darajasi
	maydalanguncha	maydalangandan so‘ng	
Yirik yanchish	1500÷300	300÷100	2÷6
O‘rtacha yanchish	300÷100	50÷10	5÷10
Mayda yanchish	50÷10	10÷2	10÷50
Yupqa maydalash	10÷2	2÷0,75	100
O‘ta yupqa maydalash	2÷0,75	$7,5 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^{-4}$	

Maydalangan bo‘laklarning o‘rtacha o‘lchami saralovchi elaklar yordamida bir necha fraksiyalarga ajratilib aniqlanadi. Har bir fraksiyaning o‘rtacha o‘lchami

$d_{o'r}$ , ushbu fraksiyadagi eng katta  $d_{max}$  va eng kichik  $d_{min}$  bo'laklar o'lchamiga ko'ra, quyidagicha aniqlanadi

$$d_{o'r} = (d_{max} + d_{min}) / 2 . \quad (15.3)$$

Aralashma tarkibidagi bo'laklarning o'rtacha o'lchami quyidagicha hisoblanadi

$$d_{yp} = \frac{d_{yp1} a_1 + d_{yp2} a_2 + \dots + d_{ypn} a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \quad (15.4)$$

bu erda  $d_{o'r1}, d_{o'r2}, \dots, d_{o'rn}$  har bir fraksiyadagi bo'laklarning o'rtacha o'lchami;  $a_1, a_2, \dots, a_n$  har bir fraksiyaning massaviy tarkibi, %.

### MAYDALASH USULLARI

Maydalash jarayoni asosan qattiq yoki shartli ravishda qattiq deb qabul qilingan materiallarni ezish, yorish, sindirish, kesish, arralash, emirish (eyiltirish) va zarba berish kabi usullar bilan amalga oshiriladi U yoki bu usulni tanlash materialni o'lchamlari va uning fizik-mexanik xossalariga bog'liq. Masalan, qattiq va mo'rt materiallar urib yoriladi yoki eziladi, elastik va qovushqoq materiallar esa ezib eyiltiriladi.

Materiallarni yanchish odatda quruq usulda (suv ishlatmasdan), ularni yupqa maydalash esa namlab amalga oshiriladi. Namlab yanchish jarayonida kam miqdorda chang hosil bo'ladi. Shu sababdan, mazkur uslub atrof-muhitni muxofaza qilish talablariga mos keladi.

Qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas plitalar orasida tashqi kuch  $F$  ta'sirida **ezish** paytida material o'z hajmi bo'yicha to'la deformatsiyalanadi, undagi ichki kuchlanish asta-sekin ortib boradi. Ichki kuchlanish  $\sigma_i$  qiymati materialni ezish paytidagi mustahkamligi chegarasidan  $[\sigma]_s$  ortib ketsa ( $\sigma_i > [\sigma]_s$ ), material turlicha o'lcham va shakllarga ega bo'lgan bo'laklarga bo'linib ketadi.

Materialni ponasimon asboblar bilan **yorish** jarayonida material va tayanch plitaning (ponaning) kontakt yuzasida, tashqi kuch ta'sirida, katta ichki kuchlanishlar yuzaga keladi. Natijada material bir necha bo'laklarga bo'linadi.



**Sindirib maydalash** usulida jarayon materialni eguvchi kuch (moment) ta'sirida amalga oshiriladi.

Yumshoq to'qimali, plastik yoki amorf materiallar pichoqlar vositasida **kesish** tufayli maydalanadi. Kesilgan material bo'laklarining shakli va o'lchami oldindan belgilanishi yoki ixtiyoriy bo'lishi mumkin.

Materiallarni **arralash** yo'li bilan ham maydalash mumkin. Buning uchun disk yoki lentasimon arralardan foydalaniladi. Bu paytda arra va pichoqlarning harakat yo'nalishi maydalash yuzasiga parallel bo'ladi.

Qattiq va mo'rt materiallar **zarba berish** usulida maydalanadi. Bu paytda material biron-bir asbob bilan urib maydalanadi yoki o'zining og'irligi ta'sirida tayanch plitaning yuzasi bilan erkin to'qnashadi.

Maydalash jarayonlari bir yoki bir necha bosqichlarda, ochiq yoki yopiqssiklda, amalga oshiriladi.

Ochiqssiklda materiallar yirik va o'rtacha o'lchamlarda, maydalash mashinalaridan bir marotaba o'tkazib yanchiladi.

Jarayonni yopiqssiklda o'tkazish paytida maydalash mashinasidan chiqqan material undan keyin o'rnatilgan jihozda saralanadi. O'lchami talab darajasidan katta bo'lgan material fraksiyasi ajratib olinadi va maydalash mashinasiga ikkinchi marotaba qayta ishlov berish uchun qaytariladi.

### **Jarayonning asosiy qonuniyatlari**

Mexanik kuch ta'siri ostida amalga oshiriladigan yanchish jarayonida qattiq material dastlab deformatsiyalanadi (siqiladi), so'ngra uning sirt yuzasida hosil bo'lgan katta va kichik yoriqlar bo'ylab emiriladi (bo'laklarga ajraydi). SHu tariqa yangi yuzalar hosil bo'ladi.

Yanchish paytida materialni hajmiy deformatsiyalash uchun sarflangan ish  $A_d$  emirilayotgan bo'lak hajmining o'zgarishiga  $\Delta V$  mutanosib bo'ladi

$$A_d = k \Delta V, \quad (14-5)$$

bu erda  $k$ - mutanosiblik koeffitsienti, jismning birlik hajmini deformatsiyalash uchun sarf bo'lgan ish miqdori.

Yanchish paytida yangi yuzalar  $\Delta F$  hosil qilish uchun sarflangan ish  $A_{yu}$  quyidagicha hisoblanadi

$$A_{yu} = \sigma \Delta F, \quad (14-6)$$

bu erda  $\sigma$ - mutanosiblik koeffitsienti, qattiq jismda yangi yuza birligini hosil qilish uchun sarflangan ish miqdori.

Yanchish uchun sarflanadigan tashqi kuchning to'la ishi Rebinder tenglamasi bilan topiladi

$$A = A_d + A_{yu} = k \Delta V + \sigma \Delta F. \quad (14-7)$$

Yirik yanchish ( $i \rightarrow \min$ ) paytida yangi yuzalar hosil qilish uchun sarflanadigan ish  $A_{yu}$  ancha kichik qiymatga ega bo'lishini va  $\Delta V \cong d^3$  ekanligi hisobga olinsa

$$A = k \Delta V = k_1 d^3, \quad (14-8)$$

bu erda  $k_1$ - mutanosiblik koeffitsienti,  $d$ - bo'lakning aniqlovchi o'lchami.

Ushbu (4-8) tenglama Kuk-Kirpichevning yanchish gipotezasini ifodalaydi: "materialni yanchish uchun sarflanadigan ish yanchilayotgan bo'lak hajmiga (yoki massasiga) mutanosibdir".

Yupqa maydalash jarayonida ( $i \rightarrow \max$ ) hajmiy deformatsiyalash uchun sarflangan ishni hisobga olmasa ham bo'ladi ( $A_d \rightarrow \min$ ). Bunday holatda

$$A = \sigma \Delta F = k_2 d^2, \quad (14-9)$$

bu erda  $k_2$ - mutanosiblik koeffitsienti.

Ushbu tenglama Rittenger gipotezasini ifodalaydi: "qattiq jismni yanchish uchun sarflangan ish yangi hosil bo'lgan yuzaga mutanosibdir".

Sarflanadigan ishning  $A_d$  va  $A_{yu}$  tashkil etuvchilarini hisobga olish zarur bo'lgan holat uchun (maydalanish darajasining o'rtacha qiymatlari uchun) Bond tenglamasidan foydalaniladi

$$A = k_3 \sqrt{d^3 d^2} = k_3 d^{2.5}. \quad (14-10)$$

Bond tenglamasiga asosan bitta bo'lakni yanchish uchun sarflangan ish uning hajmi ( $d^3$ ) va yangi hosil bo'lgan yuza ( $d^2$ ) o'rtasidagi o'rtacha geometrik qiymatga mutanosibdir.

Yuqoridagi barcha tenglamalar tarkibiga kiruvchi  $k_1$ ,  $k_2$  va  $k_3$  ko'effitsientlarning qiymatlari noma'lum bo'lganligi uchun ushbu tenglamalarni muxandislik amaliyotida qo'llash doirasi cheklangan. Mazkur tenglamalar maydalash jarayonlarining samaradorligini o'zaro solishtirish (taqqoslash) maqsadlarida ishlatiladi. Shuning uchun ham yanchish mashinalarining iste'mol quvvatlari tajriba yo'li bilan, empirik tenglamalar yordamida, aniqlanadi.

### *O'lchov birliklari o'rtasidagi nisbatlar*

*1-ilova*

<b>Kattaliklar nomi</b>	<b>SI ga binoan birligi</b>	<b>SI birliklariga o'tkazish ko'effitsientlari</b>
Harorat	K	$T = (t + 273,15)$
Og'irlik kuchi	N	1 kgk = 9,81 N 1 dina = $10^5$ N
Dinamik qovushoqlik	Pa·s	1 texnik kuch = $9,81 \cdot 10^3$ N 1 Puaz = $10^{-8}$ Pa·s 1 sP = $10^3$ Pa·s 1 kgk/m <sup>2</sup> = 9,81 Pa·s
Kinematik qovushoqlik	m <sup>2</sup> /c	1 st (Stoks) = $10^{-4}$ m <sup>2</sup> /c
Bosim	Pa	1 kgk/cm <sup>2</sup> = 1 atm = $9,81 \cdot 10^4$ Pa = = 735 mm simob ustuni 1 kgk/m <sup>2</sup> = 9,81 Pa 1 atm = $1,033$ kgk/m <sup>2</sup> = $1,011 \cdot 10^4$ Pa = = 760 mm sim ustuni = 10,33 m suv ustuni 1 bar = $10^5$ Pa
Quvvat	Vt	1 kgk·m/s = 9,81 Vt 1 erg/s = $10^{-7}$ Vt 1 kkal/soat = 1,163 Vt
Hajm	m <sup>3</sup>	1 l = $10^{-3}$ m <sup>3</sup> = 1 dm <sup>3</sup>
Zichlik	kg/m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup> = 1 kg/dm <sup>3</sup> = 1 g/sm <sup>3</sup> = $10^3$ kg/m <sup>3</sup>
Hajmiy sarf	M <sup>3</sup> /c	1 l/min = $16,67 \cdot 10^{-6}$ m <sup>3</sup> /s
Solishtirma issiqlik sig'imi	J/kg·K	1 kkal/kg·°S = 4,19 kJ/kg·K
Issiqlik berish, o'tkazish	Vt/m <sup>2</sup> ·K	1 kkal/m <sup>2</sup> ·soat·°S = 1,163 Vt/m <sup>2</sup> ·K

koefitsientlari		
Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti	Vt/m·K	1 kkal/m·soat·°S = 1,163 Vt/m·K
Solishtirma entalpiya	J/kg	1 kkal/kg = 1 kal/g = 4,19 kJ/kg
Solishtirma og'irlik	N/m <sup>3</sup>	1 kgk/m = 1,163 N/m <sup>3</sup>

2 - ilova

### Old qo'shimchali birliklar

Tera (T)	10 <sup>12</sup>	Santi (s)	10 <sup>-2</sup>
Giga (G)	10 <sup>9</sup>	Milli (m)	10 <sup>-4</sup>
Mega (M)	10 <sup>6</sup>	Mikro (mk)	10 <sup>-6</sup>
Kilo (K)	10 <sup>3</sup>	Nano (n)	10 <sup>-9</sup>
Detsi (d)	10 <sup>-1</sup>	Piko (p)	10 <sup>-12</sup>

### Suvning fizik xususiyatlari

3 - ilova

Fizik kattaliklar	Harorat, °S					
	20	40	60	80	100	120
Zichlik, ρ, kg/m <sup>3</sup>	998	992	983	972	958	943
Qovushoqlik, μ·10 <sup>3</sup> , N·s/m <sup>2</sup>	1,005	0,656	0,468	0,356	0,284	0,180
Issiqlik sig'imi, s, J/kg·K	4190	3960	3771	3566	3387	2933
Issiqlik o'tkazuvchanlik, λ, Vt/m·K	05931	0,639	0,6620	0,6745	-	-

4 - ilova

### Havoning fizik xususiyatlari

Zichlik, ρ, kg/m <sup>3</sup>	Dinamik qovushoqlik, μ·10 <sup>3</sup> , N·s/m <sup>2</sup>	Kinematik qovushoqlik, ν, m <sup>2</sup> /s	Issiqlik sig'imi, s, J/kg·K	Issiqlik o'tkazuvchanlik, λ, Vt/m·K
1,29	17,3·10 <sup>-6</sup>	13,4·10 <sup>-6</sup>	1,006	0,0261

5 - ilova

### Tuzatish koefitsientlar qiymatlari

$$m=(d_0/d)^2$$

<i>Truba diametri, m</i>	<i>m=0,1</i>	<i>m=0,2</i>	<i>m=0,3</i>	<i>m=0,4</i>	<i>m=0,5</i>	<i>m=0,6</i>	<i>m=0,7</i>
0,05	1,0037	1,0063	1,0082	1,0118	1,0144	1,017	1,020
0,10	1,0024	1,0045	1,0064	1,0065	1,0108	1,013	1,014
0,20	1,0017	1,0023	1,0034	1,0040	1,0052	1,006	1,007
0,30	1,0005	1,0010	1,0010	1,0010	1,0010	1,001	1,001

6 - ilova

*To'yingan suv bug'i xossalarning bosim bilan o'zaro bog'lanishi*

<i>Bosim, R</i>		<i>Temperatura</i>		<i>R – bug'lanish issiqligi</i>	
<i>Pa</i>	<i>Kg/sm<sup>2</sup></i>	<i>K</i>	<i>°S</i>	<i>Kj/kg</i>	<i>Kkal/kg</i>
0,07848·10 <sup>5</sup>	0,08	314,25	41,1	2400	572,70
0,09810·10 <sup>5</sup>	0,10	316,55	45,4	2390	570,40
0,11772·10 <sup>5</sup>	0,12	322,15	49,0	2382	566,49
0,14715·10 <sup>5</sup>	0,15	326,45	53,6	2372	566,11
0,19620·10 <sup>5</sup>	0,20	332,85	59,7	2358	562,76
0,29430·10 <sup>5</sup>	0,30	341,85	68,7	2336	557,52
0,39240·10 <sup>5</sup>	0,40	348,55	75,4	2320	553,70
0,49050·10 <sup>5</sup>	0,50	354,05	80,9	2307	550,59
0,58860·10 <sup>5</sup>	0,60	358,65	85,5	2296	547,97
0,68670·10 <sup>5</sup>	0,70	362,45	89,3	2286	545,58
0,78480·10 <sup>5</sup>	0,80	366,15	93,0	2276	543,67
0,88290·10 <sup>5</sup>	0,90	369,35	96,2	2270	541,76
0,98100·10 <sup>5</sup>	1,00	372,25	99,1	2264	540,33
1,17720·10 <sup>5</sup>	1,20	377,35	104,2	2249	536,75
1,37340·10 <sup>5</sup>	1,40	381,85	108,7	2237	533,89
1,56960·10 <sup>5</sup>	1,60	385,85	112,7	2227	531,50
1,76580·10 <sup>5</sup>	1,80	389,45	116,3	2217	529,11
1,96200·10 <sup>5</sup>	2,00	392,75	119,6	2208	526,97

7 - ilova

*Po'latning temperaturasi 0°S dan 100°S ga o'zgarganda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining miqdori*

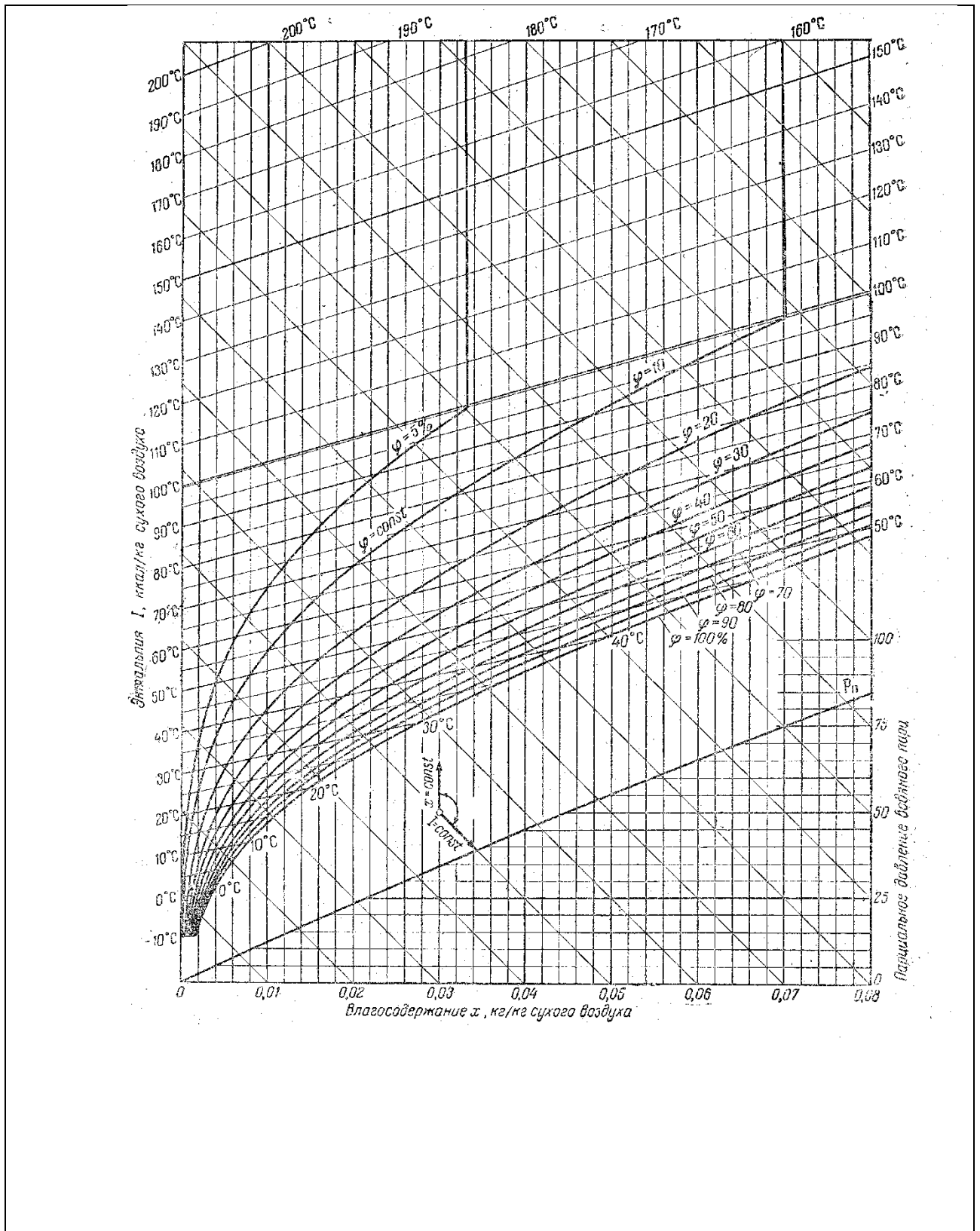
<i>Metall</i>	<i>Zichlik ρ, kg/m<sup>3</sup></i>	<i>Issiqlikning o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ, Vt/m·K</i>
<i>Po'lat</i> 0 °S	7850	46,5
100 °S	7900	17,5

*Atmosfera bosimida qaynaydigan baʼzi suvli eritmalar konsentratsiyasi,  
mass. %*

<i>Erigan modda</i>	<i>Qaynash temperaturasi, °S</i>								
	<i>101</i>	<i>102</i>	<i>103</i>	<i>104</i>	<i>105</i>	<i>107</i>	<i>110</i>	<i>115</i>	<i>120</i>
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	5,66	10,31	14,16	17,36	20,00	24,24	29,33	35,68	40,83
<b>KOH</b>	4,49	8,51	11,97	24,82	17,01	20,88	25,65	31,97	36,51
<i>KCl</i>	8,42	14,31	18,96	23,02	26,57	32,62	-	-	-
<b>K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	10,31	18,37	24,24	28,57	32,24	37,69	43,97	50,86	56,04
<b>KNO<sub>3</sub></b>	13,19	23,66	32,23	39,20	45,10	54,65	65,34	79,53	-
<b>KNO<sub>3</sub></b>	4,67	8,42	11,66	14,31	16,59	20,32	24,41	29,48	33,07
<b>MgCl<sub>2</sub></b>	14,31	22,78	28,81	32,23	35,32	42,66	-	-	-
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	4,12	7,40	10,15	12,51	14,53	18,32	23,08	26,21	33,77
<b>NaOH</b>	6,19	11,03	14,67	17,69	20,32	25,09	-	-	-
<b>NaCl</b>	8,26	15,61	21,87	27,53	32,43	40,47	49,87	60,94	68,94
<b>NaNO<sub>3</sub></b>	15,26	24,81	30,73	-	-	-	-	-	-
<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	9,42	17,22	23,72	29,18	33,86	-	-	-	-
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	26,95	39,98	40,88	44,47	-	-	-	-	-
<b>CuSO<sub>4</sub></b>	20,00	31,22	37,89	42,92	46,15	-	-	-	-
<b>ZnSO<sub>4</sub></b>	6,10	11,35	15,96	19,80	22,89	28,37	35,98	46,95	-
<b>NH<sub>4</sub>Cl</b>									

*9 - ilova*

*Ramzinning I-x nam havo diagrammasi*



**TURLI XIL O'LCHOV BIRLIKLARIDA AYRIM BIRLIKLAR  
ORASIDAGI BOG'LIQLIK**

*Massa birliklari*

$1\text{g} = 10^{-3}\text{kg}$

$1\text{kg} = 10^3\text{g}$



$$1 \text{ t.e.m.} = 9,81 \text{ kg}$$

$$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$$

$$1 \text{ mol} \text{ } \text{b} = 10^3 \text{ kmol} \text{ } \text{b}$$

$$1 \text{ kg} = 0,102 \text{ t.e.m.}$$

$$1 \text{ kmol} \text{ } \text{b} = 10^3 \text{ mol} \text{ } \text{b}$$

$$1 \text{ kg} = 10^{-3} \text{ t}$$

### ***Kuch birliklari***

$$1 \text{ erg} = 10^{-5} \text{ N}$$

$$1 \text{ kgs} = 9,81 \text{ N}$$

$$1 \text{ ts} = 9,81 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} = 10^5 \text{ din}$$

$$1 \text{ N} = 0,102 \text{ kgs}$$

$$1 \text{ N} = 1,02 \cdot 10^{-4} \text{ ts}$$

### ***Energiya, issiqlik va ish birliklari***

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ Dj}$$

$$1 \text{ kgs} \cdot \text{ m} = 9,81 \text{ Dj}$$

$$1 \text{ kkal} = 4187 \text{ Dj} = 4,19 \text{ kDj}$$

$$1 \text{ vt} \cdot \text{ s} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Dj}$$

$$1 \text{ Dj} = 10^7 \text{ erg}$$

$$1 \text{ Dj} = 0,102 \text{ kgs} \cdot \text{ m}$$

$$1 \text{ Dj} = 0,239 \cdot 10^{-3} \text{ kkal}$$

$$1 \text{ Dj} = 2,78 \cdot 10^4 \text{ Vt} \cdot \text{ s}$$

### ***Quvvat birliklari***

$$1 \text{ erg/sek} = 10^{-7} \text{ Vt}$$

$$1 \text{ kgs} \cdot \text{ m/sek} = 9,81 \text{ Vt}$$

$$1 \text{ l.s.} = 736 \text{ Vt}$$

$$1 \text{ kkal/ch} = 1,163 \text{ Vt}$$

$$1 \text{ Vt} = \cdot 10^3 \text{ kVt}$$

$$1 \text{ Vt} = 10^7 \text{ erg/sek}$$

$$1 \text{ Vt} = 0,102 \text{ kgs} \cdot \text{ m/sek}$$

$$1 \text{ Vt} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ l.s.}$$

$$1 \text{ Vt} = 0,86 \text{ kkal/s}$$

$$1 \text{ kVt} = 10^3$$

### ***Bosim birliklari***

$$1 \text{ din/sm}^2 = 0,1 \text{ n/m}^2$$

$$1 \text{ kgs/m}^2 = 9,81 \text{ n/m}^2$$

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kgs/sm}^2 = 10000 \text{ kgs/m}^2 =$$

$$= 9,81 \cdot 10^4 \text{ n/m}^2 = 10000 \text{ mm vod.st.} =$$

$$= 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 736,6 \text{ mm sim.ust..}$$

$$1 \text{ n/m}^2 = 10 \text{ din/sm}^2$$

$$1 \text{ n/m}^2 = 0,102 \text{ kgs/m}^2$$

## **BA'ZI TERMINLARNING TA'RIFI**

***Absorber (lat)*** - absorbsiya jarayonini amalga oshiriladigan qurilma.

**Absorbsiya** (*lat*) - gaz yoki bug‘ aralashmasidagi moddalarning suyuqlikka yutilishi. Absorbsiya jarayoni yutkich (absorbent)ning butun xajmi bo‘yicha yuz beradi.

**Avtoklav** (*frans*) - qizdirib va atmosfera bosimidan yuqori bosim ostida turli jarayonlar o‘tkaziladigan qurilma.

**Agregat** (*lat*) - mashinaning to‘la o‘zaro almashinadigan va texnologik jarayonida ma‘lum vazifani bajaradigan yiriklashgan,; unifikatsiyalangan elementi yoki birgalikda ishlaydigan bir qancha mashinalarning mexanik birikmasi.

**Adsorbentlar** (*lat*) - yuqori darajada rivojlangan sirtida yutilish jarayoni o‘tadigan sintetik va tabiiy jismlar (aktiv ko‘mir, silikagel, alyumogel, tabiiy aktiv loylar).

**Adsorber** (*lat*) - adsorbsiya jarayonini amalga oshiriladigan qurilma.

**Adsorbsiya** (*lat*) — gaz yoki suyuqlik aralashmasidagi moddalarning qattiq jism sirtiga yutilishi.

**Apparat** (*lat*) - asbob, texnik qurilma, moslama.

**Barbotaj** (*frans.*) - aralashtirish, suyuqlik qatlamidan gaz yoki bug‘ni bosim bilan o‘tkazish.

**Barbotyor** (*frans.*) - idishning ichiga suv bug‘i yoki gaz berishga mo‘ljallangan turli shaklga ega bo‘lgan teshikli truba.

**Vakuum** (*lat.*) - idishga qamalgan, bosimatmosfera bosimidan anchagina past bo‘lgan gaz holati.

**Vakuum-nasos** (*lat., rus.*) - siyrak gazlar (vakuum) hosil qilish maqsadida idishlardan gaz yoki bug‘larni so‘rib oladigan qurilma.

**Ventil** (*nem.*) - trubada harakatlanuvchi suyuqlik, gaz yoki bux berish miqdorini zolotnik yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.

**Ventilyator** (*lat.*) - xonalarni shomollatish, aeroaralashmalarni trubalarda uzatishda havo yoki boshqa gazlarni haydash uchun kichik bosim (0,01MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.

**Gazoduvka** (*rus.*) - havo yoki boshqa gazlarni siqish va haydash uchun oʻrtacha bosim (0,01 da 0,3 MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.

**Gidravlika** (*yunon*) - suyuqliklarning harakati va muvozanat qonunlarini hamda bu qonunlarni muxandislik masalalarini hal qilishda tatbiq etish usullarini oʻrganuvchi fan.

**Gidrodinamika** (*yunon.*) - gidromexanikaning siqilmaydigan suyuqliklar harakatini va ularning qattiq jismlar bilan oʻzaro taʼsirini oʻrganadigan boʻlimi.

**Gidromexanika** (*yunon*) - suyuqlikning muvozanati va harakatini, shuningdek, suyuqlikning unga botirilgan yoki unda harakatlanayotgan jism bilan oʻzaro taʼsirini oʻrganadi.

**Gidrostatika** (*yunon.*) - gidromexanikaning qoʻyilgan kuchlar taʼsirida suyuqliklarning muvozanat sharoitlarini, shuningdek sokin suyuqliklarning ularga botirilgan jismlarga va idish devorlariga taʼsirini oʻrganadigan boʻlimi.

**Gradirnya** (*nem.*) - suvni atmosfera havosi bilan sovitish qurilmasi.

**Granulalash** (*lat.*) - moddaga mayda boʻlaklar (granulalar) shaklini berish jarayoni.

**Desorbsiya** (*lat*) - yutilgan moddalarning adsorbent, ionit sirtidan yoki absorbent hajmidan chiqarib tashlash, sorbsiyaga teskari jarayon.

**Distillyasiya** (*lat*) - koʻp komponentli suyuq aralashmalarni qisman buxlatish va hosil boʻlgan buxni kondensatsiyalash yoʻli bilan ularni tarkiban farq qiluvchi fraksiyalarga ajratish.

**Diffuziya** (*lat*) - muʼit zarralarining harakati; moddaning koʻchishiga va muʼitda muayyan xildagi zarralar konsentratsiyalarining tenglashishi yoki ular konsentratsiyalarining teng taqsimlanishiga sabab boʻladi. Muhitda makroskopik harakat (masalan, konveksiya) boʻlmaganda molekulalar (atomlar) diffuziyasi ularning yssiqlik harakatiga bogʻliq boʻladi; bunday diffuziya molekulyar diffuziya deb yuritiladi. Muhitda harorat, elektr maydonlari va shu kabilar doimo oʻzgarib turganda diffuziya

konsentratsiyalarning tegishli gradient bo'yicha muvozanatli taqsimlanishiga olib keladi (termodiffuziya, elektrodifuziya va boshqalar).

**Zadvijka** (*rus.*) - truboprovoddagi oqim miqdorini pona shakliga ega bo'lgan zatvor yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.

**Zaslonka** (*rus.*) - kanal (truba)ning kesim yuzini o'zgartiradigan hamda shu yo'l bilan undan o'tadigan gaz yoki suyuqlik massasi va xajmini rostlaydigan moslama.

**Kompressor** (*lat.*) - havo yoki gazni 0,3 MPa va undan yuqori bosim bilan siqadigan mashina.

**Kondensat** (*lat.*) - gaz yoki bug'ni kondensatsiyalashda hosil bo'ladigan suyuqlik.

**Kondensator** (*lat.*) - moddalarni sovitish yo'li bilan gaz (bug') holatdan suyuq holatga o'tkazadigan issiqlik almashtirgich.

**Konditsioner** (*lat.*) – havoni konditsirlash sistemalarida havoga ishlov beradigan va uni haydaydigan agregat.

**Kran** (*goll.*) - trubadagi berkitish – ochish uchun jo'mrak. Uning qo'zbaluvchan detali (tiqini) teshikli aylanuvchi jism shaklida bo'lib, suyuqlik (gaz) oqimi yo'lini ochish va berkitishda o'z o'qi atrofida oqim yo'nalishiga perpendikulyar ravishda buriladi.

**Konveksiya** (*lat*) - mu'it (gaz, suyuqlik) makroskopik qismining siljishi; massa issiqlik va boshqa fizik miqdorlarining ko'chishiga sabab bo'ladi. Konveksiya mu'itning har xil jinsliliigi (harorat va zichlik gradientlari) sababli yuzaga keluvchi tabiiy (erkin) va muhitga tashqi ta'sir (nasos, ventilyator va boshqalar) bo'lgandagi majburiy turlarga bo'linadi.

**Kondensatsiya** (*lag*) - moddalarning gazzimon holatdan suyuq yoki qattiq holatga o'tishi.

**Konstruksiya** (*lat*) - biror qurilma, mexanizm va boshqa qismlarning tuzilishi, joylashish tartibi, tarkibi.

**Kontakt** (*lat*) - turli holatdagi jismlarning bir-biripa tutashish sirti, joyi, zonasi.

**Konsentratsiya** (*lat*) — eritma, aralashma, qotishma tarkibidagi, uning massasi (yoki hajmi) birligidagi modda miqdori.

**Korroziya** (*lat*) - qattiq jismlarning o‘z-o‘zidan emirilishi; jism sirtida uning tashqi mu‘it bilan o‘zaro ta’siri tufayli avj oluvchi kimyoviy va elektrokimyoviy jarayonlardan vujudga keladi.

**Korpus** (*lat*) - mashina, mexanizm, asbob, qurilmalarning boshqa detallar montaj qilinadigan asosiy qismi.

**Kristallizatsiya** (*yunon*) - buʻlar, eritmalar, erigan metallar, boshqa kristall yoki amorf holatdagi moddalardan kristall hosil bo‘lish jarayoni. Kristallizatsiya biror chegaraviy sharoitda, masalan, suyuqlikning o‘ta sovishi yoki bug‘ning o‘ta to‘yinishi holatiga etganda boshlanadi.

**Mashina** (*frans.*) — energiya, materiallar yoki informatsiyani o‘zlashtirish maqsadida mexanik harakat bajaruvchi qurilma. Kimyoviy texnologiyada - odatda material (yoki ishlov beriladigan narsa)ning shakli, xossasi, holati, vaziyatini o‘zgartiradigan qurilma.

**Manometr** (*yunon.*) - suyuqlik va gaz bosimini o‘lchaydigan asbob. Bunday asboblarda bir necha turga bo‘linadi: noldan (to‘la vakuumdan) hisoblanadigan bosimni o‘lchaydigan manometrlar; ortiqcha bosimni ya’ni absolyut bosim atmosfera bosimidan katta bo‘lganda. Atmosfera bosimini o‘lchash uchun barometrlar, nolga yaqin bosimlarni o‘lchash uchun vakuummetrlar ishlatiladi.

**Nasos** (*rus.*) - suyuqlikni bosim ostida haydaydigan gidromashina.

**Protssess** (*lat*) - hodisalarning izchil almashinib turishi, biror narsaning taraqqiyot holati, jarayon.

**Patrubok** (*rus.*) – asosiy truba, rezervuar yoki qurilmalardan gaz, bug‘ yoki suyuqlik olinadigan qisqa truba.

**Rafinatsiya** (*frans*) - oziq-ovqat ma’sulotlari (spirt, o‘simlik moylari va boshqalar)ni aralashmalardan tozalash. Rafinatsiyaning gidratatsiya, kislota bilan ishlash, ishqorlar bilan neytrallashtirish, dezodoratsiya va boshqa usullari bor. Nodir metallarni tozalash affinaj deb ataladi.

**Reaktor** (*lat*) - kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan qurilmalar. Sanoatda kolonna, kamera, avtoklav va boshqa nomlar bilan ataladi.

**Sorbentlar** (*lat*) - gaz, bux va erigan moddalarni yutadigan qattiq yoki suyuq moddalar. Gaz va buxni butun xajmicha yutuvchi suyuq sorbentlar absorbentlar deyiladi. Yutilayotgan gaz, bux yoki erigan moddalarni yuzasiga to'playdigan qattiq sorbentlar adsorbentlar deyiladi. Ion almashinuvchi smolalar (ionitlar) sorbentlarning alo'ida guruhiga mansub.

**Sorbsiya** (*lat*) - gaz, bux yoki erigan moddalarni qattiq jism yoki suyuqlikda yutilishi. Sorbsiyaning absorbsiya, adsorbsiya, xemosorbsiya, ion almashinuvchi sorbsiya, kapillyar kondensatsiya turlari mavjud. Sorbsion jarayonlar sanoatda kimyoviy mahsulotlar, gazlar va boshqalarni tozalashda keng qo'llaniladi.

**Standart** (*ing*) - norma, andoza, namuna, o'lcham. Keng ma'noda boshqa ob'ekt (ma'sulot)larni taqqoslash uchun dastlabki ob'ekt deb qabul qilingan o'ziga o'xshash namuna, etalon, model. Standart bajarilishi lozim bo'lgan bir qancha shartlardan iborat hujjat holida, kattaliklar birliklari yoki fizik konstantalar holida taqqoslash uchun biror predmet holida bo'lishi mumkin.

**Salnik** (*rus.*) – mashinalarning qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas detallari masalan (shtok vassilindr) orasidagi tirqishni germetik berkitib turadigan mashina detali.

**Skrubber** (*ing.*) – changli gazlarni yuvish yo'li bilan tozalaydigan qurilma.

**Suspenziya** (*lat.*) – suyuq dispersion mu'itli va zarrali broun harakatiga to'sqinlik qila oladigan darajada yirik bo'lgan dispers fazali turli jinsli sistemalar.

**Texnologiya** (*yunon*) - ishlab chiqarish jarayonida tayyor ma'sulot olish uchun ishlatiladigan xom-ashyo, material yoki yarim fabrikatlarning holati, xossasi va shakllarini o'zgartirish, ularga ishlov berish, tayyorlash uslublari majmui; xom-ashyo, material va yarim fabrikatlarga mos ishlab chiqarish qurollari ta'sir etish usullari haqidagi fan.

**Turbulent oqim (lat.)** - zarachalari murakkab traektoriyalar bo'yicha turg'unlashmagan tartibsiz harakatlanadigan suyuqlik (yoki gaz) oqimi. Bunday holatda suyuqlik tezligi va uning bosimi oqimining har bir nuqtasida tartibsiz o'zgaradi.

**Fil'tr (frans)** - qattiq va suyuq fazali har xil jinsli sistemani g'ovak to'siqlar bilan o'tkazib tarkibiy qismlarga ajratadigan, quyultiradigan yoki tindiradigan qurilma.

**Flanets (nem.)** - truba, armatura, rezervuar, vallar va boshqalarning birlashtiruvchi qismi; odatda, boltlar yoki shpilkalar o'tkazish uchun bir tekisda joylashgan teshiklari bo'lgan yassi xalqa yoki diskdan iborat.

**Forsunka (ing.)** - suyuqlikni zarralarga aylantiradigan bir necha teshikli qurilma.

**Faza (yunon)** - ajratish sirtlari bilan chegaralangan va tashqi kuch maydoni bo'lmaganda o'zining barcha nuqtalarida bir xil fizik xossalari bilan xarakterlanadigan geterogen termodinamik sistemaning barcha qismlari majmui. Masalan, gazlarning aralashmasi yoki eritma bitta fazadan, muz - suv - suv bug'i sistemasi uchta fazadan iborat.

**Shtutser (nem.)** - uchi rezbali biriktirish patrubkasi. Rezervuarlar yoki qurilmalarning trubalariga yoxut chiqish patruboklariga payvandlanadi, kavsharlanadi yoki burab qo'yiladi. Trubaprovodlardagi kichikroq diametrli (10 –20 mm) truba bo'lagi shtutser deb ataladi; undan suv yoki havoni chiqarib yuborish uchun, shuningdek truboprovoddagi suyuqlik bosimini o'lchash maqsadida foydalaniladi.

**Ekvivalent (lat.)** – biror narsaning o'rnini bosa oladigan yoki uning ifodasi bo'lib xizmat qiladigan teng baholi, teng qimmatli narsa yoki miqdor.

**Emulsiya (lat.)** – bir suyuqlikning mayda tomchilari (dispers faza) boshqa suyuqlik (dispersion muhit) da tarqalishi natijasida hosil bo'lgan turli jinsli sistemalar.

**Ekstraksiya (lat)** — qattiq yoki suyuq aralashmani ajratish usuli; bunda ularga kopponentlari bir xilda erimaydigan xar xil erituvchilar bilan

ishlov beriladi. Odatda, ekstraksiya jarayoni diffuzion qurilmalar (ekstraktorlar)da suvda erimaydigan organik erituvchilar (ekstragentlar) yordamida amalga oshiriladi. Ekstraksiyaga teskari jarayon - reekstraksiyalash.





## **Asosiy va qo‘shimcha o‘quv adabiyotlar hamda axborot manbaalari** **Asosiy adabiyotlar**

1. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. – Uslubiy qo‘llanma. T.: NISIM, 1999. - 351 b.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. - Uslubiy qo‘llanma. T.: Jaxon, 2000. -231 b.
3. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimeviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar. – Darslik. T.: SHarq, 2003. – 644 b.
4. Charles E. Thomas Process Technology Equipment and Systems, 4<sup>th</sup> edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 2015.

### **Qo‘shimcha adabiyotlar**

5. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. - T. “O‘zbekiston”, 2016. - 56 b.
6. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash-yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi.- T. “O‘zbekiston”, - 2017. - 48 b.
7. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T. “O‘zbekiston”, 2017. - 488 b.
8. G.D. Kavetskiy, A.V. Korolev. Protsessy i apparaty pishcheykh proizvodstv. – Uchebnik. Moskva VO «Agropromizdat» 1991. – 431s.
9. Gelperin N.I. Osnovnyye protsessy i apparaty khimicheskoy texnologii. – Uchebnik. M.: Ximiya, 1991. - t.1-2. – 810 s.
10. Skoblo A.I., Molokanov YU.K., Vladimirov A.I., Щelkunov V.A. Protsessy i apparaty neftegazopererabotki i nefteximii. – Uchebnik. M.: Nedra, 2000. – 677 s.
11. Nurmuhamedov X.S., Gulyamova N.U.va boshqa “Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar” fanidan uslubiy qo‘llanma – Uslubiy qo‘llanma. Toshkent 2012 - 152. b.

### **Internet saytlari**

12. [www.texhologiy.ru](http://www.texhologiy.ru)
13. [www.ziyo-net.uz](http://www.ziyo-net.uz)
14. [www.bilimdon.uz](http://www.bilimdon.uz)
15. [www.ref.uz](http://www.ref.uz)
16. [www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru)

## MUNDARIJA

1	Suyuqliklarning oqish rejimlarini aniqlash	
2	Trubalarning mahalliy va ishqalanish qarshiliklarini aniqlash	
3	Suyuqliklarning tezligi va sarfini Pito-Prandtl naychasi bilan o'lchash.	
4	Suyuqliklarning nasadka va teshiklardan oqishi.	
5	Mavxum qaynash qatlamning gidrodinamikasi.	
6	Mavxum qaynash qatlamida zarrachalarning qaynash va uchib chiqish tezliklarini aniqlash.	
7	Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikasi.	
8	Filtrlash doimiysini aniqlash.	
9	"Truba ichida truba" tipidagi isitkichdagi issiqlik berish koefitsientini aniqlash.	
10	"Truba ichida truba" tipidagi isitkichning issiqlik o'tkazish koefitsientini aniqlash.	
11	Erkin konvensiya davrida havoning issiqlik berish koefitsientini aniqlash.	
12	Eritmalarning temperatura depressiyasini aniqlash.	
13	Quritish uskunasida qurish jarayonini o'rganish.	
14	Quritish jarayonining kinetikasi.	
15	Harakatchan nasadkali kolonnalarda massa berish va o'tkazish koefitsientini aniqlash.	
16	Yarim sferik aktiv ko'mir qatlamli adsorber gidrodinamikasini o'rganish.	
17	Sochiluvchan materiallarning solishtirma yuzasini aniqlash va elaklarda fraksiyalarga ajratish.	
18	Qattiq jismlarni maydalash	

