

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

QARSHI MUHANDISLIK- IQTISODIYOT INSTITUTI

**«Texnologik mashinalar va jihozlar»
kafedra**

5320300 - «Texnologik mashinalar va jihozlar» bakalavriat
ta‘lim yo‘nalishi talabalari uchun

**«TEXNOLOGIK JIHOZLARNI HISOBLASH VA
KONSTRUKSIYALASH»**

fani bo‘yicha

kurs isini bajarish uchun

U S L U B I Y K O ' R S A T M A L A R

QARSHI- 2016 yil

Tuzuvchi: QarMII, «Texnologik mashinalar va jihozlar» kafedrasida katta o'qituvchisi F.A.Salohiddinov.

Taqrizchilar: “Janubgazta’minot” UK boshlig‘i muovini Raximov N.N.
QarMII, «Texnologik mashinalar va jihozlar» kafedrasida mudiri,
dots. X.Q.Eshkabilov.

Uslubiy ko'rsatma “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrasining 20__ yil ____
dagi ____ - sonli, “Neft va gaz” fakulteti Uslubiy kommissiyasining 20__ yil ____
dagi ____ - sonli, institut Uslubiy Kengashining 20__ yil ____ dagi
____ - sonli yig'ilishlarida ko'rib chiqilib tasdiqlangan.

“Texnologik jihozlarni hisoblash va konstruksiyalash” fanidan kurs ishini bajarish uchun uslubiy ko'rsatmada neft va gazni qayta ishlashda qo'llaniladigan issiqlik almashinish jarayoni mashina va jihozlari bo'yicha materiallar keltirilgan.

Uslubiy ko'rsatmada issiqlik almashinish qurilmalari, qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalarida kechadigan jarayonni jadallashtirish masalalari, qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasini hisobi, texnologik jihozning mexanik hisobiga oid materiallar keltirilgan.

Ushbu uslubiy ko'rsatmani talabalar o'rganish orqali fan bo'yicha bajariladigan kurs ishlarini bajarish ketma-ketligi, mazmuh-mohiyatini o'rganadilar va mavzuga oid ma'lumotlarni o'rganish orqali sohaga oid mashina va jihozlar to'g'risida fandan olayotgan nazariy bilimlarini boyitadilar.

Ushbu uslubiy ko'rsatma 5320300 - «Texnologik mashinalar va jihozlar» bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan texnologik jihozlarni hisoblash va konstruksiyalash sohasiga talluqli boshqa yo'nalishdagi o'rganuvchilar ham foydalanishlari mumkin.

Mundarija

Маъзу: Issiqlik almashinish jihozining asosiy konstruktiv elementlarini mustahkamlikka hisoblash

Kirish

1. Nazariy qism

1.1. Issiqlik almashinish qurilmalari

1.2. Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalarida jarayonni jadallashtirish.

II. Hisob qismi

2.1. Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasini hisobi

2.2. Texnologik jihozning mexanik hisobi

III. Xulosa

IV. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Kirish

Issqlik almashinish qurilmalari xom-ashyo va tayyor mahsulotlarni isitish va sovutishda ishlatiladi. Neft kimyosi va neftni qayta ishlash korxonalarida issiqlik almashinish apparatlari umumiy qurilmalarning 50 % ini tashkil qiladi.

Neftni qayta ishlash korxonalarida issiqlik almashinish uskunalariga umumiy metall sarfining 30 % i to'g'ri keladi.

Issqlik almashinish qurilmalari ishlash printsipiga ko'ra rekuperativ, regenerativ, aralashtiruvchi turlarga bo'linadi.

Rekuperativ (yoki sirtiy) issiqlik almashinish qurilmalarida issiqlik tashuvchilar devor bilan ajratilgan bo'lib, issiqlik shu devor orqali o'tkaziladi.

Regenerativ issiqlik almashinish qurilmalarida qattiq jismdan tashkil topgan birta yuza navbat bilan turli issiqlik tashuvchi agentlar bilan kontaktda bo'ladi, natijada bu jism bir issiqlik tashuvchidan olgan issiqligini ikkinchisiga beradi.

Aralashtiruvchi issiqlik almashinish qurilmalarida ikki issiqlik tashuvchi agent bir-biri bilan o'zaro kontaktda bo'ladi.

Sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari o'z navbatida qobiq - quvurli, "quvur ichida quvur" tipidagi, zmeevikli, plastinali, g'ilofli, spiralsimon, qovurg'ali va boshqa turlarga bo'linadi.

Neft kimyosi va neftni qayta ishlash sanoatida asosan sanab o'tilgan birinchi besh turdagi sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari keng qo'llaniladi.

1. Nazariy qism

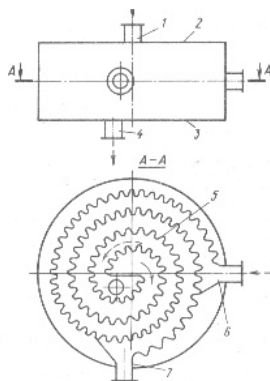
1.1. Issiqlik almashinish qurilmalari

Ma'lum qurilmaga qaraganda, yangi issiqlik almashinish qurilmasi yuqori issiqlik o'tkazish koeffitsientli, emirilishga bardosh, metall va issiqlik eltichini uzatishga energiya sarfi kam kabi ko'rsatkichlarga ega bo'lishi zarur.

Bunday issiqlik almashinish qurilmalarini loyihalash usullaridan biri – issiqlik berishni chegaralaydigan, suyuqlik yupqa qatlamini buzadigan yuzali qurilmalar yaratishdir. 1–rasmda samarador plastinali – spiralsimon issiqlik almashinish qurilmasi keltirilgan.

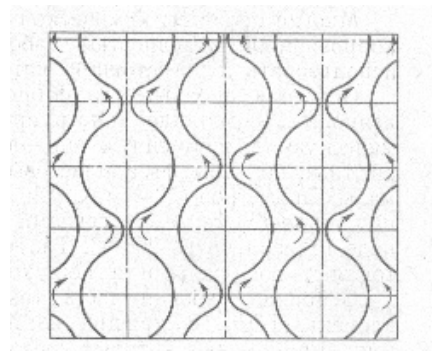
Bu turdagi qurilmalar spiral bo'yicha o'rilgan gofrirlangan list 5 va ikkala tomonidan tekis qopqoq 2 lardan tarkib topgan. Issiqlik eltichlarni kirish va chiqishi uchun 1,4,6,7 shtusterlar mo'ljallangan. Muhitlarning qarama - qarshi yo'nalishli harakatidagi birinchi issiqlik eltich shtuster 6 dan kiradi va gofrirlangan kanallar orqali o'tib, shtuster 4 dan chiqariladi. Ikkinchi issiqlik eltich esa, shtuster 1 dan kirib, gofrirlangan kanaldan o'tib shtuster 7 dan chiqadi.

Gofrirlangan listlardan yasalgan kanallarda sun'iy ravishda hosil qilingan gofrlar yoki makro g'adir-budurliklar diskret joylashgan bo'ladi. Ushbu g'adir-budurliklar devor yuzasidagi suyuqlik chegaraviy qatlamni buzadi va issiqlik almashinish jarayonini intensivlaydi. Undan tashqari, kanallar spiralsimon bo'lgani uchun suyuqlik oqimlari harakati davrida markazdan qochma kuchlar paydo bo'ladi. Bu omil ham jarayonni jadallashiga olib keladi.



1- rasm. Plastinali spiralsimon issiqlik almashinish qurilmasi.

1,4,6,7 - shtusterlar; 2,3 - tekis qopqoqlar;
5 - gofrirlangan list.



2-rasm. «Babeks» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining kombinatsiyalashgan trubalar o'rami.

Bu turdagi qurilmalar juda yuqori issiqlik – energetik xarakteristikalariga egadir. Masalan, plastinali-spiralsimon issiqlik almashinish qurilmalarida 1 m² yuzaga sarflanadigan quvvat miqdori oddiy turbulizatsiyasiz qobiq-trubali qurilmalarnikiga qaraganda taxminan 10 marta kam.

Germaniya firmasi «Bavariya Anlagenbau» tomonidan «Babeks» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasida ham issiqlik eltichning chegaraviy qatlami buziladi va jarayon intensivlashadi (2-rasm). Bu qurilma qobiq-trubali va plastinali issiqlik almashinish qurilmalarining eng yaxshi xususiyatlarini o'z ichida mujassamlagan.

Issiqlik almashinish yuzalari 0,2...1,0 mm qalinlikdagi shtamplangan metall listlardan iborat. Metall listda yarim doira shaklidagi ariqchalar shtampovki usulida qilinadi. Shtampovka qilingan listlar simmetrik holatda ketma-ket yig'ilib mahkamlanadi va natijada trubalar va trubalararo bo'shliqlar hosil bo'ladi. Suyuqlik gofrlarni tashqi tomonidan oqib o'tishi paytida to'liqsimon harakatlanadi. Listlar (1500 va undan ortiq) yig'ilib blok hosil qiladi va uning yuzasi 7200 m² gacha bo'lishi mumkin.

Qurilmaning trubalar bo'shlig'i 8,4 MPa, trubalararo bo'shlig'i esa 10,5 MPa gacha bo'lgan bosimlarga bardosh bera oladi. Issiqlik eltichlarning temperaturasi 130...760⁰C oralikda bo'lishi mumkin.

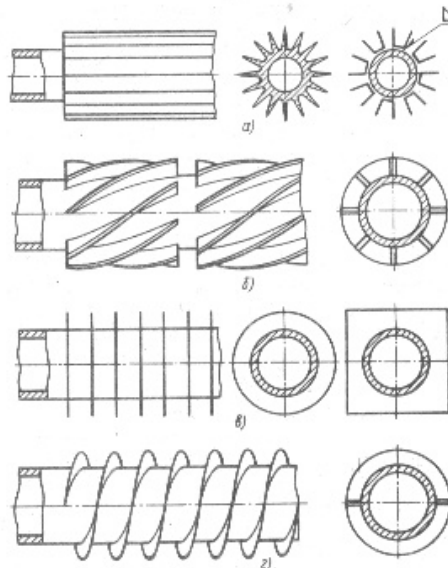
Ma'lumki, kimyoviy texnologiya jarayonlarida kimyoviy agressiv issiqlik eltichlar qo'llaniladi.

Shuning uchun, qurilma yasashda legirlangan va maxsus materiallardan foydalaniladi.

1.2. Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalarida jarayonni jadallashtirish.

Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalarida jarayonni jadallashtirishning asosiy muammosi – bu issiqlik almashinish yuzasining qarama - qarshi tomonlaridagi termik qarshiliklarni tenglashtirish yoki bir-biriga yaqinlashtirishdir. Bunga erishish uchun issiqlik almashinish yuzasi F oshiriladi yoki issiqlik eltkichning optimal gidrodinamik rejimi tashkil etiladi.

Jarayon gidrodinamikasini yaxshilashdan maqsad, oqimning butun ko`ndalang kesimida temperatura va tezlikni tekislashdir. Natijada, qovushoq, chegaraviy qatlamning termik qarshiligi kamayadi. Ko`pchilik olimlarning tajribalari shuni ko`rsatdiki, issiqlik almashinish jarayoni intensivligini pasaytiruvchi asosiy omillardan biri, bu suyuqlik chegaraviy yupqa qatlamining qalinligidir. Shuning uchun, issiqlik eltkichlarning harakati paytida trubalararo bo`shliq trubalarida hosil bo`ladigan chegaraviy yupqa qatlamni buzadigan turli shakldagi turbulizatorlar qo`llaniladi (3-rasm).



3-rasm. Samarador qirrali trubalar

a - bo`ylama qirrali; b - qirqma, spiralsimon qirrali;
c - ko`ndalang qirqma; g- spiralsimon qirrali.

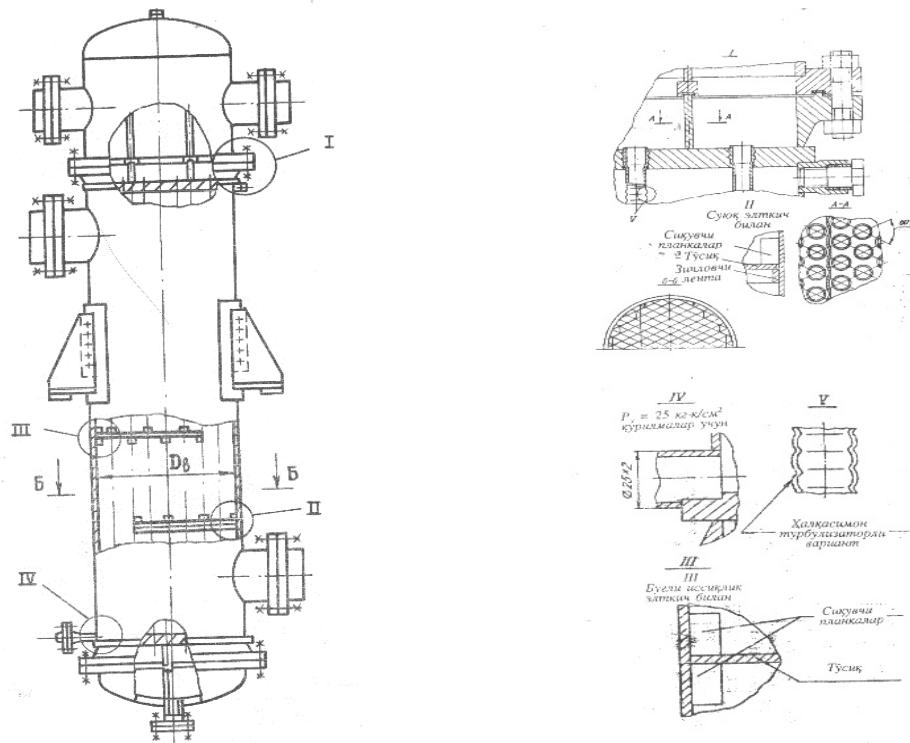
Qirrali trubalarda na faqat issiqlik almashinish yuzasi F ortadi, balki oqim turbulizastiyasi jadallashganligi sababli qirrali yuzadan issiqlik eltkichga issiqlik berish koeffitsientining qiymati ham ko`payadi. Lekin, shu bilan birga, gidravlik qarshilik ham oshadi, ya`ni suyuqlikni uzatish uchun bo`ladigan qo`shimcha energiya sarfini ham inobatga olish kerak.

Trubalar samaradorligi qovurg`a shakli, geometrik o`lchami va materialiga bog`liq bo`lib, issiqlik berish koeffitsienti bilan xarakterlanadi.

Issiqlik berish koeffitsientini oz miqdorda oshirish uchun po`latdan, ko`p miqdorda oshirish uchun esa – mis va alyuminiydan yasalgan qovurg`alar qo`llash maqsadga muvofiq.

Truba ichida hosil bo`ladigan chegaraviy qatlamni buzish va jarayonni intensivlash uchun sun`iy ravishda diskret joylashtirilgan silliq diafragma, g`adir-budurlik va moslamalar juda yuqori samara beradi. Har tomonlama mukammal va samarador issiqlik almashinish yuzali qurilmalardan birining tuzilishi 4-rasmda keltirilgan. Bu turdagi trubali qurilmalarda, hattoki laminar rejimda ham, issiqlik berish koeffitsienti oddiy trubalarnikiga qaraganda 20...100% ga ortiq bo`ladi. Agar, ushbu qurilma trubalarida diskret yasalgan botiq ariqcha va ichki tomonida silliq, bo`rtiq to`siqlar joylashish qadami $t/D = 0,25...1,0$, $d/D = 0,88...0,94$ va $Re \geq 10^4$ bo`lganida jarayon intensivligi $Nu/Nu_{tek} = 1,8...3,2$ marta ortadi, gidravlik qarshilik esa - $\xi/\xi_{tek} = 1,8...7$ barobar o`sadi. Ftoroplast kabi materiallarning kashf etilishi bilan emirilishga bardosh kimyoviy issiqlik almashinish qurilmalarini yaratish imkoni

paydo bo`ldi. Bunday qurilmalar diametri 2...5 mm li trubalardan tayyorlanadi. Qurilmalardagi bosim $P = 1,0 \text{ MPa}$ va issiqlik eltkichlar orasidagi temperaturalar farqi 200°S gacha bo`lishi mumkin. Odatda, ftoroplastdan yasaladigan qurilmalar qobiq-trubali tuzilishli bo`ladi (5-rasm).



4-rasm. Samarador qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasi.

Egiluvchan polimer trubalar o`ramining uchlari teshikli panjaraga payvandlanadi (5b-rasm). Ftoroplast trubali issiqlik almashinish qurilmalari sulfat kislotasi, xlorli organik va tibbiyot mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo`llaniladi.

Samarador qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmalarini yaratishni yana bir usuli – bu teshikli panjara qalinligini issiqlik almashinish devori yoki unga yaqin qalinlikda qilishdir (5b-rasm). Bunday holatlarda, temperaturalar farqi katta bo`lishiga qaramasdan, truba va teshikli panjara mahkamlanishi joyida kuchlanishlar hosil bo`lmaydi. Natijada, linza kompensator, U-simon truba yoki harakatchan qalpoqchali konstrukstiyalar qilishga hojat qolmaydi.



5-rasm. Ftoroplast trubali issiqlik almashinish elementi.

Undan tashqari, elektromagnit maydonining (o`ta yuqori chastotasi SVCh) nurlanish energiyasidan issiqlik energiya manbai sifatida foydalanishning kelajagi porloqdir.

II. Hisob qismi.

2.1. Qobiq-quvurli issiqlik almashinish qurilmasini hisobi.

Qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasida etil spirti (100% li) isitilmoqda. Etil spirtning massaviy sarfi $G_I=25000$ kg/soat, temperaturasi $t_{1b}=30^{\circ}\text{C}$ dan $t_{1ox}=70^{\circ}\text{C}$ gacha isitilmoqda va u trubalararo bo`shliqda harakatlanmoqda. Isituvchi suyuqlik – suv (to`yinish bosimidan yuqori bosimda) trubalar ichida harakatlanadi va temperaturasi $t_{2b}=170^{\circ}\text{C}$ dan $t_{2ox}=130^{\circ}\text{C}$ gacha pasaymoqda.

Issiqlik hisobi

Echish:

Etil spirtning o`rtacha temperaturasi

$$t_{o'r} = \frac{t_{\bar{o}} + t_{ox}}{2} = \frac{30 + 70}{2} = 50^{\circ}\text{C}$$

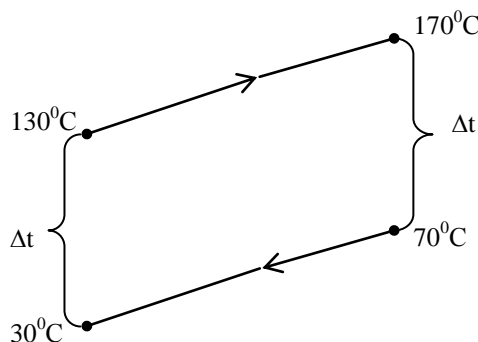
Etil spirtning $t_{o'r}=50^{\circ}\text{C}$ dagi fizik-mexanik va issiqlik-diffuzion xossalari:

- zichligi $\rho_1 = 763$ kg/m³;
- solishtirma issiqlik sig`imi $s_{r1} = 2954$ J/(kg·K);
- issiqlik o`tkazuvchanlik koeffisienti $\lambda_1 = 0,1745$ Vt/(kg·K);
- kinematik qovushoqlik koeffisienti $\nu_1 = 0,918 \cdot 10^{-6}$ m²/s;
- hajmiy kengayshi koeffisienti $\beta_1 = 1,175 \cdot 10^{-3}$ 1/K;
- Prandtl soni $Pr_{f1} = 11$.

Qurilmaning issiqlik yuklamasi:

$$Q = G_1 \cdot c_{p1} (t_{1ox} - t_{1\bar{o}}) = \frac{25000}{3600} \cdot 2954 \cdot (70 - 30) = 820555,6 \text{ Vt}$$

O`rtacha temperaturalar farqini aniqlaymiz:



$$\Delta t_{ka} = 170 - 70 = 100^{\circ}\text{S}$$

$$\Delta t_{ki} = 130 - 30 = 100^{\circ}\text{S}$$

$$\frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ki}} = \frac{100}{100} = 1$$

O`rtacha temperaturalar farqi o`rtacha arifmetik temperatura sifatida topiladi:

$$t_{o'r} = \frac{100 + 100}{2} = 100^{\circ}\text{C}$$

Truba devoridan spirtga issiqlik berish koeffisientini $\alpha_1 = 140$ Vt/(m²·K) va suvdan devorga esa $\alpha_2 = 415$ Vt/(m²·K) deb qabul qilib olamiz. Legirlangan X18N10T markali po`latdan tayyorlangan trubaning $t_{o'r} = 100^{\circ}\text{S}$ dagi issiqlik o`tkazish koeffisientining tahlimiy qiymatini 2-2 jadvaldan 120 Vt/(m²·K) deb tanlab olamiz [5,6]:

Issiqlik oqimining zichligi:

$$q_o = K \cdot \Delta t_{o'r} = 120 \cdot 100 = 12000 \text{ Vt/m}^2$$

Etil spirti harakatlanayotgan bo`shliqdagi truba devorining temperaturasi

$$t_{w1} = t_1 + \frac{q_0}{\alpha_1} = 50 + \frac{12000}{140} = 135,7^\circ C$$

bu erda $\alpha_1 = 140 \text{ Wt/m}^2 \cdot \text{K}$ deb qabul qilamiz

Suv harakatlanayotgan truba devorining temperaturasi

$$t_{w2} = t_{w1} + \frac{q_0 \delta}{\lambda} = 135,7 + \frac{12000 \cdot 0,002}{50,7} = 136,2^\circ C$$

Unda, yuqorida hisoblangan issiqlik yuklama uchun zarur yuzani topamiz:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{820555,6}{120 \cdot 100} = 68,4 \text{ m}^2$$

Ushbu, ya'ni $F=68,4 \text{ m}^2$ ga mos qobiq-trubali standart issiqlik almashinish qurilmasini 2-4 jadvaldan tanlaymiz:

- issiqlik almashinish yuzasi	$F = 69 \text{ m}^2$;
- qobiq diametri	$D = 800 \text{ mm}$;
- truba diametri	$d = 25 \times 2 \text{ mm}$;
- trubalar soni	$n = 442$
- yo'llar soni	$z = 2$
- truba uzunligi	$l = 2 \text{ m}$;
- trubalararo bo`shliqning eng tor ko`ndalang kesimining yuzasi	$f_{mt} = 0,07 \text{ m}^2$;
- trubalararo bo`shliq bitta yo`li ko`ndalang kesimining yuzasi	$f_{tr} = 0,077 \text{ m}^2$.

Etil spirtning o`rtacha massaviy tezligi:

$$\omega_1 = \frac{G_1}{3600 \cdot A_{m1} \cdot \rho} = \frac{25000}{3600 \cdot 0,2854 \cdot 763} = 0,032 \text{ m/s}$$

bu erda f_{mt} ni quyidagi formuladan hisoblab topsa ham bo`ladi

$$A_{m1} = \frac{\pi D^2}{4} - n \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} - 442 \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 0,2854 \text{ m}^2$$

Etil spirtning harakat rejimi Re ni aniqlash uchun trubalararo bo`shliqning ekvivalent diametrini topamiz:

$$d_s = \frac{4f_{MT}}{\Omega_1} = \frac{D^2 - nd^2}{nd} = \frac{0,8^2 - 442 \cdot 0,025^2}{442 \cdot 0,025} = \frac{0,3638}{11,05} = 0,0329 \text{ m}$$

Etil spirti uchun Re soni:

$$Re = \frac{\omega_1 \cdot d_s}{\nu_1} = \frac{0,032 \cdot 0,0329}{0,918 \cdot 10^{-6}} = 1142,9$$

Demak, etil spirtining harakat rejimi – laminar, chunki $Re_{fl} = 1142,9 < 2300$.

Birinchi yaqinlashishda $U/d_o = 2000/25 = 80$, ya'ni $U/d_v > 50$, unda $\epsilon_1 = 1$. Prandtl kriteriysini hisoblaymiz

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{c\mu}{\lambda} = \frac{3550 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3}}{0,163} = 5,44$$

Grasgof soni esa

$$Gr_{f1} = \frac{gd_s^3}{\nu_2} \beta_1 (t_{w1} - t_1) = \frac{9,81 \cdot 0,0329^3}{(0,918 \cdot 10^{-6})} \cdot 1,175 \cdot 10^{-3} (124,4 - 50) = 36180000$$

$$\begin{aligned} Nu_{f1} &= 0,15 \cdot Re_{f1}^{0,33} \cdot Pr_{f1}^{0,42} \cdot Gr_{f1}^{0,1} \left(\frac{Pr_{f1}}{Pr_{w1}} \right)^{0,25} = \\ &= 0,15 \cdot 1143^{0,33} \cdot 5,44^{0,42} \cdot 36180000^{0,1} \cdot \left(\frac{11}{5,44} \right)^{0,25} = \\ &= 0,15 \cdot 10,2 \cdot 2,04 \cdot 32 \cdot 1,19 = 118,86 \end{aligned}$$

Truba devoridan etil spirtga issiqlik berish koeffisienti:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_{f1} \cdot \lambda_1}{d_s} = \frac{118,86 \cdot 0,1745}{0,0329} = 630,4 \frac{Wt}{m^2 \cdot K}$$

Issiq suvning o'rtacha temperaturasini aniqlaymiz:

$$t_2 = \frac{t_{2\delta} + t_{2ox}}{2} = \frac{170 + 130}{2} = 150^0 C$$

Suvning temperaturasi $t_2 = 150^0 C$ bo'lgan davrida uning asosiy parametralarini topamiz:

- zichligi $\rho_2 = 917 \text{ kg/m}^3$;
- solishtirma issiqlik koeffisienti $s_{r2} = 4313 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$;
- issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti $\lambda_2 = 0,684 \text{ Wt/(m}^2\cdot\text{K)}$;
- kinematik qovushoqligi $\nu_2 = 0,203 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;
- hajmiy kengayish koeffisienti $\beta_2 = 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$;
- Prandtl soni $Pr_{f1} = 1,17$.

Trubalardagi suvning sarfi:

$$G_2 = \frac{Q}{C_{p2}(t_{2\delta} - t_{2ox})} = \frac{820555,6}{4313(170 - 130)} = 4,76 \text{ kg/s}$$

Truba kanallaridagi suvning o'rtacha massaviy tezligi:

$$\omega_2 = \frac{4G_2}{\pi d_s^2 \cdot n \cdot \rho_2} = \frac{4 \cdot 4,76}{3,14 \cdot 0,021^2 \cdot 442 \cdot 917} = 0,0374 \text{ m/s}$$

Reynolds soni

$$Re_{f2} = \frac{\omega_2 \cdot d_s}{\nu^2} = \frac{0,0374 \cdot 0,021}{0,203 \cdot 10^{-6}} = 3869$$

ya'ni, issiq suv o'tish rejimida harakatlanmoqda

Grasgof sonini hisoblaymiz:

$$Gr_{f_2} = \frac{gd_b^3}{\nu_2^2} \beta_2 \cdot (t_{w_2} - t_2) = \frac{9,81 \cdot 0,021^3}{(0,203 \cdot 10^{-6})^2} \cdot 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot (150 - 135,7) =$$

$$= \frac{9,81 \cdot 9,26 \cdot 10^{-6}}{0,041 \cdot 10^{-12}} \cdot 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot 14,3 = 32633931$$

Issiq suv oqimi uchun Nusselt sonini topamiz:

$$Nu_{f_2} = 0,15 \cdot Re_{f_2}^{0,33} \cdot Pr_{f_2}^{0,42} \cdot Gr_{f_2}^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_{a_2}}{Pr_{f_2}} \right)^{0,25} =$$

$$= 0,15 \cdot 3869^{0,33} \cdot 1,17^{0,42} \cdot 32633931^{0,1} \cdot \left(\frac{1,17}{1,22} \right)^{0,25} = 13,68$$

$$Pr_{w_2} = \frac{c_2 \mu_2}{\lambda_2} = \frac{4270 \cdot 0,196 \cdot 10^{-3}}{0,685} = 1,22$$

Issiq suvning $t_{w_2} = 136,2^{\circ}\text{C}$ dagi parametrlari quyidagicha:

$$\lambda_2 = 0,685 \text{ Wt/(m}\cdot\text{K)}$$

$$s_2 = 4270 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$$

$$\mu_2 = 0,196 \cdot 10^{-3}$$

Issiq suvdan devorga issiqlik berish koeffitsientini hisoblaymiz:

$$\alpha_2 = \frac{Nu_{f_2} \cdot \lambda_2}{d_e} = \frac{13,68 \cdot 0,685}{0,021} = 446,15 \text{ Wt/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Issiqlik o'tkazish koeffitsienti esa

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{630,4} + \frac{0,002}{50,2} + \frac{1}{446,15}} =$$

$$= \frac{1}{0,00158 + 0,0000398 + 0,00224} = \frac{1}{0,00386} = 259,1 \frac{\text{Wt}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Issiqlik almashinish yuzasi:

$$F = \frac{820555,6}{235,96 \cdot 100} = 34,8 \text{ m}^2$$

Aniqlovchi hisoblashlar asosida kelib chiqqan issiqlik almashinish yuzasiga mos standart qobiq-trubali issiqlik almashinish qurilmasi qaytadan 2-4 jadvaldan tanlanadi:

- issiqlik almashinish yuzasi $F = 38 \text{ m}^2$
- qobiq diametri $D = 600 \text{ mm}$
- truba diametri $d = 25 \times 2 \text{ mm}$
- trubalar soni $n = 240$
- truba uzunligi $l = 2,0 \text{ m}$
- yo'llar soni $z = 2$
- bo'shliqning eng tor ko'ndalang kesimning yuzasi $f_{mt} = 0,040 \text{ m}^2$
- truba bitta yo'li ko'ndalang kesimining yuzasi $f_{tr} = 0,042 \text{ m}^2$

Energetik hisob

Atrof muhit temperaturasi $T_{atm} = 298$ K boʻlgan sharoit uchun spirtga uzatilayotgan suv oqimining energiyasini hisoblaymiz:

$$\tau_{tekv} = 1 - \frac{T_{atm}}{T_{vm}} = 1 - \frac{298}{423} = 0,296$$

spirt oqimi uchun τ ni topamiz

$$\tau_{cn} = 1 - \frac{T_{atm}}{T_{cn}} = 1 - \frac{298}{323} = 0,0774$$

Suv uzatgan energiyani topamiz

$$E_v = Q \cdot \tau_{tekv} = 820555,6 \cdot 0,296 = 242884,5 \text{ Vt}$$

Etil spirti uzatgan energiya esa

$$E_v = Q \cdot \tau_{sp} = 820555,6 \cdot 0,0774 = 63511 \text{ Vt}$$

Energetik yoʻqotilishlarni hisoblaymiz:

$$D_{tek} = E_v - E_{sp} = 179373,5 \text{ Vt}$$

Trubani “nakatka” tipida intensivlovchi makrogʻadir-budurliklar qilish natijasida gidravlik qarshiliklari ortadi. Bunday bosimning yoʻqotilishini topish uchun $\xi/\xi_{tek} = 1,08$ ekanligi inobatga olish zarur.

“Nakatka” li issiqlik almashinish trubalari uchun gidravlik qarshilik koeffitsienti quyidagi tenglikdan topiladi:

$$\lambda_{nak} = 1,08 \cdot \lambda_{tek} = 1,08 \cdot 0,0503 = 0,05432$$

Bundan, ishqalanish qarshiligini engish jarayonida bosimning yoʻqotilishi

$$\Delta p_{uk} = \lambda \cdot \left(\frac{n \cdot l}{d_s} \right) \cdot \Delta p_{mez} = 0,05432 \frac{240 \cdot 2}{0,021} \cdot 0,641 = 795,9 \text{ Pa}$$

Mahalliy qarshiliklar tufayli bosimning yoʻqotilish qiymatlari oʻzgarmasdir.

Unda, umumiy gidravlik yoʻqotilishlar quyidagiga teng boʻladi:

$$\Delta r_{um} = \Delta r_{mk} + \Delta r_{ik} = 795,5 + 3,2 = 799,1 \text{ Pa}$$

Ishqalanish qarshiligini engishda bosim yoʻqotilishining ortishi juda kichik boʻlgani uchun, suvni uzatishda eksergetik yoʻqotilishlarni hisoblamasa ham boʻladi.

“Nakatka” trubali samarador trubalarni qoʻllab, issiqlik almashinish jarayonini intensivlash mumkin. Lekin gidravlik qarshilik bu usulda sezilarsiz miqdorda ortadi.

Natijada qurilmaning gabarit oʻlchamlari va massasini kamaytirish mumkin.

2.2. Texnologik jihozning mexanik hisobi

Trubaning teshikli panjarasi sifatida III-tipdagi konstrukstiyani tanlaymiz .

Mexanik hisoblashda quyidagi parametrlar aniqlanadi: bolt joylashtiriladigan aylana diametri; qistirmani siqish kuchi; boltni cho`zuvchi kuchlanish; bolt diametri; boltlar soni; flanestning tashqi diametri va qalinligi.

Boltlarni joylashtirish diametri:

$$D_b = 1,1 \cdot D_i^{0,933} = 1,1 \cdot 0,602^{0,933} = 0,625 \text{ m}$$

bu erda D_i – flanestning ichki diametri (odatda u qobiqning tashqi diametriga teng).

Zichlovchi qistirmani siqish kuchi (qistirma eni 0,02 m va ichki diametri 0,62 m):

$$R_q = \pi \cdot D_{Qo'r} \cdot v \cdot k \cdot p = 3,14 \cdot 0,6125 \cdot 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,6 = 0,77$$

bu erda $\epsilon = \sqrt{\epsilon_0} = 3,16$; v_0 - qistirmaning haqiqiy eni, m.

$$D_{Kyp} = \frac{2Du + 0,015}{2} = \frac{2 \cdot 0,605 + 0,015}{2} = 0,6125$$

Boltlarni cho`zuvchi kuchlanish:

$$p_{\sigma} = \frac{\pi D_{Kyp}^2}{4} + P_K = \frac{3,14 \cdot 0,6125^2}{4} \cdot 1,6 + 0,77 = 1,25 \text{ MN}$$

bu erda $r = 1,6 \text{ MPa}$ – suvning ishchi bosimi.

Boltlar diametrini hisoblash.

$$d_{\sigma} = \frac{D_{\sigma} - D_{\Gamma}}{2} - 0,006 = \frac{0,685 - 0,612}{2} - 0,006 = 0,03 \text{ m}$$

bu erda D_G – flanestdagi payvandlash chokining tashqi diametri, m.

Rezbasining diametri M27x1,5 bo`lgan boltni tanlaymiz. Bolt rezbasining ichki diametri $d = 23,5$ mm ga teng. Bolt ko`ndalang kesimining yuzasi (rezbaning ichki diametri bo`yicha)

$$F_{\sigma} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0235^2}{4} = 4,34 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Boltlar soni

$$z = \frac{P_{\sigma}}{\sigma_{\Gamma} \cdot F_{\sigma}} = \frac{1,25}{126 \cdot 4,34 \cdot 10^{-4}} = \frac{1,25}{0,055} = 22,72 \approx 24 \text{ dona}$$

Flanestning tashqi diametri

$$D_f = D_b + 1,83 \cdot d_b = 0,685 + 1,83 \cdot 0,03 = 0,74 \text{ m}$$

Ishchi jarayonida flanestga tushayotgan yuklama:

$$\begin{aligned}
p &= \frac{D_\phi}{D_\phi - D_u} \left[p_\phi \frac{D_u}{D_\phi} \left(\frac{D_\phi}{D_{\text{кyp}}} - 1 \right) + \frac{\pi D_{\text{кyp}}^2}{4} p \cdot \left(1 - \frac{D_u}{D_{\text{кyp}}} \right) \right] = \\
&= \frac{0,74}{0,74 - 0,602} \left[1,25 \frac{0,602}{0,685} \left(\frac{0,685}{0,6125} - 1 \right) + \frac{3,14 \cdot 0,6125^2}{4} 1,6 \cdot \left(1 - \frac{0,602}{0,6125} \right) \right] = \\
&= 5,36(0,13 + 0,471 \cdot 0,0171) = 0,74 \text{ MH}
\end{aligned}$$

Yordamchi kattaliklar:

$$\Phi = \left(\frac{p}{\sigma_T} \right) \cdot \Psi_1 = \frac{1,6}{240} \cdot 1,1 = 0,0073$$

$$A = 2 \cdot \psi_2 \cdot \delta^2 = 2 \cdot 5 \cdot 0,005^2 = 0,00025$$

bu erda σ_T – ishchi temperaturada flanest materialining oquvchanlik chegarasi, MN/m² (St.3 va X18N10T po`latlar uchun $\sigma_T = 240$ MN/m² deb qabul qilsa bo`ladi); $\delta = 0,005$ - qobiq qalinligi, m; ψ_1 , ψ_2 – koeffitsientlar, ularning son qiymati IV.2-rasmdan aniqlanadi [5,128]

$F > 1,13 \cdot A$ bo`lgani uchun flanest balandligini ushbu formuladan aniqlaymiz:

$$h = 0,433 \sqrt{D_u (\Phi - 0,85A)} = 0,433 \sqrt{0,602(0,0073 - 0,85 \cdot 0,00025)} = 0,0691 \text{ m}$$

Truba teshikli panjarasining o`rta qismidagi balandligi esa ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\begin{aligned}
h &= K \cdot D_u \sqrt{\frac{p}{\varphi_0 \cdot \sigma_{i.d.}}} + c_\kappa + c_{\text{якч}} = 0,47 \cdot 0,602 \sqrt{\frac{1,6}{0,265 \cdot 126}} + 0,001 + c_{\text{якч}} = \\
&= 0,03193 + 0,1 + c_{\text{якч}} = 0,06293 \approx 0,063 \text{ m}
\end{aligned}$$

bu erda; $K = 0,47$ – truba teshikli panjarasining konstruktiviyasiga bog`liq koeffitsient; $\sigma_{i.d.}$ – material uchun ruxsat etilgan egilish kuchlanishi, MN/m² (mo`rt bo`lmagan materiallar uchun $\sigma_{i.d.} = \sigma_{e.d.}$); φ_0 – truba mahkamlanadigan panjaraning teshiklar qilinishi natijasida mustahkamligini ifodalovchi koeffitsient. Ushbu, φ_0 koeffitsientni quyidagi formuladan topish mumkin:

$$\varphi_0 = \frac{D_{\text{кyp}} - \sum d_0}{D_{\text{кyp}}} = \frac{0,6125 - 0,41}{0,6125} = 0,265$$

bu erda $\sum d_0$ - truba mahkamlanadigan panjara diametridagi teshiklar diametrlarining yig`indisi quyidagicha topladi:

$$\sum d_0 = z \cdot d = 18 \cdot 0,025 = 0,45$$

Teshikli panjara diametridagi trubalar soni z qurilmadagi trubalarning umumiy soni n orqali ushbu formuladan topiladi:

$$z = 2 \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25} = 2 \sqrt{\frac{240-1}{3} + 0,25} = 17,88 \approx 18 \text{ dona}$$

III. Xulosa

Texnologik jihozning qobiqi ko'pincha tsilindrik shaklda har xil po'latlardan tayyorlanadi. Jihoz va jihozlarni loyihalashda asosan qobig'ini, tubi va qopqoqini, panjarani, birikish joylari, tayanchlari va boshqa qismlarini mustahkamlikka, bikirlikka va puxtalikka hisoblaymiz.

Mexanikaviy hisoblash issiqlik, gidravlik va konstruktiv o'lchamlari hisoblangandan keyin bajariladi. Bosim ostida ishlaydigan texnologik jihozlarni loyihalashda davomida ishlatish va mehnat xavfsizligi qoidalariga rioya qilgan holda kerakli tarzda bajariladi.

Kurs ishi: «Issiqlik almashinish jihozining asosiy konstruktiv elementlarini mustahkamlikka hisoblash» mavzusida bajarildi. Ishni bajarish jarayonida quyidagi ishlar amalga oshirildi:

1. Ushbu berilgan mavzu bo'yicha texnologik rezervuarlarni konstruktiv elementlari, birikmalari va ularning hisobi o'rganildi;

2. Topshiriqda berilgan shartlar bo'yicha jihozning silindrik qismi mustahkamlik hisobi bajarildi;

3. Grafik qismida texnologik jihoz, uning elementlari, birikmalari tizimi sxemalari va hisoblash sxemalari rasmiylashtirildi.

4. Texnologik jihozlarni turli-tumanligini e'tiborga olib neftkimyo mashinasozligiga xos bo'lgan va o'ziga xos yuklanish turlari ostida bo'ladigan eng keng tarqalgan materiallardan tayorlanadigan detal va yig'malarni hisoblash va konstruksiyalash usullari o'rganildi.

Kurs ishini bajarishdan maqsad "Texnologik jihozlarni hisoblash va konstruksiyalash" fanini o'zlashtirishda xamda o'tilgan mavzularni yanada mukammal o'rganishga kumaklashadi. Fanni o'zlashtirish davomida kimyo apparatlari va mashinalari konstruksiyasiga qo'yiladigan talablar; texnologik jihozlar asosiy detal va yig'malari konstruksiyalarini belgilovchi omillar; jarayonning ishchi parametrlariga bog'liq holda turli konstruksion materiallarni qo'llanish sohalari; texnologik jihozlar elementlarining yuqori texnik ishonchliligini va konstruktiv mukammaligini ta'minlovchi konstruktiv va mustahkamlik hisoblash usullarini o'rgandim.

IV. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

- 1.Тимонин А.С. Основы проектирования и расчета технологического и природоохранного оборудования, Справочник. В 3-х томах, -Калуга, 2001 г.
2. Болтон У. Конструкционные материалы; металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Издательство: Додека, 2004г, 320с.
3. Соколов Р.С., Практические работы по химической технологии, Издательство Владос. 2004г, 272 с.
4. Михалев М.Ф., Третьяков Н.П., Мильченко А.И., Зобнин В.В. Расчеты и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи\ под.ред. Михалева М.Ф.\ -Л., Машиностроение, 1984г
5. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: М.; Машиностроение. 1983г.
6. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash.-T.: Jahon. 2000. - 231 b.

