

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY V. O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

«Muqobil energiya manbalari» kafedrası

«Issiqlik va sovutish texnikasi» fanidan

60720100 – Oziq ovqat texnologiyasi (yog'-moy mahsulotlari) va

60720100 – Oziq ovqat texnologiyasi (don mahsulotlari),

bakalavr ta'lim yo'nalishi talabalariga tajriba ishlari uchun

USLUBIY KORSATMA

Qarshi – 2022-yil

Tuzuvchi:

Toshmamatov B.M.
QMII "Muqobil energiya manbalari"
kafedrası katta o'qituvchisi
Almardanov H.A.
QMII "Muqobil energiya manbalari"
kafedrası katta o'qituvchisi
Boymurodova N.
QMII "Muqobil energiya manbalari"
kafedrası o'qituvchisi

Taqrizchilar:

1. QDU, «Kasbiy ta'lim» kafedrası mudiri:
A.A.Vardyashvili
2. QarMII, «Issiqlik energetikasi» kafedrası
dosenti: **I.N.Qodirov**

Uslubiy ko'rsatmadan 60720100 – Oziq ovqat texnologiyasi (yog'-moy mahsulotlari), 60720100 – Oziq ovqat texnologiyasi (don mahsulotlari) bakalavr ta'lim yo'nalishlari talabalari foydalanishlari mumkin bo'lib, unda «Issiqlik texnikasi» fanining eng muhim mavzulariga oid tajriba mashg'ulotlarini bajarish uchun namunalar keltirilgan.

Uslubiy ko'rsatma "Muqobil energiya manbalari" kafedrası (Bayon № 1 14.08.22 yil) Energetika fakulteti uslubiy komissiyasi (Bayon № 1 14.08.22 yil) va Institut Uslubiy Kengashi (Bayon № 1 14.08.22 yil) yig'ilishlarida ko'rib chiqilgan va o'qub jarayonida foydalanishga tavsiya etilsin

@ Qarshi muhandislik iqtisodiyot institute

Kirish

Issiqlik texnikasi-ya'ni issiqlik uzatish nazariyasi asoslari va qonunlari, issiqlik energetik qurilmalarda, turli xil issiqlik almashinuv qurilmalarining ishlash jarayoni uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi. Issiqlik energetikasi sohasida, IES va IEM larda qo'llaniladigan asosiy issiqlik almashinuv qurilmalarida issiqlik tashuvchi quvurlar to'plamini bo'ylama yoki ko'ndalang yo'nalishda yuvib, issiqlikni beradi yoki oladi. Masalan, IES ning kondensatorida ishlatilgan bug' issiqlikni quvurlar sirti orqali texnik suv (sovituvchi suv) ga berib kondensasiyalanadi.

Bunday qurilmalarni samaradorligini oshirish takomillashtirish yoki issiqlik almashinuv jarayonlarini faollashtirish masalalari muxim masala bo'lib, ular issiqlik almashinuv jarayonini to'liq ilmiy–tajribaviy taxlil qilish asosida yechiladi.

Ushbu uslubiy ko'rsatmada suyuqliklarning majburiy xarakatlanishida quvurlar to'plamini ko'ndalang oqib o'tishida issiqlik berish koeffisientini aniqlash metodikasi yoritilgan.

60730300 – Bino va inshootlar qurilishi (neft-gazni qayta ishlash sanoati obyektlari) ta'lim yo'nalishi taxsil oladigan talabalar "Issiqlik tenikasi" fanida olgan nazariy bilimlariga asoslanib, tajriba o'tkazish tartibi va o'lchov natijalarini umumlashtirish hamda taxlil qilish ko'nikmalariga ega bo'ladilar.

1-LABORATORIYA ISHI.

BOSIM VA HARORAT O'LCHASH ASBOBLARI.

Ishdan maqsad: Bosim va harorat o'lchash asboblarning turlari va ishlash prinsipi xususida talabalarda bilim va ko'nikmalarni hosil qilish.

Tayanch iboralar: manometr, vakuumetr, termoelektr termometr, optik pirometrlar, termojuftlar, qarshilik termometrlar.

Kerakli jihozlar: Bosim va harorat o'lchash asboblari tuzilishini o'rganish uchun o'lchov asboblarning umumiy va prinsipial sxemasi, plakatlar, xar xil turdagi o'lchov asboblardan namunalar, ishlash prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir nechta slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma., 1-qism.-T.: TDTU, 2006.
2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

Harorat o'lchashning quyidagi 2 guruhiga asoslangan asboblardan tanishamiz:

I. Harorat o'lchashning bevosita usullariga asoslangan harorat o'lchash asboblari quyidagilar kiradi:

a) suyuqlikli shisha termometrlar.

Shisha suyuqlikli termometrlar haroratni – 200 dan +750 °C gacha bo'lgan oralqdagi o'lchashlar uchun qo'llaniladi.

Shisha suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi. Suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi issiqlikdan kengayishga asoslangan. Suyuqlikli termometrlarni to'ldirish uchun simob, toluol, etil spirti va h.k.lardan foydalaniladi.

Suyuqlikli termometrlar ichida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir. Ular simobning muhim xossalari tufayli bir qator afzalliklarga ega, qaysi-ki shishani namlamaydi, kimyoviy jihatdan toza holda ancha oson olinadi va normal atmosfera bosimida keng haroratlar oralig'ida ($-38,87\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+356,86\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha) suyuq holatini saqlaydi.

Termometrlar vazifasiga va haroratini o'lchash oralig'iga qarab shishani turli navlaridan ishlab tayyorlanadi. Suyuqlikli shisha termometrlarni konstruktiv shakllari turli tumandir biroq ushbu xilma – xillikdan ikkita asosiy konstruktsiyasini ajratish mumkin. 1. Tayoqsimon (rasm – 1, a) va 2. o'rnatilgan shkalali (rasm – 1, b).



1.1–rasm.

a) tayoqsimon va b) o'rnatilgan shkalali termometrlar.

Tayoqsimon termometrlar salmoqli – (qalin devorli) tashqi diametri 6 – 8 mm bo'lgan kapillyarga ega bo'lib u butun termometr idishining diametriga tengdir. Bunday termometrlarda shkala kapillyarning bevosita tashqi sirtiga yoziladi.

Ikkinchi konstruktsiyaning harakterli jihati shundan iboratki, unda shkala kapillyarning sirtida emas balki sut rangli to'g'ri to'rtburchakli shisha plastinadan qilingan bo'lib u silindrik shaklida idishga payvandlangan kapillyar naycha orqasiga o'rnatiladi.

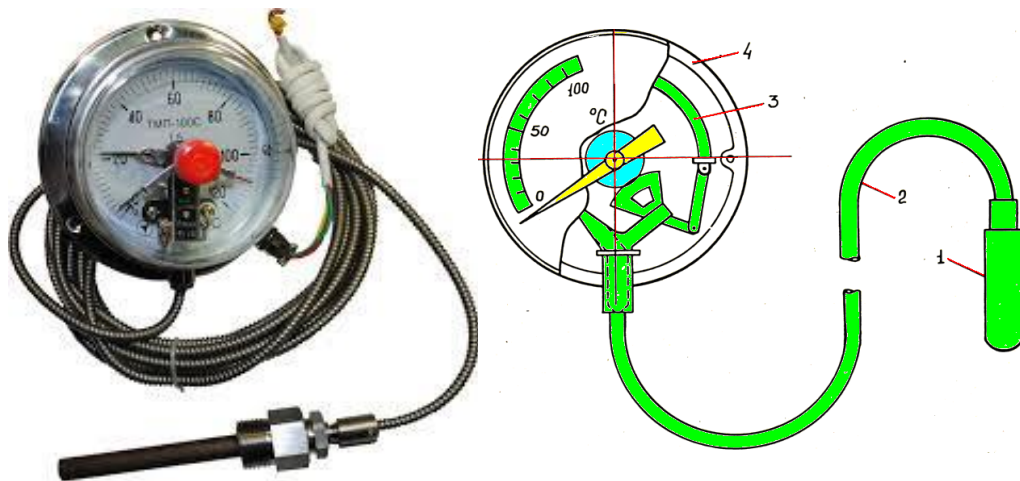
Solingan shkalali termometrlar tayoqsimon termometrlarga qaraganda inersionlikka ega, lekin ular laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida haroratni o'lchashga qulaydir. Ko'pincha suyuqlikli termometrlar metallardan himoya qoplama

bilan ta'minlanadi. Shisha termometrlar oddiy, yetarli aniqlikka ega va tayyorlanishi arzon.

b) Manometrik termometrlar.

Bu turdagi termometrlarni o'lchovchisi bo'lib naychasimon prujina xizmat qiladi.

Gazli Manometrik termometr (2 – rasm) tuzilishi, ishlash tarzi va asosiy texnik xarakteristikalarini qarab chiqamiz.



1.2 – rasm. Manometrik termometrning umumiy ko'rinishi.

Termometrning termotizimi: harorati o'lchanadigan muhitga tushurilgan termoballondan 1, kapillyardan 2 va manometrik prujinadan 3 iborat. Termometrning termotizimi ishchi modda – gaz yoki suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Termoballonni qizdirganda yopiq zich (germetik) termotizimda bosim oshadi va natijada prujina deformatsiyalanadi (aylana bo'ylab kengayadi) va uning erkin tomoni qo'zg'aladi. Prujinaning erkin tomoni harakati uzatish mexanizmi qizigan sektor (naycha) orqali termometr shkalasidagi ko'rsatuvchining siljishiga aylanadi.

Termotizimda manometrik termometrlar suyuqlik va gazsimon muhitlardagi – 150 dan $+600^{\circ}\text{C}$ bo'lgan haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Shuni ta'kidlash lozimki, Manometrik termometrlar harorat ko'rsatkichini uncha katta bo'lmagan masofaga (60 metrgacha) uzatishga imkon beradi. Bu esa konstruktsiyaning oddiyligiga qaramay katta afzallikdir.

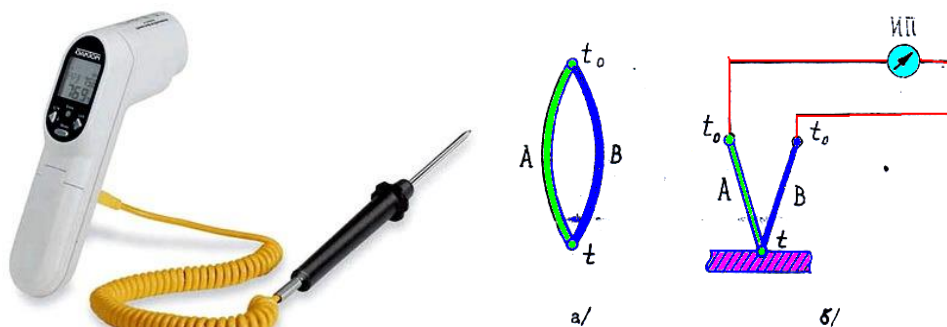
v) Elektr qarshilik termometrlari.

Qarshilik termometrlari -260 dan $+750^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan oraliqdagi harorat ko'rsatkichlarini o'lchashda keng qo'llaniladi. Ba'zi hollarda esa bu termometrlar bilan

1000 °C gacha bo'lgan haroratni o'lchash mumkin. Qarshilik termometrlarni ishlashi – moddalarning harorati o'zgarishi bilan uning elektr qarshiligi o'zgarishiga asoslangan. Haroratni qarshilik termometri bilan o'lchashda uni harorati o'lchanayotgan muhitga tushuriladi. Termometr qarshiligini haroratga bog'liqligini bilgan holda termometr qarshiligi o'zgarishi bo'yicha u turgan muhit haroratini bilish mumkin. Qarshilik termometrlarida o'lchashni muvozanatlashtiruvchi ko'prikdan foydalaniladi. Qarshilik termometrlarni asosiy detali sinch (Karkas) slyuda – shaffof mineral plastinkalar bo'lib unga sezgir elementning ingichka simi o'raladi. Sezgir element metali sifatida odatda platina yoki mis ishlatiladi. Platina qarshilik termometrlari haroratini –260 dan +1000 °C gacha o'lchash imkonini bersa, mis qarshilik termometrlari esa – 50 dan +180 °C gacha o'lchash imkonini beradi.

g) Termoelektrik termometrlar.

Termoelektrik uslub harorat o'lchashda termoelektrik termometrlardan haroratga qarab termoelektr yurituvchi kuchni muayyan bog'liqliklariga asoslangan. Agar ikkita turli A va B o'tkazgichlardan tashkil topgan zanjirni olsak (3,a – rasm) va o'tkazgichlarni tutashgan bir tomonini qizdirsak zanjirda elektr toki hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan elektr tokini yo'nalishi birinchi tutashgan tomonidan (qizitilgan) B dan A ga qizitilmagan tomon A dan B ga, agarda ikkinchi tutashgan tomonini qizitsak elektr tokini yo'nalishi teskari tomonga yo'naladi bu tok elektr toki deyiladi. Bu zanjirning ikkita tutashgan joyini haroratini har xilligi natijasida hozil bo'lgan elektr yurituvchi kuch termoelektrik yurituvchi kuch deyiladi. Ikkita o'tkazgichdan hosil bo'lgan termojuftni kamchiligi shundaki, hosil bo'lgan termo E.Yu.K. ni o'lchash uchun qo'shimcha asbob ulanishi kerak. Agarda bu zanjirga ikki tomonini harorati bir xil bo'lgan uchinchi o'tkazgich ulansa, u holda hosil bo'lgan termo E.Yu.K. ni o'lchash uchun millivoltmetr yoki potensiometr ulanishi mumkin va shu tariqa termojuft hosil bo'ladi. (3,b – rasm).



1.3-rasm. a) A va B tomonli termoelektrik termometr; b) termojuft ko'rinishi.

Termojuftni A va B o'tkazgichlari termoelektod deyiladi. Haroratni o'lchash uchun termojuftning issiq tomoni deb atalmish termojuftlar tutashgan joyi 1 ni harorat o'lchaydigan muhitga joylashtiriladi. Termojuftning ikkinchi tomoni (sovuq tomon) o'zgarmas haroratga ega bo'lsa, termoEYuK qiymati bo'yicha termojuftning issiqlik tomonini bilish mumkin. Termojuftni darajalashda (gradurovka) uning sovuq tomoni atrof-muhit haroratiga teng bo'lsa asbobning ko'rsatishiga tuzatish kiritish kerak. Ko'rsatilgan harorat qiymatiga atrof – muhit harorat qiymatini qo'shish kerak.

Termojuftlar termoelektrod materiallarining tavsifiga qarab ikki guruhga bo'linadi.

1. Qimmatbaho va oddiy materiallarga qilingan termoelektrodli termojuftlar.
2. Qiyin eruvchi birikmalar, ularning grafit bilan yoki boshqa metallar bilan aralashmasidan tayyorlangan termoelektrodli termojuftlar.

Birinci guruhga kiruvchi termojuftlar keng tarqalgan bo'lib ular texnologik jarayonlarni kuzatish va ilmiy tekshirish ishlarida qo'llaniladi. Qimmatbaho metallardan tayyorlangan termojuftlarga misol sifatida platinali termojuftni keltirish mumkin, uning termoelektrodi 90% i platina va 10% i esa boshqa metallardan ishlangan.

Oddiy metallardan ishlangan termojuftlarga misol qilib mis – kopel (nikel va mis birikmasi); xromal – allyumin (nikel va allyuminiy birikmasi) va hokazolarni keltirish mumkin. Ikkinchi guruh termojuftlarni tayyorlashda disilid molibden, disilid volfram, titan karbidi va h.k. ishlatiladi hamda qiyin eruvchi birikmalar qo'llaniladi. Bu guruhga kiruvchi termojuftlar $3000 \div 3500^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratni o'lchaydi. Umuman olganda termojuftlar -200°C dan $+3500^{\circ}\text{C}$ bo'lgan harorat diapazonini aniqlashga imkon beradi.

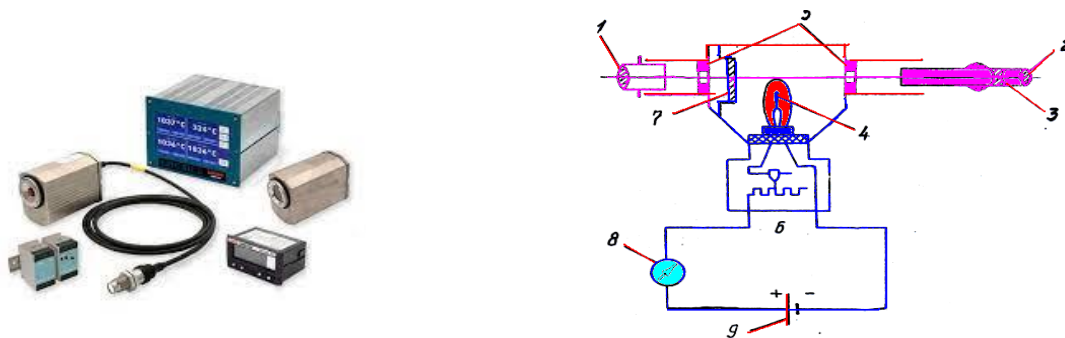
II. Harorat o'lchashning bilvosita usullariga asoslangan asboblarga quyidagilar kiradi:

Bilvosita o'lchash usullari qizdirilgan jismlarning haroratiga bog'liq ravishda o'zidan nur chiqarish qobiliyatiga asoslangan bu usulga asoslangan o'lchash asboblari nurlanish pirometrlari yoki **pirometr** deb ataladi. Ular texnikaning barcha sohasida qo'llaniladi va 30°C dan 6000°C gacha haroratni aniqlashga imkoniyat yaratadi. Monoxromatik nurlanish intensivligi o'zgarishiga asoslangan pirometrlar optik pirometrlar deyiladi. To'liq nurlanish quvvatini o'lchashga asoslangan pirometrlar "teng kuchli" pirometrlar deyiladi.

Pirometr turlari.

a) "Yo'qoluvchi simli" optik pirometrlar.

"Yo'qoluvchi simli" optik pirometrlar ko'rinuvchi spektr maydonida yorug'lik haroratini aniqlashda qo'llaniladi. "Yo'qoluvchi simli" umumsanoat pirometrlarning o'lchov intervali 700°C dan 1600°C gacha belgilangan. Yorug'lik haroratini aniqlash – bu pirometrlarda tekshirilayotgan jismning samarali yorug'lik to'lqin uzunligini pirometr lampasi simining yorug'ligi bilan taqqoslashga asoslangan. Pirometr (4 – rasm) teleskop 5, o'lchash asbobi 8 va manba 9 dan iborat. Pirometrning optik tizimi ob'ektiv 1, okulyar 2, qizil yorug'lik filtri 3 va yorug'lik yutib oluvchi oyna 7 dan iboratdir.



1.4-rasm. "Yo'qoluvchi simli" optik pirometr.

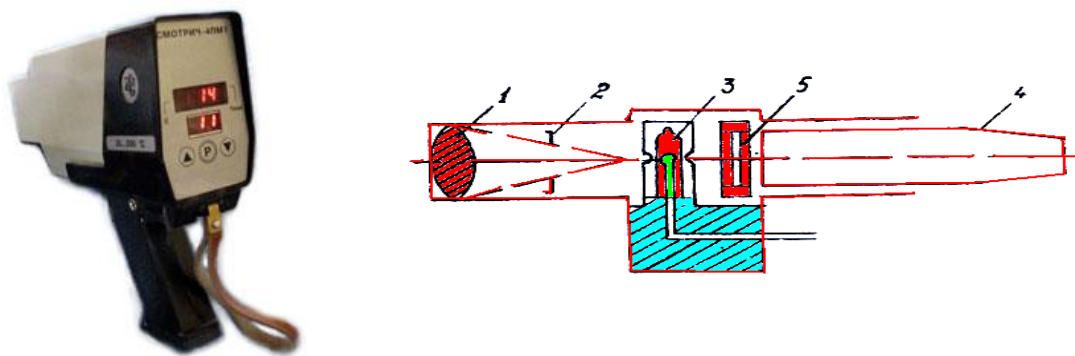
Ob'ektiv 1 fokusida 5 yoy shaklidagi volfram simi bo'lgan pirometrik lampa 4 joylashtirilgan. Optik pirometrlarda harorat o'lchash qoidasi quyidagicha: teleskopni nur chiqarayotgan jismga qaratib ob'ektiv buramasini aylantirish bilan harorati o'lchanayotgan jismni aniq ko'rinish dajarasiga keltiriladi. Reostat 6 yordamida

simning cho'g'lanish darajasini o'zgartiramiz va u nurlanish yuzasining fonida yo'qola boradi. Sim yoyining yo'qolishi nurlantiruvchi jism va lampa simi bir xil yorug'likka va demak bir xil haroratga ega ekanliklarini bildiradi.

Agar harorati 1400°C dan yuqori bo'lgan nurlanish yuzasining haroratini aniqlash kerak bo'lsa (volfram simi cho'g'lanishining yuqori chegarasi), unda lampa oldiga yorug'lik yutuvchi oyna 7 o'rnatiladi. Bu holda o'lchash ishlari issiqlik nurlatgichining so'nmagan yorug'ligini taqqoslash yo'li bilan olib boriladi. Shuning uchun nurlatgichning har qanday yorug'lik xaroratini o'lchashda dastlab sim 1400°C gacha, keyin esa 1400°C dan yuqori haroratgacha qiziydi.

Qizil yorug'lik filtri 3 ma'lum uzunlikdagi nur to'lqinlarinigina o'tkazadi. Teleskop 5 fokusini moslash paytida yorug'lik filtri chiqarib qo'yilishi mumkin, lekin lampa simining yorug'ligi nurlanish manbaining yorug'ligi bilan tenglashganda u o'z joyiga o'rnatilishi kerak.

b) Radiatsion pirometrlar. Ularning ishlash tarzi harorati o'lchanayotgan jism chiqarayotgan nurning issiqlik haroratiga asoslangan. Nurlar konsentrasiyasini (jonlanishi) egik oyna yoki linza 1 orqali bajariladi (5 - rasm).



1.5- rasm. Radiatsion pirometr.

Issiqlik ta'sirini (sezuvchi) element sifatida radiatsion pirometrlarda bir qancha termojufti 3 bo'lgan termobatareyalar qo'llaniladi. Radiatsion pirometr qo'zg'almas diafragma ega bo'lgani uchun 2 - fokus shakli to'g'rilanishi uchun harakatlanuvchi okulyar 4 va rangli yoki xira ximoya oynasi 5 o'rnatilgan bo'lib, u yuqori haroratni o'lchashda ko'z nurini himoya qiladi. Radiatsion pirometrlar 400°C dan 3500°C gacha bo'lgan haroratni aniqlashga imkon beradi.

Bosim ko'rsatkichini aniqlovchi asboblari.

Bosim deb birlik yuzaga teng ta'sir etuvchi va shu yuzaga perpendikulyar yo'nalgan kuch ta'siriga aytiladi.

Bosim Paskalda o'lchanadi, paskal yuzasi 1 m^2 bo'lgan jismga 1 nyuton kuch bilan teng ta'sir etuvchi kuchga aytiladi yoki $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ bu yerda $1 \text{ N} = 1 \text{ kg/sm}^2$ bosim birligi bo'lib paskal darajalari yoki ulushlari ham keltirilishi mumkin.

$$1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mPa} = (\text{millipaskal}) = 10^{-3} \text{ Pa} \text{ va boshqalar.}$$

Shuningdek ayrim adabiyotlarda bosim birliklari quyidagilarga tenglashtirib berilishi mumkin:

$$1 \text{ kgs/m}^2 = 1 \text{ mm. sim. ustuni} = 9,8066 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ kgs/sm}^2 = 98,066 \text{ kPa} = 0,09066 \approx 0,1 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa} = 760 \text{ mm. sim. ustuni}$$

$$1 \text{ mm. sim. ustuni} = 133,322 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa yoki } 10^5 \text{ Pa}$$

Bosim quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

1. Absolyut bosim (absolyut "0" da ya'ni absolyut vakuumdan hisoblanuvchi bosim).
2. Ortiqcha bosim. Atmosfera (barometrik) bosimdan ortiqcha bo'lgan va monometr yordamida ko'rsatiladigan bosim.
3. Barometr ko'rsatayotgan atmosfera yoki "Barometrik" bosim.

Ishlash jarayoniga qarab bosim aniqlovchi asboblari suyuqlikli, prujinali, porshenli turlarga bo'linadi. Suyuqlik asboblari aniqlanayotgan bosim suyuqlik ustuni bosimi bilan belgilanadi. Bundan ustun balandligi aniqlanayotgan bosim qiymatini ko'rsatadi. Pujinali asboblarda aniqlanayotgan bosim prujinaning egiluvchanligi bilan belgilanadi. Bosimni aniqlovchi qiymat bo'lib prujina elementining deformasiyasi xizmat qiladi. Porshenli monometrlarda aniqlanayotgan bosim porshen yuzasiga ta'sir etuvchi og'irligi bilan belgilanadi.

Bosim o'lchovchi asboblarning tuzilishi va ishlash jarayoni.

1. Suyuqlik asboblari

Suyuqlikli monometrlar bosim o'lchovchi asboblarda ichida eng oddiysi bo'lsa ham yuqori aniqlik darajasiga ega. Bu monometrlarning kamchiligi shundan iboratki ular yordamida uncha katta bo'lmagan bosimlarni o'lchash mumkin.

a) U-shakli monometrlar bo'lib, ular 1.6 – rasmda ko'rsatilganidek U harfi shaklida egilgan shisha naychadan iborat. Naycha shkalali taxtaga o'rnatilib yarmigacha suyuqlikka to'ldiriladi. Agar naychani bir uchini bosim aniqlanishi kerak bo'lgan hajmga biriktirilib ikkinchi uchi ochiq qoldiriladi. Bunday monometrda bir tomonidagi suyuqlik ko'tarilib ikkinchisi pasayadi. Suyuqlik balandliklari o'rtasidagi farq bosim qiymatini bildiradi: $P_{ort} = hg(\rho - \rho_c)$, Pa

bu yerda g – erkin tushish tezlanishi;

h – suyuqlik balandliklari farqi;

ρ – suyuqlik zichligi .



1.6 – rasm. U – simon manometr.

Agarda $\rho < \rho_c$ bo'lsa, tenglama quyidagi ko'rinishni oladi. $P_{opt} = h g \rho$ asosan U shaklli monometr bilan bosim mm, simob ustuni, mm, suv ustuni birliklarda aniqlanadi. Chunki ishchi jism – (suyuqlik) sifatida suv yoki simob qo'llaniladi.

Mm simob ustuni mm, suv ustunidagi bosim qiymatini Pa ga aylantirish uchun 130, 322 yoki 9,866 ga ko'paytiriladi.

U - shaklli monometrlar bilan aniqlanishi lozim bo'lgan eng yuqori bosim naycha uzunligi va shishaning mustahkamligi bilan belgilanadi.

U shaklli monometrlar bilan 200 kPa dan yuqori paskaldan kamdan kam aniqlanadi. U shaklli monometrlar yordamida siyrakli yoki vakuumni aniqlash uchun qo'llash mumkin. Buning uchun naycha bir uchuni siyraklik aniqlanishi lozim bo'lgan sirtga biriktiriladi bir uchi ochiq qoldiriladi. Agar asbob ikkala uchini ham bosimi aniqlanishi lozim bo'lgan sirtlarga biriktirilsa unda suyuqlik balandliklari farqi ikkala sirtlarning har xil bosimini ko'rsatadi. Bunday monometrlar difrinsial monometrlar yoki difmonometrlar deyiladi.

b) Idishli manometrlar:

U – shaklli monometrlardagi asosiy kamchilik hisoblangan ikki marta o'lchash jarayoni idishli monometrlar deb ataluvchi monometrlarda yo'qolgan. Bu monometrlarning U shaklli monometrlardan farqi shundaki uning bir naychasi keng va qisqa idishdan ikkinchisi esa ingichka naychadan tuzilgan. Ishchi suyuqlikni qisqa idishga o'lchov shkalasidagi 0 belgisiga teng qiymatga kelguncha quyiladi. Ortiqcha bosimni o'lchash vaqtida ob'ektni naycha orqali asbob idishi bilan birlashtiriladi siyraklikni o'lchashda esa o'lchov naychasi bilan birlashtiriladi. Bosimlar farqini o'lchashda katta bosim idishga kichik bosim o'lchov naychasi bilan birlashtiriladi. Idishli monometrlar o'lchash oralig'i 0 dan 200 kPa gacha (1.7 – rasm).



1.7 – rasm. Idishli monometr.

v) Mikromanometrlar:

Mikromonometrlarni laboratoriya laboratoriyalarida va sanoat korxonalarida issiqlik kuchlanish uskunalarini sinash jarayonlarida havo va agressiv bo'lmagan gazlarning kichik bosimlarini siyrakligini bosim farqlarini o'lchashda qo'llaniladi. Mikromonomterlarning eng sodda turi bu egilgan nayli monometr bo'lib o'lchov

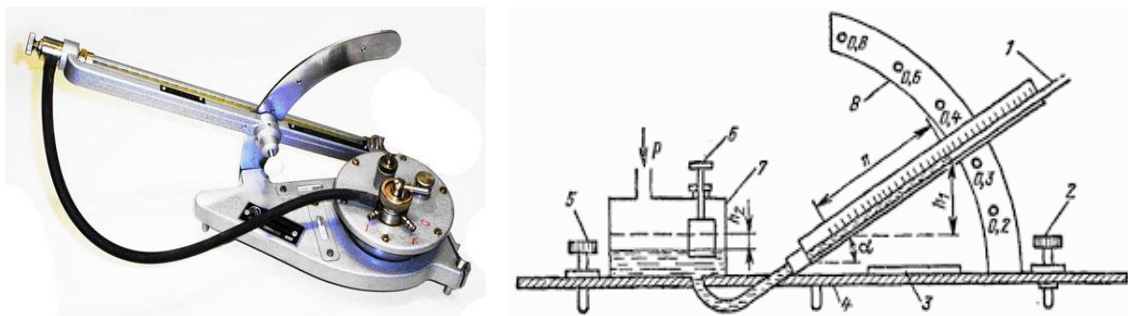
naychasi gorizontal yoki vertikal emas balki burchak ostida o'rnatilgan idishli monometrlardan iborat (8 – rasm).

Bu holda $h = l \sin \alpha$

Bu yerda: h – o'lchanayotgan bosim suyuqlik ustuni balandligi mm

l – egilgan naychadagi suyuqlik ustuni uzunligi.

Egik naychani monometrqa misol qilib o'lchash chegarasi 25, 40, 63, 100 mm suv ustuni bo'lgan yagona parametrlarni keltirish mumkin. Bu asboblarda o'lchash xatoligi +1,5 %.



1.8 – rasm. Mikromanometr.

Laboratoriya sharoitida yuqori aniqlikda o'lchash uchun va ko'rsatmali asbob sifatida maxsus konstruktiviyali asboblarda egilish burchagi o'zgaruvchan nayli MKK turdagi mikromonometrlar qo'llaniladi. Bu turdagi asboblarda yon tomonga o'lchash shkalasi belgilangan shisha naycha 2 bilan biriktirilgan keng idishdan 1 iborat. Idish yustament 3 o'rnatilgan o'lchash naychasi 2 buriluvchi kronshteyn 4 ga o'rnatilgan u turli burchak ostida naychani o'rnatish imkonini beradi.

0,1;0,2;0,3;0,4 sonlari naycha o'rnatilgan burchakka mos shkala ko'rsatkichi aniqlik kirgizuvchi qiymatdir. Yana asbob o'rnatilishi tekisligini ko'rsatuvchi 2 ta vint bilan ta'minlangan. O'lchash naychasida suyuqlikni shkalasidagi 0 belgisiga keltirish uchun siqib turuvchi uskunalarda o'rnatilgan.

Minus ko'rsatkichini 0 ga keltirish uchun idish 1 dagi suyuqlik sathini qurilma 5 yordamida siqib turuvchi 6 bilan bog'langan vint qurilmasi 7 yordamida siqib turuvchisi 6 naychadagi suyuqlik sathi 0 belgisiga urilmaguncha buraladi. Asbob qopqog'ida ko'p yo'lli jumrak 8 o'rnatilgan bo'lib u idish yoki naychani berilgan sirtga bosim yoki siyraklik o'lchanishga qarab o'lchashga xizmat qiladi. MMn turidagi

mikromonometrlar o'lchash chegarasi 0 – 120, 0 – 150, 0 – 250 mm suv ust. qilib ishlab chiqariladi.

Prujinali bosimni o'lchaydigan asboblari:

Mexanik prujinali monometrlarning ishlash prinsiplari turli xil egiluvchan elementlar nayli prujinalar silfonlar va h.k. larning deformasiyasiga asoslangan.

Nay prujinali manometrlar. Bosim va siyraklikni o'lchashda amalda mexanik monometrlar ichida bir o'ramali nay prujinali (Burdon prujinasi) monometr keng tarqalgan.

Bunda egiluvchan element bo'lib buning uchun eleptik kesimli qabariq yoyi $180^{\circ} - 270^{\circ}$ ni tashkil etuvchi yassi nay xizmat qiladi. (1.9 – rasm).



1.9 – rasm. Nay prujinali manometr.

Nayning bir uchi tiqim bilan birlashtirilgan ikkinchi uchi xizmat qiluvchi o'lchanishi lozim bo'lgan sirt bilan birlashtirilishi uchun xizmat qiluvchi qismi bo'lgan pastaga ulangan. Naycha korpus 2 ichiga o'rnatilgan. Ortiqcha bosimni naycha ichki qismiga yuborilganda uning yoy shakli to'g'rilanib boradi natijada ulangan qismi o'z joyidan qo'zg'aladi. Naycha uchining qo'zg'alishi uzatish mexanizmlar yordamida moslamaga uzatiladi (strelkaga) u esa o'z navbatida burilib kerakli bosimni ko'rsatadi. Manometrik nayning burilishi uning ko'ndalang kesimi shaklning o'zgarishiga asoslanadi.

III. Tajriba ishini bajarish tartibi.

Ko'rib chiqilgan asboblari laboratoriya qurilmasiga o'rnatilgan. Laboratoriya ishini bajarish tartibi quyidagilardan iborat:

1. Suyuqlik bilan ishlaydigan va mexanik manometrlarni tuzilishi va ishlash usulini o'rganish.
2. Kompresordan keladigan havo quvurlaridagi kran (ventil)larni tekshirish zarur.
3. Kompresorni ishlatib, kompressor resiverida (havo yig'adigan idish) 1-1,5 at.gacha havoni siqib, keyin kompressor to'xtatiladi.
4. Havo yuruvchi quvurga kran (ventil)ni ochib, laboratoriya qurilmasiga siqilgan havo yuboriladi.

Differensial manometr yordamida bosimlar farqi o'lchanadi.

Mikromanometr va chashkali manometrlar ulangan kranlarni ochib quvurdagi bosim o'lchanadi.

Vakuum nasosni ishlatib, vakuummetrda vakuum bosim o'lchanadi va vakuum nasosni o'chirib, kranlar yopib qo'yiladi.

Haroratni o'lchaydigan asboblarni bilan tanishib, ularni chizib olib, ishlashini tushuntirib berish.

Xonaning haroratini har xil termometrlar bilan o'lchab olish va uni Kelvin shkalasida ifodalash.

IV. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

1.1-jadval

N _o	t, °C	T, K	P _{VAK} mm.suv.ust	P _{BAR} mm.sm.ust	P _{ABS} atm
1					
2					
3					

V. Ishning hisoboti.

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Manometrlarni qisqacha tavsifi.
2. Manometrlarning chizma tasviri.
3. Haroratni o'lchash uchun qanday usullar bor.
4. SI sistemasi va texnik sistemasidagi harorat shkalasini aytib bering.

VI. Nazorat savollari.

1. Harorat o'lchovchi asbob deb qanday asbobga aytiladi?
2. Termometrlarning qanday turlari bor?
3. Termometrlardan qaerlarda foydalaniladi?
4. Bosim va uning o'lchash asboblarini ayting?
5. Termometr va monometrlarni afzalliklari hamda kamchiliklarini sanab o'ting?

ILOVALAR.

Ilova 1



Zamonaviy harorat o'lchash asboblarning umumiy ko'rinishi.

Ilova 2



Zamonaviy bosim o'lchash asboblarning umumiy ko'rinishi.

2-TAJRIBA ISHI.

CO-7A KOMPRESSORI ELEMENTLARI VA ISHLASH USLUBI.

Ishdan maqsad: Tajriba ishidan maqsad kompressorning konstruktiv tuzilishini chuqur o'rganib chiqishlari va kompressor qurilmasining ishlash prinsipini, hamda eskizini chizishini o'rganish.

Tayanch iboralar: kompressor, porshen, tsilindr, ishchi bosim, siqilgan havo, bosim ortish darajasi.

Kerakli jihozlar: kompressorni konstruktiv tuzilishini o'rganish uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mayjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma.,1-qism.-T.: TDTU, 2006.
2. Под ред. Захаровой А.А. Техническая термодинамика и теплотехника. –М.: Академия, 2006.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I.Umumiy ma'lumotlar

Ishlab chiqarish quvvati	30 m ³ /soat;
Ishchi bosimi	6 kgs/sm ² (6* 10 ⁵ Pa);
Silindr diametri	78 mm;
Porshen diametri	75 mm;
Silindrlar soni	2 ;
Porshenning xarakat masofasi	85 mm;
Tirsakli valning aylanish tezligi	1000 ayl/min;
Tirsakli valning aylanish yo'nalishi (mexanik tomonidan)	soat strelkasi yo'nalishiga teskari;
Yog' sarfi	40 g/soat dan ko'p emas;

Haqiqiy indikator diagrammadan olingan, silindrga kirgan gaz hajmi V_u ning, silindrning ishchi hajmi V_h ga bo'lgan nisbati, kompressorning hajmiy F.I.K. deyiladi:

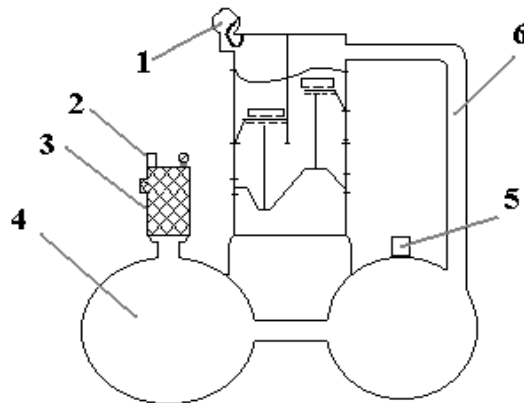
$$\eta_v = \frac{V_u}{V_h} \quad (5.1)$$

Kompressordagi har xil tirqishlar orqali gaz chiqib ketganligi uchun, silindrga rostmana surib olingan gazning hajmi haqiqiy indikator diagrammadan olingan gaz xajmi V_u dan kichik bo'ladi. V ning ishchi xajmi V_h ga nisbati uzatish koeffitsiyenti deyiladi.

$$\lambda = \frac{V}{V_h} \quad (5.2)$$

Hajmiy F.I.K. va uzatish koeffitsiyentlarining qiymatlari

$$\eta_v = 0,75 - 0,95 ; \lambda = 0,65 - 0,85$$



5.2 – rasm. CO – 7A kompressorni sxemasi.

1 - havo filtri; 2 - bosim sozlagich; 3- yog' - namlik tozalagich;

4 - resiver; 5 - ehtiyot klapani; 6 - haydash quvuri.

II. Kompressor CO-7A va undagi havo yo'lining chizma tasviri.

Porshen pastga harakatlanganda, silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan kamayib ketadi, natijada atmosfera bosimining kuchi tufayli surish klapani ochilib, silindr havo filtridan (1) o'tgan havo bilan to'ladi. Porshen qayta yuqoriga qarab harakatlanganda, silindrdagi havo atmosfera bosimiga nisbatan katta bosim bilan siqiladi, natijada surish klapani yopilib, tashqi havoning silindr bilan aloqasi uziladi (5.2-rasm). Porshenning yuqoriga qarab xarakatlanishi davom etadi va silindrda havo

haydash klapanini va haydash quvuridagi siqilgan havo qarshiligini yenguniga qadar siqiladi. Shu daqiqada haydash klapani ochilib, siqilgan havo porshen yordamida silindrdan silindr qopqogidagi haydash kamerasiga haydab chiqariladi, va haydash quvuri (6) orkali resiver (4) ga, so'ngra undan yog' namlik tozalagichga (3) kelib tushadi. Havo yog' namlik tozalagichdan ikkita taqsimlanuvchi kran orqali iste'molchiga yuboriladi. Yog' namlik tozalagichda bosimni kuzatish uchun manometr va siqilgan bosimni sozlash uchun bosim (2) sozlagich o'rnatilgan. Kompresordagi bosim meyordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) o'rnatilgan.

CO-7A - oddiy harakatlanuvchi, havo bilan sovutiladigan, ikki silindrli bir pog'onali porshenli kompressor hisoblanadi. Kompressor karteri va silindrlar bloki cho'yandan quyilgan. Silindrlarni sovutish uchun silindrlar blokiga halkali qirralar o'rnatilgan. Kompressor silindrlarning kopkogi allyuminiydan quyilgan bo'lib, sovutish uchun uning tashqi tomoni qirralar bilan jihozlangan. Qopqoqning ichki tomonidagi bo'shliq to'siq bilan ikki qismga, ya'ni surish va haydash bo'shliqlariga ajratilgan. Har bir silindr prujina lentasidan tayerlangan surish va haydash klapanlari bilan ta'minlangan.

Shatunlar - shtamplash usuli bilan po'latdan tayyorlangan. Quyi kallachasiga babbittli quyma o'rnatilgan bo'lib, yuqori kallachasiga esa, bronza lentasidan tayerlangan vtulka siqib qo'yilgan. Porshenlar allyuminiy qotishmasidan quyilgan bo'lib, ularning har birida ikkita zichlash va ikkita yog' sidirish porshen halkalari bor. Tirsakli val po'latdan qolipda tayerlangan bo'lib, ikkita radial zoldirli podshipniklarga tayanadi.

Havo filtri - silindr shaklida bo'lib, silindr kallachasi tagidagi surish bo'shlig'iga kirayotgan havoni tozalash uchun, xizmat qiladi.

Yog'-namlik tozalagich - payvandlangan balon shaklida bo'lib, ichida Rashig xalkalari bilan to'ldirilgan stakan bor. Yog'-namlik tozalagichning vazifasi istemolchiga yuboriladigan siqilgan havoni yog' va suv zarrachalaridan tozalashdir. Ajratib olingan yog' va suv balon tubiga oqib tushadi va to'kish teshigidan vaqti-vaqtida to'kib tashlanadi.

Bosim sozlagich - yordamida bosimni 2 dan 6 kgs/sm² gacha sozlash mumkin. Ortiqcha siqilgan havoni chiqarib yuborish yo‘li bilan kerakli bosim saqlanadi. Vint (6) bilan kerakli bosim sozlanayotganda, prujina (4) ga kerakli bosimga mos keluvchi zo‘riqish beriladi va undan so‘ng sozlash vinti kontgayka bilan (5) yopib qo‘yiladi.

Extiyot klapani - 7 kgs/sm² ga moslab sozlangan bo‘lib, bosimni meyordan oshib ketmasligi uchun xizmat qiladi.

Resiver – tuzilishi jihatidan bir-biriga tutashtirilgan ikkita po‘lat quvuridan iborat bo‘lib, quyidagilarni amalga oshirish uchun xizmat qiladi: a) kompressor porshenining ilgarilama qaytar harakati tufayli paydo bo‘ladigan havo tebranishini bir maromga keltirish uchun; b) siqilgan havoni tekis iste‘mol qilinganda havo bosimi tebranishini yo‘qotish uchun; v) havo bilan birga resiverga kirib kolgan suv va yog‘ zarrachalaridan tozalash uchun.

Moy karterga moy ulagich yopadigan teshik orqali quyiladi. Moy sathi moy o‘lchagich yordamida aniqlanadi. Moy sathi moy o‘lchagichdagi yuqori va pastki belgilar oralig‘ida bo‘lishi kerak. Moylash uchun kompressor moyi ishlatiladi. Elektr dvigatel podshipniklariga vaqti-vaqti bilan tavot va shunga o‘xshash quyuk moy tiqiladi. Kompressor to‘siq bilan o‘ralgan dvigatel yordamida ishga tushiriladi.

III. Kompressor qurilmasining siqilgan havo har xil bo‘lganda elektr dvigatel sarf qilgan quvvatni tajriba usuli bilan aniqlash.

Kompressor qurilmasining tuzilishi bilan tanishib chiqilgach, kompressor qurilmasining siqilgan havo yo‘lidagi qarshilikni taqsimlash jo‘mragidagi ko‘ndalang kesim yuzasini asta-sekin kamaytirish yo‘li bilan sun‘iy ravishda har xil qilib, elektr dvigatel sarf qilgan quvvatini aniqlashga kirishiladi.

Buning uchun:

- a) Asboblarni ko‘rsatishini yozish uchun jadval tayyorlanadi.
- b) Yog‘ va namlik ajratgichdagi taqsimlagich jo‘mraklaridan biri yopib qo‘yiladi va ikkinchi taqsimlagich jo‘mrak esa butunlay ochib qo‘yiladi.

v) Bosim sozlagichni tajriba davomida o'zgartirmaydigan ma'lum bosimga moslab qo'yib, elektr dvigatel ishga tushiriladi.

g) Manometrning ko'rsatishi 1 atm. ni ko'rsatguncha, ikkinchi taqsimlagich jo'mrak asta-sekin yopiladi. Bosim 1 atm. ga yetgach, ampermetr va voltmترلarning ko'rsatishlari yozib qo'yiladi.

d) Manometrning ko'rsatishi 2, 3, 4 atm ko'rsatguniga qadar ikkinchi taqsimlagich jo'mrakni asta-sekin yopish davom ettiriladi va bir vaqtning o'zida 2, 3, 4 atm. larda ampermetr va voltmترلarning ko'rsatishlari yozib boriladi. Manometrning ko'rsatishini 4 atm.da oxirgi marta yozib olgach, elektr dvigatel to'xtatiladi.

IV. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

5.1-jadval

Manometr ko'rsatayotgan havo bosimi	Elektr o'lchash asboblarning ko'rsatishlari		Elektr dvigatelining (3) ifodadan hisoblab topilgan quvvati
	Tok kuchi, A	Kuchlanish V	
1 atm da			
2 atm da			
3 atm da			
4 atm da			

O'lchashlar amalga oshirilgandan keyin, elektr dvigatel sarf qilgan quvvat quyidagi ifodadan hisoblab topiladi:

$$W = 1,73 \cdot I \cdot U \cdot \cos\varphi, \quad (Vt) \quad (5.3)$$

bu ifodada: I – tok kuchi, A

U – tok kuchlanishi, V

$\cos\varphi = 0,89$.

V. Kompessor ishlab chiqarish quvvatini hisoblash.

a) bir pog'onali, ikki silindrli, oddiy harakatlanuvchi kompressorning nazariy ishlab chiqarish quvvati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V_m = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n, \quad m^3/soat \quad (5.4)$$

bu ifodada: 2 – kompressor silindrlarining soni;

S – porshen yo‘li, m;

D – porshen diametri, m;

n – kompressor valining aylanish soni, marta/min.

b) Shu kompressorning haqiqiy ishlab chiqarish quvvati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V = V_m \cdot \lambda = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n \cdot \lambda, \text{ m}^3/\text{soat} \quad (5.5)$$

bu ifodada: λ - uzatish koeffitsiyenti.

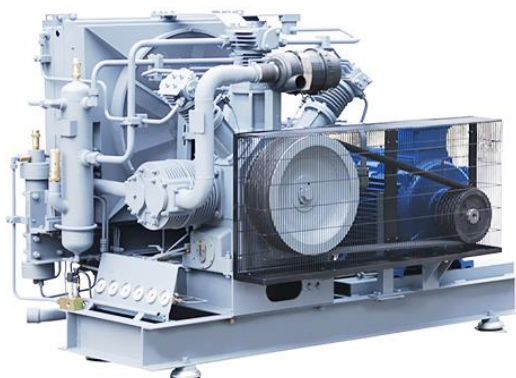
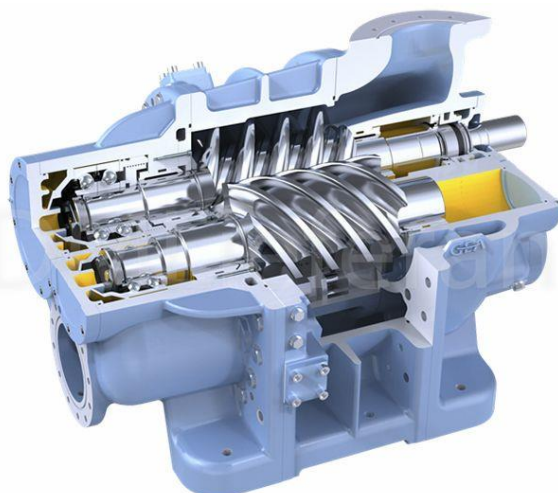
VI. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Kompressorning prinsipial sxemasini chizish.

VII. Nazorat savollari

1. Kompressor deb nimaga aytiladi?
2. Kompressorni vazifasi nimada?
3. Qanday turlarga kompressorlar bo'linadi?
4. Kompressorni asosiy elementlariga nimalar kiradi?
5. Porshenli kompressorni qaysi asosiy elementlardan iborat ?
6. Qaysi sohalarda kompressorlar ishlatiladi?
7. CO-7A kompressor nima bilan sovutiladi?
8. CO-7A compressor necha pog'onali?
9. Resiverni vazifasi nimada?
10. CO-7A kompressor bosimini sozlash chegarasi?



Zamonaviy kompressorlar.

3-LABORATORIYA ISHI

SOVUTISH MASHINALARI TUZILISHI VA ISHKASH TARTIBOTI BILAN TANISHISH

Ishdan maqsad: Sovutish masinalari tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.

Tayanch iboralar: Nasos, termostat, suyuqlik, ventilyator, bachok, tirsakli val.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Taktayeva L.N., Raximjonov R.T., Alimova M.M., Mavjudova SH.S. Rekuperativ issiqlik almashinuv apparatlarining issiqlik va gidravlik hisobi. Mustaqil ish uchun uslubiy qo'llanma. – Tashkent.: TDTU, 2006.
2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I.Umumiy ma'lumotlar

Sovutgich mashinalarining ishlash prinsipi termodinamikaning ikkinchi qonuniga asoslangan bo'lib, ularda ishchi jismi haroratining atrof-muhit haroratidan pasayishidan iborat, ya'ni jismdan issiqlik miqdori tashqi muhitga chiqariladi. Moddaning harorati kichik bo'lishini ta'minlash uchun albatta ish bajariladi. Bu qurilmalarda sovuq eltgich sifatida suv, sho'r suv ($-21,4^{\circ}\text{C}$), kalsiy xlorid (-55°C), xladon ($-96,7^{\circ}\text{C}$) va shu kabi moddalardan foydalaniladi.

Motorda issiqlik energiyasidan yaxshiroq fodalanish uchun uning silindrlari, yonish kamerasi, porshenlari va boshqa detallarining harorati eng qulay darajada bo'lishi (normal issiqlik rejimini saqlash) lozim.

Motor ortiqcha qizisa, silindrlarga yonuvchi aralashma (yoki havo) kam kiradi, moy suyulib qovushoqligi kamayadi, aralashma uchqun berilmasdanoq yonadi, motor detallari ortiqcha kengayib, qadalib qoladi. Motor ortiqcha sovitilsa, moyning qovushoqligi ortadi, sifatli yonuvchi aralashma hosil bo'lmaydi va aralashma to'la yonmaydi, yonilg'i qisman tomchiga aylanib, karterga oqib

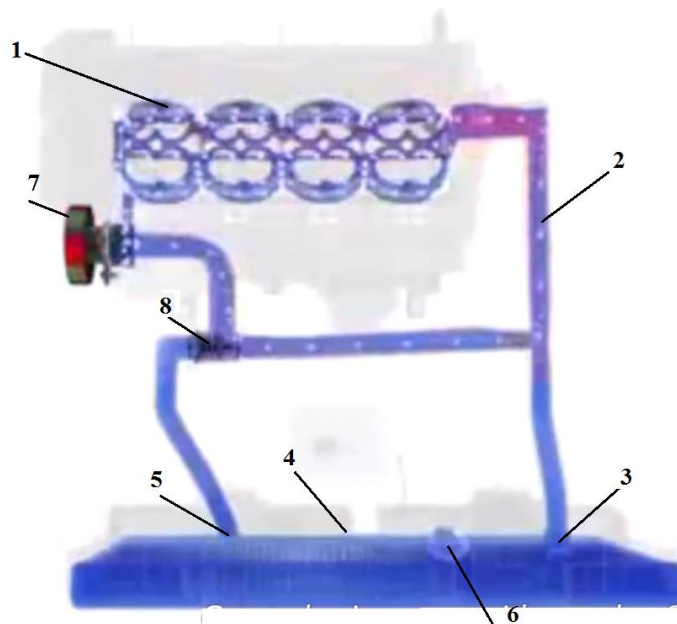
tushib, moyni suyultiradi. Har ikkala holda ham motorning detallari tez yeyiladi, quvvati kamayadi va yonilg'ining solishtirma sarfi ortadi. Sovitish tizimi motor detallarini sovituvchi mexanizm va asboblardan iborat bo'lib, zamonaviy motorlar havo yoki suv bilan sovitiladi.

Ish paytida dvigatel qismlari nafaqat mexanik, balki jiddiy issiqlik ta'siriga ham ta'sir qiladi. Ba'zi tarkibiy qismlarning qizib ketishiga olib keladigan ishqalanish kuchiga qo'shimcha ravishda, vosita havo yoqilg'i aralashmasini yoqadi. Ayni paytda juda katta miqdordagi issiqlik energiyasi ajralib chiqadi. Harorat, uning ba'zi bo'limlarida dvigatelning modifikatsiyasiga qarab, 1000 darajadan oshishi mumkin.

Metall elementlar qizdirilganda kengayadi. Haddan tashqari issiq muhitda havo yonilg'i aralashmasi o'z-o'zidan yoqib yuboriladi va natijada blokda portlash sodir bo'ladi. Dvigatelning haddan tashqari qizishi bilan bog'liq muammolarni bartaraf etish va jihozning optimal haroratini saqlab turish uchun avtomobil sovutish tizimi bilan jihozlangan.

Ko'pchilik traktor va avtomobil motorlarida qo'llanilib, suv markazdan qochirma nasos (7) bilan haydaladi. Bu nasos radiatorda sovigan suvni so'rib olib silindrlarning sovituvchi kanaliga haydavdi. sovituvchi kanalida isigan suv bosim bilan yuqorigi qisqa quvur orqali radiatorga kiradi. Suv majburiy ravishda tez harakat qilganligi sababli blokning g'ilofidagi issiq suv bilan radiatordagi sovitilgan suvning harorati faqat 5-10°C farq qiladi.

Motorning tirsakli vali qancha tez aylansa, nasos bilan ventilyator ham shuncha tez harakat qilib, motor jadal sovitiladi. Motor ortiqcha sovib ketmasligi uchun radiatorning old tomoni jaluza yoki parda bilan to'lsiladi va yuqorigi qisqa quvurga termostat (8) o'natiladi.



Sovutish mashinasi tuzilishi

1-sovutadigan kanali, 2-sovuq eltgich harakatlanuvchi quvur, 3-yuqorigi bachok, 4-radiator, 5-pastki bachok, 6-suyuqlik kelib tushadigan klapan, 7-nasos, 8-termostat.

Sovutadigan kanali. Bu motorning bir qismidir. Tsilindrlarning blokida va silindr boshida, ishlaydigan dvigatelda ish kanallar tizimini tashkil etuvchi bo'shliqlar hosil bo'ladi. Bu juda yuqori harorat ko'tarilgan silindr blokidagi issiqlikni olib tashlashning eng samarali usuli.



Nasos. Bu vosita ishlaydigan vaqtgacha doimiy ravishda ishlaydigan suv nasosidir. Ushbu qism sovutish tizimi suyuqlik turiga ega bo'lgan quvvat bloklarida qo'llaniladi.



Termostat. Bu sovutish suvi oqimini tartibga soluvchi kichik chiqindi eshigi. Ko'pincha bu qism sovutish kanali chiqishi yaqinida joylashgan. Avtomobil modeliga qarab, u bimetalik yoki elektron boshqariladigan bo'lishi mumkin. Har qanday suyuqlik bilan sovutiladigan transport vositasi kichik va katta aylanish doirasi mavjud bo'lgan tizim bilan jihozlangan. Ichki yonish dvigateli ishga tushganda, u isishi kerak. Bu ko'ylakning tez sovishini talab qilmaydi. Shu sababli, sovutish suyuqligi kichik doirada aylanadi. Jihoz etarlicha isishi bilan, 82°C vana ochiladi. Ayni paytda u kichik doiraga kirishni to'sib qo'yadi va suyuqlik radiator bo'shlig'iga kirib, u tezda soviydi.



Sovutish radiatori. Bu yassi to'rtburchaklar qism bo'lib, ular ustiga alyuminiy folga qovurg'alari tushirilgan ingichka metall naychalardan iborat. Dvigateldan issiq

suyuqlik uning bo'shlig'iga kiradi. Radiator ichidagi devorlar juda yupqa va juda ko'p naycha va suyakchalar mavjudligi sababli ular orqali o'tadigan havo ish muhitini tez sovitadi.



Isitish tizimining radiatori. Ushbu element asosiy radiatorga o'xshash dizaynga ega, faqat uning hajmi bir necha baravar kichikdir. U pechka moduliga o'rnatiladi. Drayv isitish qopqog'ini ochganda, isitgich foniy issiqlik almashinuvchiga havo puflaydi. Ushbu qism yo'lovchi xonasini isitishdan tashqari, dvigatelni sovutish uchun qo'shimcha element vazifasini ham bajaradi.



Nazorat savollari.

1. Sovutish mashinalari nima?
2. Sovutish mashinalari tuzilishi qanday?
3. Sovutish mashinalarining ishlash prinsipi qanday?

4-TAJRIBA ISHI.

ISSIQLIK NASOSLARI TUZILISHI VA ISHLASH TARTIBOTI BILAN TANISHISH

Ishdan maqsad: Issiqlik nasosining ishlash prinsipi bilan tanishish, bug' kompressorli issiqlik nasosining sikli bilan tanishish.

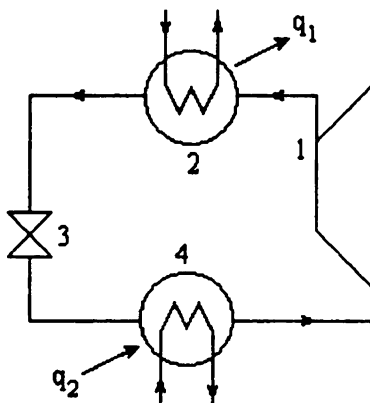
Tayanch iboralar: issiqlik nasosi, kompressor, drossel ventil, kondensator, bug' kompressorli, bug' ejektorli, havoli issiqlik nasosi, Stirling sikli, isitish koeffisienti.

Ishning davomiyligi: 2 soat

1. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi.

Issiqlik nasosi qurilmasi yordamida past haroratli manbadan olinayotgan issiqlikni bevosita tashqi ish sarflab juda yuqori haroratli iste'molchiga uzatish mumkin. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi sovitish qurilmasining ishlash prinsipidan farq qilmaydi.

Issiqlik nasosining prinsipial sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan. Uning ishlash prinsipi quyidagicha. Kompressor 1 da sovitish agentini siqish orqali harorati oshiriladi. Kondensator 2 da bug'simon ishchi jismning kondensasiyalanishi sodir bo'ladi. Bunda ajralgan issiqlik q_1 isitish tizimida sirkulyasiyalanayotgan suyuqlikka uzatiladi. Drossel ventili 3 da ishchi jismning kondensati drossellanadi va uning bosimi va harorati pasayadi. Bug'latgich 4 da sovitish agentining harorati solishtirma issiqlik miqdori q_2 hisobiga ortadi.



1-rasm. Issiqlik nasosining prinsipial sxemasi.

Issiqlik nasosining ishlash samaradorligi isitish koeffisienti ε bilan xarakterlanadi va quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{q_1}{l} = \frac{q_2 + l}{l} \quad (1)$$

bu yerda q_1 – kondensator 2 da ishchi jismdan iste'molchiga berilgan solishtirma issiqlik miqdori; q_2 – bug'latgich 4 da ishchi jism tomonidan qabul qilingan solishtirma issiqlik miqdori; l – kompressorni yuritishga sarflangan solishtirma issiqlik miqdori.

Sovitish agenti sifatida past haroratda qaynayotgan (ammiak, karbonat angdrid, freon va hokazo) suyuqlik bug'laridan foydalanilganda issiqlik nasosining sikli bug'

kompressorli sovitish qurilmasining siklidan farq qilmaydi. Ushbu sikldan shunday xulosa qilish mumkin:

$$q_1 = i_2 - i_4 = i_2 - i_5; \quad q_2 = i_1 - i_5$$

Shuningdek, drossellanish natijasida ishchi jismning entalpiyasi o'zgarmaydi, u holda:

$$i_4 = i_5$$

Demak,

$$l = q_1 - q_2 = (i_2 - i_5) - (i_1 - i_5) = i_2 - i_1 \quad (2)$$

Bundan

$$\varepsilon = \frac{q_1}{l} = \frac{i_2 - i_5}{i_2 - i_1} \quad (3)$$

Agar issiqlik nasosi Karnoning qaytar teskari sikli bo'yicha ishlasa, u holda sovitish koeffisienti quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varepsilon = \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (4)$$

Issiqlik nasosli qurilmalari yashash xonalarini, jamoat binolarini va ishlab chiqarishning issiqlik ta'minoti uchun qo'llash mumkin. Hozirgi kunda issiqlik nasoslarining asosan uchta guruhi qo'llaniladi: kompressorli (bug'li), oqimli (ejektorli) va absorbsion.

2. Bug' kompressorli issiqlik nasosining sikli.

Kompressorli issiqlik nasosi qurilmasi ham yopiq ham ajralgan sxema bo'yicha ishlaydi. Yopiq sikl bo'yicha ishlovchi issiqlik nasosining sxemasi (2-rasm) prinsipial jihatdan bug' kompressorli sovitish qurilmasining sxemasidan farq qilmaydi. Ammo iste'molchilarni sovitish qurilmasi va issiqlik nasosi qurilmasi bilan biriktirish turlicha usullarda amalga oshiriladi. Sovitish qurilmalarining sxemalarida iste'molchi (sovuqlik) bug'latgichga ulanadi, issiqlik nasosi qurilmasida esa iste'molchi (issiqlik) kondensatorga ulanadi.

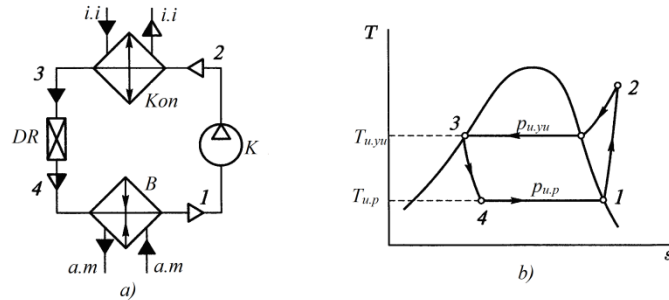
Atrof-muhit manbasidan $q_{u,p}=i_1-i_4$ past potentsialli issiqlikni uzatish natijasida bug'latgich B da ishchi agentni $p_{u,p}$ bosimda va $T_{u,p}$ haroratda ishchi agentning qaynashi sodir bo'ladi (4-1 jarayon). Bug' 1 kompressor K ga kiritiladi, u yerda $p_{u,yu}$ bosimgacha siqiladi (1-2 jarayon) va bug'ning harorati ortadi. Bosimni ortishiga sarflangan ish quyidagiga teng bo'ladi:

$$l_{u,yu} = i_1 - i_2 \quad (5)$$

Keyin bug' 2 sovitiladi va $p_{u,yu}$ o'zgarmas bosimda va $T_{u,yu}$ haroratda kondensator Kon da kondensasiyalanadi (2-3 jarayon). Soviganda va kondensasiyalanganda $q_{u,yu}=i_3-i_2$ issiqlik ajraladi va bu issiqlik iste'molchi tomonidan olib ketiladi. Kondensat 3 drossel-ventil DV 3 orqali o'tadi. Drossellanish jarayonida (3-4 jarayon) entalpiya o'zgarmasdan qoladi $i_4=i_3$, bosim va harorat $p_{u,p}$ va $T_{u,p}$ gacha pasayadi. Keyin sikl takrorlanadi. Siklning umumiy ishi $l_s=q_s$. Ushbu holda $l_s=l_{u,yu}$, $q_s=q_{u,yu}+q_{u,p}$.

O'ta qizigan bug' sohasida ishlovchi sikllarda drossel-ventil o'rniga kengaytiruvchi qurilma (turbina yoki detander) o'rnatiladi, u holda siklning ishi

quyidagiga teng bo'ladi: $l_s = l_{u,yu} + l_{u,p}$. Qolgan barcha jarayonlar va formulalar drossel-ventilli siklniki kabi qoladi.



2-rasm. Yopiq siklli bug' kompressorli issiqlik nasosi qurilmasi: a-prinsipial sxemasi, b-T-S koordinatalardagi sikli.

Issiqlik nasosi qurilmasining asosiy termodinamik xarakteristikasi bu o'zgartirish koeffisienti (transformasiyalash koeffisienti) hisoblanadi, bu koeffisient iste'molchiga uzatilgan issiqlik miqdorini siklga sarflangan ishning nisbatidan aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{q_{u,yu}}{l_s} \quad (6)$$

Ma'lumki $q_{u,yu}$ va l_s qiymatlar doimo manfiy, demak o'zgartirish koeffisienti musbat ishoraga ega. O'zgartirish koeffisienti har doim birdan katta bo'ladi. Shunday qilib, issiqlik nasosi qurilmasi yordamida iste'molchi har qanday boshqa qizdirish usuliga qaraganda ko'p miqdordagi issiqlikka ega bo'ladi.

Agar nisbat $T_{u,yu} / T_{u,p} \approx 1$ bo'lsa, issiqlik nasosi qurilmalarini qo'llash afzaldir. Ushbu holda issiqlik nasosi qurilmasi ishlab chiqarilgan issiqlik birligiga nisbatan 2÷2,5 marta kam energiya sarflaydi (elektr qizdirish qurilmasiga nisbatan).

Agar issiqlik nasosi qurilmasi Karnoning teskari sikli bo'yicha ishlasa, u holda o'zgartirish koeffisienti quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varphi_K = \frac{T_{u,yu}}{T_{u,yu} - T_{u,p}} = \frac{1}{\left(1 - \frac{T_{u,p}}{T_{u,yu}}\right)} \quad (7)$$

Ushbu ifodadan ko'rinib turibdiki, $T_{u,yu}$ va $T_{u,p}$ orasidagi farq qancha kichik bo'lsa, o'zgartirish koeffisienti shuncha yuqori bo'ladi. Masalan, agar $T_{u,yu}=293$ K va $T_{u,p}=393$ K bo'lsa, u holda $T_{u,yu} / T_{u,p} = 1,3 \approx 1$, yoki $\varphi_K = 4$; agar $T_{u,yu}=293$ K va $T_{u,p}=523$ K bo'lsa, u holda $T_{u,yu} / T_{u,p} = 1,8 \approx 2$, yoki $\varphi_K = 2$.

Aylanma suv ta'minoti tizimlarida yil davomidagi harorat $(+20...+30)^{\circ}\text{C}$ bo'ladi, bu tizimlar issiqlik nasosi qurilmasi uchun asosiy issiqlik manbai hisoblanishi mumkin. Bug'latish, quritish, haydash va shamollatish jarayonlarining tashlandi issiqligini issiqlik nasosi qurilmasi yordamida utilizatsiyalash maqsadga muvofiqdir.

Turli haroratli past potentsilli issiqlikni utilizatsiyalovchi va turli haroratli issiqlikni iste'molchiga uzatuvchi issiqlik nasosi qurilmasini taqqoslash uchun φ kattalikdan foydalanish noqulay. Ushbu maqsadlar uchun eksergetik FIK dan foydalaniladi:

$$\eta_e = \frac{e_{u,p}}{e_{u,yu}} \quad (8)$$

bu yerda $e_{u,yu}$ – kondensatordagi issiqlik oqimining eksergiyasi; $e_{u,p}$ – issiqlik nasosini ishlash uchun zarur bo'lgan uzatilgan eksergiya.

$$e_{u,p} = q_{u,yu} \left(1 - \frac{T_{a,m}}{T_{u,yu}} \right) = q_{u,yu} \tau_e$$

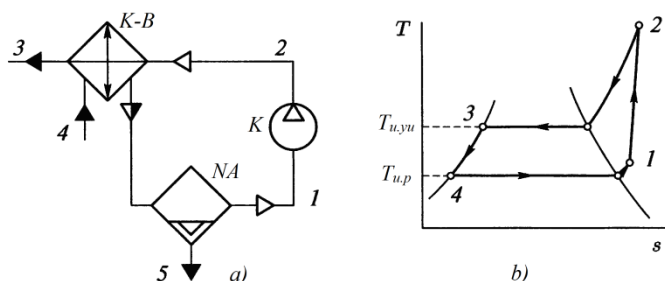
$$e_{kir} = l_s$$

Bundan

$$\eta_e = \varphi \tau_e \quad (9)$$

Agar $T_{u,p} = T_{a,m}$ bo'lsa, Karno sikli uchun $\eta_e = 1$.

Issiqlik nasoslarining ishchi agentlarining atmosfera bosimidagi qaynash harorati past bo'lishi, kichik solishtirma hajmga ega bo'lishi, yuqori bug' hosil bo'lish issiqligiga, yuqori bosimlarda kondensasiyalanish harorati yuqori bo'lishi, zaharsiz bo'lishi, korrozion faol bo'lmasligi va arzon bo'lishi kerak.



3-rasm. Alohida sikli bug' kompressorli issiqlik nasosi qurilmasi: a-sxemasi; b-T-S koordinatalardagi sikli.

Issiqlik nasosi qurilmalarida ishchi agent sifatida freon-11, freon-21, freon-113, freon-114, freon-142, suv va boshqa moddalar qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda ozonga xavfsiz freonlarlar ishlab chiqilgan va qo'llanilmoqda.

Bug'latgichga issiqlik bergich (issiqlik manbasi) quyidagilar bo'lishi mumkin: tashqi havo, tabiiy suv havzalaridagi suv va yer. Agar issiqlik manbasi mahsulot, yarim mahsulot yoki sanoat ishlab chiqarish chiqindilari bo'lsa, u holda issiqlik nasosi qurilmasi ishlashining energetik samaradorligi $T_{u,p} > T_{a,m}$ hisobiga nafaqat ortadi, balki tashlandi issiqlik utilizasiyalanadi.

Alohida siklda ishchi jismning bug'lanishi va kondensasiyalanishi bitta texnologik moslamada sodir bo'ladi. Issiqlik nasosi qurilmasining sxemasi ancha soddalashadi. Bunday issiqlik nasosi qurilmalari odatda termokompressorli issiqlik nasosi deb ataladi. Ular bug'latish va quritish jarayonlarida issiqlikni utilizasiyalash va oqava suvlarni konsentrasiyalash uchun suv bug'i yoki havoning parametrlarini oshirish uchun qo'llaniladi.

K-B moslamasiga (3-rasm) suyuqlik 4 oqimi uzatiladi. Suyuqlik qisman bug'lanadi, $p_{u,p}$ bosimda va $T_{u,p}$ haroratda bug' 1 hosil bo'ladi. Bug'lanishga $q_{u,p} = i_1 - i_4$ issiqlik sarflanadi. Bug' 1 kompressor Kom yordamida $p_{u,p}$ bosimdan $p_{u,yu}$ bosimgacha siqiladi (1-2 jarayon), bunda $l_{kom} = i_1 - i_2$ ish sarflanadi. Bug' 2 $T_{u,p}$ kondensasiyalanish haroratigacha sovitiladi va $q_{u,yu} = i_3 - i_2$ issiqlik ajraladi. Bu jarayon kondensator-bug'latgichda K-B sodir bo'ladi, u yerda bug' 2 ni kondensasiyalanish issiqligi oqim 4

da bug' 1 ni hosil bo'lishiga sarflanadi. Sikldan kondensat 3 chiqariladi. Qolgan oqim 5 namlik ajratgich NA orqali chiqarib yuboriladi. Siklning material balansi quyidagicha:

$$m_4 = m_5 + m_1 \quad (10)$$

bu yerda m_4 va m_5 – oqimlar 4 va 5 ning massaviy sarflari; $m_1=m_2=m_3$ – bug' 1 ning sarfi; bug' 1 siklning ishchi agenti hisoblanadi. Qolgan barcha hisoblash formulalari yopiq siklniki kabi bir xil bo'ladi.

Issiqlik quvvati 400 kVt gacha bo'lgan kompressorli issiqlik nasosining har qanday sxemasida porshenli kompressorlar keng qo'llaniladi. Katta quvvatli issiqlik nasosi qurilmalarida vintli, markazdan qochma va o'qiy kompressorlar qo'llaniladi.

Kompressorli issiqlik nasoslari nisbatan yuqori FIK va kichik o'lchamga ega. Ularning kamchiligi qimmatligi va tayyorlash qiyinligi, shuningdek bosimni oshirish uchun ko'p miqdorda mexanik energiya zarur bo'ladi. Bunday issiqlik nasosi qurilmalarining qo'llanilish sohasi – kichik bosimda yuqori unumdorlik uchun qo'llaniladi. Hozirgi kunda bunday issiqlik nasosi qurilmalari issiqlik va sovuqlik ta'minotida, texnologik jarayonlarda keng qo'llaniladi.

3. Bug' ejektorli issiqlik nasosining sikli.

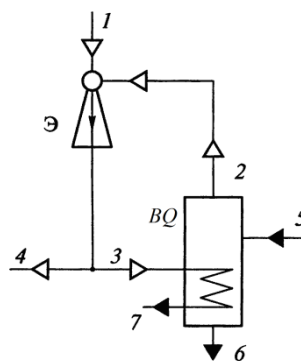
Bug' ejektorli issiqlik nasosi qurilmasi faqatgina alohida sxema bo'yicha ishlaydi. Ularda bug' ejektorlari qo'llaniladi, bug' ejektorlari ishlash prinsipi bo'yicha oqimli vakuum nasosga o'xshashdir. Bug' ejektorlarida yuqori bosimli bug' yordamida so'rilayotgan oqimni kerakli bosim va haroratgacha siqish sodir bo'ladi. Ejektordan chiqish va kirish bosimlari nisbati 1,2 dan 4 gacha oraliqda bo'ladi.

4-rasmda bug' ejektorli issiqlik nasosining sxemasi ko'rsatilgan. Rasmda ko'rsatilgan bug' ejektorli issiqlik nasosi bug'latish jarayonida ikkilamchi bug' issiqligini utilizatsiyalash uchun qo'llanilishi mumkin.

Ko'p korpusli qurilmalarda ejektor har qaysi korpusdan keyin o'rnatilishi mumkin. So'rilayotgan bug'ning bosimi qancha past bo'lsa, issiqlik shuncha ko'p utilizatsiyalanadi, ammo siqishga ko'p energiya talab etiladi. Ejektorni o'rnatilish joyi texnik-energetik hisoblar asosida aniqlanadi.

Oqimli issiqlik nasosi qurilmalarini tayyorlash oson va xizmat ko'rsatishda qulay, ixcham va arzon. Bu qurilmaning asosiy kamchiligi qurilmaning FIK kichik (taxminan 20...25%).

Oqimli issiqlik nasosi qurilmalari ifloslangan suyuqliklarning issiqligini, bug'latish qurilmalarining ikkilamchi bug'ini utilizatsiyalash uchun qo'llaniladi.

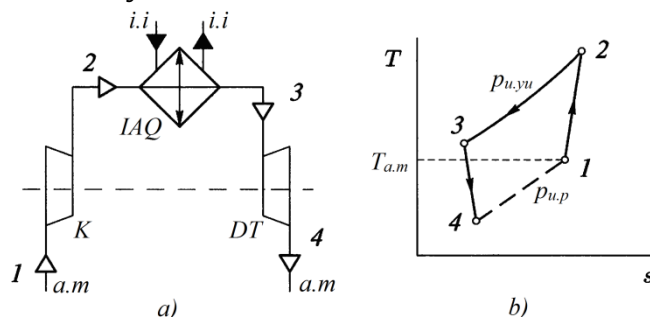


4-rasm. Bug' ejektorli issiqlik nasosining prinsipial sxemasi.

E-bug' oqimli ejektor; BQ-bug'latish qurilmasi; 1-yuqori parametrli ishchi bug'; 2-past haroratli bug'; 3-qizdiruvchi bug'; 4-o'rta parametrli ortiqcha bosim; 5-suyuq eritma; 6-konsentrasiyalangan eritma; 7-qizdiruvchi bug' kondensati.

4. Havoli issiqlik nasosi sikli.

Yuqorida ko'rib chiqilgan issiqlik nasoslarida ishchi agent sifatida turli moddalarning bug'laridan foydalaniladi. Ammo ishchi agent sifatida havodan ham foydalanish mumkin. Havoda ishlovchi issiqlik nasoslarining ikkita modifikatsiyasi mavjud: musbat sikl va manfiy sikl.



5-rasm. Musbat siklli havoli issiqlik nasosi: a-sxemasi; b-T-S koordinatadagi sikli.

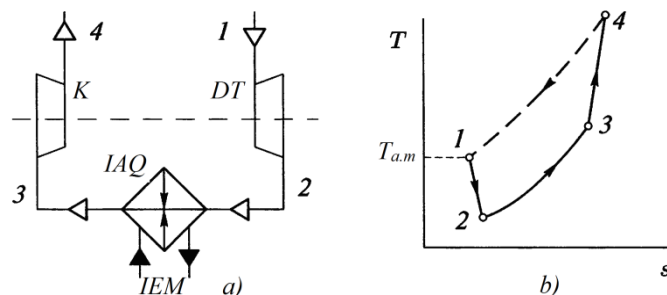
Musbat siklda, sikl Braytonda (5-rasm) havo kompressor yordamida 1 holatgacha so'riladi, u yerda havo siqiladi va harorat 2 holatgacha ortadi, keyin issiqlik almashinuvi qurilmasi IAQ da 3 holatgacha soviydi, keyin turbinada (turbodetander) TD 4 holatgacha kengayadi. Ma'lumki, $T_4 < T_1$, keyin sovuq havo atmosfera havosining issiqligi yoki biror bir sovitilayotgan ob'ektning issiqligi hisobiga T_1 holatgacha qiziydi, bu sikldagi 4-1 chiziq bilan ifodalanadi. Shuningdek turbina kompressor bilan bitta valda joylashgan, turbina kompressorni yuritishga sarflangan quvvatni bir qismini valga qaytaradi. Bunday issiqlik nasoslarini konvektiv quritgichlar bilan birga qo'llash maqsadga muvofiqdir. Ushbu qurilma uchun o'zgartirish koeffisienti:

$$\varphi = \frac{Q_{iaq}}{N_{kom} + N_{de}} \quad (11)$$

bu yerda Q_{iaq} – issiqlik almashinuvi qurilmasida berilgan issiqlik; N_{kom} , N_{de} – kompressor va detanderning quvvati.

Detander va kompressorning takomillashganlik darajasi qancha yuqori bo'lsa, φ ham shuncha yuqori bo'ladi. Hozirgi vaqtda o'qiy ko'p pog'onali kompressorlarning FIK 0,9, turbodetanderniki esa 0,92 bo'lsa, ko'pgina issiqlik nasosi qurilmalarida o'zgartirish koeffisienti $\varphi > 2$. Ushbu siklda havoning bosimi atmosfera bosimidan kompressorda siqilgan bosimgacha ortadi.

Ikkinchi tur modifikatsiyada havo detanderga kiritiladi, u yerda kengayib soviydi va kompressorda atmosfera bosimgacha siqiladi. Ushbu manfiy sikl 1852 yilda V. Tomson (Kelvin) tomonidan taklif qilingan. Hozirgi vaqtda havoli detanderlarni takomillashishi bunday qurilmalarning FIK ni ortishiga olib keldi. Bundan tashqari, kontaktli havo qizdirgichlar takomillashdi, kontaktli havo qizdirgichlarda sovuq atmosfera havosi suv bilan bevosita to'qnashishi hisobiga qiziydi. Bunday qurilmalarni isitishning barcha hollarida qo'llash maqsadga muvofiqdir.



6-rasm. Manfiy havoli issiqlik nasosi: a-sxemas; b-T-S koordinatadagi sikli.

Manfiy siklning sxemasi 6-rasmda ko'rsatilgan. Atmosfera havosi 1 (masalan $t_1 = -10^\circ\text{C}$ haroratli) detander D ga kiritiladi. Kengaygandan so'ng (1-2 jarayon) sovuq havo (masalan $t_1 = -15^\circ\text{C}$ haroratli) qizdirgichga IAQ uzatiladi, u yerda $+6^\circ\text{C}$ haroratgacha qizdiriladi (2-3 jarayon), masalan oqava suv bilan. Qizdirilgan havo 3 kompressor Kom yordamida atmosfera bosimigacha siqiladi (3-4 jarayon), bunda havoning harorati isitish va shamollatish maqsadlari uchun zarur bo'lgan qiymatgacha, masalan $t_4 = +18^\circ\text{C}$ haroratgacha ortadi.

Ushbu qurilmaning o'zgartirish koeffisienti:

$$\varphi = \frac{Q_{iaq}}{N_{kom} + N_{de} + N_{nas}} = \frac{I_1 - I_4}{N_{kom} + N_{de} + N_{nas}} \quad (12)$$

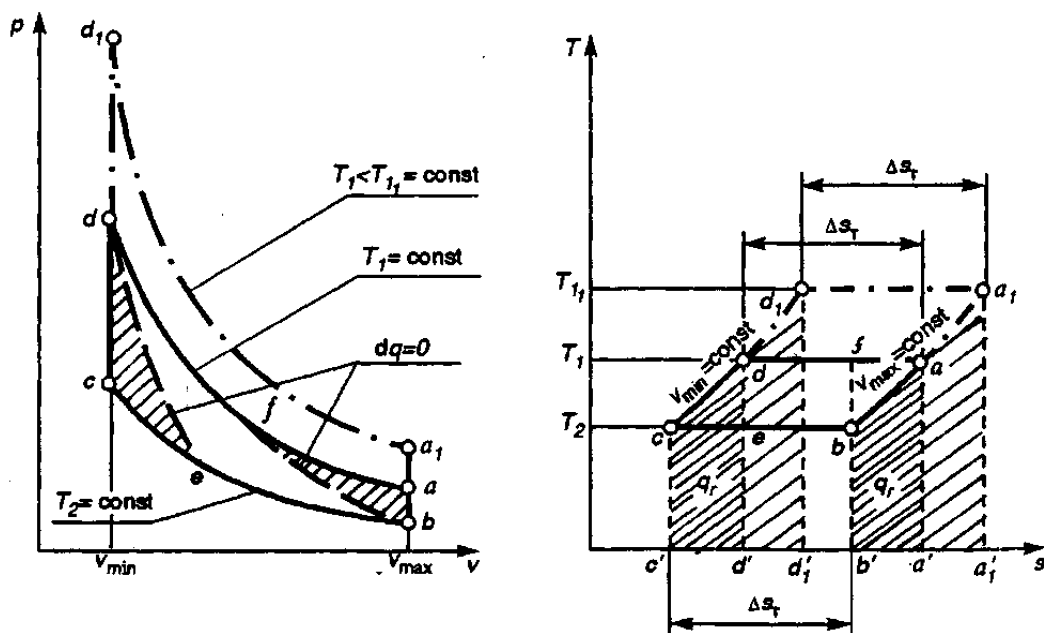
bu yerda Q – issiqlik nasosida olingan issiqlik; I_4 va I_1 – havoning issiqlik nasosiga kirishdagi va undan chiqishdagi entalpiyasi; N_{kom} , N_{de} , N_{nas} – kompressor, detander va suvni uzatuvchi nasosning quvvati.

Manfiy siklning samaradorligi tashqi havo haroratini ortishi, shuningdek ikkilamchi energiya manbalarining haroratini ortishi bilan ortadi. Ushbu sxemada nafaqat havoni qizdirish amalga oshiriladi, balki bu qurilma ventilyator fnuksiyasini ham bajaradi, unda bir vaqtning o'zida havo changdan tozalanadi va namlanadi.

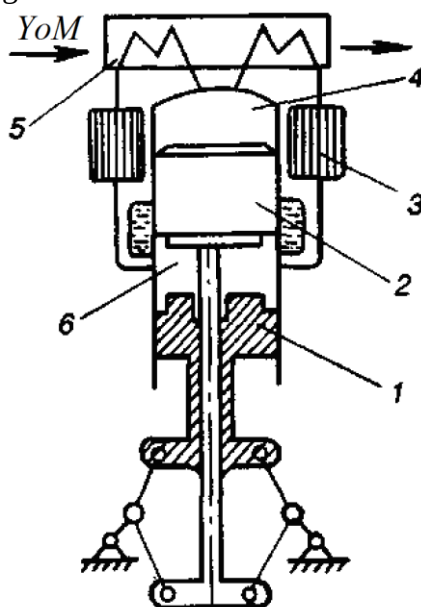
Musbat va manfiy sikllarni taqqoslashdan shunday xulosa qilish mumkinki, manfiy sikl uchun o'zgartirish koeffisienti musbat siklga nisbatan bir necha marta yuqori, ammo uni ekspluatasiya qilish juda qiyin.

5. Stirling sikli.

Stirling sikli 1816 yilda taklif etilgan bo'lib, uzoq vaqt davomida faqatgina nazariyada qolib ketdi. Ushbu sikl yordamida haroratning belgilangan oralig'ida Karno siklining FIK ga yaqin FIK ni olish mumkin. Siklni amaliyotga tadbiq qilish qator texnologik qiyinchiliklarni yengishni talab etadi, ammo o'tgan asrning o'ttizinchi yillarida yirik firmalar Stirlingning to'g'ri va teskari sikllari bo'yicha ishlovchi dvigatellarni va sovitish qurilmalarni yaratishdi.



7-rasm. Stirling va Karno sikllarini P-V va T-S diagrammalari.



8-rasm. Stirling dvigatelining sxemasi.

1-ishchi porshen; 2-siqib chiqargich; 3-regenerator; 4-qaynoq qism; 5-“yonish mahsulotlari – ishchi jism” issiqlik almashinuvi qurilmasi; 6-sovuq qism; YoM – yonish mahsulotlari.

Stirling sikliga asosiy qiziqish atrof-muhitni himoyalash muammosi bilan bog'liq edi. Bunday turdagi dvigatellarda yonish dvigatelning o'zidan tashqarida amalga oshirilardi va tabiat uchun juda kichik xavf tug'dirardi.

Stirlingning to'g'ri $abcd$ siklni ko'rib chiqamiz (7-rasm). Ushbu sikldagi ishchi jism Klapeyron tenglamasiga bo'ysunadi va o'zgarmas issiqlik sig'imiga ega deb hisoblaymiz. Ishchi jism o'zgarmas. Sikl ikkita izoterma va ikkita izoxoradan tashkil topgan, ya'ni izoxorik jarayonlarning issiqligi to'liq regenerasiyalanadi. Stirling dvigatelining sxemasi 8-rasmda ko'rsatilgan.

Dastabki holatda ishchi porshen 1 va siqib chiqargich 2 quyi chetki holatda joylashadi, ishchi jism esa qaynoq qism 4 da joylashadi. ab jarayonda siqib chiqargich yuqoriga harakatlanadi, natijada ishchi jism regenerator 3 orqali qaynoq qismdan ishchi porshen ustidagi sovuq qism 6 ga o'tadi. Siqib chiqargich ustidagi hajmni

kamayishi, siqib chiqargich ostidagi hajmni ortishi bilan to'ldiriladi, demak jarayon o'zgarmas bosimda sodir bo'ladi. Ishchi jism regeneratoir orqali o'tganda regeneratoir q_{reg} issiqlikni utilizasiyalaydi, ishchi jism esa T_1 dan T_2 gacha soviydi. U holda:

$$q_{ab} = q_{reg} = c_v(T_2 - T_1) \quad (13)$$

bc jarayonda o'zgarmas T_2 haroratda ishchi jismdan sovuq qismning issiqlik o'tkazuvchi devori orqali atrof-muhitga quyidagi miqdordagi issiqlik uzatiladi:

$$q_2 = T_2 \Delta S_T = RT_2 \ln(v_{\max} / v_{\min}) \quad (14)$$

Gazni siqish ishchi porshenni yuqoriga harakatlanishida amalga oshiriladi.

cd va ab jarayonlar izoxorik. Siqib chiqargich ishchi porshen yo'nalishida pastga harakatlanda ishchi jism regeneratoir orqali qaynoq qismga o'tadi va undan oldin olingan q_{reg} issiqlik ishchi jismga qaytariladi. Izoxorik jarayonda issiqlik uzatishni mavjudligi sababli ishchi jismning bosimi va harorati ortadi va d nuqta eng yuqori qiymatga ega bo'ladi, ya'ni $T_d = T_1$.

da jarayon ishchi jism kengayishini ifodalaydi, bunda ishchi jismga qaynoq qismga o'zgarmas T_1 haroratda q_1 issiqlik uzatiladi. 8-rasmda ko'rsatilganidek, bu issiqlik ishchi jismni "yonish mahsulotlari-ishchi jism" issiqlik almashinuvi qurilmasi orqali o'tganda uzatiladi. Jarayonning oxirida, ya'ni ikkila porshen birgalikda pastga harakatlanganda ishchi jismning hajmi dastlabki hajmga teng bo'ladi. Keyin sikl takrorlanadi.

Siklda eng yuqori harorat va bosimni haqiqiy qiymatlari $1000 \div 1400$ K va $10 \div 20$ MPa ni tashkil etadi. Ishchi jism sifatida havodan tashqari vodorod va geliy ishlatiladi. Ichki ishchi bo'shliqni ishonchli germetikligini ta'minlash qiyinligi Stirling dvigatellarining asosiy kamchiligi hisoblanadi. Ammo ularning yoqlg'ini tanlamasligi, chiqib ketayotgan gazlarning zaharliligi kichikligi ishlashda kam shovqinliligi Stirling dvigatellarini istibolligi ekanligini saqlaydi.

Nazorat savollari.

1. Issiqlik nasosining ishlash prinsipini tushuntiring?
2. Issiqlik nasosining isitish koeffisientini tushuntiring?
3. Bug' kompressorli issiqlik nasosini ishlash prinsipini tushuntiring?
4. Bug' kompressorli issiqlik nasosining siklini tushuntiring?
5. Bug' ejektorli issiqlik nasosini ishlash prinsipini tushuntiring?
6. Bug' ejektorli issiqlik nasosining siklini tushuntiring?
7. Havoli issiqlik nasosini ishlash prinsipini tushuntiring?
8. Havoli issiqlik nasosining siklini tushuntiring?
9. Stirling dvigatelini ishlash prinsipini tushuntiring?
10. Stirling siklini ishlash prinsipini tushuntiring?

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. G'.N.Uzoqov, D.N.Mamedova, Sh.K.Yaxshiboyev, H.A.Almardanov. "Termodinamika va issiqlik texnikasi" fanidan tajriba ishlari to'plami. O'quv qo'llanma.-Qarshi:Intellekt,2021.

2. G'.N.Uzoqov, D.N.Mamedova, Sh.K.Yaxshiboyev, H.A.Almardanov. "Termodinamika va issiqlik texnikasi" fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun o'quv qo'llanma. O'quv qo'llanma.-Qarshi:Intellekt,2021.

3.Alimova Mamlakat Mirxodievna, Mavjudova Shahlo Saidgapparovna, Isaxodjaev Xayrulla Sunnatillaevich, Raximjonov Rustam To'xtaevich, Umarjonova Feruza Sharafutdinovna «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari uslubiy qo'llanmasi. 1-2-3-qism.TDTU-2004 yil

4.Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjaev X.S Issiqlik texnikas. Kasb – hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma, Toshkent. Cho'lpon – 2006.

5.Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике, М.: 2006

6.Под ред. Захаровой А.А. Техническая термодинамика и теплотехника. – М: Академия, 2006.

7.Taktaeva L.N., Koroli M.A., Mavjudova Sh.S.O'zlashtirish natijalarini baholash uchun test topshiriqlari. Tosh.dav.tex.un – ti. 2004.

8.Тактаева Л.Н., Короли М.А. Тепловой и гидравлический расчёты рекуперативных теплообменных аппаратов. Методическое указание. Ташкент, ТГТУ, 2006.

9.Taktaeva L.N., Raximjonov R.T., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S. Rekuperativ issiqlik almashinuv apparatlarining issiqlik va gidravlik hisobi. Mustaqil ish uchun uslubiy qo'llanma. TDTU, Tashkent, 2006.

10.Koroli M.A., Mavjudova Sh.S. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar. Metodik ishlanma, TDTU, Tashkent, 2003.

11.Koroli M.A., Islomov O.N. Texnika fanlarini o'rganishga zamonaviy yondashuvlar. Metodik ishlanma, Tashkent, TDTU, 2003.

12.Koroli M.A., Islomov O.N. Talabalarning analitik fikrlashlarini har tomonlama rivojlantirish uchun muammolar vaziyatlar to'plami. Metodik ishlanma, TDTU, Tashkent, 2003.

Internet ma'lumotlari:

13.www.Ziyo.net

14.http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm

15.http://rbip.bookchamber.ru/description.aspxproduct_no=854

16.[http://energy – mgn.nm.ru/progr36.htm](http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm)

№	MUNDARIJA	betlar
	Kirish	3
1.	Bosim va harorat ulchash asboblari.....	4
2.	CO-7A kompressor elementlari va ishlash uslubi.....	19
3.	Sovutish mashinalari tuzilishi va ishlash tartiboti bilan tanishish	27
4.	Issiqlik nasoslari tuzilishi va ishlash tartiboti bilan tanishish	33
	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	42

