

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS

TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

5310100 – "Energetika (Issiqlik energetikasi)"

bakalavr ta'lim yo'nalishi

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

**Mavzu: Qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmasining
quvurida issiqlik almashinuvini jadallashtirish usulini ishlab
chiqish**

Rahbar: _____ **Ibragimov U.X.**
(IMZO)

Ishni bajaruvchi: _____ **Usmonov J.Yu.**
(IMZO)

"Himoyaga ruxsat etildi"

"Himoya uchun DAKga yuborildi"

Kafedra mudiri:

Fakultet dekani:

_____ dots. T.A. Fayziyev
(imzo)

_____ dots.X.A. Ravshanov
(imzo)

" _____ " _____ 2018yil " _____ " _____ 2018yil

QARSHI – 2018yil

MUNDARIJA

KIRISH.....	5
I. ASOSIY QISM.	
1-bob. Issiqlik almashinuvi qurilmasida issiqlik almashinuvini jadallashtirish	7
1.1. Issiqlik almashinuvi qurilmalarining konstruksiyalari	7
1.2. Issiqlik almashinuvini jadallashtirish usullari	18
2-bob. Issiqlik almashinuvi jadallashgan issiqlik almashinuvi qurilmasining energetik samaradorligini baholash	34
2.1. Issiqlik almashinuvi bo'yicha olingan tajriba natijalari va ularni umumlashtirish	34
2.2. Issiqlik almashinuvi qurilmasining energetik samaradorligini baholash..	41
II. MEHNAT MUHOFAZASI VA XAVFSIZLIK TEXNIKASI.....	49
XULOSA.....	55
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	57
ILOVALAR	66

KIRISH

Hozirgi kunda O‘zbekiston juda katta quvvatli energetik tizimga ega bo‘lib, Respublikamiz iqtisodiyotini barcha sohalarini va aholini ehtiyojini to‘liq elektr energiya bilan qoplaydi, hamda qo‘shni mamlakatlarga eksport qiladi. O‘zbekistonda mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish dasturlarini amalga oishirish uchun ishonchli energetika bazasi yaratilib, haqiqiy energetika mustaqilligi ta’minlandi.

O‘zbekiston to‘laqonli yoqilg‘i-energiya mustaqilligiga erishi natijasida mamlakatimizda iqtisodiyotning barcha sohaları barqaror rivojlanishi uchun zamin yaratildi. Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozining salbiy ta’siriga qaramasdan O‘zbekistonda so‘nggi o‘n yil davomida yalpi ichki mahsulotning yillik o‘sish sur’ati 11 foizdan ziyodni tashkil etganligi fikrimizning yaqqol isbotidir. Lekin energiya resurslarini tejash va undan oqilona foydalanish jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi davridan keyin asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Mamlakatimizda barcha turdagi tabiiy energiya resurslarini tejash, ulardan oqilona foydalanish, atrof-muhitni ifoloslanishini oldini olish bo‘yicha ustuvor yo‘nalishlarda davlat siyosati olib borilmoqda.

Bitiruv	malakaviy	ishi
----------------	------------------	-------------

mavzusining dolzarbligi. Hozirgi vaqtda respublikamizdagibarcha ishlab turgan issiqlik elektr stansiyalari, issiqlik elektr markazlari va sanoat korxonalarida asosan rekuperativ issiqlik mashinuvqurilmalarikeng qo‘llaniladi. Ushbu rekuperativ issiqlik mashinuvqurilmalarining asosiy ulushini qoplash uchun li issiqlik mashinuvqurilmalaritashkilotadi. Qoplash uchun li issiqlik mashinuvqurilmalarining tashqirio‘lchamlarikatavassasining og‘irligitufayli ularni ekspluatatsiya qilish vaqtida qiyinchiliklartug‘diradi. Shuningdek qurilmalarda qo‘llanilayotgan texnik suvning tuzlilik vaqattiqlikmiqdori yuqoriligitufayli issiqlik mashinuvyuzalaridatuzqatlamlarivanakiphosil bo‘lmoqda, bu issiqlik mashinini yomonlashishiga, texnologik rejim buzilishiga,

issiqlik almashinuv qurilmalaridan anallari ning gidravlik qarshiligini ortishiga va elektr energiyasini koʻpsatishiga olib keladi.

Bundantashqarivachtoʻtish bilan issiqlik almashinuv qurilmalariga oʻxtatiladi, mexanik vakum yoki tozalash amalga oshiriladi, bu ham koʻshimcha moddiy va resurs harajatlari bilan bogʻliq. Demak, issiqlik almashinuv qurilmalarining quvurlarida issiqlik almashinuvini jadallashtirish h dolzarb muammolardan biridir.

Bitiruv malakaviy ishining asosiy maqsadi qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmasining quvurida issiqlik almashinuvini jadallashtirish usulini ishlab chiqish.

Vazifalari:

- issiqlik almashinuvi qurilmalarining konstruksiyalari va klassifikatsiyasini oʻrganish;
- issiqlik almashinuvi qurilmalarida issiqlik almashinuvini jadallashtirish usullarini oʻrganish va tahlil qilish;
- issiqlik almashinuvi boʻyicha olingan tajriba natijalari va ularni umumlashtirish hamda issiqlik almashinuvi qurilmasining energetik samaradorligini baholash.

Bitiruv malakaviy ishining ob'ekti issiqlik almashinuv qurilmalarining quvurlarida turbulizatorlar qoʻllanilgan da issiqlik almashinuv jarayonlarini tadqiqot qilishning tajriba qurilmasi hisoblanadi.

Bitiruv malakaviy ishining amaliy ahamiyati. Bitiruv malakaviy ishining natijalaridan turbulizatorli issiqlik almashinuvi qurilmalarini hisoblash va loyihalash da, muhandislik hisoblariga ishlatish uchun amaliy koʻnikmalar ishlab chiqishda foydalanish mumkin.

Bitiruv malakaviy ishining natijalarini sanoatning barcha sohalarida qoʻllash issiqlik almashinuvi qurilmalarini ishonchligini va toʻxtovsiz ishlashini oshiradi,

issiqlikalmashinishyuzalaridaqatlamlarhosilbo'lishinikamaytiradi.

Bundantashqari,

issiqliktashuvchilaroqiminingturbulizatsiyalanishinatijasidaissiqlikalmashinishja
dalligioshadi,

buissiqlikalmashinuviqurilmalariningmassasivatashqio'lchamlarinikamayishiga,
energetik, materialresurslarinitejalishigaolibkeladi.

1-BOB. ISSIQLIK ALMASHINUVI QURILMASIDA ISSIQLIK ALMASHINUVINI JADALLASHTIRISH.

1.1. Issiqlik almashinuvi qurilmalarining konstruksiyalari.

Issiqlikni, issiq-issiqlik tashuvchidan sovuq-issiqlik tashuvchiga uzatish uchun mo'ljallangan qurilmalarga issiqlik almashinuvi qurilmalari deyiladi.

Issiqlik almashinuvi qurilmalari ishlab chiqarishning barcha sohalarida, shuningdek energetika,

kimyo sanoati va neftni qayta ishlash sanoatlarida keng qo'llaniladi.

Energetika sanoatida keng ishlatiladigan issiqlik

almashinuvi qurilmalari umumiy qurilmalarning 75 – 80% ini, kimyo sanoatida 25 – 30% ni tashkil etadi, neft kimyo sanoatida esa buraqam 50% ga teng, chunki kimyoviy texnologiya ning asosiy jarayonlari (bug'latish, rektifikatsiya, quritish va boshqalar)

issiqlikning berilishi yoki uzatilishi bilan bog'liqdir.

Sanoatdagi turli-tuman issiqlik almashinuvi qurilmalari ishlatiladi. Ish prinsipi ga ko'ra issiqlik almashinuvi qurilmalari uchta turiga bo'linadi:

- a) rekuperativ (yuzali) issiqlik almashinuvi qurilmalari;
- b) regenerativ issiqlik almashinuvi qurilmalari;
- v) aralashtiruvchi issiqlik almashinuvi qurilmalari.

Rekuperativ issiqlik almashinuvi qurilmalarida issiqlik tashuvchi agent bir

— bir bilan devor orqali ajratilgan va issiqlik birinchi issiqlik tashuvchi muhitdan ikkinchi isiga o'lgan ajratuvchi devor orqali uzatiladi.

Konstruksiyasi ga ko'ra rekuperativ issiqlik almashinuvi qurilmalari qoplama quvurli, zmeyevikli, plastinali, spiralsimon va maxsus issiqlik almashinuvi qurilmalari ga bo'linadi.

Regenerativ issiqlik almashinuvi qurilmalarida bir issiqlik almashin shyuza sigalma-gali sovuq-issiqlik tashuvchilar bilan yuvilib tursa, muhitning issiqligi hisobiga qiziydi, sovuq-issiqlik

tashuvchibilanyuvilganda esa o'z issiqligini beradi. Shunday qilib, issiqlik almashinish yuzasi issiqlik tashuvchining issiqligini yig'ib oladi, so'ngesa issiqlik nisovuq issiqlik tashuvchiga beradi.

Martenvadom napechlarining havoqizdirgichlari bungami solbo'ladi.

Aralashtiruvchi issiqlik almashinuv qurilmalarida ikkala issiqlik tashuvchi bevosita o'zaro aralashish paytida issiqlik almashinadi.

Bunga issiqlik elektr stansiyalarining gradirnya qurilmalari, skrubberlar, oqimlik kondensatorlari misol bo'ladi.

Issiqlik almashinuv qurilmalari quyidagi belgilarga ko'ratilargabo'linadi:

Konstruktiv tuzilish bo'yicha – quvur dantayyorlangan qurilmalar (qoplama quvurli, «quvur ichida quvur», zmayeviklivaboshqalar); issiqlik almashinish yuzasi list material dantayyorlangan qurilmalar (plastinali, spiralsimonvaboshqalar); issiqlik almashinish yuzasi nonmetall materiallar (grafit, plastmassa, shishavahoqazo) dantayyorlangan qurilmalar.

Ishlatilish maqsadiga ko'ra – sovutgichlar, isitgichlar, bug'latgichlar, kondensatorlar.

Issiqlik tashuvchi muhitlarining harakat yo'nalishiga qarab to'g'ri oqimli (ikkala issiqlik tashuvchi birtomonga harakatlansa), qarama-qarshi oqimli (ikkala issiqlik tashuvchi qarama-qarshi tomonga harakatlansa) vako'ndalangoqimli (ikkala issiqlik tashuvchi bir-birini kesib o'tsa) largabo'linadi.

Issiqlik berish usuliga ko'ra issiqlik almashinuv qurilmalari quyidagilargabo'linadi:

1. Yuzali issiqlik almashinuv qurilmalari, bularda issiqlik birmuhitdan ikkinchi muhitga ajratib turuvchi sirt (yuza) orqali beriladi.

2. Aralashtiruvchi issiqlik almashinuv qurilmalari, bularda ishchi muhit darbevosita o'zaro aralashadi.

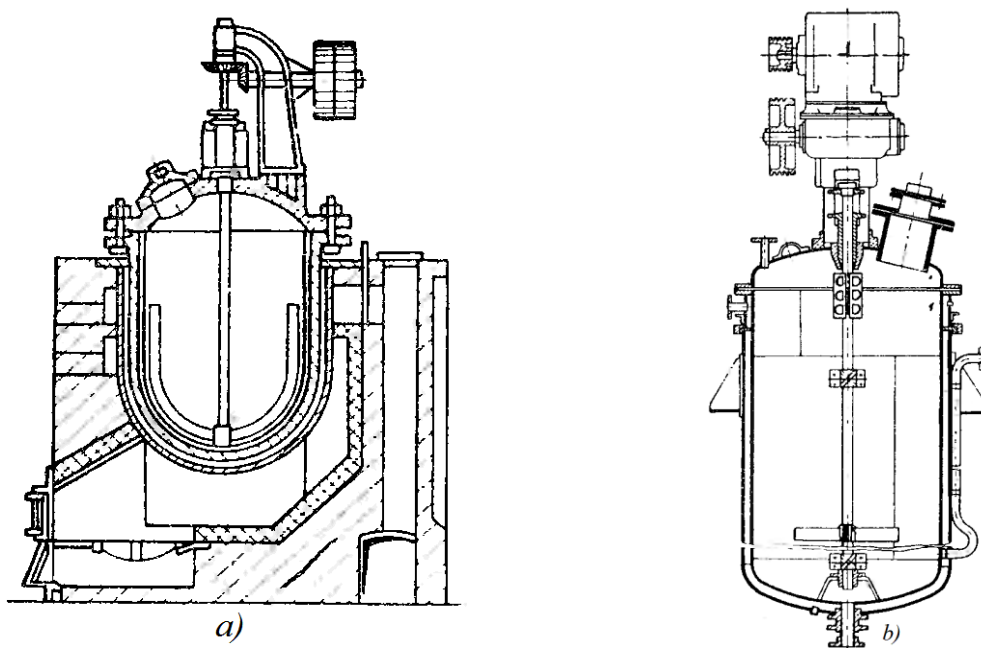
MDHda energetika va uning tashbo'lgansanoat tarmoqlari uchun ishlab chiqarilgan issiqlik almashinuv qurilmalarining 80% ini qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmalari tashkilotadi.

Bunday issiqlik mashinuvqurilmalarini tayyorlash oson, ishlatish esa qulaydir. Qoplama quvurli issiqlik mashinuvqurilmalari universal bo'lib, undangaz, bug'vasuyuqliklarni o'rta issiqlik mashinini o'rnatishda, bosim hamdaha haroratlarni keng intervalda o'zgartirish uchun qulay foydalaniladi, bundan tashqari qoplamali quvurli issiqlik mashinuvqurilmalarida issiqlikni tashuvchi agentlarning harakatining yo'nalishini o'rnatish uchun qulay bo'lishi mumkin.

«Quvur ichida quvur»

turda qivapo'latdani tayyorlangan zmayevikli issiqlik mashinuvqurilmalarining umumiy hajmi taxminan 18% ni, cho'yandani tayyorlangan namlangan qurilmalar esa 12% ni tashkil etadi.

Quvurli issiqlik mashinuvqurilmalari. Olov yoki tutun gaz bilan qizdiriluvchi qaynovchi qozonlarni birinchi texnika mashinuvqurilmaside bataladi. Ushbu qurilmalar ikki qatlamli devordan iborat va ushbu devorlarning orasiga qizdiruvchi bug'yoki issiq suv solinadi. Bunday qurilmalarga ilofli qurilmalar debataladi (1.1, a - rasm). Bunday qurilmalarning kamchiligi: issiqlik uzatish koeffitsiyent kichik, qizdirishning nobarqarorligi, kichik FIK (20 – 40%) vajarayonni rostdash qiyinligi. Olov bilan qizdiriluvchi (mexanika rashtirgichli qurilmalar, gazlar haroratini rostdash uchun qurilmalar) takomillashtirilgan bunday qurilmalar hozirgi vaqtda kam foydalaniladi.



1.1 – rasm. G‘ilofli issiqlik almashinuv qurilmalari:

a) olov bilan qizdiriluvchi; b) bug‘ bilan qizdiriluvchi.

Olov va gaz bilan qizdiriluvchi qurilmalar o‘rni bug‘ va suyuqlik bilan qizdiriluvchi qurilmalariga alladi (1.1, b - rasm). G‘ilofli qizdirish, idishning ichiga gaz meyviko‘rnatish qiyin bo‘lgan hollarda qo‘llaniladi, bunday issiqlik almashinuv qurilmalarida kuraklari yoki aralashtirgichlari mavjud bo‘ladi.

Tekis devorli g‘ilofli qurilmalar bosimi 5 atdan oshmaydigan bug‘ yoki suyuqliklarni qizdirish uchun qo‘llaniladi. Ish uchun yaroqli g‘ilofli qurilmalar shtamplari yasalgan teshikchalilistlardan tayyorlanadi. Bunday konstruksiyaning g‘ilofli qizdiruvchi bug‘ning bosimi 50 atgacha bo‘lgan darajada atetiladi.

Yuqori bosimli (70 atgacha) issiqlik tashuvchilarni qizdirish uchun mo‘ljallangan qurilmalarning korpusini tashqi yuzasiga gaz meyviko‘rnatiladi.

Qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmalari. Qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmalari hozirgi vaqtda sanoatda eng keng tarqalgan qurilmalar hisoblanadi (1.2 - rasm). Ular quvurlar panjari sigamahkamlangan quvurlar dastasi,

qoplama, qopqoq, kichikquvurchalar, tayanchlardantashkiltopgan. Ushbuqurilmalarsuyuqlik – suyuqlik, bug‘ – suyuqlik, gaz – suyuqlik, gaz – gazissiqliktashuvchilarbilanishlashuchunmo‘ljallangan.

Qoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmasiningqoplamasi (korpusi) silindrshaklidabo‘lib, biryokibirnechtalistlardanpayvandlabiyig‘ilgan. Qoplamadevoriningqalinligiishchimuhitningmaksimalbosimidanvaqurilmadiame tridananiqlanadi, odatdauningqalinligi4 mmdankambo‘lmaydi. Bundayissiqlikalmashinuvqurilmalariqobiqichigajoylashganquvurlarto‘plamidan iboratbo‘lib, quvurlarninguchito‘rlargamahkamlanganbo‘ladi. Qurilmaningyuqorigivapastkiqismlaridagiqopqoqlanetsyordamidaquvurto‘rigab iriktiriladi.

Yuqorigivapastkiqopqoqlargaisitilayotganyokisovitilayotganagentlarniberishuch unshtusermo‘ljallangan.

Bundayqurilmalardaisitiluvchigazyokisuyuqlikqopqoqdagipatrubkaorqalibittaqu vurdankirib, o‘shaquvurdanchiqibketadi. Ko‘pinchabuturdagiisitkichlardaisitilayotganvaissiqlikberayotganmuhitbir- birigaqarama-qarshiyo‘nalishdaharakatqiladi.

Qoplamaquvurliqurilmalarningquvurlardoskasito‘g‘riyokiegilgan (V – simonyoki W - simon) quvurlardantayyorlanadi, quvurlarningtashqidiametri 12 dan57 mmgachabo‘ladi.

Quvurlipanjaraquvurlardastasinimahkamlashuchunxizmatqiladi. Quvurlar panjarasiyokiqoplamagapayvandlanadi (1.2, a, v - rasm) yokiqoplamaflanetsivaqopqoqorasigaboltzyordamidaqisiladi (1.2, b, g - rasm) yokiboltlarbilanfaqatginaerkinkameradagiflanetsbilanbiriktiriladi (1.2, ye - rasm).

QuvurlarpanjarasiningmaterialiSt.4 markalilistlipo‘latdaniboratbo‘lib, uningqalinligihisobiybosimgabog‘liqva20 mmdankambo‘lmaydi. Qoplamaquvurliqurilmalarningqopqog‘iodatdatekis, konussimon, aylanavaellipssimonbo‘lishimumkin.

Qoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalariqattiq (1.2, a, k - rasm), yumshoq

(1.2, g, ye, z - rasm) vayarimqattiq (1.2, b, v, j - rasm) konstruksiyali; birvako'pyo'lli; to'g'ri, teskarivako'ndalangoqimli; gorizonta, vertikalvaqiyaliusuldatayyorlanadi.

Sanoat texnologik qurilmalarining qoplama quvurli issiqlik mashinuv qurilmalarida, bug'turbinasining kondensatorlarida, IESning havoqizdirgichlarida va issiqlik tarmoqlarida odatda ichki diametri 12 mmdan 38 mm gacha bo'lgan quvurlar qo'llaniladi, shuningdek quvurlarning diametri oshganda issiqlik mashinuv qurilmasining ixchamligi kamayadigan metall sig'imi ortadi. Agar zanglashehtimoli bo'lmasa, issiqlik mashinuvini jadallashtirishga olib keluvchi ichki diametrli quvurlardan foydalanish mumkin. Quvurlarining diametrlari 4 – 10 mm bo'lgan issiqlik mashinuv qurilmalari avtotraktor va aviatsiya yuritgichlaridagi imlarning yoqilg'ili va moylik konturida qo'llaniladi.

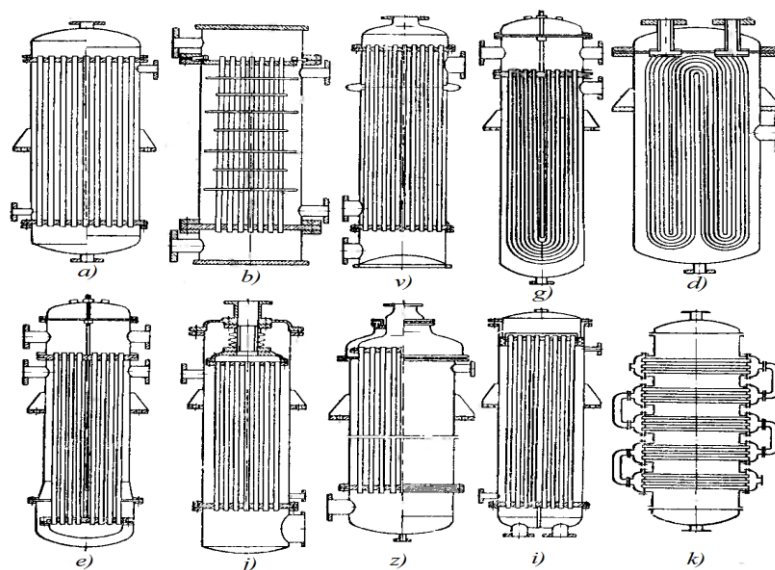
Quvurlar dastasining uzunligi 0,9 dan 5 – 6 m gacha oraliqda bo'ladi. Quvur devorining qalinligi 0,5 dan 2,5 mm gacha bo'ladi. Qurilmaning issiqlik uzatish yuzasi bir necha yuz kvadrat santimetrdan bir necha kvadrat metr gacha bo'ladi. 300 MVt quvvatli zamonaviy bug'turbinasining kondensatorida umumiy issiqlik uzatish yuzasi 15400 m² li 20000 dan ortiq quvur mavjud.

Qoplama quvurli issiqlik mashinuv qurilmalarisuyuqlik va gazsimon muhit uchun isitgich, kondensator va bug'latgich sifatida ishlatiladi. Ishsharoitlari: bosim 6,4 MPa gacha, harorati -30⁰S dan +450⁰S gacha. Umumiy maqsadlar uchun qoplama quvurli issiqlik mashinuv qurilmalari uglerodli vazanglamaydigan po'latdantayyorlanadi, bunday qurilmalarning issiqlik mashinasi yuzasi 1 dan 2000 m² gacha bo'ladi. Qo'big'ining tashqi diametri 159 – 426 mm bo'lgan qurilmalar standartlashtirilgan quvurlardan tayyorlanadi. Qo'big'ining diametri 400 mmdan kattabo'lgan issiqlik mashinuv qurilmalari uglerodli vazanglamaydigan po'latli tirlardan payvandlash yo'libilantayyorlanadi.

Qoplamaquvurli issiqlik mashinuvqurilmalarida quvurlar arabo'shliqorasi dagio'tish kesimi quvurichining o'tish kesimidan 2 – 3 martakatta bo'ladi. Shuning uchun issiqlik tashuvchilarning sarfiva agregat holatibir xil bo'lganda quvurlar arabo'shliq yuzasida issiqlik berish ko'effitsiyenti ancha past bo'ladi, bu esa qurilmaning umumiy issiqlik uzatish ko'effitsiyenti ni pasaytiradi. Quvurlar arabo'shliq dagi to'siqlar issiqlik tashuvchilarning tezligini oshirishni ta'minlaydigan issiqlik mashinasi samaradorligini oshiradi. 1.2, b – rasmda ko'ndalang to'siqlik mashinuvqurilmasi tasvirlangan.

Qizdiruvchi va qiziyotgan muhitning haroratlarini har xil bo'lgani uchun ishlayotgan qurilmaning qoplamasi va quvuri ham har xil haroratga egabo'ladi. Qoplamaviy quvurlarning haroratlarining farqini natijasida hosil bo'luvchi kuchlanishni ta'minlaydigan linzalik kompensatorlar, U va W – shimon quvurlar, Fild quvurlari, yuviluvchi kamerali issiqlik mashinuvqurilmalarini va salniklarni o'z ichiga olganlar qo'llaniladi.

Qoplamaquvurli issiqlik mashinuvqurilmalarida qobiq bilan quvurlar orasidagi haroratning farqiga qarab quvur va qobiqning uzayishi har xil bo'ladi. Shuning uchun qoplamaquvurli issiqlik mashinuvqurilmalarini konstruksiyasiga ko'ra ikki xil bo'ladi: 1) qo'zg'almas to'siqlik mashinuvqurilmalari; 2) kompensatsiya loychi qurilmali issiqlik mashinuvqurilmalari (bunday qurilmalarda quvurlarning turli darajada uzayishi g'aimkon bo'ldi).



1.2 – rasm. Qoplamaquvurli issiqlik mashinuvqurilmalari:

a – quvurlardastasimustahkammahkamlangan; b – ko‘ndalangto‘siqli; v – linzalikompensatorli; g – U – simonquvurli; d – W – simonquvurli; ye – suzuvchankamerali; j – yo‘naltiruvchiqurvurbo‘yichasilfonlikompensatorli; z – shtuserdasalnikbilanzichlangan; i – korpusdasalnikbilanzichlangan; k – ko‘ndalangquvurli.

Qo‘zg‘almasto‘rliissiqlikalmashinuvqurilmasidaissiqlikta’siridaquvurvaq obiqharxiluzayadi, shusabablibundayqurilmalarquvurlarvaqobiqo‘rtasidagiharoratlarfarqikattabo‘lm aganda (50° Sgacha) ishlatiladi.

Haroratlarfarqi

50° Sdankattabo‘lgandaquvurvaqobiqningharxiluzayishiniyo‘qotishuchunlinzakompensatorli, harakatchanto‘rli, U – simonquvurlivaboshqaturdagiqoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalariishlatiladi.

Linzakompensatorliqurilmalarquvurvaqurilmadevorio‘rtasidagibosim $6 \cdot 10^5$ Pagachabo‘lgandaishlatiladi.

Quvurlito‘rliharakatlanuvchanissiqlikalmashinuvqurilmalariharoratlarfarqikattabo‘lgandaishlatiladi. Buqurilmadapastdagiquvurto‘riharakatchanbo‘lib, bundaquvurlarto‘plamiqurilmaningqobig‘idaharoratta’siridauzaygandahambemalolharakatqiladi.

U – simonquvurliqoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalaridaissiqlikta’siridaquvurlarninguzayishi qurilmaningkonstruksiyasigahalaqitbermaydi. Shuninguchunularniningkonstruksiyasisoddabo‘lib, quvurlarto‘plamibitta qo‘zg‘almasto‘rgao‘rnatiladi.

Buqurilmalardaquvurlarningichkiyuzasinitozalashqiyinvaquvurlarnito‘rgajoylashtirishjudamurakkabdir.

U – simonquvurliqoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalariningishmuhitiharorati

-30°Sdan +450°Sgachao‘zgargandavabosimningqiymati 1,6÷6,4
MPabo‘lgandaishlatiladi.

Qoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalaridayuqoriissiqlikberishkoeffi
tsiyentigaerishishuchunissiqliktashuvchiagentlarningtezligianchakatabo‘lishiker
ak: gazlaruchun 8 – 30 m/s, suyuqliklaruchunengkamibilan 1,5 m/s.

Qoplamaquvurliqurilmalarvertikalvagorizontalso‘lishimumkin.

Vertikalqurilmalarkengtarqalgan, shuningdek,
kichikjoyniegallaydivaishxonasidaqulayjoylashadi.

Montajvaishlatishosonbo‘lishiuchunulardagiquvurlaruzunligi5 mdanoshmaydi.

Qoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalariquyidagiazalliklargaega:
ixcham, metallkamsarfqilinadi, quvurlarningichikiqisminitozalashoson (U –
simonquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalaridantashqari),
issiqlikalmashinishyuzasivaunumdorligikatta.

Qoplamaquvurliqurilmalardaquvurlarto‘rlargarazvalsovka, payvandlash,
kavsharlashvasalniklaryordamidabiriktiriladi.

Buqurilmalarkamchiliklardanholiemas: gidravlikqarshilikyuqori,
tayyorlashdaaniqlikzarurligi, kichiko‘tishkesimlaridadiametrlarda farq kattaligi,
dastada joylashganquvurlar,
parallelkanallarbo‘yichaissiqliktashuvchilarsarfininotekistaqsimlanishigaolibkel
adivaqurilmaningissiqlikquvvatikamayadi,
issiqliktashuvchimuhitlarningkattatezlikbilano‘tkazishqiyin,
quvurlarningtashqarisidagibo‘shliqnitozalashvatuzatishimkonikam,
razvalsovkavapayvandlashgamoyilbo‘lmaganmateriallardanissiqlikalmashinuvq
urilmalariniyasabbo‘lmaydi.

Zmeyevikliissiqlikalmashinuvqurilmalari.

Botirilganzmeyevikliqurilmalarquvurchaliissiqlikalmashinuvqurilmalariningeng
eskirganusulihisoblanadi (1.3 - rasm). Zmeyevikli(ilonizi simon) issiqlik
almashnuvqurilmasi 15÷75
mmliquvurlardantayyorlanganspiralsimonzmeyeviklarsuyuqlikbilanto‘ldirilgani
dishedao‘rnatiladi. Botirilganzmeyevikquvurlardangazyokibug‘harakatlanadi.

Silindrikqobiqliidishisitolishizarurbo'lgansuyuqlikбилanto'ldiriladi.

Zmeyeriklarko'pincha 15...75 mmdiametriquvurlardanyasaladi.

Zmeyerikliissiqlikalmashinuvqurilmasiningdiametriidisho'lchamigako'ra

300÷2000 mmgatengbo'lishimumkin. Silindridishninghajmikattabo'lganiuchun, suyuqlikningtezligikichik, ya'niissiqlikberishkoeffitsiyentiningqiymati past bo'ladi. Issiqlik tashuvchiodatdazmeyerikichigayuboriladi.

Buturdagiqurilmalarkammiqdordagisuyuqliklarniisitishuchunmo'ljallangan.

Suyuqlikбилanto'ldirilganidishninghajmikattabo'lganligivaidishichidagisuyuqlikningtezligijudakichikbo'lganligiuchunzmeyerikningtashqidevoritomonidagibug'bilansuyuqlikorasidagiissiqlikberishkoeffitsiyentihamkichikqiymatgaegabo'ladi.

Qurilmaninghajminikamaytirishvasuyuqlikningtezliginioshirishuchununingichigastankangao'xshashidishtushiriladi.

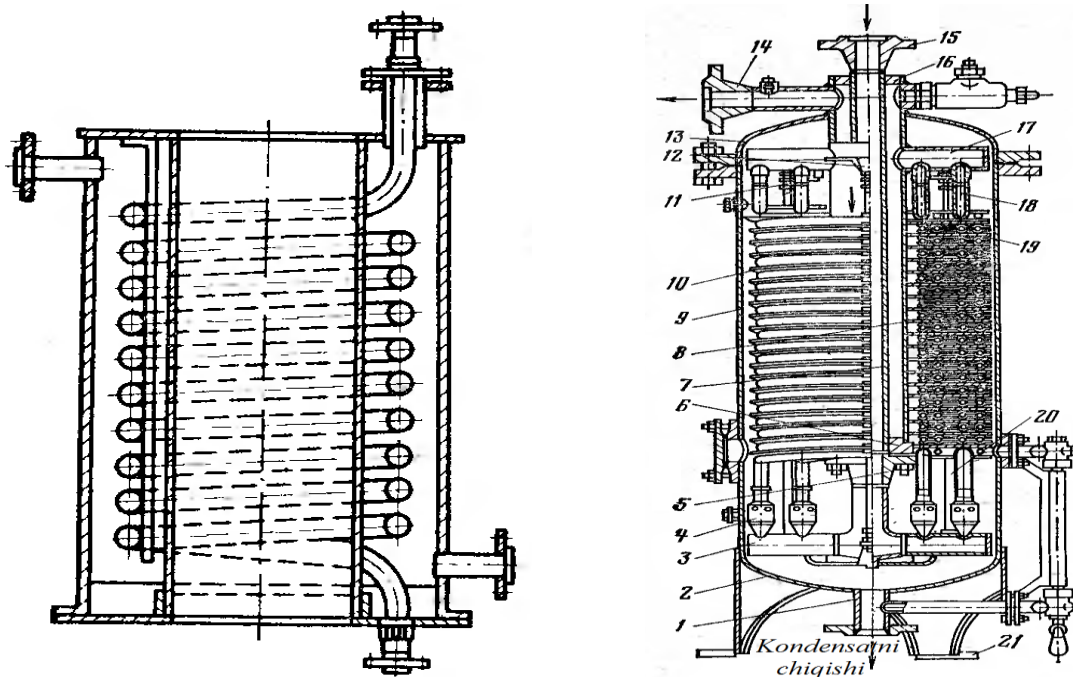
Zmeyerikliissiqlikalmashinuvqurilmasiningafzalliklari: tuzilishisodda, tayyorlashoson, issiqlikyuzasiholatinikuzatishvatuzatishyengil, yuqoribosimva (0,2...0,5 MPa) qo'llashmumkin, kimyoviyfaolsuyuqliklarniisitishhammumkin, isitishyuzasi 10...15 m², suyuqlikninghajmikattabo'lganligisabablirejimo'zgarishlarigaunchasezgiremas.

Zmeyerikli quvurlarda harakatlanayotganbug'bosimi 0,2÷0,5 MPagachabo'lgandazmeyerikninguzunliginingquvurdiametriganisbati 200÷245 bo'lishikerak. Agarbunisbatningmiqdorikattabo'lsa, bug'kondensatizmeyerikquvurlarningpastkiqismidayig'ilib, issiqlikalmashinishtezligikamayadivagidravlikqarshilikortibketadi.

Kamchiliklari: o'lchamikatta, idishdagisuyuqlikningtezligikichikbo'lganidan, zmeyerikningtashqarisidagiissiqlikberishkoeffitsiyentikichik, quvurlarningichkiyuzasinitozalashqiyin, zmeyerikpastidakondensatyig'iladi, issiqlikalmashinishyomonlashadivagidravlikqarshilikortibketadi.

Vintliissiqlikalmashinuvqurilmalari. Energetikadasuvnibug'bilanqizdiris huchunvintliissiqlikalmashinuvqurilmalarikengqo'llaniladi (1.4 - rasm).

Qiziyotgansuvbirnechtaparallelulanganzmeyevikbo'yichako'tariladi, bug'esavintlito'siqlaryordamidahosilqilinganspiralkanallarbo'yichateskarioqimli harakatqiladi. Ikkaliissiqliktashuvchihamkattatezlikbilanharakatlanadi, buningnatijasidaissiqlikalmashinishjadallashadi.



1.3 – rasm. Botirilgan zmeyevikli issiqlik almashinuv qurilmasining konstruktiv sxemasi:

1.4 – rasm. Vintli qizdirgich:

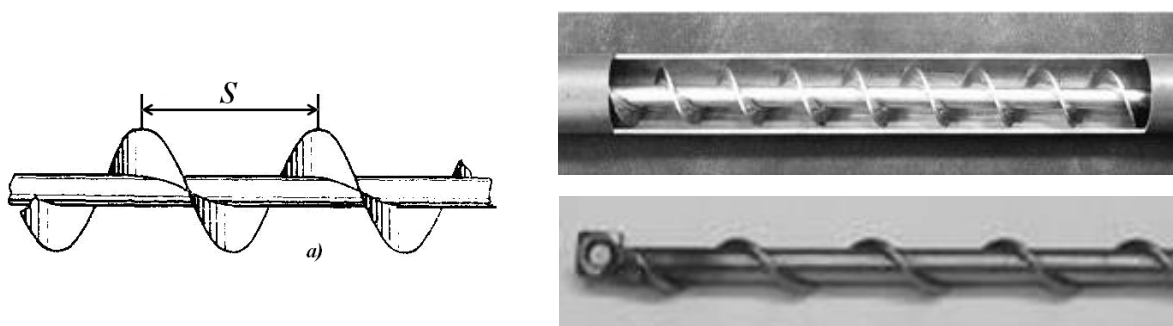
- 1 – kondensatniolibketishchunkichikquvur; 2 – tag; 3 – quyikollektorlar;
 4 – nippellibirikma; 5 – gardish; 6 – tub; 7 va 8 – konsentrikquvurlar;
 9 – korpus; 10 – ochibyg'iladiganvintliquvurlar; 11 – ankerlityaga;
 12 – tayanchlar; 13 – qopqoq; 14 – suvnikirishiuchunkichikquvur;
 15 – suvnichiqishiuchunkichikquvur; 16 – tub; 17 – yuqorikollektorlar;
 18 – masofaviyquvurlar; 19 – quvurlarnihalqasimonqisgichi; 20 –
 masofaviyquvurlar; 21 – tayanchlilaplar.

Qizdirilayotgansuvkichikquvur 15 gakiritiladi, quvur 7 bo'yichapastkikollektorlar 3 gatushadivazmeyevikorqaliyuqorigako'tariladi. Suvzmeyevikdano'tibkollektorlar 17 gakiradiva 7 va 8 quvurlarorasidagikesimbo'yichakichikquvur 14 orqalichiqibketadi.

Qizdiruvchi bug‘qopqoq 13 gapayvandlangan kichik quvur orqali kiritiladi (1.4 – rasmda ko‘rsatilmagan) va spiralkanalar bo‘yicha yuqoridan pastga harakatlanadi.

1.2. Issiqlik almashinuvini jadallashtirish usullari.

Shnekliburagichyordamidaissiqlikalmashinishshijadallashtirish. Shneklilo‘rnatmalardeformatsiyalanganlentalardantayyorlanadi, lentalaro‘zaksterjengapayvandlanadi, shuningdek quyma usulyokimexanikishlovberishorqalitayyorlanadi. Vintsimono‘rnatmanitayyorlashuchunzarurbo‘lganlentalarplastikmetallardan (odatdarangli) tayyorlanadi. Shneklarbiryokiko‘pyo‘llibo‘lishimumkin. Shneklilo‘rnatmalarning konstruktiv sxemalari 1.5-rasmdakeltirilgan.



1.5 – rasm. Shnekli o‘rnatmalarning konstruktiv sxemalari:

a) shnek; b) ariqchalito‘g‘riburchaklishnek; v) trapetsiyasimonariqchalishnek; g) simniyokiquvurnio‘rabhosilqilinganshnek; d) yarimdumaloqariqchalishnek.

A. XalatovvaY. Osipenko/ $d=15$
quvurdamahalliyissiqlikalmashinuvinio‘rganishgan,
bundahavooqiminiburamaharakatgakeltirishdachiqliqburchagi
82°bo‘lganuchpog‘onaligirdoblantirgichdanfoydalanilgan. $V_{tulka} \bar{d}_o=0,5$
gateng.

$Re_d=(1 \dots 6) \cdot 10^4$ sohadatajribanatijalariquyidagitenglamabilanumumlashtiriladi

$$Nu_x = 0,63 \Phi_0^{0,58} [1 + 0,58 \exp(-0,084 \bar{x})] Re_d^{0,5} \quad (1.1)$$

E. NerjniyvaA. Sudarevuzunligi/ $d=180$
bo‘ganquvurdalokalissiqlikalmashinuvinio‘rganishgan,
bundahavoniburaamaharakatgakeltirishdaikkivato‘rtyo‘lligirdoblantirgichdanfoydalanilgan. $Re_d=8 \cdot 10^4 \dots 10^7$ sohadaularquyidagitenglamaniolishgan:

$$Nu_x = 0,0306 Re_x^{0,8} (1 + tg^2 \varphi_0)^m \quad (1.2)$$

buyurda $m=0,8 \exp(-0,027 \bar{x})$.

Shnekligirdoblantirgichyordamidaoqimnimahalliyburamaharakatgakeltiris hdaquvurda issiqlikberish, konstruksiyalarivaularninggeometriktavsiflari [11] keltirilgan.

Shnekligirdoblantirgichliqivurda Re sonin issiqlikberishgata'siri $Nu_f = f(Re)$ grafikshaklidakeltirilgan.

Shnekligirdoblantirgichyordamidaoqimniburamaharakatgakeltirishdauzun quvurlarda $(l/d=60)$ issiqlikberishningtadqiqotnatijalari $Re_f = 10^4 \div 6 \cdot 10^4$ sohauchun quyidagimezonliten glamaorqali ifodalanadi

$$Nu_f = 0,021 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25} \left(1 + 0,092 \bar{\varphi}^{-1,73} \right) \quad (1.3)$$

buyurda $\bar{\varphi} = \varphi/15$.

Shnekligirdoblantirgichlaruchun $\varphi = 45^\circ$ va $d'/d = 1 \div 0,5$ bo'lganda

$$Nu_f = 0,0328 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25} \left[1 + 0,0355 \left(\frac{d'}{d} \right)^{-3,15} \right] \quad (1.4)$$

(1.3) va (1.4) formulalargamuvofiq, tajribanuqtalarinibog'liqlikdanog'ishi 8% danoshmaydi.

Shneklionatmalaryordamidahosilqilingankanallarninggidravlikqarshiligi laminarrejimdao'rganilgan [12].

O'ratmalarninggeometriktavsiflarijadvalshaklidakeltirilgan [4].

Qir qilgansheklarqalinligi 0,5 mm bo'lganto'g'riburchakliqovurg'adaniborat, o'ralgansheklarqovurg'arolinibajaradi, ulardiametri 2,9

mm bo'lgansim dantayyorlanadi. Barchashneklar biryo'llibo'lib,

oqimningburalishburchagivakanalko'ndalangkesimini gradialo'lchami 1 dan 17 gacha o'zgaradi, egrichiziqlikanallarning nisbiy uzunligi $l/d_e = 73 \dots 509$.

tajribalar suvdava $Re = 2 \cdot 10^3 \dots 4 \cdot 10^4$ sohada o'tkazilgan va ishqalanish qarshiligi koeffitsiyentining o'rtacha qiymati olingan.

Kanaldaoʻrnatilgan

12

tashnekliloʻrnatmalaryordamidaolingantajribanatijalarinimumlashtirilganformulasiquyidagicha:

$$\xi = c Re^{-0,42} \left(\frac{d_3}{D} \right)^{0,65} \psi^{0,3} \quad (1.5)$$

Buyerdaqirmashneklaruchuns=5,55, oʻramliuchuns=4,90.

Tadqiqotnatijalari $\xi=f(Re)$ grafikshaklidakeltirilgan.

Tajribanatijalarinimumlashtiruvchibogʻliqliktanogʻishi 10% danoshmaydi.

Shnekligirdoblantirgichlarnikamchiligi,

zamonaviyenergetikissiqlikalmashinuvqurilmalarinitayyorlashuchunkoʻpmiqdordalistlimaterialzarurboʻladi. d=30x2

mmboʻlganquvurlaruchunmetallsarfivaissiqlikalmashinuvqurilmalarinimassasitamxinan 15% gaortadi. Shuningdek, Re soniningoʻsishibilanularningsamaradorligikamayadi.

Ifloslanganoqimlaruchunshnekligirdoblantirgichlarniqoʻllashqoʻshimchaqiyinchi liklarnikeltiribchiqaradi.

Buralganlentayordamidaissiqlikalmashinishinijadallashtirish. Lenteligirdoblantirgichlarquvurningbutunhajmiboʻyichamikrouyurmalarhosilqiladi, nafaqatdevoroldiqatlamida, balkiularlaminaroqimuchunhamistiqbollidir (1.6-rasm). Agarlentaquvurbilanyaxshimetallkontaktgaegaboʻlsa,

lentaligirdoblantirgichlaryordamida oqimni uyurma harakatga keltirishhisobigaissiqlikalmashinuvinijadallashtirishdantashqari, ichkiqovurgʻaningkamsamaradorliginiolishmumkin.

Vintsimonoʻrnatmalarburalganlentalarshaklidayasalishimumkin.

Texnologiktayyorlashlardankelibchiqib $\varphi \leq 45^0$ boʻlgandaoʻrnatmaburalganlentashaklidayayyorlanishimumkin.

Vintsimonoʻrnatmalaryetarlichatirqishbilanoʻrnatilishiyokiquvurbilanoʻrnatmakontaktioʻrninipayvandlabmahkamlashmumkin.

Ushbuholdaissiqlikalmashinuvqurilmasiningquvurinitozalashosonlashadi.

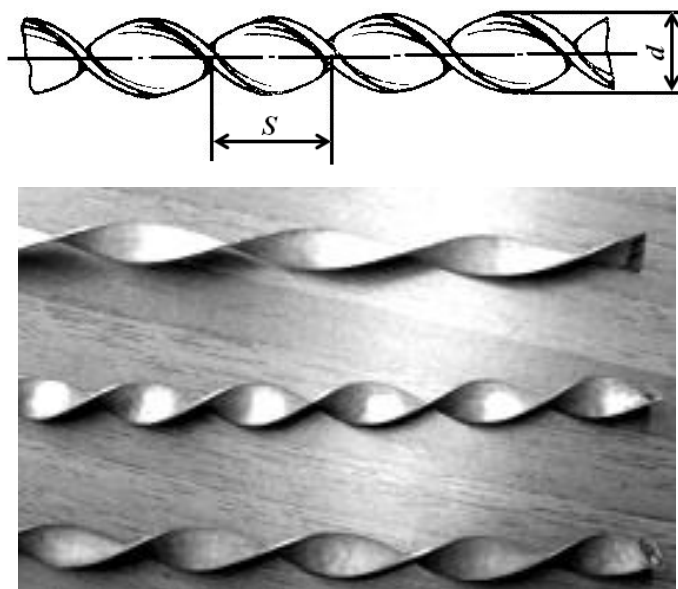
Lentaligirdoblantirgichningmuhimgeometriktavsifiuningqadamihisoblanadi,

qadamburalganlenta

180⁰gaburalgandagirdoblantirgichningo'qiyo'lchamigatengbo'lgankattalik.

Buralganlentaningko'rinishi 1.8-rasmdakeltirilgan.

LentaliturbulizatorlarV.M. Azarskiyvaboshqalari [13], A. Klachak [14], N.V. ZozulyavaI.Y.Shkuratov [15], S.V. XunvaA.YE. Bergles [15], shuningdek, M.X. Ibragimovvaboshqalar [17] tomonidankengtadqiqotqilingan. Ularnitajribanio'tkazishsharoitlarijadvalshaklidakeltirilgan [18].



1.6 – rasm. Buralgan lenta geometric o'lchamlari va umumiy ko'rinishi:

V. MigayvaL. Golubevl/d=80 vas/d=4,7
bo'lgandaburalganlentayordamidahavooqimigirdoblantirilgandamahalliyissiqlik almashinuvio'rganilgan.

$Re_d=7,1 \cdot 10^3 \dots 4 \cdot 10^4$ sohadaolingannatijalarquyidagitenglamayordamidaifodalana di

$$Nu_d / Nu_{\infty} = 1 + 1,7 \cdot \operatorname{tg} \varphi_w^0 \cdot \exp(-0,046 \cdot \bar{x}) \quad (1.6)$$

buyerde φ_w^0 - quvurdagiburalganlentaningburalishburchagi.

V. Migayuzunligil/d=110
bo'lganquvurdahavoningoqimidamahalliyissiqlikalmashinuvitadqiqotqilgan.
 $r_0/R > 0,75$ uchuntajribamahlumotlariquyidagitenglamabilanumumlashtirilgan

$$Nu_d / Nu_{\infty} = 1 + \operatorname{tg} \varphi_0 \cdot \exp(-0,035 \cdot \bar{x}) \quad (1.7)$$

$r_0/R < 0,75$ holat uchun umumlashtirilgan tenglama

$$Nu_d / Nu_\infty = 1 + 0,867(2 + r_0 / R) \operatorname{tg} \varphi_0 \cdot \exp(-0,035 \cdot \bar{x}) \quad (1.8)$$

(1.7) va (1.8) tenglamalarda: $\bar{x} = x / d$

Buralganlentalivintsimonkanaldakonvektivissiqlikalmashinuvitezligivaoqimning “uyurmaviy” aralashishiningyig‘indisidananiqlanadi. V.K. MigayReynoldso‘xshashligidanfoydalaniboqimvaquvurdevoriorasidagiissiqlikalmashinuvinihisoblashuchunquyidagitenglamanianiqlagan [19]

$$Nu = \frac{\frac{85 \left(1 + \frac{1,75}{Pr+8}\right) Pr}{\sqrt{\lambda} \frac{H}{d_{eq}}} + \frac{0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr \left[1 + 4\pi^2 \left(\frac{R_0}{H}\right)^2\right]^{0,4}}{1 + 2,14 Re^{-0,1} \left[1 + 4\pi^2 \left(\frac{R_0}{H}\right)^2\right]^{-0,05} (Pr^{2/3} - 1)}}{1 + \frac{4d_s}{7,5H \cdot Re \cdot \lambda} (5050 \cdot Pr^{0,69} + 0,00006 Pr^3)} \quad (1.9)$$

Tadqiqot natijalari $Nu_f = f(Re_f, s/d)$ grafik shaklida keltirilgan.

S.V.

Xunva A.E.

Bergleslarning tajribalari asosida lentaligirdoblantirgichlar o‘rnatilgan quvurda issiqlik berishni hisoblash uchun mezonli bog‘liqlik olingan

$$Nu = 5,172 \left[1 + 5,484 \cdot 10^{-3} Pr^{0,7} [Re/(l/d)]^{1,25}\right]^{0,5} \quad (1.10)$$

(1.10)

tenglamamualli flarni suvdava etilenglik olda o‘tkazilgan barcha tajribalarni umumlashtiradi. (1.10)

tenglamabo‘yicha olingan tajribanatiijalarining o‘rtachakvadratiko‘g‘ishi $\pm 16,4\%$.

Buralganlentalayordamida issiqlik berishni tajribaviy tadqiqot natijalari Kox [21] va V.K. Yermolin [22] ishlarida keltirilgan.

Koxning tajribasida lentaligirdoblantirgich o‘rnatilgan quvurda havo qizdiriladi. Bundas $d=2,5 \div 11$, ishchi qism uzunligi $20d$, ishchi qism oldidagi quvur – $50d$. Tajribanatiijalari $Nu_m = f(Re_m, s/d)$ grafik shaklida keltirilgan.

V.K.

Yermolinning tajribasida umumiy uzunligi

$39d$ va girdoblantirgichning uzunligi

$19d$ bo‘lgan quvurda havo nisovutish o‘rganilgan.

Lentaligirdoblantirgichlars/ $d=3,16\div9,5$ gaega. Tajribanatijalari $Nu_f=f(Re_f, s/d)$ grafikshaklidakeltirilgan.

M.X. Ibragimov, YE.V. Nomofilovva V.I. Subbotin [17] ishlaridas/ $d=2,1\div9,9$

va $Re_f=10^4\div4\cdot10^4$ sohalaridasuvvasuyuqmetallarnigirdoblantirilganoqimlarniqizdir ishda issiqlikberishtadqiqotqilingan. Girdoblantirgichliquruzunligi $57d$.

Suvuchuntajribanatijalarinimumlashtirilgan formulasi

$$Nu_f = 0,021 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25} \left(1 + \frac{5,65 \cdot 10^4}{Re_f^{1,2}} \frac{d}{s} \right) \quad (1.11)$$

$$Nu = 0,0234 Re^{0,8} Pr^{0,43} [1 + 121040 / (Re^{1,2} l / d)] \quad (1.12)$$

(1.12) tenglama $Re=18000\div90000$ oraliqdao‘rinli.

M.X. Ibragimov, E.V. Nomofilovva V.I. Subbotinlar [17] $s/d = 2,1\div9,9$ bo‘lgandasuvvasuyuqmetalliburalganoqimdagidravlikqarshiliknio‘rganishgan.

Mualliflarshundayhulosagakelishdi, oqimburalgandafaqatginas/ $d<3,3$

bo‘lgandagidravlikqarshilikortadi,

ammoushbuxulosaboshqatadqiqotlarnatijalaribilanmoskelmaydi.

$Re=10^4\div4\cdot10^4$ bo‘lgandatajribatadqiqotlariningnatijalariquyidagiformulabilanumumlashtirilgan

$$\bar{\xi} = 1 + 14,35 \left(\frac{d}{s} \right)^4 \quad (1.13)$$

Gembilva Bandilarning [27]

ishlaridasuvvaetilenglikoliburalganoqimdas/ $d=2,26\div\infty$ bo‘lgandagidravlikqarshi

liko‘rganilgan. Re =

$2,5\cdot10^3\div9,5\cdot10^4$ bo‘lgandatajribanatijalariquyidagiformulabo‘yichaumumlashtiriladi

$$\xi - \xi_0 = \frac{0,21}{(s/d)^{1,31}} \left(\frac{Re}{2000} \right)^n \quad (1.14)$$

bo'lgandahavoliburalganoqimdaolibborilgantadqiqotishikeltirilgan.

Tadqiqotnatijalari $\bar{\xi} = f(Re, s/d)$ grafikshaklidakeltirilgan.

Lentaligirdoblantirgicho'ratilganquvurdagidravlikqarshiliknitadqiqotnatijalari $\xi \left(\frac{D}{d} \right)^n = f \left[Re \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]$ bog'liqlikshaklidaqaytaishlangan.

$$s/d=13 \div 2,65$$

uchunturbulentrejimdatajribanatijalariniumumlashtiribquyidagiformulaniolishmumkin

$$\xi = \frac{0,705}{Re^{0,28}} \left(\frac{d}{D} \right)^{0,09} + 0,009 \left(\frac{d}{D} \right)^{0,65} \quad (1.15)$$

Spiralsimonprujinayordamidaisiqlikalmashinnishinijadallashtirish.S

piralsimonsimliprujinkalarissiqlikalmashinuvmoslamalaridakengqo'llaniladi.

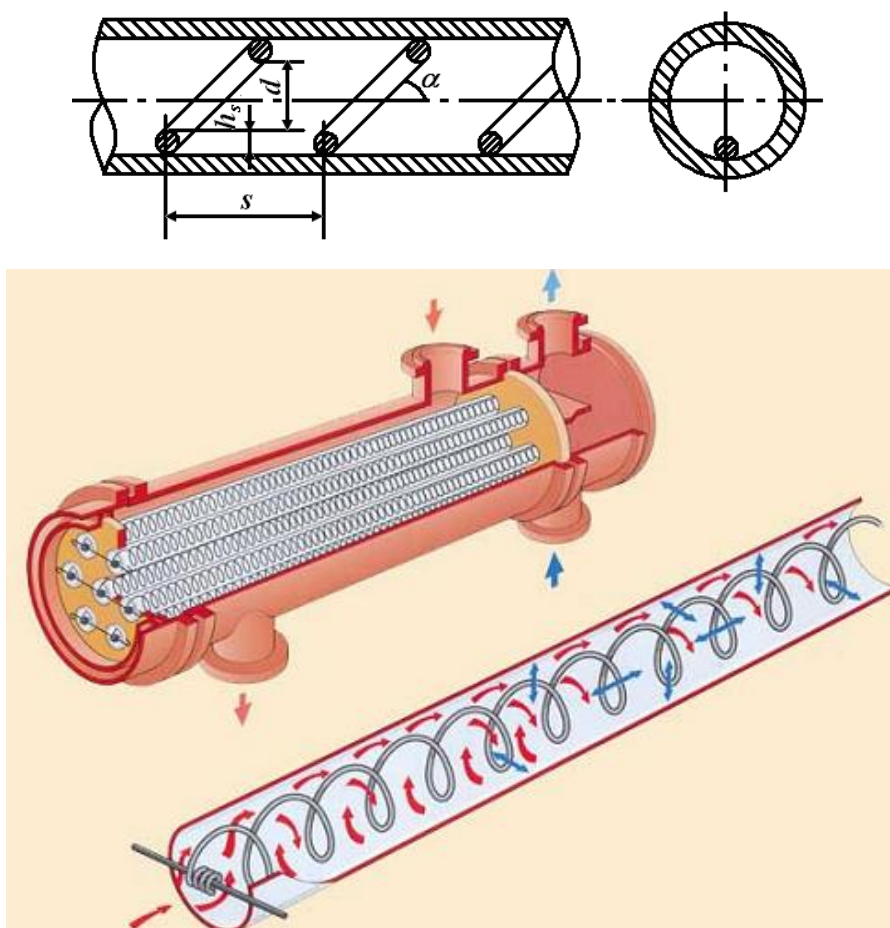
Spiralsimonsimliturbulizatorlaroqimningdevoroldiqisminiturbulizatsiyalabqolmasdan, balkio'qiatrofidabutunoqimniaylanmaharakatgakeltiradi (1.7-rasm).

Bukabiissiqlikalmashinishinijadallashtirgichlarquyidagi asosiy afzalliklaribilantavsiflanadi:

- issiqlik almashinuishmaydonioshadi;
- quvuryuzasiyaqinidagioqimharakatlanadi, natijadatezlikvaharoratnimaksimalgradiyentikuzatiladi;
- qovushqoqostqatlambuziladi;
- buralishvaoqimbuzilishiningbirgalikdagisamaradorligi issiqlik almashinuish vagidravlikqarshilikorasidagimunosatniyaxshilaydi;
- tayyorlashdatexnologiktomonlamasoddalik.

SpiralsimonsimliprujinkalarN.V. ZozulyavaI.N. Shkuratov [30], Z. Nagaokiy [31], V.M. Azarskov [32], AKlachak [33] vaboshqalartomonidantajribaviytadqiqotqilingan.

1.7-rasmdaspiralsimonsimliprujinkatasvirlangan.



1.7-rasm. Quvur ichidagi spiralsimon prujinka.

Simliotmatmaliquvurningasosiyparametrlariquyidagilarhisoblanadi:
quvurdiametri D , simdiametrid, simliotmatmaningqadamis,
spiralningburalishburchagi φ .

[34]ishdadiametri25,2 mmvauzunligi1500 mm
($l/d=59,5$)bo'lganquvurdaissiqlikalmashinuvivabosimyo'qotilishio'rganilgan.Si
mningdiametri2,0 dan3,4 mm ($d/D=0,079...0,135$)gacha,spiralningqadami 10
dan66 mmgachao'zgaradi.
Spiralningburalishburchagi 32^0 dan 76^0 gachatahkiletadi. Ishchisuyuqliksifatida
Hindustan Petroleum Corp (Hindiston) moyidanfoydalanilgan.
Tajribalar $Re_d=30...700$ sohadaolibborilgan.

Tajribanatijalari $Nu=f(Re)$, $\lambda_\varphi=f(Re)$ grafiklarshaklidakeltirilgan.
Tajribanatijalariningumumlashtirilgannatijalariquyidagitenglamabo'yichaifodlan
adi:

$$Nu_d = 1,65 \cdot \operatorname{tg} \varphi \operatorname{Re}_{eq}^m \operatorname{Pr}^{0,35} \left(\frac{\mu_f}{\mu_w} \right)^{0,14} \quad (1.16)$$

Spiralsimonprujinkaliquvurda Nusseltsonining ortishimoyuchun 1,5...4,0 nitashkiletadi, buturbulentoqimga qaragandan anchayuqori.

[30]

ishda transformator moyioqimda spiralsimon simli prujinkalartajribaviytadqiqotqilingan. Tadqiqot $Re = 1800 \div 6300$ sohada olibborilgan.

A. Klachak [33] diametri 6,8 mm va uzunligi 240 mm ($l/d = 35$) bo'lgan mis quvurda suvning oqimida issiqlik almashinuvi tadqiqotqilingan. Tajribalar $Re_d = 1,7 \cdot 10^3 \dots 2 \cdot 10^4$ sohada bajarilgan (turbulent rejim), $Pr = 2,5 \dots 9,0$. Issiqlik almashinuvi uchun umumlashtiruvchi tenglama quyidagik o'rinishni oladi:

$$Nu_d = 1,04 \operatorname{Re}_d^{0,54} (s/D)^{-0,29} (d/D)^{0,35} \quad (1.17)$$

(1.17) tenglamas $D = 0,57 \dots 286$; $d/D = 0,1 \dots 0,22$ sohada o'rinni.

[31]

ishda suvning oqimida spiralsimon simli prujinkalartajribaviytadqiqotqilingan.

Tadqiqot $Re = 4600 \div 23000$, $l/d = 0,26 \div 1,78$; $h/d = 0,0335 \div 0,15$ oraliklarda olibborilgan.

[35] ishda diametri 25 mm va uzunligi 1500 mm ($l/d = 60$) bo'lgan quvurda issiqlik almashinuvi va gidravlik qarshilik bo'yicha tajribaviytadqiqotlar olibborilgan. Simning diametri 2 va 3 mm ($d/D = 0,08$ va $0,12$), spiral qadamies 20 dan 132 mm gacha o'zgaradi. Spiralning buralish burchagi $30^\circ \dots 75^\circ$ oralig'ida. Turbulent rejimda tajriba olibborilgan bo'lib, ishchisuyuqlik sifatida 50% - ligitserinerit masivasuvidan foydalanilgan ($Re_d = 3 \cdot 10^3 \dots 8 \cdot 10^5$).

Olingan natijalarning tahlilishuniko'rsatadiki, turbulentoqimda issiqlik berish ko'effitsiyentini ortish tekis quvur bilan solishtirilgan da 1,3-1,5 nitashkiletadi, bu laminar oqim rejimiga qaraganda kam.

[36] ishda diametri 13,81 mm va uzunligi 605 mm ($l/d = 43,8$) bo'lgan quvurda issiqlik almashinuvi va gidravlik qarshilik to'liqtadqiqotqilingan. Spiralsimon prujinkalarning 11 ta varianti tadqiqotqilingan.

Spiralsimonprujinkalarsimningdiametrivaspiralqadamibilanfarqlanadi: $d=0,5\ldots 3$ mm, $s=10\ldots 60$ mm, $d/D=0,033\ldots 0,207$, Reynoldssoni $4\cdot 10^3$ dan $5\cdot 10^4$ gacha o'zgaradi.

Tadqiqot natijalari $Nu=f(Re)$ va $\lambda=f(Re)$ grafik shaklida keltirilgan.

[37] ishda diametri 13,81 mm va o'lchamsiz uzunlikdagi $l/D=43,8$ quvurda issiqlik almashinuvi va gidravlik qarshilik to'liq tadqiqot qilingan.

Reynoldssoni 6000 dan 40000 gacha o'zgaradi.

Tadqiqot qilingan spiralsimonprujinkaning asosiy parametrlari jadval shaklida keltirilgan [37].

Issiqlik almashinuvi bo'yicha tajriba natijalari quyidagi formulabo'yicha umumlashtiriladi

$$\frac{Nu}{Nu_0} = 1,85 + 2,5 \frac{2h}{d} - \frac{0,85 + 2,5(2h/d)}{2,8 + 12,6(2h/d)} \frac{t}{d} \quad (1.18)$$

Tenglama $0,0667 < 2h/d < 0,435$; $0,75 < t/d < 4,4$; $6\cdot 10^3 < Re < 4\cdot 10^4$ oralig'larida o'rinli.

Issiqlik gidravlik samaradorligini hisobi natijalari $Nu=f(Re)$ va $\xi=f(Re)$ grafik shaklida keltirilgan.

Spiralsimonprujinkalarning eng yaxshi variantini qo'llanganda gidravlik qarshiliklartekis quvur bilan solishtirilganda bir xil bo'lganda issiqlik sig'imini 40% ga oshirishga olib keladi.

Shuningdek, [38]

ishda spiralsimonprujinkao'rnatilgan quvurda transformator moyi oqibo'tishida issiqlik almashinuvi jarayonini tadqiqot natijalari yoritilgan. Reynoldssoni $30 < Re < 2000$, $300 < Re < 675$ oralig'larida o'zgaradi.

Kanalning geometrik tavsiflari quyidagisohada o'zgaradi: $s/d=2,62\div 0,83$; $h_s/d=0,085\div 0,14$; $\alpha_0=32\div 61^\circ$.

Spiralsimonprujinkao'rnatilgan quvurda Nu sonini hisoblash uchun quyidagi tenglama taklif etilgan

$$\overline{Nu} = 1,65 tg \alpha (Re_{De})^{0,25 (tg \alpha)^{-0,38}} Pr^{0,35} (\mu / \mu_{cr})^{0,14} \quad (1.19)$$

Spiralqadaminingkamayishivao‘rnatmaningbalandliginiortishibilanjadalla shtirishsamaradorligi 150-400% nitashkiletadi.

[39]

ishdaqovushqoqnyutonsuyuqliklarininglaminarrejimdaspiralsimonsimliprujinkat adqiqotqilingan.

Hisobiyamaliyotdaqo‘llashuchunquyidagiumumlashtirilgantenglamaqo‘lla niladi

$$\overline{Nu} = 0,23Re^{0,7} Pr^{0,35} (d/D)^{0,7} (9-s/D)^{0,5} \quad (1.20)$$

Bog‘liqlikniqo‘llanilishsohasi: $Re=80\div 1200$; $s/D=0,71\div 4,3$; $d/D=0,714\div 0,171$.

Tajribaviyvahisobiychetlashish12%danoshmaydi.

O‘rnatmaliquvurlardaissiqlikberishkoeffitsiyentinigeometrikparametrlargabog‘li qholda 2-4,5 marta ortadi. Issiqlik almashinishyuzasiesatekisquvurbilansolishtirilganda10-60% gachaortadi.

Tadqiqotnatijalari $\overline{Nu}=f(Re)$ grafikshaklidakeltirilgan.

Gidravlikqarshilikkoefitsiyentiqiymatinihisoblashuchunquyidagiumumla shtirilgantenglamadanfoydalaniladi

$$\xi = \frac{530}{Re^{0,36}} \left(\frac{d}{D} \right)^{1,4} \exp \left[- \left(\frac{s}{D} \right)^{0,65} \right] \quad (1.21)$$

Tajribaviyvanazariychetlashish14%danoshmaydi.

Bog‘liqlikniqo‘llanilishsohasi: $s/D=0,71\div 4,3$; $d/D=0,071\div 0,17$.

Buturdagiturbulizatrlarniko‘ndalangchuqurchaliturbulizatorlarbilansolishtirga ndaspiralqadamikichikbo‘lgandakamyaroqlidirshuningdekprujinkaningquvurbila nissiqlikkontaktiishonchliemas,

ya’niprujinaquvurningichkiyuzasigayetarlichazichmahkamlanmaydi,

ushbukamchiliklarularninisbatankichikqadamlardaqo‘llashsamaradorliginikama ytiradi.

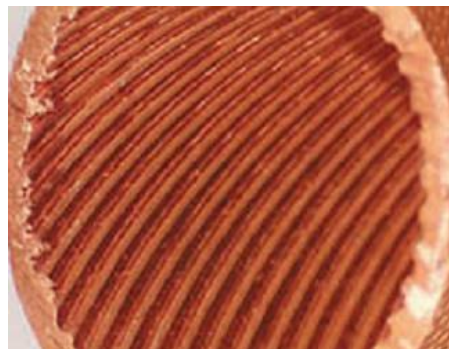
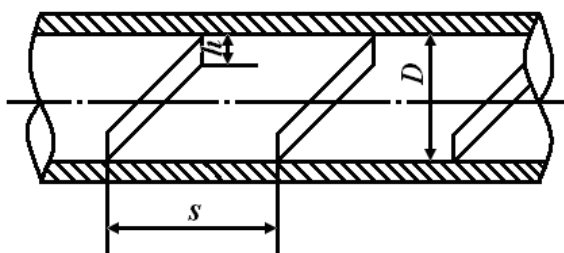
Quvurningichkiyuzasiniqovurg‘alashyordamidaisiqlikalmashinishinijad allashtirish. Turlixilshakldagispiralsimonqovurg‘alarbirvaikkifazaliissiqliktashu vchiliissiqlikalmashinuviqurilmalaridakengqo‘llaniladi.

Plastinaning kengligi quvur diametriganisbatan bir necha martakichikqilib tayyorlanadi.

Ushbu turdagi girdoblantirgichlar qo'llanilganda issiqlik mashinuvinijadallashtirish nuqtainazaridanyaxshisamaradorbo'lib,

oqimni burilishivabuzilishibirgalikdasodirbo'ladi.

Plastinali spiralsimon girdoblantirgich 1.8-rasmdakeltirilgan.



1.8-rasm. Spiralsimon girdoblantirgich.

Texnikadaburalish burchagikichik bo'lgan holateng keng tarqalgan hisoblana di $(\varphi = 20 \dots 30^\circ)$.

Spiralsimon qovurg'alangan quvurda issiqlik mashinuvi vavagidravlik qarshilik [19] ish dato'liqtadqiqot qilingan. Quvur diametri 20 mm, uzunligi 900 mm, qovurg'lashning nisbiy qadamis/d, 1,0 dan 10,0 ($h/d = 0,2$) gacha o'zgaradi, h/d qiymati 125 dan 0,3 gacha o'zgaradi. Tajribalar $Re_d = 6 \cdot 10^3 \dots 5 \cdot 10^4$ sohadahavoningoqibo'tishida olib borilgan.

Issiqlik mashinuvi bo'yicha tajriba natijalari quyidagi bog'liqlik bilan umumlashtiriladi:

$$\frac{Nu}{0,03 Re^{0,75}} = 2,2 + 2,33 \frac{2h}{d} - \frac{1,2 + 2,3 \frac{2h}{d}}{7,6 + 5 \frac{2h}{d}} \cdot \frac{s}{d} \quad (1.22)$$

Formula $0,25 < 2h/d < 0,435$; $0,75 < s/d < 7$; $6 \cdot 10^3 < Re < 5 \cdot 10^4$ sohada o'rinli.

Issiqlik mashinuvi gidravlik qarshilik bo'yicha tadqiqot natijalari $Nu = f(Re)$ $\xi = f(Re)$ grafik shaklida keltirilgan.

Hisoblashlarning ko'rsatishicha, tekis quvur bilan bir xil bo'lganda qarshilikni yengish gasarflangan quvvat 40% ga ortadi.

Turligeometrik shakldagi spiralsimon qovurg'alarining nazariy tahlil umumiy qarshilik koefitsiyentini aniqlash imkonini beradi [38, 39]:

$$\xi = [0,3164 Re_s^{-0,25} + \lambda_v] \cos^2 \beta + \xi_s \sin^2 \beta \quad (1.23)$$

Buralishning kichik burchaklari uchun ($\beta = 10 \dots 20^\circ$), $(\sin^2 \beta \approx 0)$. tenglamadagi ikkinchi qo'shiluvchi juda kichik

Buralishning katta burchaklarida ($\beta = 70 \dots 80^\circ$), tenglamadagi birinchi qo'shiluvchi quyidagi ko'rinishdabo'ladi:

$$\xi = 0,115 \left\{ (d/s)^{1,5} \lg s_2 / h \right\}^2 / \lg(D/h)^2 \quad (1.24)$$

Suvning oqibo'tishida olingan nazariy va tajribaviy ma'lumotlarni solishtirish natijalarini grafik shaklida keltirilgan [4].

Uch burchak qovurg'ali quvurda $\beta = 19^\circ \dots 26^\circ$ bo'lganda to'g'ri burchakli qovurg'alar bilan solishtirilgan gidravlik yo'qotilish 8...13% ga ortadi.

[19, 41] ishlarda suvoqimida 17 ta qovurg'alar quvurda issiqlik mashinuvining tavsiflarini tajribaviy ifodalangan [41].

Gidravlik qarshilik koefitsiyenti bo'yicha olingan natijalar $\lambda/4 = f(Re)$ grafik shaklida keltirilgan.

To'g'ri qovurg'ali quvurlar uchun (tajriba ma'lumotlari 10% aniqlikda) umumlashtirilgan tenglama quyidagi ko'rinishda

$$\lambda/4 = 0,406 (b/d_s) Re^{-0,39} \quad (1.25)$$

Formula $5000 < Re < 75000$ va $0,21 < b/d_e < 0,49$ sohada o'rinli.

Spiralsimon qovurg'alar uchun $\pm 12,3\%$ aniqlikdagi formulao'rinlidir:

$$\lambda/4 = 0,614 Re^{-0,39} (s/d_s)^{-0,2} \quad (1.26)$$

Shuningdek, [19, 41] ishlardato'g' rivaspiralsimonqovurg' aliyuvuruchun issiqlik mashinuvitadqiqotqil inganva umumlashtirilgan tenglamaolingan.

To'g'ri qovurg' aliyuvuruchun issiqlik mashinuviga $\pm 10\%$ aniqlikdagi formuladan aniqlanadi

$$Nu = 0,212 Re^{0,6} (b/d_s)^{0,34} Pr^{1/3} (\mu/\mu_w)^{0,14} \quad (1.27)$$

(1.39) formula $0,21 < b/d_e < 0,44$; $5 \cdot 10^4 < Re < 10^5$ sohada o'rinli.

Spiralsimonqovurg' a uchun quyidagi tenglama o'rinli:

$$Nu = 0,369 Re^{0,63} Pr^{1/3} (\mu/\mu_w)^{0,14} (s/d_s)^{-0,27} (b/d_s)^{0,34} \quad (1.28)$$

(1.40) formula $0,12 < b/d_e < 0,52$; $79,2 < s/d_e < 92$; $5 \cdot 10^4 < Re < 10^5$ sohada o'rinli.

Quvurninakatlash yordamida issiqlik mashinini jadallashtirish.

uvurchali issiqlik mashinuv qurilmalarida quvurninakatlash orqali issiqlik almashinishini jadallashtirish usuli Moskva aviatsiya instituti (MAI) da E.K. Kalinin, G.A. Dreyser, E.V. Dubrovskiy, S.A. Yarxo, G.I. Voronin [25, 6] lartomonidan ishlab chiqilgan. Taklif etilgan usulning mohiyati quyidagicha: nakatlash yordamida quvurning tashqi yuzasiga davriy joylashgan halqalibo'rtiqlar hosil qilinadi (1.9-rasm).

Bunda quvurning ichki yuzasida ravon shakldagi halqalidifragmalar hosil bo'ladi. Halqalidifragmalar vabo'rtmalar devoroldi qatlamida qoqimni turbulizatsiya laydi va quvurning ichki vatashqitomonida issiqlik mashinini jadallashishini ta'minlaydi.

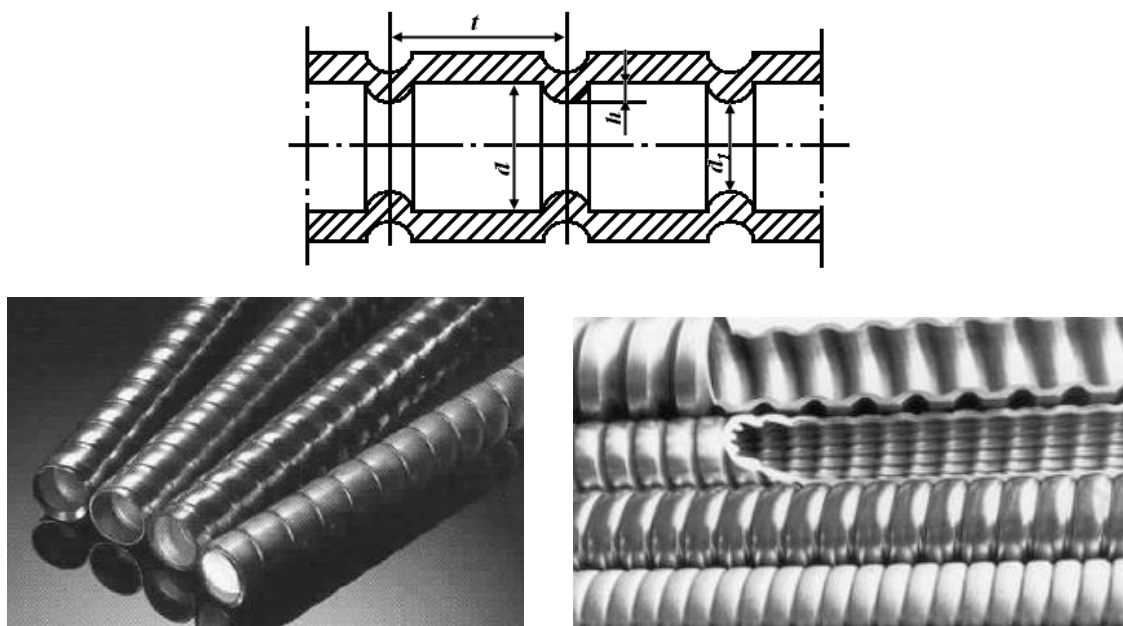
Shuningdek bunda to'plamning tashqi diametri oshmaydigan issiqlik mashinuv qurilmalarini yig'ishning oldingi texnologiya so'zgarmaydi.

Quvurlar inakatlashning taklif etilgan usulini amalga oshirish qiyin emas.

Nakatkanimalga oshirish narxi quvurnarxining bir necha foizini tashkil etadi.

Nakatkalovchidastgohning unumdorligi 2 m/daqqa.

Maxsuslashtirilgan dastgohning unumdorligi esa 9 m/daqqa.



1.9-rasm. Halqali nakatkali quvurning ko‘ndalang qirqimi.

Taklifetilgan halqali turbulizatorli quvurlar gaz vasuyuqlikda ishlovchimosla malarda, issiqlik tashuvchilarning qaynashida vakondensatsiya lanishida qo‘llaniladi, shuningdek amaliyotda qo‘llashda universallik nita‘minlaydi. Shunday qilib, halqali turbulizatorli quvurlar barcha talablarni qoniqtiradi, bu esa ularni amaliyotda keng qo‘llash imkonini beradi.

Shuni ta‘kidlash kerakki, ushbu quvurlar dabitirinchimarotabailgarino‘malumbo‘lgan qonuniyat, ya‘ni majburiy konveksiya sharoitida oqimning diskret turbulizatsiya lanishida kanal davrlarida issiqlik berishning o‘zgarishini kashfetildi, ya‘ni turbulizatorlarning belgilangan ko‘lamdagio‘lchamida va joylashuvida issiqlik berishning oshishigidravlik qarshilikning oshishidankattabo‘ladi. $Nu/Nu_t > \xi/\xi_t$ munosabatni amaliyotga joriy etib foydalanish natijasida, issiqlik mashinuvqurilmasining belgilangan quvvatidavagidravlik qarshiligidan af aqatmoslamaning hajmi kamayadi, balki uning ko‘ndalang kesimi maydoni qisqaradi.

Halqali turbulizatorli quvurlar uchun Reynoldssonigabog‘liq holda issiqlik berish va gidravlik qarshilik koeffitsiyentlarini aniqlash uchun turbulizatorlarning joylas

hishqadamivabalandligid/D uchun umumlashtiruvchi bog‘liqliklarolingani [26-30].

Barchakeltirilgan bog‘liqliklarda halqaliturbulizatorliqivurlardavaquvurlarto‘plamida issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlashda issiqlik mashinasi yuzasining oshish hisobga olinmagan,

ya’ni issiqlik oqimining zichligi tekis quvurlarning o‘tish kesimi bo‘yicha aniqlanadi.

Ravonko‘ndal halqalinakat kaliquvurlardagazlarning (havo, sulfat kislotasi, geliy) vasuyuqliklarning (suv, suv-glitserin aralashmasi) oqibo‘tishda issiqlik berish vagidravlik qarshilik tadqiqot qilingan.

Tadqiqot keng ko‘lamda quyidagi parametrlar bo‘yicha amalga oshirilgan:

$Re = 1,5 \cdot 10^3 \div 4 \cdot 10^5$, $Pr = 0,7 \div 50$, $d/D = 0,83 \div 1$; $t/D = 0,25 \div 10$; $\psi = 0,13 \div 1,6$ gazlar uchun va $\mu_f/\mu_w = 1 \div 2,5$ suyuqliklar uchun.

Gazlarni qizdirish vasovitishda ($\psi = 0,13 \div 1,6$) o‘rtacha issiqlik berish koeffitsiyentini hisoblash (1.29) va (1.31) formulalar bo‘yicha amalga oshiriladi, tajribanati jalari Re ko‘lamida $\pm 12\%$ aniqlik bilan umumlashtiriladi:

$d/D = 0,88 \div 0,98$ va $t/D = 0,25 \div 0,8$ bo‘lganda

$$\frac{Nu}{Nu_0} = \left(1 + \frac{\lg Re - 4,6}{35}\right) \left\{3 - 2 \exp\left[\frac{-18,2(1 - d/D)^{1,13}}{(t/D)^{0,326}}\right]\right\} \quad (1.29)$$

$d/D = 0,88 \div 0,98$ va $t/D = 0,8 \div 2,5$

$$\frac{Nu}{Nu_0} = \left(1 + \frac{\lg Re - 4,6}{30}\right) \left[\left(3,33 \frac{t}{D} - 16,33\right) \frac{d}{D}\right] + \left(17,33 - 3,33 \frac{t}{D}\right) \quad (1.30)$$

Ikkala formulada ham Re gazning haroratibo‘yicha aniqlanadi.

$d/D = 0,90 \div 0,97$

va $t/D = 0,5 \div 10$

bo‘lganda quyidagi formuladan foydalanish mumkin

$$\frac{Nu}{Nu_0} = \left(1 + \frac{\lg Re_w}{7,45}\right) \left(1 - 0,25 \sqrt{1 - \frac{d}{D}}\right) \exp\left[\frac{9(1 - d/D)}{(t/D)^{0,58}}\right] \quad (1.31)$$

buyurda Re_d devor haroratibo‘yicha aniqlanadi.

(1.29) va (1.31) formulalarda

Nu_0 quyidagibog‘liqliklarbo‘yichaaniqlanadi:

gazlarniqizdirishda

$$Nu_0 = 0,0207 Re_w^{0,8} Pr_w^{0,43} \quad (1.32)$$

gazlarnisovitishda

$$Nu_0 = 0,0192 Re_w^{0,8} Pr_w^{0,43} \quad (1.33)$$

havouchun

$$Nu_0 = 0,018 Re^{0,8} \quad (1.34)$$

Gidravlikqarshiliklarbo‘yichaolingannatijalar $Re=10_4 \div 4 \cdot 10^5$ ko‘lamida ± 12 % aniqlikbilan quyidagibog‘liqlaryordamida umulashtiriladi:

$d/D=0,90 \div 0,97$ vat $d/D=0,5 \div 10$ bo‘lganda

$$\frac{\xi}{\xi_0} = \left[1 + \frac{100(\lg Re - 4,6)(1 - d/D)^{1,65}}{\exp(t/D)^{0,3}} \right] \exp \left[\frac{25(1 - d/D)^{1,32}}{(t/D)^{0,75}} \right] \quad (1.35)$$

$d/D=0,88 \div 0,98$ vat $d/D=0,5$ bo‘lganda

$$\frac{\xi}{\xi_0} = \left(1 + \frac{\lg Re - 4,6}{3,4 Re / 10^5 + 6} \right) \left(1,3 - \sqrt{\frac{d}{D} - 0,93} \right) \exp \left[20,9 \left(1 - \frac{d}{D} \right)^{1,05} \right] \quad (1.36)$$

$d/D=0,88 \div 0,98$ vat $d/D=0,5$ bo‘lganda

$$\frac{\xi}{\xi_0} = \left[1 + \frac{\lg Re - 4,6}{6(Re/10^5)^{0,33}} \right] \left(3 \frac{d}{D} - 2 \left(2,5 - 1,5 \frac{d}{D} \right) \exp \left[17 \left(1 - \frac{d}{D} \right)^{0,858} \right] \right) \quad (1.37)$$

(1.47) formulada ξ_0 quyidagibog‘liqlikdananiqlanadi:

$$\xi_0 = 0,3164 / Re^{0,25} (\mu_f / \mu_w)^{n_0} \quad (1.38)$$

buyerdan $n_0=0,14$ gazlarniqizdirishda, $n_0=0$ gazlarnisovitishdavan $n_0=1,3$ suyuqliklarniqizdirishda.

(1.36) va (1.37) formulalarda ξ_0 quyidagibog‘liqlikbo‘yichaaniqlanadi

$$\xi_0 = 0,182 / Re^{-0,2} \quad (1.39)$$

O‘xshashholda

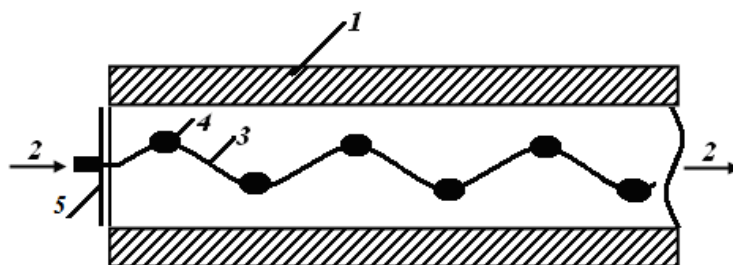
[6]

ishdagidravlikqarshiliklaruchunhisobiybog‘liqliklarkeltirilgan.

2-BOB. ISSIQLIK ALMASHINUVI JADALLASHGAN ISSIQLIK ALMASHINUVI QURILMASINING ENERGETIK SAMARADORLIGINI BAHOLASH.

2.1. Issiqlik almashinuvi bo'yicha olingan tajriba natijalari va ularni umumlashtirish.

Tajriba qurilmasining asosiy element bo'lib, erkin shaklli ingichga elastik zanglamaydigan sim 3 hisoblanadi, (2.1-rasm), turbulizatorlari turlari xil geometrik shaklda 4 bo'lib, polimer pustotellardan tayyorlangan va belgilangan oraliqda sim damahkamlangan. Simning 3 bir uchining oxiri quvurning kirish qismi 1 ga mahkamlovchi sim 5 yordamida mahkamlanadi, ikkinchi oxirgi qismi bo'shqoldiriladi. Simning diametri 0,2...0,8 mm ni tashkil etadi. Suvoqimi 2 polimer lipustotelelementi 4 ning notekis yuzalarini yuvib o'tadigan simli kerakli masofaga cho'zadi, shuning uchun sim 3 ning elastiklik kuch suvoqimining 2 zarbali kuchiga tenglashadi, keyin polimer lipustotel 4 tezda astlabki holatiga qaytadi. Polimer lipustotelelementining harakatchanligi quyidagilarga bog'liq: sim 3 ning elastikligiga, polimer lipustotelelementi 4 ning massasi va tashqi shakllariga bog'liq. Quvurlarda o'rnatilgan turbulizatorlari suvoqimining turbulizatsiyalaydi, ayniqsa issiqlik almashinishini deyarli dizonasida oqimning turbulizatsiyalaydi, bu esa qatlamlarni hosil bo'lishiga qarshilik ko'rsatadi, issiqlik almashinishi jadallashadi, ishonchlilik va issiqlik almashinuv qurilmasini to'xtovsiz ekspluatatsiya qilish muddati ortadi.



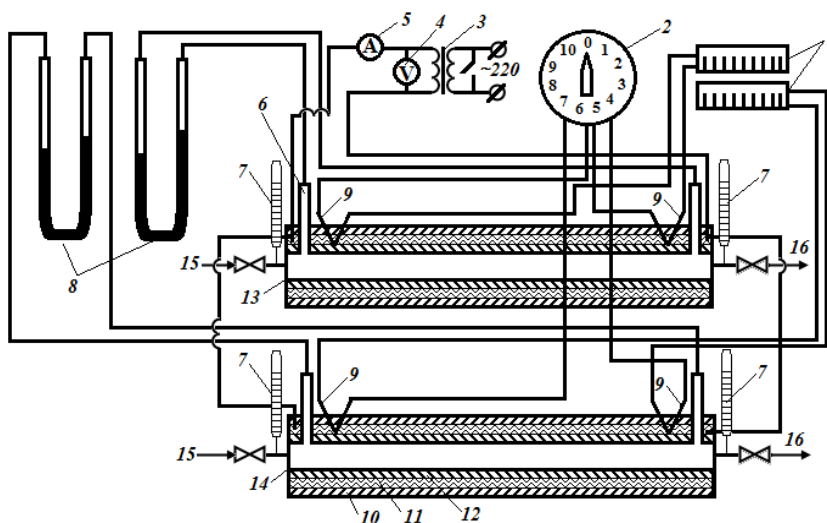
2.1 - rasm. Turbulizator o'rnatilgan tajriba quvurining sxemasi:

1– quvurdevori; 2– suvharakatiyoʻnalishi; 3– elastikzanglamaydigansim; 4– turlixilshakldagipustotellar; 5– mahkamlovchisim.

Quvurlardaturbulizatorlarqoʻllanilgandaissiqlikalmashinishjarayonlarinita dqiqotqilishuchuntajribaqurilmasiyaratilgan.

Tajribaqurilmasiningprinsipialsxemasi 2.2-rasmdavaumumiykoʻrinishi 2.3-rasmdakeltirilgan.

Ushburasmdasilindrikquvurdaissiqlikalmashinishnioʻrganishuchuntajriba qurilmasiningsxemasitasvirlangan.



2.2 - rasm. Quvurda issiqlik almashinishini tadqiqot qilish uchun yaratilgan tajriba qurilmasining prinsipial sxemasi:

1–logometr; 2– termojuftni almashlabulagich; 3– laboratoriyaavtoransformatori (LATR); 4–voltmetr; 5–ampermetr; 6– shtuserlar;
7– termometrlar; 8– manometrlar; 9– termojuftlar; 10– asbestliissiqlikizolyatsionmaterial; 11– issiqlikajratuvchielement (elektrqizdirgich);
12– quvurdevori; 13– turbulizatorlisilindrikquvur; 14– turbulizatoroʻrnatilmagantekissilindrikquvur; 15, 16– suvningkirishivachiqishi.

Tajriba qurilmasitajribaquvur 13 (turbulizatoroʻrnatilganquvur) va 14 (oddiytekisquvur) lardaniborat.

Quvurlardabosimyoʻqotilishinianiqlashuchunkichikshtuserlar

o'rnatilgan bo'lib, ularegiluvchanshlang yordamida manometrlar 8 bilan ulangan. Suv ventili 15 orqali kiritiladi, uning sarfiesabevosi va ventili 16 yordamida rotametr 17 ning ko'rsatkichi bo'yicha rostdlanadi. Quvurga issiqlik berish nixromdantayyorlangan spirali yordamida amalga oshiriladi. Issiqlik uzatilishini aniqlash va rostdlash uchun elektr yuklarni rostdlovchi laboratoriya avtotransformatori 3 yordamida amalga oshiriladi, tok vakuchlanish qiymati bevosita ampermetr 5 va voltmetr 4 yordamida aniqlanadi. Suvning quvurgakirishdagi va chiqishdagi haroratietalon termometrlar 7 yordamida o'lchanadi. Quvurqizdirish yuzasining kirishdagi va chiqishdagi haroratlari logometrlar 1 yordamida o'lchanadi.



2.3-rasm. Quvurlarda turbulizatorlar qo'llanilganda gidrodinamik va issiqlik almashinish jarayonlarini tadqiqot qilish uchun tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi.

Issiqlik almashinish jarayoni bo'yicha tadqiqotlarni bajarish uchun quyidagilarga lumotlar berilgan:

- tajriba qurilmasi quvurining ichki diametri - $d = 20 \text{ mm}$.
- tajriba qurilmasi quvurining ko'ndalang kesim yuzasi

$$S_{q.k} = \frac{\pi d_i^2 n}{4m} = \frac{3,14 \cdot (0,02)^2}{4} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

- suvning o'rtacha harorati, $t_{o'r} = 50^\circ \text{C}$.

- $t_{o'r}=50^0$ S bo'lganda suvning issiqlik fizik xususiyatlari: $\lambda=0,65 \text{ Wt/(m}\cdot\text{s)}$,
 $\nu=0,556\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\text{Pr}=3,54$, $\rho=988,1 \text{ kg/m}^3$.

Tadqiqot tajriba qurilmasining quvurida olti xilturda giturbulizatorlarni
 qo'llash orqali olib borilgan.

Olingan tajriba natijalari $Nu=f(Re)$ grafik shaklida keltirilgan.

Issiqlik almashinish bo'yicha olingan tajriba natijalari, suyuqlikning
 harakat rejimiga mos keladigan empirik tenglamalar asosida olingan.

- laminar rejim uchun:

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

- o'tish rejimi uchun:

$$Nu = 0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43}$$

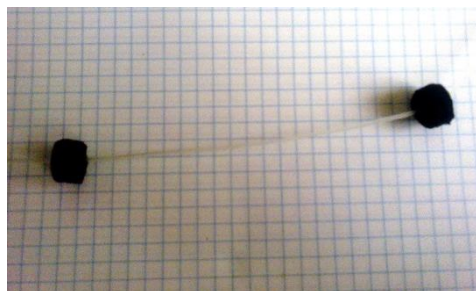
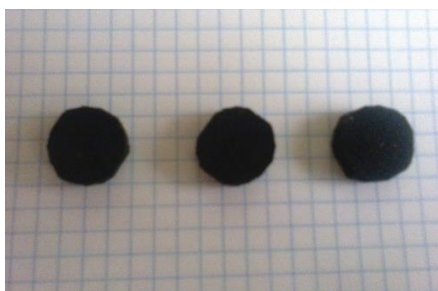
- turbulent rejim uchun:

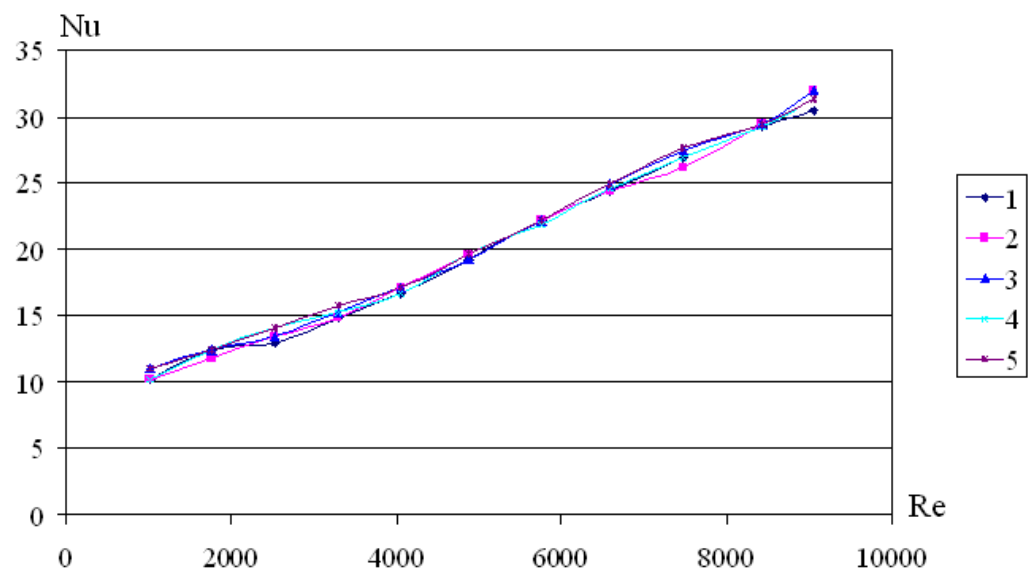
$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_d} \right)^{0,25}$$

Tadqiqot ishlari $Re=1000 \div 10000$ oralig'ida olib borilgan.

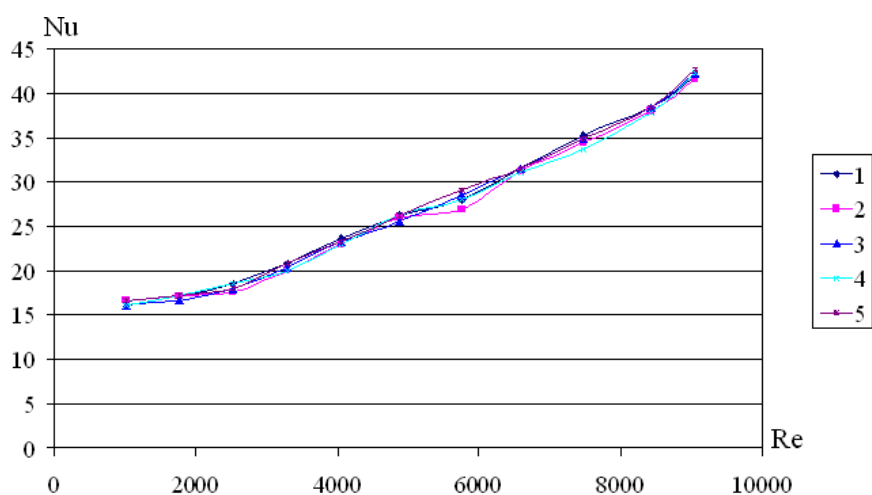
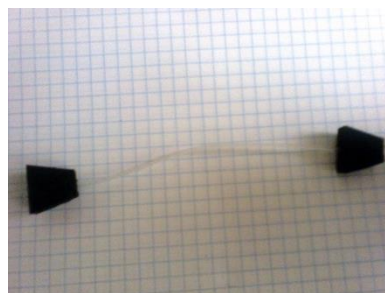
Quyida issiqlik almashinish bo'yicha olingan tadqiqot natijalari
 keltirilgan.

***Tabletkashaklidagi giturbulizatorning umumiy ko'rinish va tadqiqot natijasining
 grafigi (Turbulizator qadami 100 mm)***

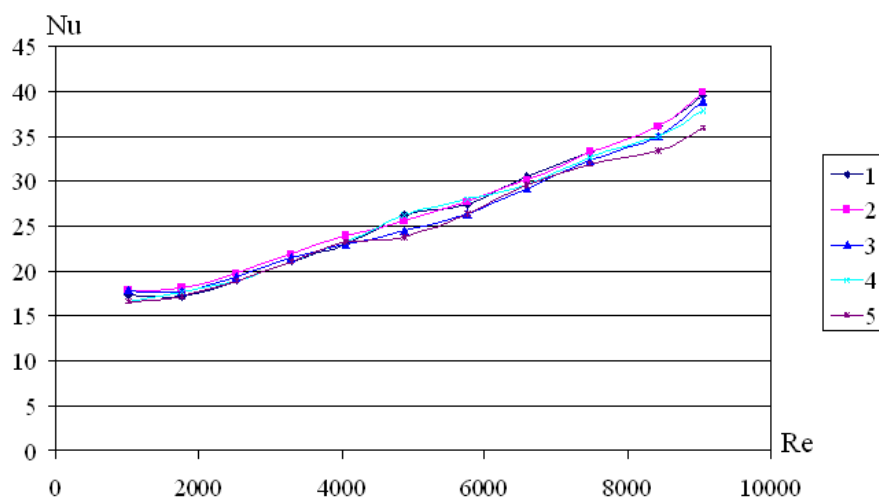
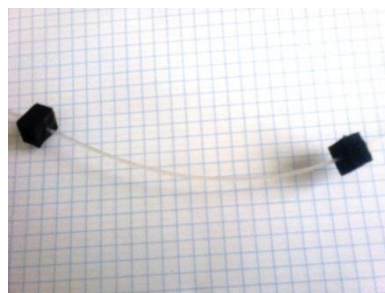
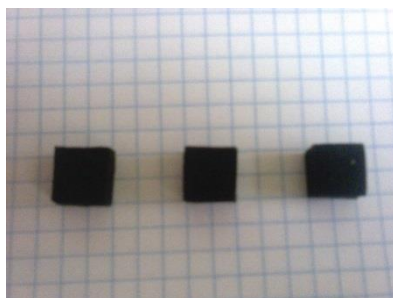




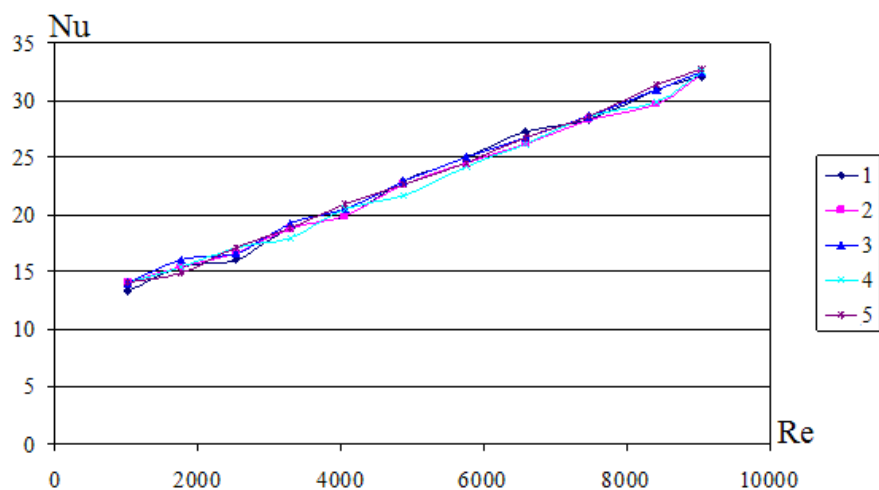
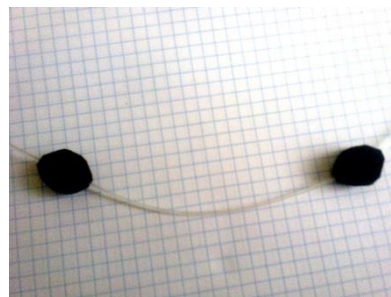
***Trapetsiya shaklidagiturbulizatorning umumiy ko‘rinish va tadqiqot
natijasining grafigi*** (Turbulizatorqadami100 mm)



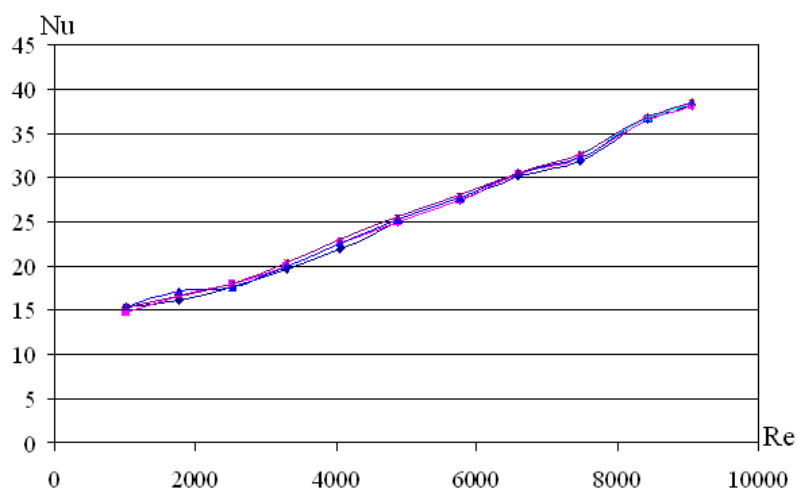
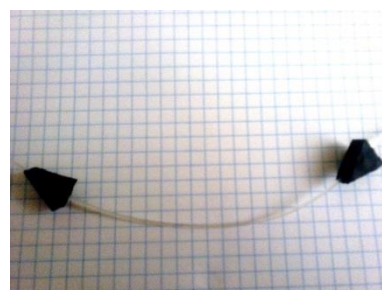
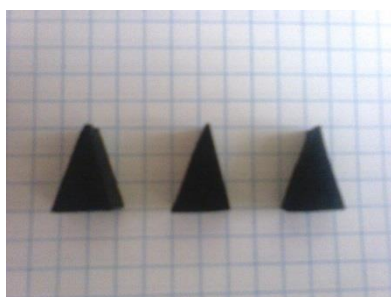
***To‘g‘ri to‘rtburchak shaklidagiturbulizatorning umumiy ko‘rinish va tadqiqot
natijasining grafigi*** (Turbulizatorqadami100 mm)



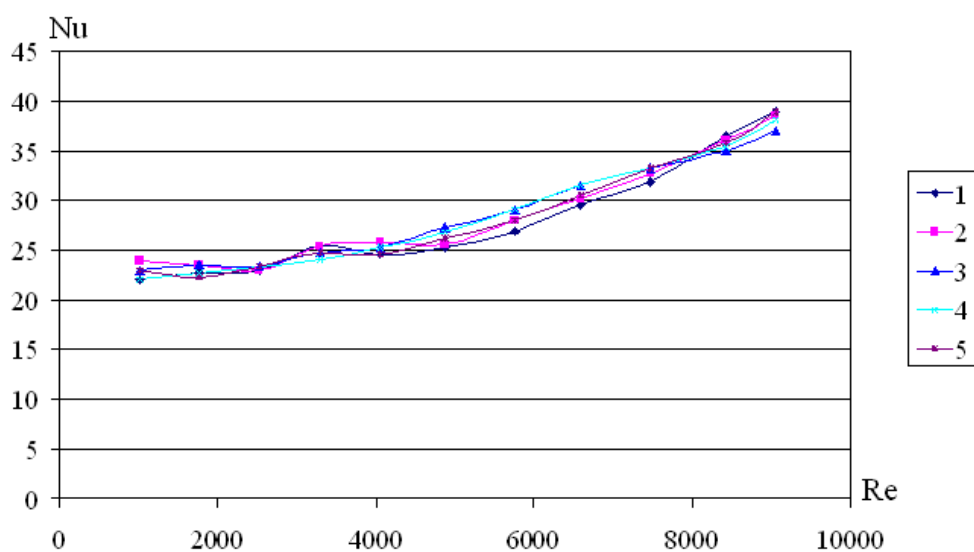
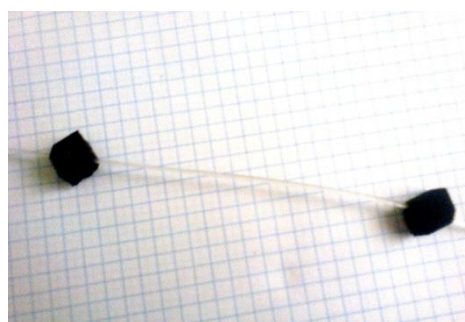
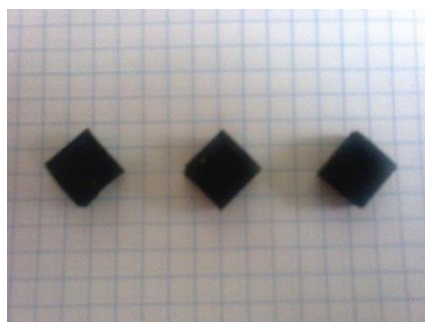
Oval shaklidagiturbulizatorning umumiy ko‘rinish va tadqiqot natijasining grafigi (Turbulizatorqadami100 mm)



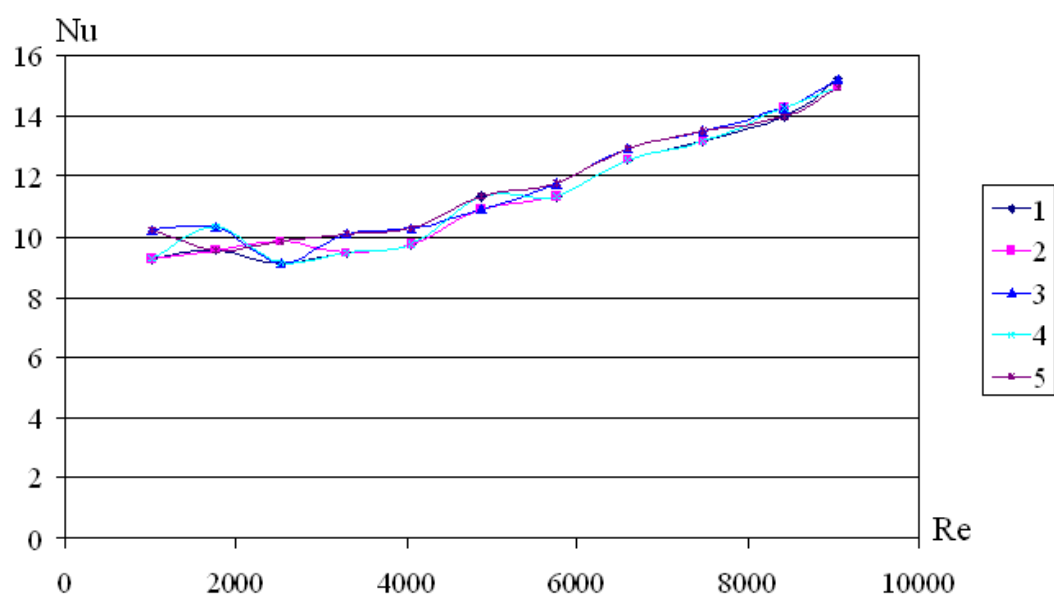
Uchburchak shaklidagiturbulizatorning umumiy ko‘rinish va tadqiqot natijasining grafigi (Turbulizatorqadami100 mm)



Romb shaklidagiturbulizatorning umumiy ko‘rinish va tadqiqot natijasining grafigi (Turbulizatorqadami100 mm)



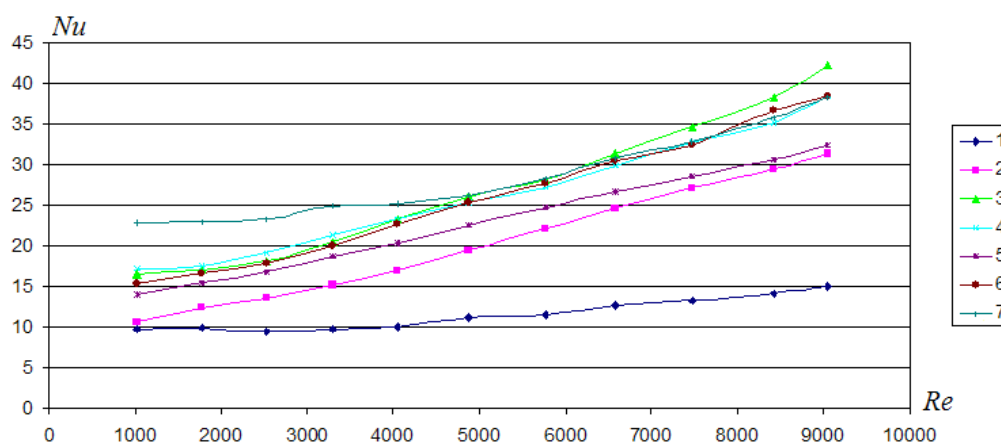
Tekisquvurdaissiqlik almashinuviningtadqiqotnatijalari



2.2. Issiqlik almashinuvi qurilmasining energetik samaradorligini baholash.

Bitiruv malakaviy ishining 2.1-bo'limida issiqlik almashinuv qurilmalarining quvurlarida turbulizatorlar qo'llanilganda issiqlik almashinuv jarayonlarini bo'yicha olingan tajriba natijalari $Nu=f(Re)$ grafik shaklida keltirildi.

Bunda olti xil turdagi turbulizatorlardan foydalanilgan holda har bir turbulizator bilan besh marta tajriba ishlari o'tkazilgan va olingan natijalar grafik shaklida umumlashtirilgan.



2.4 – rasm.

TekisquvurvaoltixilturdagiturbulizatorlarniissiqlikalmashinishkoeffitsiyentlariniReynoldssonigabog'liqlikningumumlashgangrafigi:

- 1 – tekis quvur; 2 – tabletka shaklidagi turbulizator; 3 – trapetsiya shaklidagi turbulizator; 4 – to'g'ri to'rtburchak shaklidagi turbulizator; 5 – oval shaklidagi turbulizator; 6 – uchburchak shaklidagi turbulizator; 7 – uchburchak shaklidagi turbulizator.

2.4 – rasmda tekis quvur va olti xil turdagi turbulizatorlarni issiqlik almashinish koeffitsiyentlarini Reynolds soniga bog'liqlikning umumlashgan grafigi ko'rsatilgan.

Ushbugrafigdankorinidaki, quvurlardaturbulizatorlaro'rnatilgandaissiqlik almashinish ortadi. Issiqlik almashinishni ortashiturbulizatorningshakliga, o'lchamigavaqadaminingmasofasigabog'liq.

Grafikdan istalgan turbulizatorning issiqlik almashinishini aniqlash va uning qiymatini tekis quvurning gidravlik qarshiligi bilan solishtirish mumkin.

Suyuqlikning harakat rejimi laminardan turbulent rejimga o'zgarishi bilan issiqlik almashinish jarayoni ham jadallashadi, buayniqsa Reynoldssonining $4000 \div 10000$ oraliqlarida yaqqol seziladi.

Tajriba yo'li bilan topilgan ikkita qiymat orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi formulani aniqlash uchun olingan natijalar bo'yicha grafikni qurish zarur. Tajriba natijalari bo'yicha hosil qilingan grafik ma'lum formulalar yordamida qurilgan grafik bilan solishtiriladi. Formular kam sonli parametrlardan iborat bo'lib, u yoki bu darajani o'zgartirish orqali egrilik shaklini o'zgartirish mumkin. Odatda ikkita yoki uchta parametrga bog'liq ravishda tenglama ishlab chiqiladi. Ma'lum grafiklar orasidan eng ma'qul grafik tanlab olinadi, bunda tajriba natijalarining qiymati va formula bo'yicha olingan qiymatlar orasidagi farq tajriba xatoligidan oshmasligi kerak. Agar bu xatolik juda katta bo'lsa, boshqa o'xshash grafik olinadi va hisoblash takrorlanadi.

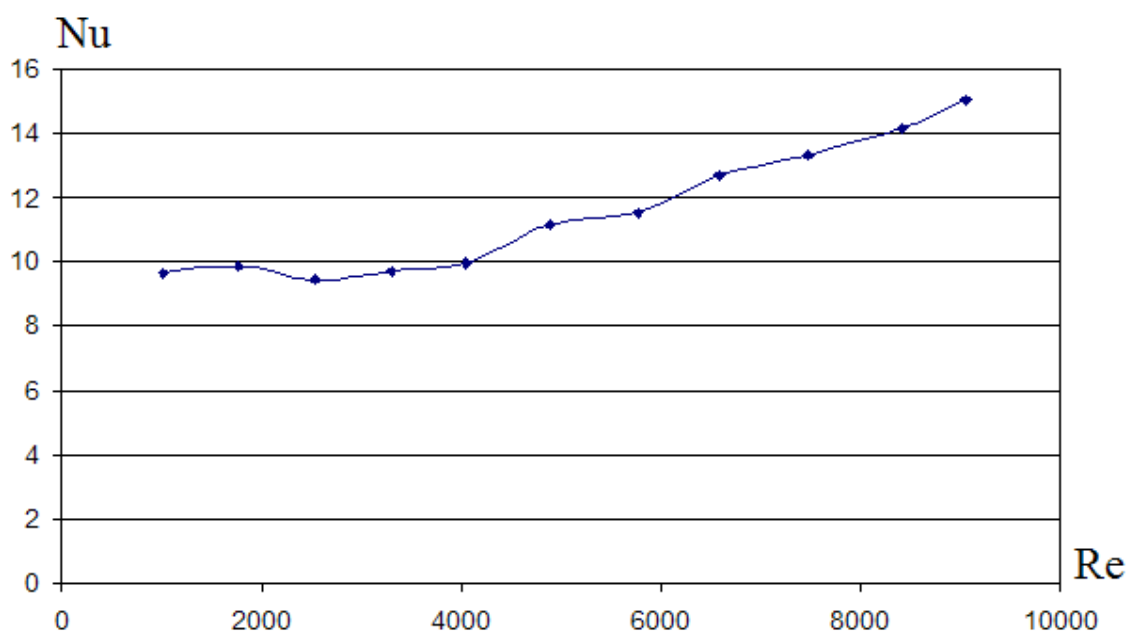
Quyida tajriba natijalari bo'yicha olingan grafik va unga o'xshash grafikni ifodalovchi empirik tenglamalar yordamida olingan empirik bog'liqliklar keltirilgan (2.1 - jadval).

Tekisquvurda issiqlik almashinuvini tadqiqot natijalari

(grafik o'rtacha qiymat bo'yicha qurilgan)

2.1 - jadval

N₂	Re	Nu₁	Nu₂	Nu₃	Nu₄	Nu₅	O'rtacha qiymat
1	1013,03	9,29043	9,29043	10,2125	9,29043	10,2125	9,659247
2	1772,8	9,57103	9,57103	10,3404	10,3404	9,57103	9,878796
3	2532,58	9,14917	9,83768	9,14917	9,14917	9,83768	9,424576
4	3292,35	9,47352	9,47352	10,0752	9,47352	10,0752	9,714206
5	4052,12	9,7483	9,7483	10,2848	9,7483	10,2848	9,962915
6	4875,21	11,3548	10,896	10,896	11,3548	11,3548	11,17126
7	5761,61	11,3368	11,3368	11,7585	11,3368	11,7585	11,50547
8	6584,7	12,5483	12,5483	12,9239	12,5483	12,9239	12,69857
9	7471,1	13,1557	13,1557	13,5015	13,1557	13,5015	13,29404
10	8420,81	13,9679	14,2793	14,2793	14,2793	13,9679	14,15471
11	9053,96	15,2098	14,9219	15,2098	14,9219	14,9219	15,03707



$y = ax^b$ shaklidagi darajali bog‘liqlikni qabul qilamiz.

Tajriba natijalarini va hisoblash uchun zarur ma’lumotlarni 2.2 - jadvalga yig‘amiz.

№	x	y	lnx	lny	lnx*lnx	lnx*lny	y*
1	1013	9,659247	3,006	0,985	9,034	2,960	8,46552
2	1773	9,878796	3,249	0,995	10,554	3,231	9,50840
3	2532	9,424576	3,404	0,974	11,584	3,316	10,23917
4	3292	9,714206	3,518	0,987	12,373	3,473	10,81232
5	4052	9,962915	3,608	0,998	13,015	3,602	11,28857
6	4875	11,17126	3,688	1,048	13,601	3,865	11,73036
7	5762	11,50547	3,761	1,061	14,142	3,990	12,14430
8	6585	12,69857	3,819	1,104	14,581	4,215	12,48566
9	7471	13,29404	3,873	1,124	15,003	4,352	12,81734
10	8421	14,15471	3,925	1,151	15,408	4,518	13,13973
11	9054	15,03707	3,957	1,177	15,657	4,658	13,33898
Σ			39,81	11,60	144,95	42,18	

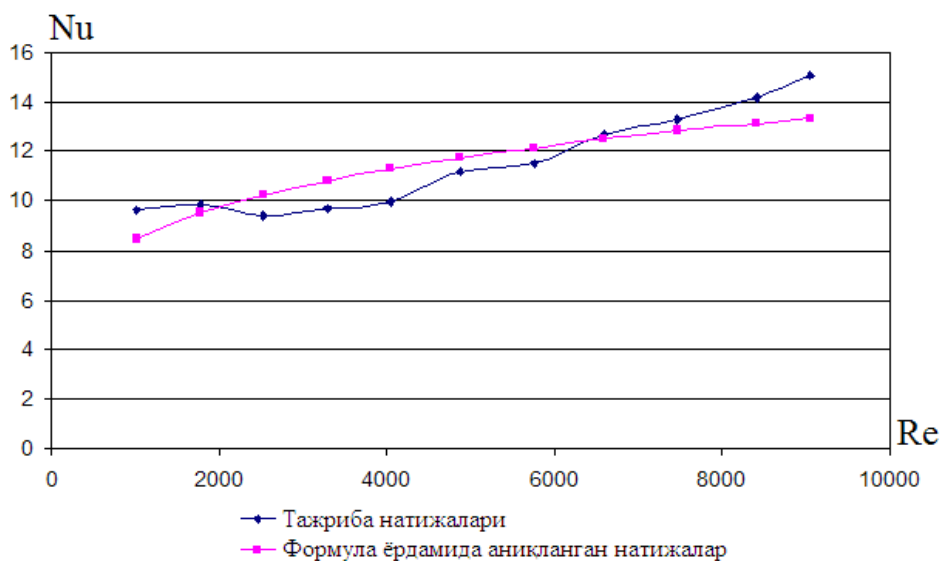
$y = ax^b$ bog‘liqlikdagi a va b parametrlarni quyidagicha aniqlaymiz:

$$b = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \ln x_i \ln y_i - \sum_{i=1}^n \ln x_i \sum_{i=1}^n \ln y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n (\ln x_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^n \ln x_i \right)^2}$$

$$a = \exp \left(\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \ln y_i - b \sum_{i=1}^n \ln x_i \right) \right)$$

Bu tenglamani yechib quyidagi darajali bog‘liqlikni olamiz:

$$Nu = 0,02 Re^{0,78}$$



Issiqlik almashinuv qurilmasining quvurida turbulizator qo‘llanilganda issiqlik almashinuvini ifodalovchi kriterial tenglamani aniqlashni xuddi shu ketma-ketlikda amalga oshiramiz va aniqlangan tenglamalarni 2.3-jadvalga yig‘amiz:

2.3 – jadval

№	Turbulizator turi	Tenglamasi
1.	Tekis quvur	$Nu = 0,02 Re^{0,78}$
2.	Tabletka	$Nu = 0,25 Re^{0,52}$
3.	Trapetsiya	$Nu = 0,59 Re^{0,45}$
4.	To‘g‘ri to‘rtburchak	$Nu = 1,05 Re^{0,38}$
5.	Oval	$Nu = 0,78 Re^{0,4}$
6.	Uchburchak	$Nu = 0,6 Re^{0,45}$
7.	Romb	$Nu = 3,96 Re^{0,23}$

Jadallashgan issiqlik almashinuvi qurilmasini issiqlik gidrodinamik samaradorligini baholash uchun jadallashgan va standart issiqlik almashinuvi qurilmasini alohida hisoblarini amalga oshiramiz.

Hisoblash uchun quyidagi dastlabki ma’lumotlar berilgan:

1. Qurilmaturi – qoplamaquvurli moy sovitgch.

2. Qurilmaningunumdorligi.

A. Qizdiruvchimuhitbo'yicha:

a) tarkibi – suv;

b) boshlang'ichharorati – 95°S ;

v) oxirgiharorati – 15°S ;

B. Sovituvchi muhit bo'yicha:

a) tarkibi – suv;

b) boshlang'ichharorati – 10°S ;

v) oxirgiharorati – 30°S ;

3. Qo'shimchama'lumotlar:

a) qizdiruvchimuhitningsarfi – 2kg/sek ;

b) quvurmatriali – latun;

v) qizdiruvchimuhitquvurlarichidanharakatlanadi;

g) qiziyotganmuhitquvurlararobo'shliqdaharakatlanadi;

d) quvurningichkidiametri – $0,016\text{ m}$;

ye) quvurningtashqidiametri – $0,02\text{ m}$.

j) quvurmaterialiningissiqliko'tkazuvchanlikkoyeffitsiyenti – $112,3$

$\text{Vt}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{S})$.

z) issiqliktashuvchilarningharakatsxemasi-teskarioqimli.

Hisoblash natijalari 2.4-jadvalda keltirilgan.

2.4-jadval

№	Nomlanishi	Belgilanishivao'lc hovbirligi	Hisoblashformulasi	Standart	Jadal- lashgan
Issiqlik konstruktiv hisobi.					
1.	Qaynoqissiqliktashuvc hiningo'rtachaharorati	$\Delta t_1, ^{\circ}\text{S}$	$\Delta t_1 = 0,5(t_1' + t_1'')$	55	55
2.	Ushbuharoratdaqaynoq issiqliktashuvchiningis siqlikfizikxususiyatlari	$\rho_l, \text{kg/m}^3$	1ilovabo'yicha	985,6	985,6
		$c_l, \text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{S})$		4176	4176
		$\lambda_l, \text{Vt}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{S})$		0,65	0,65
		$\nu_l, \text{m}^2/\text{s}$		$0,517\cdot 10^{-6}$	$0,517\cdot 10^{-6}$
		Pr_1		3,26	3,26

3.	Sovuq issiqlik tashuvchining o'rtacha harorati	$\Delta t_2, ^\circ\text{S}$	$\Delta t_2 = 0,5(t_2' + t_2'')$	20	20
4.	Ushbu haroratda sovuq issiqlik tashuvchining issiqlik fizik xususiyatlari	$\rho_2, \text{kg/m}^3$	1ilovabo'yicha	988,2	988,2
		$c_2, \text{J/(kg}\cdot^\circ\text{S)}$		4183	4183
		$\lambda_2, \text{Wt/(m}\cdot^\circ\text{S)}$		0,6	0,6
		$\nu_2, \text{m}^2/\text{s}$		$1,006\cdot 10^{-6}$	$1,006\cdot 10^{-6}$
		Pr_2		7,02	7,02
5.	Issiqlik almashinuv qurilmasini issiqlik quvvatini hisoblaymiz	Q, Wt	$Q = G_1 \cdot c_1(t_1' - t_1'')$	668160	668160
6.	Sovuq issiqlik tashuvchining no'malum sarfi	$G_2, \text{kg/s}$	$G_2 = \frac{Q}{c_2(t_2'' - t_2')}$	7,99	7,99
7.	Qaynoq issiqlik tashuvchining tezligi	$w_1, \text{m/s}$	Qabulqilinadi	2	2
8.	Sovuq issiqlik tashuvchining tezligi	$w_2, \text{m/s}$	Qabulqilinadi	1	1
9.	Qaynoq issiqlik tashuvchi uchun Reynolds soni	Re_1	$\text{Re}_1 = \frac{w_1 d_1}{\nu_1}$	61895,5	61895,5
10.	Sovuq issiqlik tashuvchi uchun Reynolds soni	Re_2	$\text{Re}_2 = \frac{w_2 d_2}{\nu_2}$	17892,6	17892,6
11.	Birinchi taxminda quvur devorining haroratlari	$t_{d1}, ^\circ\text{S}$	Issiqlik tashuvchilarni o'rtacha harorati bo'yicha	52,5	50
		$t_{d2}, ^\circ\text{S}$		25,1	38
12.	Quvurning o'rtacha harorati bo'yicha Prandtl soni	Pr_1	1ilovabo'yicha	3,4	3,54
		Pr_2		6,2	4,53
13.	Qaynoq issiqlik tashuvchi uchun kriteriy tenglama	Nu_1	$\text{Nu}_1 = 0,021 \text{Re}_1^{0,8} \text{Pr}_1^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_{s1}}{\text{Pr}_{d1}} \right)^{0,25}$ $\text{Nu}_m = 0,25 \text{Re}^{0,52}$	235,32	433,56
14.	Sovuq issiqlik tashuvchi uchun quvurlar to'plami nibo'ylama-ko'ndalang yuvib o'tish dagi kriteriy tenglamada foydalanamiz	Nu_2	$\text{Nu} = 0,19 \text{Re}^{0,6} \text{Pr}^{0,33} x (\text{Pr}_s / \text{Pr}_d)^{0,25}$	132,78	143,62
15.	Qaynoq issiqlik tashuvchi uchun issiqlik berish koeffitsiyentini hisoblaymiz	$\alpha_1, \frac{\hat{A}\dot{\theta}}{l^2 \cdot ^\circ\text{S} \cdot \tilde{N}}$	$\alpha_1 = \frac{\text{Nu}_1 \lambda_1}{d_1}$	9560	17613
16.	Sovuq issiqlik tashuvchi uchun issiqlik berish koeffitsiyentini hisoblaymiz	$\alpha_2, \frac{\hat{A}\dot{\theta}}{l^2 \cdot ^\circ\text{S} \cdot \tilde{N}}$	$\alpha_2 = \frac{\text{Nu}_2 \lambda_2}{d_2}$	4426	4787
17.	Iflosliklarning termik qarshilik qiymati	$R_{ifl}, (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{S})/\text{Wt}$	2ilovabo'yicha	0,0007	0,0007

18.	Issiqlikuzatishkoeffitsiyentinihisoblaymiz	$k, \text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{S})$	$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{1}{\alpha_2}}$	962	3642
19.	Haroratlarning o'rtacha logarifmik farqi	$\Delta t_l, ^\circ\text{S}$	$\Delta t_{o'rt} = \frac{\Delta t_{kat} - \Delta t_{kich}}{\ln \frac{\Delta t_{kat}}{\Delta t_{kich}}}$	23,39	23,39
20.	Issiqlik uzatish tenglamasidan issiqlik almashinuv yuzasining maydonini aniqlaymiz	F, m^2	$F = \frac{Q}{k \Delta t_{o'rt}}$	29,69	7,84
21.	Issiqlik almashinuv yuzasi	F, m^2	3-ilova bo'yicha	34	9,5
	Qoplama diametri	D, mm		400	325
	Quvur diametri	d, mm		20	20
	Yo'llar soni	z, dona		1	1
	Quvur uzunligi	l, m		3	1,5
	Quvurlarning umumiy soni	n, dona		181	100
	IAQ sidagi to'siqlar soni	k	4-ilova bo'yicha	10	6
	IAQ sini massasi	M, kg	5-ilova bo'yicha	1130	510
22.	Issiqlik almashinuv yuzasining zahirasi	Δ_F	$\Delta_F = \frac{ F - F' }{F} \cdot 100\%$	12,66	17,16
Gidravlikhisob					
1.	Issiqlik tashuvchilarning izotermik oqimida gidravlik qarshilik koeffitsiyenti	λ_1	$\lambda_1 = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}$ $\lambda_1 = \frac{9,07}{\text{Re}^{0,73}}$	0,02	0,03
2.	Bosim yo'qotilishini hisoblaymiz	ΔP_{q1}	$\Delta P_{q1} = \lambda_1 \left(\frac{l}{d_1} \right) \left(\frac{\rho_1 w_1^2}{2} \right)$	1341937	295680
3.	Umumiy mahalliy qarshilikliklar	$\sum \xi$	$\sum \xi = \xi_{kir} + \xi_{ch}$	5	8
4.	Bosim yo'qotilishi	ΔP_m	$\Delta P_m = \sum \xi \left(\frac{\rho_1 w_1^2}{2} \right)$	9856	15770
5.	Quvurlar bo'shlig'ida umumiy bosim yo'qotilishi	ΔP_1	$\Delta P_1 = \Delta P_q + \Delta P_m$	1351793	911450
Quvurlararo bo'shliqda yo'qotilgan bosimni hisoblaymiz					
6.	Quvurlararo bo'shliqqa kirish va undan chiqish	ξ_{kir}, ξ_{ch}		2,5	2,5
7.	Quvurlararo bo'shliqdagi to'siq orqali 180° ga	ξ_{tuz}	$1,5 \cdot (k - 1)$	13,5	7,5

8.	Bitta to'siqdagi qarshilik	$\xi_{ko'n1}$	$\xi_{ko'n1} = \frac{3m}{Re_2^{0,25}}$	0,259	0,259
9.	Issiqlik almashinuv qurilmasida ko'ndalang yo'llar soni	$\xi_{ko'n}$	$\xi_{ko'n} = \xi_{noml} \cdot k$	2,593	1,556
10.	Umumiy mahalliy qarshikliklar	$\sum \xi_2$	$\sum \xi_2 = \xi_{kir} + \xi_{ch} + \xi_{ko'n1} + \xi_{ko'n} 18,59$		11,556
11.	Bosim yo'qotilishini hisoblaymiz	ΔP_2	$\Delta P_2 = \Delta P_m = \sum \xi_2 \cdot \left(\frac{\rho_2 w_2^2}{2} \right) 9187,24$		5709,98
12.	Qaynoq issiqlik tashuvchini haydash uchun zarur bo'lgan nasos quvvatini aniqlaymiz	N_1	$N_1 = \frac{G_1 \Delta P_1}{\rho_1 \eta}$	3918,69	3221,3
13.	Sovuq issiqlik tashuvchini haydash uchun zarur bo'lgan nasos quvvatini aniqlaymiz	N_2	$N_2 = \frac{G_2 \Delta P_2}{\rho_2 \eta}$	106,07	2635,3

Hisoblangan qiymatlarga asosan issiqlik almashinuv qurilmalarini energetik samaradorliklarini baholaymiz.

$$E_1 = \frac{Q_1}{N_1} = \frac{668160}{3918,69} = 170,5$$

$$E_2 = \frac{Q_2}{N_2} = \frac{668160}{2635,3} = 253,5$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{253,5}{170,5} = 1,48$$

Issiqlik almashinuv qurilmasining quvurida turbulizator qo'llanilganda qurilmaning energetika samaradorligi 48% ni tashkil etdi. Demak issiqlik almashinuvini jadallashishi natijasida issiqlik almashinuv qurilmasi ixchamlashdi va uni tayyorlash uchun harajatlar kamayadi.

II. MEHNAT MUHOFAZASI VA XAVFSIZLIK TEXNIKASI

Sanoatda texnologik jarayonlarning jadallashishi, mashina qismlarining ish tezliklari, mashina va dastgohlarning ish unumdorligining oshishi, ularning xavfsizligini oshishini ham taqozo qiladi.

Mashina va dastgohlarning xavfsizligini ta'minlash ularni loyihalash jarayonidan boshlab amalga oshiriladi. Birorta yangi mashina yoki dastgoh xavfsizligi ta'minlanmagan bo'lsa, foydalanishga ruxsat berilmaydi.

Amaldagi Davlat standarti uskunalarning xavfsizlik ish prinsipi, konstruksiyasining xavfsiz sxemasini tanlash, ularning konstruksiyasida mexanizatsiya, avtomatlashtirish, masofadan (distansion) boshqarish vositalarini qo'llash, ergonomik talablarni bajarish, xavfsizlik texnikasi va yong'inga qarshi tadbirlar, ularni o'rnatish, foydalanish, sozlash, saqlash va transportirovkalash texnik hujjatlarga kiritilishini talab qiladi.

Mashina va dastgohlar kerakli himoyalovchi va saqlovchi moslamalar bilan ta'minlanishi kerak. Bular quyidagilarga bo'linadi:

- to'suvchi moslamalar. Bular mashina va uskunalarning xarakatidagi yoki xavfli mexanizm qismlarini kishining behosdan tegib ketishidan to'sadi. Bunga qayishli uzatish, shesternyalar, elektr toki ostidagi qismlar kiradi;
- blokirovka qiluvchi moslamalar. Bularda to'sqich elektrodvigatel bilan zanjir orqali birlashtirilgan bo'lib, to'sqich ochilgan vaqtda mashina to'xtaydi;
- tormozlovchi moslamalar. Mashina o'chirilgandan so'ng uning tezda to'xtashi xavfsizlik jihatidan katta ahamiyatga ega;
- signal beruvchi moslamalar. Mashina va dastgohlarda ishlash jarayonida xavf tug'ilganda tovushli yoki yorug'lik signallari beriladi;
- ishchilarga xavfli va zararli ishlab chiqarish omillari ta'sirini kamaytiruvchi yoki oldini oluvchi himoya vositalari.

Jarohatlovchi omillar va xavfli zonalar. Ishlab chiqarishda jarohatlanish xodisalari quyidagi omillar mavjud bo'lganda bo'lishi mumkin: elektr toki, mashina va dastgohlarning xarakatlanuvchi qismlari, qayishlar, barabanlar,

shkivlar, tishli ish shesternyalari va boshqalar, issiq yuzalar, mato tukini kuydirish mashinasi, zararli kimyoviy moddalar, matolarni pardoqlashda ishlatiladigan kislota, ishqor va boshqa o'yuvchi moddalarning behosdan tushib ketishi, yuqoridagi ish joylarida to'siqsiz ishlash.

Kishi hayotiga, sog'lig'iga doimiy yoki vaqti – vaqti bilan xavf tug'diruvchi joy xavfli zona deb ataladi. Bunday zonalar korxonalarda talayginadir. Mashina va dastgohlarning har qanday aylanuvchi qismi xavflidir.

Bosim ostida ishlaydigan uskunalarining xavfsizlik shartlari. Sanoat korxonalarida bosim ostida ishlaydigan, apparat, idish va quvurlar ko'p ishlatiladi. Bular ko'pincha portlash xavfini tug'dirishi mumkin. Bunday portlashlarga zanglash natijasida uskuna devorlarining emirilishi va mexanik pishiqligining yo'qolishi, ayrim qismlarining qizib ketishi, biror qattiq jismning urilishi sabab bo'lishi mumkin. Bundan tashqari portlovchi va yonuvchi moddalarga uchqun ta'sir qilishi natijasida ham portlash sodir bo'lishi mumkin. Bunda yonish tezligi sekundiga yuzlab metrni tashkil qiladi.

Bosim ostida ishlaydigan idishlar qayta ta'mirlanib kavsharlangan bo'lsa, bir joydan ikkinchi joyga ko'chirilganda yoki uning xavfsiz ishlashiga javobgar shaxsning talabi bilan muddatidan ilgari texnik ko'rik o'tkaziladi. Gidravlik sinov esa har sakkiz yilda bir marta o'tkaziladi. Ish harorati 200°C gacha bo'lgan idishlarning gidravlik sinovi, ularga suv yoki zaharsiz va portlamaydigan boshqa suyuqlik bilan qo'shimcha bosim berish orqali o'tkaziladi. Qo'shimcha bosim idishning ish bosimiga bog'liq bo'lib, quyma idishlardan tashqari barcha idishlar uchun ish bosimidan 25-50 foiz katta bo'ladi. Shunday bosim ostida (devorlarining qalinligi 50 mm gacha bo'lgan idishlarda) 10 minut ushlab turiladi va biror sezilarli o'zgarish bo'lmasa, ya'ni choklardan ajralish, suyuqlik tomishi, tashqi devorlarining terlashi, qoldiq deformasiyalar ko'rinmasa idishlar gidravlik sinovdan o'tgan hisoblanadi.

Bosim ostida ishlaydigan uskunalar normal texnologik rejimda va xavfsiz ishlashini ta'minlash uchun quyidagi nazorat-o'lchov asboblari va ehtiyot uskunalari bilan ta'minlangan bo'lishi kerak: ulardagi suyuqlik yoki gazning

bosimini o'lchash uchun va doimo nazorat qilib turish uchun manometr, haroratni nazorat qilib turish uchun termometr, bosim oshib ketgan taqdirda portlashni oldini olish uchun saqlagich, idishda bir vaqtning o'zida gaz va suyuqlik bo'lgan taqdirda suyuqlikning ko'p yoki ozligini ko'rsatuvchi asbob, idish ichidagi moddani butunlay chiqarib tashlash imkonini beruvchi moslama, agar idish ichida kondensat to'plansa, uni chiqarib tashlash imkonini beruvchi moslama.

Quvurlarning ishonchliligini ta'minlash uchun ularning issiqdan uzayishini hisobga olish kerak. Buning uchun ularning burilgan joylari ravon va silliq qilib yasaladi hamda kondensator halqalari va shunga o'xshash elementlar kiritiladi. Issiqlik deformasiyalarini bir tekis taqsimlash maqsadida, ularni ayrim uchastkalarga bo'lib chiqib, issiqdan uzayishga imkon qoldirib, oxirgi

Issiqlikdan foydalanuvchi qurilmalarini ishlatishda texnik boshqarish bosh energetik yoki korxonaning bosh mexanigi, ya'ni jihozlarga bevosita xizmat ko'rsatuvchi – sexni ishlatuvchi xodim tomonidan amalga oshiriladi. Issiqlikdan foydalanuvchi qurilmalarni ishlatish korxonaning bosh muhandisi tomonidan tasdiqlangan yo'riqnoma bo'yicha olib boriladi.

Yo'riqnomada ishlatuvchi xodimning huquqi, majburiyati va javobgarligi, normal ishlatishva halokat vaqtida jihozlarga xizmat ko'rsatish tartibi, jihozlarni remont qilish va ko'rikdan o'tkazish tartibi, texnika xavfsizligi va yong'in xavfsizligi texnikasi bo'yicha tadbirlar keltiriladi.

Jihozlarga xizmat ko'rsatish vaqtida xodim issiqlik va massa almashinuvi qurilmalarini ishlashini barqaror rejimini ta'minlashi kerak, chunki ishchi rejimning har bir buzilishi jihozlar ishini buzilishi hisobiga kelib chiqadi va ko'pincha halokatli holatga olib keladi.

Xodimga xizmat ko'rsatuvchi har bir ishchi issiqlikdan foydalanuvchi qurilmalarga xizmat ko'rsatish bo'yicha mustaqil ishlashga tayinlanguncha yoki boshqa ishga o'tish uchun iishlab chiqarish ta'limining kurslariga va ish joylariga boradi, keyin ushbu klassifikasiya uchun texnik dastur bo'yicha imtihon topishiradi. Dastur jihozlarni texnik ishlatish va remont qilish qoidalari, texnika

xavfsizligi va yong'in xavfsizligi texnikasi qoidalari, lavozim yo'riqnomasi va huquq va majburiyatlar haqidagi holatlardan tashkil topgan bo'ladi. Bilimi tekshirilgandan so'ng navbatchi ishchi lavozimiga tayinlanishi uchun kuzatuvchi va yuqori malakali ishchi boshchiligida ish joyida navbatchi vazifasini bajaruvchi bo'lib malaka oshiradi.

Texnik ta'lim va malaka oshirish natijasida har bir boshqaruvchi, mashinachi, qurilmachi jihozlarni boshqarishga huquq beruvchi ruxsatnoma beradi.

Ish joyida bajariladigan ishni tavsifiga ko'ra har bir ishlovchi ishlab chiqarish harakatlarini bajarish uchun zarur asbob, uskuna va qurilmalar, undan tashqari halokatni va jarohatlanish mumkin bo'lganda ularn oldini oluvchi himoya qurilmalari va asboblari bilan jihozlanishi va ta'minlanishi kerak. Undan tashqari boshqaruv pultida aloqa moslamalari (telefon va ko'z bilan kuzatib turish uchun teleekran, buyruqni uzatish uchun mikrofon va hok), chiroqli tablo (biror bir ma'lumotni yorug'lik va elektromagnit vositasida ko'rsatadigan lavha) va halokatli holatda signallar beruvchi qurilmalar o'rnatilgan bo'lishi kerak.

Sanitariya gigiena me'yorlariga muvofiq barcha ish joylari yaxshi yoritilgan va shamollatish qurilmasiga ega bo'lishi kerak.

Mehnat unumdorligini uzluksiz o'sishi, texnologik jihozlarni tuzatish va ishlatish sifatini oshishi xizmat ko'rsatuvchi xodimdan ishni ilmiy tashkil etishni talab etmoqda.

Ishni ilmiy tashkil etish (IITE) mehnat samaradorligini oshirishga va maksimal ishlab chiqarish natijalarini olishga yo'naltirilgan tashkiliy va texnik tadbirlar majmuini ifodalaydi.

Ish joylarini ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatik boshqarishning zarur vositalari bilan ta'minlash va xavfsiz va sog'lom mehnat sharoitini yaratish asosiy tadbir bo'lib hisoblanadi.

Ishni ilmiy tashkil etishni joriy etish uchun jihozlarni tuzatish va xizmat ko'rsatish hamda qurilmalarni uzluksiz ishlatish bilan bog'liq mehnat jarayonlarini kartasi bo'lishi kerak.

Jihozlarni to'g'ri ishlatish quyidagi ko'rsatkichlar bo'yicha tashkil etish va boshqarish yo'li bilan ta'minlanadi:

qurilma, moslama, sex va korxonadagi bug', issiq suv va boshqa energiya tashuvchilarning sarfi;

ikkilamchi bug', qaytgan kondensat, sovituvchi suv va boshqa ikkilamchi energiya manbalarining mifdori;

dastlabki texnologik materiallar va tayyor mahsulotning miqdori;

energiya tashuvchilar va mahsulotlarning soatlik, smenalik, kunlik, oylik va yillik sarflari;

korxona, sex va qurilma bo'yicha mahsulotning normallangan turida energiya solishtirma sarfi va tejalganligi.

O'zidan yuqori turuvchi tashkilot bosh energetigiga va energonazoratning mahalliy nazorat qiluvchilarga belgilangan muddatda va shaklga mos ravishda sex va korxona bo'yicha hisobot beriladi. Korxonalarda energiya iste'molini normallashtirish jihozlarni to'g'ri ishlatish, unga ishlov berishni oshirish, mahsulotning solishtirma sarfini kamaytirish va energiyani tejash muhim shartlardan biri hisoblanadi.

Energiyani tejash energiyani haqiqiy solishtirma sarfini yuqori turuvchi tashkilotlar tomonidan belgilangan yoki yangi texnologiyani joriy qilish asosida qabul qilingan normalar, energotexnologik jihozlarni ishlatishning oqilona rejimlari va xizmat ko'rsatuvchi xodimning ishlashini zamonaviy usullarini qo'llash natijasida qabul qilingan normalar bilan solishtirib aniqlanadi. Energiya solishtirma sarfining normasi deyilganda eng zamonaviy texnologiyalar qo'llanilgan sharoitda, jihozdan to'liq foydalanilganda ishning eng qulay rejimi, ilhor texnikalarni qo'llaganda energoho'jalikni ishlatish va ishlab chiqarishni tashkil etish uchun zarur bo'lgan energiya (yoki yoqilg'i) sarfi tushuniladi. Alohida texnologik jarayonlar, energo sig'imli qurilmalar, sexlar va korxonalar uchun belgilanadigan energiya sarfi normalarini yuqori turuvchi tashkilot keyingi ho'jalik yilida ishlab chiqarish rejasi bilan birga tasdiqlaydi.

Issiqlik almashinuvi qurilmalari ishlab chiqarishning texnologik sxemasiga kiradi va muhitlarga termik ishlov (qizdirish, sovutish, bug'larni kondensasiyalash va hok.) berish maqsadida qo'llaniladi.

Suyuqlikli qizdirgichdar quyidagi ko'rsatkichlar bo'yicha tavsiflanadi: issiqlik unumdorligi, qiziyotgan suyuqliklarning eng yuqori harorati, issiqlik tashuvchilarning nominal sarfi, birlamchi va ikkilamchi issiqlik tashuvchilarning ruxsat etilgan chegaraviy bosimi va hok. Shuning uchun qizdirish qurilmalari qizdiruvchi va qiziyotgan muhitlarni uzatish quvurlariga kirishi va chiqishida harorat o'lchagichlar, birlamchi va ikkilamchi issiqlik tashuvchilarning uzatish quvurida manometrlar va sarf o'lchagichlar bilan jihozlanishi kerak.

Qizdirgichdan kelayotgan tayyor mahsulotning uzatish quvurlarida va kondensat uzatish quvurlarida namuna olish uchun qurilmalar o'rnatiladi, undaa kondensatni sifatini nazorat qilinadi. Qizdirgichlarning ishlashi o'lchov asboblari yoki ko'rsatuvchi shishalar yordamida kuzatiladi. Qizdirgichdagi suyuqlik sarfi drenaj shaybalar yoki kondesasion xumchani to'lib qolishi, quvurlarning yorilib ketishi, nasosning buzilishi hisobiga ko'tariladi.

BITIRUV MALAKAVIY ISHI BO'YICHA XULOSA

Bitiruv malakaviy ishi yuqori saviyada bajarildi va quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Issiqlik almashinuv qurilmasining vazifasi va uning energetika, sanoat sohadagi ahamiyati ko'rib chiqildi. Tahlil asosida zamonaviy rekuperativ issiqlik almashinuv qurilmasi va uning muhim ahamiyatlariga quyiladigan texnik talablar o'rganildi. Issiqlik almashinishini jadallashtirish hisobiga issiqlik almashinuv qurilmasining samaradorligini oshirish bo'yicha muammolarni yechish yo'llari tahlil qilindi.

2. Qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmasida issiqlik almashinuvi jarayonlarini jadallashtirish uchun taklif etilgan turbulizatorning yangi konstruksiyasining tuzilishi, prinsipial sxemasi va ishlash prinsipi yoritildi.

3. Qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmalarida issiqlik almashinuvi jarayonlarini tadqiqot qilishning tajriba qurilmasining prinsipial sxemasi va umumiy ko'rinishi keltirildi.

4. Qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmasining quvurlarida qo'llanilgan turbulizatorlarning umumiy ko'rinishlari va har bir turbulizator qo'llanilganda issiqlik almashinish jarayonining tadqiqot natijalari $Nu=f(Re)$ grafikshaklidakeltirildi.

5. Qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmalarining quvurlarida issiqlik almashinish jarayonlari to'liq tadqiqot qilindi va issiqlik almashinish bo'yicha olingan tajriba natijalari tekis quvurda olingan tajriba natijalari bilan solishtirildi. Unga ko'ra rekuperativ issiqlik almashinuvi qurilmasining quvurlarida turbulizatorlar qo'llanilganda issiqlik almashinishni ortishi 40-60% ni tashkil etdi.

6. Qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmalarida issiqlik almashinuvi jarayonlarini tadqiqot natijalari umumlashtirildi va qayta ishlandi. Tajriba natijalarini qayta ishlashda o'xshashlik nazariya asoslari usulidan foydalanildi.

7. Qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmalarida issiqlik almashinuvi jarayonlarini tadqiqot natijalari va issiqlik almashinuvini o'zgarishi bo'yicha har bir turbulizator uchun kriterial tenglama olindi.

8. Qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmasining energetik samaradorligi baholandi. Unga ko'ra qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmasining bazaviy varianti va tadqiqot qilingan qoplama quvurli issiqlik almashinuvi qurilmalari solishtirildi, bunda qurilmaning energetik samaradorligi 48% ga oshdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш яора тадбирлари дастури тўғрисида” ги 2017 йил 26 майдаги қарори.

2. Каримов И.А. Жаҳон молиявий – иқтисодий инқирози, уни ўзбекистон шароитида бартараф этиш йўллари ва чоралари – Т.: Ўзбекистон, 2009. –48 б.

3. Каримов И.А. “Ўзбекистон ХХІ аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари”. – Т.: “Ўзбекистон ”, 1997.-110 б.

4. Каримов И.А. «Юксак маънавият енгилмас куч». Тошкент. "Маънавият",2008.

5. Каримов И.А. Ўзбекистон келажаги буюк давлат. Т.: Ўзбекистон, 1998.

6. Барановский Н.В., Коваленко Л.М, Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники. М.: Энергия, 1967, 224 с.

7. Берман С.С. Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок. М., Машгаз, 1959.

8. Богданов Ф.Ф., Коршаков А.П., Уткин О.И. Интенсификация теплообмена в каналах. – «Атомная энергия», 1967, т. 22, вып. 6. 428-432 с.

9. Бузник В.М. Интенсификация теплообмена в судовых установках. Л.: Судостроение, 1969. 364 с.

10. Величко В.И., Пронин В.А. Интенсификация теплоотдачи и повышение энергетической эффективности конвективных поверхностей теплообмена. М.: МЭИ. 1999, 64 с.

11. Величко В.И., Пронин В.А. Теплоотдача и энергетическая эффективность трубчатых конвективных поверхностей теплообмена. М.: МЭИ, 2003, 68 с.

12. Вилемас Ю.В., Дзюбенко Б.В., Сакалаускас А.С. Исследование структуры потока в теплообменнике с винтообразно закрученными трубами. Сер. Энергетика и транспорт, 1980, №4, с.135-144.

13. Виноградов О.С., Пучков П.И. Теплоотдача и сопротивление пучков из ребристых труб при продольном обтекании. – «Энергомашиностроение» 1969, №10, с.40-41.

14. Галицейский Б.М., Данилов Ю.В., Дрейцер Г.А. Влияние резонансных колебаний давления теплоносителя на конвективный теплообмен в трубе. Сер. Энергетика и транспорт. 1968, №5, с. 101-107.

15. Галицейский Б.М., Данилов Ю.В., Дрейцер Г.А. Исследование влияния колебаний давления теплоносителя на средний коэффициент теплообмена в трубе. ИФЖ, 1968, т. XV, №6, с. 975-981.

16. Галицейский Б.М., Рыжов Ю.А., Якуш Е.В. Тепловые и гидродинамические процессы колеблющихся потоках. М.: Машиностроение, 1977, 256 с.

17. Гомелаури В.И. Влияние искусственной шероховатости на конвективный теплообмен. Тр. Грузия, 1963, т. IX, с.111-145.

18. Гомелаури В.И., Канделаки Р.Д., Кипшидзе М.Е. Интенсификация конвективного теплообмена под воздействием искусственной шероховатости. В кн. Вопросы конвективного теплообмена и чистоты водяного пара. Тбилиси, изд-во «Мецниереба». 1970, с. 98-131.

19. Гухман А.А. Физические основы теплопередачи. М.: Энергоиздат 1964, с. 314.

20. Данилов Ю.И., Дзюбенко Б.В., Дрейцер Г.А. Теплообмен и гидродинамика в каналах сложной формы. М.: Машиностроение, 1986, 200 с.

21. Данилов И.Б. Кейлин В.Е. Теплообмен и гидравлическое сопротивление при продольном обтекания труб со спиральными ребрами. ИФЖ, 1962, т. 5, №9, с.3-8.

22. Дзюбенко Б.В., Дрейцер Г.А. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления в теплообменном аппарате в закруткой потока. Сер. Энергетика и транспорт, 1979, №5, с.163-171.

23. Дрижюс М.Р., Шкема Р.К., Шланчяускас А.А. Теплоотдача закрученного потока воды в трубе. Тр. Литва Сер. Б, 1978, №4(107), с. 109-114.

24. Дорошук В.Е., Фрид Ф.П. Исследования теплоотдачи в кольцевых каналах. В кн.: Теплообмен при высоких тепловых нагрузках и другие специальных условиях. М, ГЭИ, 1959, с. 101-112.

25. Дрейцер Г.А., Дзюбенко Б.В., Якименко Р.И. Интенсификация теплообмена и анализ методов сравнения теплогидравлической эффективности теплопередающих поверхностей// Тр. Второй Рос. нац. конф. по теплообмену. Т.6. «Интенсификация теплообмена. Радиационный и сложный теплообмен». М.: Издательство МЭИ, 1998. с. 99-102.

26. Жукаускас А.А., Жюгжда И.И. Теплоотдача цилиндра в поперечном потоке жидкости. Вильнюс: Минтис, 1979, 237 с.

27. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. М.: Издательство Наука, 1982, 472 с.

28. Жукаускас А.А., Шланчяускас А.А, Ярония Э.П. Исследование влияния ультразвуковых волн на теплообмен тел в жидкостях. ИФЖ, 1961, т.4, №1, с. 58-62.

29. Жукаускас А.А., Шланчяускас А.А. Теплоотдача в турбулентном потоке жидкости. Вильнюс: Минтис, 1973, 327 с.

30. Жукаускас А.А., Улинскас Р.В., Марцинаускас К.Ф. Влияние геометрии пучка труб на местную теплоотдачу в критической области обтекания. Тр. АН Литва Сер. Б, 1975, №6(91), с. 115-125.

31. Ибрагимов М.Х., Исупов Н.А., Кобзарь Л.Л. Расчет коэффициентов гидравлического сопротивления при турбулентном течении жидкости в каналах некруглого поперечного сечения. «Атомная энергия», 1967, т.23, вып. 4. с. 300-305.

32. Ибрагимов М.Х., Номофилов Е.В., Субботин В.И. Теплоотдача и гидравлическое сопротивление при винтовом движении жидкости в трубе//Теплоэнергетика. 1961. №7. 57 с.

33. Ибрагимов М.Х., Работяшкин Ю.М., Сабелев Г.И. Перенос тепла при турбулентном течении жидкости в квадратном канале. В кн.: Жидкие металлы, М., Атомиздат, 1967, с. 82-102.

34. Илгарубис В.С., Дауётас П.М., Жюгжда И.И., Жукаускас А.А. Теплоотдача цилиндра, поперечно обтекаемого турбулизированным потоком воды в области критических значений Re . Тр. АН Литва. Сер. Б, 1977, №3(100), с. 91-103.

35. Инаятов А.Я, Михиев М.А. Теплоотдача при продольном омывании пучков труб. «Теплоэнергетика», 1957, №3, с. 48-50.

36. Исаченко В.П., Галин Н.М. Теплоотдача при турбулентном движении жидкости в кольцевом канале. Сер. Энергетика. 1965. №6, с. 68-73.

37. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергоиздат, 1981, 416 с.

38. Катинас В.И., Шукстерс В.С., Жукаускас А.А. Теплообмен цилиндра, колеблющегося в поперечном потоке жидкости. Тр. Литва. Сер. Б, 1981, №3(124), с. 65-73.

39. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Козлов А.К. Интенсификация теплообмена в продольно омываемых пучках труб с поперечными ребрами. Сер. Физико-технических наук. 1966. №2, с.65-70.

40. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Козлов А.К. Исследование интенсификации теплообмена в продольно омываемых пучках труб с различными относительными шагами. ИФЖ, 1972, т. XXII №2, с. 242-247.

41. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. М.: Машиностроение, 1990, 208 с.

42. Калинин Э.К., Ярхо С.А. Влияние чисел Рейнольдса и Прандтля на эффективность интенсификации теплообмена в трубах. ИФЖ, 1966, т. XI, №4, с.426-431.

43. Канделаки Р.Д. Теплоотдача при продольном омывании пучка цилиндров с шероховатыми поверхностями. Грузия. 1967, с. 669-674.

44. Кирпиков В.А., Архипов Ю.А. Исследование каналов пластинчатого теплообменника, с поверхности типа «диффузор-конфузор»// Теплоэнергетика. №5. 1982. с. 56-59.

45. Кирпиков В.А, Гутарев В.В, Цилерьман Н.М. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления канала типа диффузор-конфузор. «Известная ВУЗов. Сер. энергетика». 1969. №9, с.79-84.

46. Кокарев Б.И., Вишневский В.Г., Семенов С.М., Плаксин Ю.В. Результаты исследований теплообменных труб с разрезными поперечными ребрами// Теплоэнергетика. №2. 1982. с. 35-40.

47. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М.: энергия, 1969, 264 с.

48. Кремнев О.А., Зозуля Н.В., Хавин А.А. Продольно оребренные трубчатые поверхности для регенераторов и воздухоподогревателей. ГТУ. Энергомашиностроение. 1961, №1, с. 5-8.

49. Крюков Н.П. Аппараты воздушного охлаждения. М.: Химия, 1983.

50. Кэйс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. М.: Энергия, 1967, 224 с.

51. Кузма - Кичта Ю.А. Методы интенсификация теплообмена. М.: Издательство МЭИ, 2001, 112 с.

52. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. Новосибирск: Наука, 1970, 660 с.

53. Левченко Г.И., Лисейкин И.Д., Копелович А.М. Оребренные поверхности нагрева паровых котлов. М.: Энергоатомиздат, 1986.

54. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973, 904 с.
55. Лунин О.Г., Вельтищев В.Н. Теплообменные аппараты пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1987.
56. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. М.: Энергия, 1972, 560 с.
57. Мигай В.К. Интенсификация конвективного теплообмена в трубах спиральными закручивателями. «Теплоэнергетика», 1968, №3. с. 97-106.
58. Мигай В.К., Новожилов И.Ф. Теплообмен в трубах с поперечными выступами. «Известная ВУЗов. Сер. энергетика». 1965. №11, с. 36-43.
59. Мигай В.К. Об интенсификации конвективного теплообмена в каналах путем применения искусственной турбулизация потока. «Известная ВУЗов. Сер. энергетика и транспорт». 1965. №6, с. 123-131.
60. Мигай В.К. Повышение эффективности современных теплообменников. Л.: Энергия, 1980, 144 с.
61. Мигай В.К. Теплообмен в шероховатых трубах. «Известная ВУЗов. Сер. энергетика и транспорт». 1968. №3, с. 97-106.
62. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1973, 320 с.
63. Михеев М.А. Теплопередача при турбулентном движении жидкости в трубах. «Известная ВУЗов. Сер. Энергетика и транспорт». 1952. №10, с. 13-17.
64. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. М.: МЭИ, 2002.
65. Новожилов И.Ф., Мигай В.К. Интенсификация конвективного теплообмена путем применения искусственной шероховатости. «Теплоэнергетика», 1964, №10. с. 60-63.

66. Норкин Н.Н., Чашин И.П. Теплопередача трубчатых поверхностей с низкими ребрами. «Теплоэнергетика». 1963, №6.
67. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. М.: Энергия, 1979, 320 с.
68. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник. Под общей редакцией В.Б. Кунтыша и А.Н. Бессонного. СПб.: Недра. 1996.
69. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия. 1981.
70. Петровский Ю.В., Фастовский В.Г. Современные эффективные теплообменники. М., ГЭИ, 1962.
71. Петухов Б.С., Ройзен Л.И. Теплообмен в трубах кольцевого сечения. ИФЖ, 1963, т. 6, №3, с. 3-11.
72. Попов С.К., Морозов И.П. Расчетные исследования теплотехнических процессов и установок. М.: МЭИ, 1998, 48 с.
73. Промышленные тепломассобменные процессы и установки/ Под ред. А.М. Бакластова. М.: Энергоатомиздат, 1986.
74. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник/ Под общ. Ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. М.: Энергоатомиздат, 1991.
75. Пучков П.И., Виноградов О.С. Исследование теплоотдачи и гидравлических сопротивлений кольцевых каналов с теплоотдающей внутренней поверхностью. «Теплоэнергетика», 1964, №10, с. 62-69.
76. Пучков П.И., Виноградов О.С. Теплоотдача и сопротивление развитых поверхностей при продольном обтекании. «Теплоэнергетика», 1967, №9, с. 54-58.
77. Расчет тепломассобмена в промышленных установках, системах и сооружениях. Под ред. А.Л. Ефимова. М.: МЭИ, 2001, 52 с.
78. Сборник примеров и задач по тепломассобменным процессам, аппаратам и установкам. Под ред. А.Л. Ефимова. М.: МЭИ, 1997.

79. Сергиевский Э.Д., Хомченко Н.В., Овчинников Е.В. Расчет локальных параметров течения теплообмена в каналах. М.: МЭИ, 2001, 60 с.
80. Солодов А.П. Принципы теплообмена. М: МЭИ, 2002, 96 с.
81. Справочник по теплообменникам. Т.1: пер. с англ./ Под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. М.: Энергоатомиздат, 1987.
82. Субботин В.И., Ибрагимов М.Х., Ушаков П.А. Гидродинамика и теплообмен в атомных энергетических установках. М.: Атомиздат, 1975, 408 с.
83. Теверовский Б.М. К вопросу о влиянии шероховатости поверхности на гидравлическое сопротивление и конвективной теплообмен. «Известная ВУЗов. Сер. энергетика». 1958. №7.
84. Федынский О.С. Интенсификация теплообмен при течении воды в кольцевом канале. В кн.: Вопросы теплообмена. 1959, с. 53-66.
85. Фирсова Э.В. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления при продольном обтекании пучка труб водой. ИФЖ, 1963, т. VI, №5, с. 17-22.
86. Хагге Д.К., Джункхан Г.Х. Механический метод интенсификации конвективного теплообмена в воздухе. Тр. Амер. о-ва инж. – мех. Сер. С, Теплопередча, 1975, т. 97, №4, с.20-25.
87. Халатов А.А. Теплообмен и гидродинамика около поверхностных углублений (лунок). Киев 2005, 78 с.
88. Чашин И.П., Норкин Н.Н. Теплообмен на трубчатых ребристых поверхностях с низкими ребрами. «Известная ВУЗов. Сер. химия и химическая технология». 1963. т. 6. №5, с. 881-883.
89. Чашин И.П. Влияние высоты и шага ребер теплообмен и гидравлические сопротивления. «Теплоэнергетика», 1964, №10, с. 59-61.
90. Чашин И.П. Влияние высоты и шага ребер теплообмен и гидравлические сопротивления в теплообменники типа «труба в трубе».

«Известная ВУЗов. Сер. химия и химическая технология». 1965. №4, с. 674-679.

91. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. 3-е изд. М.: Наука, 1974, 712 с.

92. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. –Т.: Молия, 2007. -388 с.

Internetmanbalari:

93. <http://www.abok.ru>

94. <http://www.03-ts.ru>

95. <http://www.twirpx.com>

96. <http://www.freepatent.ru>

97. <http://www.patentdb.su>

ILOVALAR

1 -ilova.

To'yinish haroratidagi suvning issiqlik – fizik xususiyatlari

t, °C	P·10 ⁵ Pa	ρ, kg/m ³	h', kJ/kg	c _r , kJ/ (kg·°C)	λ·10 ² , Wt/(m·°C)	μ·10 ⁶ , Pa·sek	ν·10 ⁶ , m ² /sek	α·10 ⁸ , m ² /sek	β·10 ⁴ , °C ⁻¹	σ, N/m	Pr
0	1,013	999,9	0	4,212	55,1	1788	1,789	13,1	-0,63	756,4	13,67
10	1,013	999,7	42,04	4,191	57,4	1306	1,306	13,7	0,7	741,6	9,52
20	1,013	998,2	63,91	4,183	59,9	1004	1,006	14,3	1,82	726,9	7,02
30	1,013	995,7	125,7	4,174	61,8	801,5	0,805	14,9	3,21	712,2	5,42
40	1,013	992,2	167,5	4,174	63,5	653,3	0,659	15,3	3,87	696,5	4,31
50	1,013	988,1	209,3	4,174	64,8	549,4	0,556	15,7	4,49	676,9	3,54
60	1,013	983,2	251,1	4,179	65,9	469,9	0,478	16,0	5,11	662,2	2,98
70	1,013	977,8	293,0	4,187	66,8	406,1	0,415	16,3	5,70	643,5	2,55
80	1,013	971,8	335,0	4,195	67,4	355,1	0,365	16,6	6,32	625,9	2,21
90	1,013	965,3	377,0	4,208	68,0	314,9	0,326	16,8	6,95	607,2	1,95
100	1,013	958,4	419,1	4,220	68,3	282,5	0,295	16,9	7,52	588,6	1,75

2 – Ilova.

Issiqlikuzatishkoeffitsiyentivacho'kmaqatlamlaritermikqarshiligining'o'rta
chaqiymatlari

Quvurlar bo'shlig'i	Quvurlararo bo'shliq	Cho'kma qatlamining termik qarshiligi (m ² ·°C)/Vt	Issiqlik uzatish koeffitsiyenti Vt/(m ² ·°C)
Suyuqlik-suyuqlik			
Kimyobiy tozalangan suv	Suv	0,00023	1750-2900
Solyar moyi	Suv	0,0016	87-140
Solyar moyi	Moy	0,0019	58-87
Gazolin	Suv	0,0007	350-580
Og'ir moy	Suv	0,0012	87-300
Kerosin	Suv	0,0012	150-300
Kerosin	Moy	0,0012	120-200
Sovuq suv	Suv	0,0005	1400-1750
Mashina moyi (kam qovushqoqli)	Suv	0,0005	150-300
Mashina moyi (yuqori qovushqoqli)	Suv	0,0007	250-470
Ligroin	Suv	0,0012	300-400
Ligroin	Moy	0,0012	150-200
Organik yoritmalar	Suv	0,0007	300-900
Organik yoritmalar	Sovuqlik tashuvchi	0,0007	200-500
Organik yoritmalar	Organik yoritmalar	0,0005	120-350
Suv	Suv	0,0007	1200-1500
Suv	Moy	0,0012	80-140

Qoplamaquvurliissiqlikalmashinuvqurilmalariningparametrlari(GOST 15119-79, GOST 15112-79)

P, MPa	Qoplamadiamet ri D, mm	Yoʻllar moni	Quvur diametri 20x2 mm						Quvur diametri 25x2 mm					
			1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
1,6	159	1	196	217	263	-	-	-	192	211	255	-	-	-
1,6	273	1	388	455	590	-	-	-	465	527	649	-	-	-
1,6	325	1	495	575	735	895	-	-	485	540	680	820	-	-
1,6	325	2	510	575	740	890	-	-	485	550	690	820	-	-
1,0	400	1	-	860	1130	1430	1850	-	-	780	1035	1290	1750	-
1,0	400	2	-	870	1090	1370	1890	-	-	820	10470	1260	1600	-
1,0	600	1	-	1540	1980	2480	3450	-	-	1350	1810	2410	3150	-
1,0	600	2,4,6	-	1650	2100	3500	3380	-	-	1480	1890	2290	3130	-
1,0	800	1	-	2560	3520	4150	5800	8400	-	2280	3130	3720	5360	7400
1,0	800	2,4,6	-	2750	3550	4350	5950	8500	-	2520	3230	3950	5360	7480
0,6	1000	1	-	-	5000	6250	9030	12800	-	-	4500	5600	7850	11200
0,6	1000	2,4,6	-	-	5450	6750	9250	12850	-	-	4850	6100	8166	11400
0,6	1200	1	-	-	-	9000	12800	18400	-	-	-	8000	11250	16000
0,6	1200	2,4,6	-	-	-	9750	13400	18900	-	-	-	8700	11860	16550
1,0	600	1	-	-	-	-	-	-	-	1340	1780	2180	-	-
1,0		2,4,6	-	-	1970	2420	3320	-	-	-	1780	2220	2930	-
1,6		1	-	-				-	-	1400	1790	2200	-	-
1,6		2,4,6	-	-	2050	2510	3450	-	-	-	1850	2250	3060	-
1,0	800	1	-	-	-	-	-	-	-	2300	3200	3660	-	-
1,0		2,4,6	-	-	3600	4400	5900	-	-	-	3200	3900	5200	-
1,6		1	-	-	-			-	-	2400	3350	3840	-	-
1,6		2,4,6	-	-	3850	4500	6100	-	-	-	3450	4050	5600	-
1,0	1000	1	-	-	-	-	-	-	-	360	4850	5950	-	-

										0				
1,0		2,4,6	-	-	545 0	6700	9250	-	-	-	4950	6100	8120	-
1,6		1	-	-				-	-	380 0	5000	6050	-	-
1,6		2,4,6	-	-	575 0	7100	9700	-	-	-	5250	6350	8650	-
1,0	1200	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6700	8150	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	1010 0	1345 0	-	-	-	-	9100	1200 0	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-	7000	8600	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	1040 0	1370 0	-	-	-	-	9380	1215 0	-
1,0	1400	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8630	1068 0	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	1839 0	-	-	-	-	-	1626 0	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-	1120 0	1320 0	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	1879 0	-	-	-	-	-	1683 0	-

4 – Ilova.

Normallashtirilgan qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmasida segmentli to'siqlar soni

Qoplama diametri D, mm	Quvur uzunligi bo'yicha segmentli to'siqlar soni						
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
159	6	10	14	26	-	-	-
273	4	8	12	18	-	-	-
325	-	6	8	14	18	36	-
400	-	-	6	10	14	22	-
600	-	-	4	8	10	18	24
800	-	-	4	6	8	14	22
1000	-	-	-	4	6	10	16
1200	-	-	-	-	6	8	14

5 – ilova.

Qoplama quvurli issiqlik almashinuv qurilmalarining massalari (GOST 15118-79,GOST 15122-79)

Qoplama diametri D, mm	Yo'llar soni	Ø20x2 diametrli quvur, uzunligi, m					
		1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
Issiqlik almashinuv qurilmalarining massalari							
159	1	196	217	263	-	-	-
273	1	388	455	590	-	-	-
325	1	495	575	735	895	-	-
325	2	510	575	740	890	-	-
400	1	-	860	1130	1430	1850	-
400	2	-	870	1090	1370	1890	-
600	1	-	1540	1980	2480	3450	-

600	2, 4, 6	-	1650	2100	3500	3380	-
800	1	-	2560	3520	4150	5800	8400
800	2, 4, 6	-	2750	3550	4350	5950	8500
1000	1	-	-	5000	6250	9030	12800
1000	2, 4, 6	-	-	5450	6750	9250	12850
1200	1	-	-	-	9000	12800	18400
1200	2, 4, 6	-	-	-	9750	13400	18900