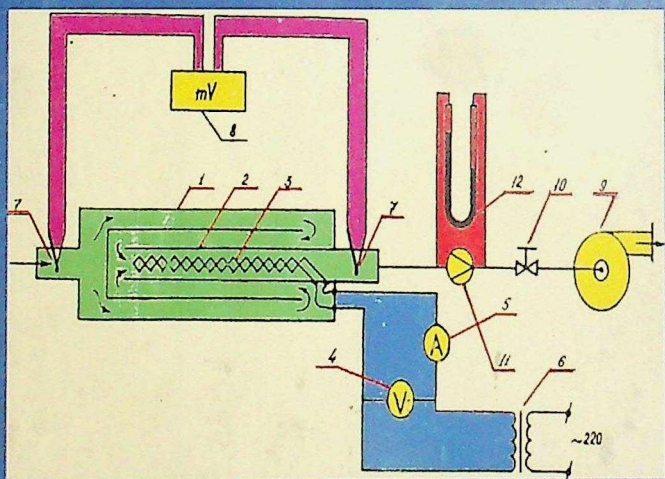


536.7:621.1
№ 53

I.N.QODIROV

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI



I.N.QODIROV

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

*Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan
O'quv-qo'llanma sifatida foydalanishga tavsiya qilingan.*

TOSHKENT
«VORIS – NASHRIYOT»
2020

YDK 854.534.18-4

BBK 62.36.9

QODIROV I. N

Termodinamika va issiqlik texnikasi. Laboratoriya mashg'ulotlari.

I.N.Qodirov. O'quv qo'llanma – T.: «Voriz – nashriyot», 2020 - 144b.

Ushbu o'quv qo'llanma noenergetik ta'lim yo'nalishlari bo'yicha bilim olayotgan talabalarga, shuningdek, 5610600 – “Xizmat ko'rsatish texnikasi va texnologiyasi” yo'nalishi bo'yicha bilim olayotgan talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan 5310600-“Yer usti transport tizimlari va uning ekspluatatsiyasi”, 5630100 –“Ekologiy va atrof-muhit muhofazasi”, 5430100-“ Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish”, 5111000-Kasb talimi “Qishloq xo'jaligini mexanizatsiya-lashtirish” 5310100 – Energetika (“Issiqlik energetikasi”), 5312400 - “Muqobil energiya manbalari” ta'lim yo'nalishi talabalari, hamda 5A310104 – “Sanoat issiqlik energetikasi” mutaxassisligi magistrantlari ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar:

AF.B. Vardiyashvili – QarshiDU «Kasb ta'lim» kafedrasining mudiri, dots.

G'.N. Uzoqov – QarMII “ Issiqlik energetikasi” kafedrasini mudiri, prof.

Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 04.05.2020 yildagi № 285-sonli buyrug'iga asosan O'quv-qo'llanma sifatida tavsiya qilingan

ISBN 978-9943-6846-2-1

© I.N.Qodirov, 2020

© «Voriz - nashriyot», 2020

*Eshitdim-unutdim. Koʻrdim-eslab qoldim.
Bajardim-tushundim.
KONFUSIY*

KIRISH

Mamlakatimizda 2017-2021 yillarda Oʻzbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yoʻnalishi boʻyicha Harakatlar strategiyasi asosida barcha soha va tarmoqlarda ulkan oʻzgarishlar amalga oshirilmoqda. Bu borada jamiyat hayotida ezgu qadriyat va anʼanalarni chuqur qaror toptirishga, xususan, xalqimiz, ayniqsa, yosh avlodning maʼnaviy – intellektual salohiyati, ongu tafakkuri va dunyoqarashini yuksaltirishda, Ona-Vatani va xalqiga muhabbat va sadoqat tuygʻusi bilan yashaydigan barkamol shaxsni tarbiyalashda beqiyos axamiyatga ega boʻlgan kitobxonlik madaniyatini oshirishga alohida eʼtibor qaratilmoqda. Bu borada Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining “Kitob maxsulotlarini nashr etish va tarqatish tizimini rivojlantirish, kitob mutolasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targʻib qilish boʻyicha kompleks chora – tadbirlar dasturi” toʻgʻrisidagi 2017 yil 13-sentabrdagi qarorida:

-lotin yozuviga asoslangan yangi oʻzbek alifbosidagi ilmiy-texnik, adabiy-badiiy va ensiklopedik adabiyotlarni yanada koʻpaytirish boʻyicha aniq chora tadbirlar ishlab chiqish;

-mamlakatimizda internet orqali zarur adabiyotlarni topish va xarid qilish imkonini beradigan eReader elektron oʻquv qurilmalarini ishlab chiqarishni tashkil etish, ularning axborot bazasiga umum taʼlim maktablari, akademik litsey va kasb-xunar kollejlari, oliy oʻquv yurtlari uchun darsliklar, oʻquv qoʻllanmalari, oʻquv – uslubiy, ilmiy nazariy manbalarni joylashtirish, bunday maxsulotlarni arzon narxlarda sotib olish mexanizmlarini yoʻlga qoʻyish boʻyicha takliflar tayyorlash kabi bir qancha muhim topshiriqlar belgilab berilgandir.

Shuning uchun zamonaviy etuk bilimli, yuqori malakali kadrlarni tayyorlash, yani komil insonni shakllantirishda yaratilayotgan oʻquv adabiyotlarni oʻrni beqiyosdir.

Mamlakatimiz yoshlarining ongli, malakali, zukko-ziyoli boʻlishlari, ularning jamiyatimizning intensiv rivojlanishi, taraqqiyoti, kelajagi yoʻlidagi

harakatlarini amalga oshirishlari o'ta muhim bo'lib, u biz pedagog – olimlar, muhandislar, umuman har bir murabbiy oldidagi juda muhim vazifalardir.

Bu ishlarni ro'yobga chiqarish ancha bilim, sabr - toqat va ilmiy nuqtai nazaridan qarab, g'ayrat shijoat bilan ishlashimizni taqozo etadi, xususan talabalarimiz bilim olishlari uchun juda ko'plab kitoblar, qo'llanmalar, ko'rsatmalar yozilishi kerak va undan talabalarimiz maksimal foydalanishlari lozimdir.

Yozilgan ushbu o'quv qo'llanma "Termodinamika va issiqlik texnikasi" fanini yanada chuqur o'zlashtirishga oid bo'lib, talabalarni fan yuzasidan olgan nazariy bilimlarini samarali mustahkamlashga va nazariya + amaliyot tushunchalarini yanada chuqurroq anglashlariga yordamlashadi.

O'quv qo'llanmada fanning eng muhim mavzulariga oid laboratoriya ishlarini bajarishga doir ma'lumotlar keltirilgan. Talabalar bu laboratoriya ishlarini o'rganib, bajarib, o'zlarining olgan bilimlarini ta'lim yo'nalishlari bo'yicha qo'llash uchun ko'nikmalar hosil qilish imkoniga ega bo'ladilar degan umiddamiz.

**BIRINCHI QISM. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI
TASHKIL
ETISH VA NATIJALARGA ISHLOV BERISH USULLARI**

**1.1.-§. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI BAJARISHDA
RIOYA QILINISHI LOZIM BO'LGAN XAVFSIZLIK
TEXNIKASI QOIDALARI**

Talabalar laboratoriya ishlarini bajarishda bir qancha muhim bo'lgan qoidalarga amal qilishlari lozimdir. Laboratoriya ishlarini bajarish elektr uskunalari yordamida olib borilgani uchun ularni tok bilan jaroxatlanish xafi bo'ladi. Ma'lumki 40-42 V kuchlanish xavfsiz bo'lib, bu paytda odamdan 0,1-0,3 A gacha tok o'tadi. Shuningdek, 50 mA tok odamni jarohatlantirishga, 100 mA tok esa o'limga olib keladi.

Umumiy holda talabalar laboratoriya ishlarini bajarishlari mobaynida lozim bo'lgan tartib qoidalarini keltirib o'tamiz:

1.Laboratoriya ishini bajarishdan oldin ish bilan chuqur tanishish kerak.

2.Berilgan sxemani va zanjirni yig'ishdan oldin uzib ulagich uzilgan holdaligini tekshirish kerak.

3.Sxemani yig'ishda har xil uziq yuliq simlardan, nosoz asboblardan foydalanmaslik kerak.

4.Sxemani diqqat bilan yig'gandan so'ng, sxemada qatnashayotgan asboblarda tok bo'lmasligini, yerga ulanganlik darajasi yaxshiligini yana bir bor ko'zdan kechirish kerak.

5.Sxemani manbaga ulashdan oldin undagi ochiq qismlari to'la himoyalanihga erishish.

6.Laboratoriya ishlari suv bilan ta'minlanish kerak bo'lganda suvni erkin oqish yo'llarini tekshirib ko'rish, shlanglarni butunligiga ishonch hosil qilish kerak.

7.Kuyib qolishdan saqlanish uchun suv isitilayotgan idishlarni tiqin bilan juda zich qilib berkitish kerak emas, shisha kolbalarni maxsus tagliklarga o'rnatish kerak, issiqlik balansini hosil qilish uchun isitilayotgan suvni 60-70°C dan yuqori haroratgacha isitish kerak emas.

8.Yoqilg'i sifatida benzindan foydalanish butunlay man etiladi.

9.Simob qo'llaniladigan laboratoriya ishlarini o'tkazish taqiqlanadi.

10. Laboratoriya ishlarini bajarish vaqtida elektr tokining hayot uchun havfli ekanligini yodingizda tuting va ehtiyot bo'ling.

11. Tok manbai va ulash simlarida tokning mavjudligini voltmetr yoki sinash lampalari yordamida tekshirish.

12. Zanjir yig'ishda foydalanayotgan simning izoliniyasiga ishonchiningiz komil bo'lishi kerak.

13. O'chayotganingizda biror elektr asbobining buzilgani yoki noto'g'ri ishlayotgani ko'rsatayotganini sezsangiz darhol zanjirli manbudan ajratib laboratoriya mashg'uloti olib borayotgan rahbaringizga ayting.

14. Har qanday laboratoriya ishni bajarib bo'lganingizdan keyin zanjirni manbudan ajratilganligiga ishonch hosil qiling va so'ngra zanjir qismlarga ajratishga kirishing.

15. Elektr dvigatellari bilan ishlashda soch va kiyimlarni aylanuvchi valdan ehtiyot qilish lozim.

16. Mustaqil tarzda hech qanday sxemaga tegmaslik, hamda uzib ulashni hajarmaslik kerak.

17. Laboratoriya ishini boshlashdan oldin rahbarga bajarish tartibini ayrib berish va ruxsat olish shart.

18. Agar ish bajarish davrida simlarni uzilishi, asboblarni to'g'ri ishlamayotganini, hamda noxush hidlar paydo bo'lsa, birinchi navbatda sxemani uzish va tezda rahbarga xabar berish kerak.

Talabalar yuqoridagi qoidalarga rioya etishlari va rahbarning texnika xavfsizligi bo'yicha to'liq tushuntirishlarini diqqat bilan tinglab, unga amal qilishlari lozim. Bu esa laboratoriya ishini samarali va sifatli bajarilishiga zamin yaratadi.

Tarkiblab o'tilgan va rahbar tushuntirgan qoidalarni bilib olgan-dan so'ng talabalar « Xavfsizlik texnikasi » maxsus jurnaliga o'z imzolarini qayd etadi.

1.2-§. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI TASHKIL ETISH

Talabalarga "Termodinamika va issiqlik texnikasi"-fanidan chu-qur bilim berish va uning yutuqlarini texnikada, ishlab chiqarish-ning turli sohalariga qo'llay bilish ko'nikmalarini shakllantirish juda muhim ahamiyatga egadir. Shuningdek, fanning amaliy tadbirlari laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida amalga oshirishlari, ularning nazariy olgan bilimlarini yanada mustahkamlashga zamin yaratadi va nazariya + amaliyot tushunchalarini yanada chuqurroq anglashlariga yordamlashadi.

Laboratoriya mashg'ulotlari talabalarining bilimlarini mustahkamlashda, mustaqil holda o'lchov asboblari bilan ishlay olishlari va tajriba o'tkaza bilish ko'nikmalarini shakllantirish va rivojlantirishda o'lchash xatoliklarini baholay bilishlari katta rol o'ynaydi. Talabalar laboratoriya ishlarini bajarish mobaynida ma'ruza mashg'ulotlarida o'tilgan mavzularining mohiyatini mukammal bilishlarini ta'minlaydi va ularning bu borada tegishli adabiyotlar bilan mustaqil ishlashga urgatadi, amaliy fikrlash jarayonlarini faollashtiradi.

Umuman olganda, ko'pgina o'qitiladigan fanlar yuzasidan laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etishda quyidagi usullar yordamida tashkil etish maqsadga muvofiq:

1. FRONTAL USUL;

2. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI ARALASH BAJARISH USULI;

3. SIKLLI USUL.

FRONTAL USUL. Bu usulda talaba ma'ruzada o'tilgan mavzuga taalluqli muayyan bir ishni bajarish imkoniga ega bo'ladi. Ushbu usul darsni tashkil qilish va o'tkazishni, dars davomida talabalarining faoliyatini boshqarib borishni yengillashtiradi. Frontal usul laboratoriyalarda bir xil qurilmalardan bir nechitasi bo'lishi lozim bo'lganda laboratoriya xonalarining kengaytirilishi va barcha talabalarining bir xil mazmunli va bir tartibdagi vazifalarning bajara olishiga sharoit yaratishni talab qiladi. Bundan tashqari, laboratoriya ishlarining bir xilligi, qiyin o'zlashtiradigan talabalarining mashg'ulotlarning boshlang'ich davrlaridayoq fikrlash qobiliyatini o'stirishda muhim ahamiyatga egadir. Frontal usul talabalarining boshlang'ich kurs talabalarida dastlabki bilimlarning puxta shakllanishiga imkon beradi.

LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI ARALASH BAJARISH USULI. Bu usulda har bir talaba ma'ruzada laboratoriya mavzusi o'tilgan yoki o'tilmaganidan qat'i nazar alohida-alohida laboratoriya ishlarini bajaradi. Bu ishlarning mazmuni ham, bajarish usuli ham turlicha. Laboratoriya va ma'ruza mavzularining bir-biri bilan mos kelmasligi talabalarning tegishli adabiyotlar bilan mustaqil ishlashga urgatadi, fikrlash jarayonlarini yanada faollashtiradi. Ammo, bu usul ba'zi muammolarni keltirib chiqaradi, ya'ni talabalarning mustaqil ishlashlari uchun vaqtning yetishmasligidir.

SIKLLI USUL. Bu usulda esa talabalarning laboratoriya ishlarini bajarishlari guruhlariga ajratilib, tashkil qilinadi. Siklli usul laboratoriya va ma'ruza mashg'uloti mavzularini moslashtirish imkonini beradi, tashkil etilgan kichik guruhlarda laboratoriya ishlarining samarali yo'llarini qo'llashga ko'maklashadi va talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlaydi, shuningdek bu usul "Termodinamika va issiqlik texnikasi" fani bo'yicha olib borilayotgan laboratoriya mashg'ulotlarida yaxshi natijalarga olib kelib, yaxshi samaralar bermoqda.

1.3-§. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARIDA NAZORAT ISHLARINI OLIB BORISH

Talabalarga oliy o'quv yurtlarida laboratoriya mashg'ulotlarining olib borilishi jarayonini uzviy bog'langan holda uch boqichga bo'lish mumkin:

I-Bosqich. Laboratoriya mashg'uloti o'tkazishga tayyorgarlik, ya'ni nazariy tushunchalarni mustahkamlash maqsadida shu ishga taalluqli adabiyotlar bilan tanishish, asboblar va qurilma haqida ma'lumotga ega bo'lish;

II-Bosqich. Laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishga oid sxemalar bilan mukammal tanishish va ularni o'qituvchilar yordamida bexato yig'ish, hamda topshiriqqa asoslangan holda asboblar yordamida o'lchashlar o'tkazishni amalga oshirish;

III-Bosqich. Nazariy tushunchalarni tajribada olingan natijalar bilan taqqoslagan holda hisobot tuzish (lozim bo'lganda grafiklar, diagrammalar chiziladi).

Ko'rinib turibdiki, laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish jarayonida asosiy o'rinni ikkinchisi bosqich egallaydi. Birinchi va uchinchi bosqichlar unga tayyorgarlik va undan chiqadigan xulosalar hisoblanadi. Shuningdek,

laboratoriya mashg'ulotining har bir bosqichida nazorat olib borish maqsadga muvofiqdir.

Talabalarining laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarliklarini tekshirishda dasturlashgan nazorat usullarini qo'llash ancha samarali hisoblanadi.

Bunday nazorat usuli o'qituvchi va talabalarining vaqtlarini tejash, virtual vositalaridan foydalanishga imkoniyat beradi. Ushbu usul ba'zi bir kamchiliklardan ham holi emas. Talabalarining bilim doiralarini kengaytirishni, ijodiy qobiliyatlarini o'stirish va nutqlarini rivojlantirishni ma'lum ma'noda chegaralaydi.

Laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishning nazorat savollarini tuzishda ma'lum qoidalarga rioya qilish va ularning variantlarini ko'paytirish yo'li bilan bu kamchiliklarga oz bo'lsada barham berish mumkin. Bu qoidalarni qisqacha quyidagicha ifodalash mumkin:

Birinchidan, savol va javoblarni aniq ifodalash;

Ikkinchidan, savollarda talabalar javoblarida tez-tez uchrab turadigan tipik xatoliklarni hisobga olish;

Uchunchidan, javoblarning noto'g'ri qismlarida urganiladigan jarayonlar, diagrammalar, formulalarni noto'g'ri talqin qilmay, ularning to'liq bo'lmagan yoki aynan shu jarayon va hodisani yoritib bera olmaydigan shakllarida berish;

To'rtinchidan, har bir savol mazkur laboratoriya ishining nazariy qismi, amaliy qo'llanishini to'liq qamrab olishi.

Dasturlashgan nazorat savollarning sakson va undan yuqori foizida to'g'ri javob bergan talabalar mashg'ulotning ikkinchi bosqichi, ya'ni bevosita tajriba o'tkazishga ruxsat etiladilar, qolganlari esa, o'qituvchining qo'shimcha tushuntirishi yoki qayta tayyorgarlikdan so'ng ruxsat oladilar.

Talabalarining dastlabki bilim darajalari aniqlangandan so'ng tajriba qurilmasi yonida o'qituvchi yoki laborant tomonidan qisqacha tanishtirish suhbatlari o'tkaziladi. So'ngra o'lchash va kuzatishlar davom ettiriladi. Mashg'ulotning bu qismida asosan qurilma sxemasi yig'iladi, o'lchashga qurilma tayyorlanib, tajriba jarayoni o'tkaziladi va zarur kattaliklar o'lchanib, hisobot daftariga va tegishli jadvallarga olingan natijalar qiymatlari yoziladi. Ilk o'lchash natijalari hisoblanadi, xatoliklar urganiladi. Bu yerda o'tkaziladigan nazorat-suhbat tajriba qurilmasiga va o'lchov asboblari aloqador bo'lishi maqsadga muvofiq.

Talabalar tomonidan har bir laboratoriya ishi bajarilib, natijalari ishlab chiqilgandan keyin, laboratoriya ishi yuzasidan hisobotini o'qituvchiga topshiradilar. Laboratoriya ishi yuzasidan topshiriladigan hisobot quyidagi usullarda olib boriladi:

a). *Dasturlashtirilgan nazorat;*

b). *Har bir talaba bilan alohida suhbatlashish;*

v). *Guruh talabalari bilan seminar shaklida suhbat o'tkazish.*

Birinchi usul laboratoriya ishlari bo'yicha to'liq hisobot uchun qo'llashda yuqori samara bermaydi.

Ikkinchi usul guruhning har bir talabasi bilan suhbatlashish jarayonida mazkur laboratoriya ishi asosida yotgan jarayon, qonuniyat va o'lchanadigan kattaliklar, ularning o'lchash va hisoblash aniqliklari, tajriba qurilmasi va asbob-uskunalarining ishlash tamoyili va qo'llanishlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Biroq, ilmiy va texnik ma'lumotlar tez sur'atlar bilan ortib borayotgan hozirgi davrda bunday suhbatlar ko'proq vaqt talab qiladi, natijada grafikda ko'rsatilgan vaqtda guruhning barcha talabalari bilan bir vaqtda darsda suhbatlashib bo'lmaydi.

Uchinchi usul yordamida talabalar tomonidan bajarilgan laboratoriya ishini topshirish anchagina qulaydir va u keng tarqalgan. Yuqorida aytib o'tilgan, ya'ni laboratoriya ishininig bajarilishini tashkil etishning siklli usulda tashkil qilinishi, laboratoriya ishlari bo'yicha hisobotni seminar ko'rinishdagi suhbat tarzida amalga oshirishni ancha yengillashtiradi. Muayyan mavzuga doir tajriba ishlari bajarilgandan so'ng, seminar mashg'ulotlari o'tkaziladi. Ushbu mashg'ulotni ikki ko'rinishda o'tkazish mumkin:

1). *O'rganilayotgan mavzu bo'yicha bir yoki bir talaba ma'ruza qiladi;*

2). *O'rganilayotgan mavzu bo'yicha bir necha talaba ma'ruza qiladi.*

Qolgan talabalarning bilimlari ushbu ma'ruzalar asosida qisqa savol-javoblar yordamida tekshiriladi, guruhning har bir talabasi ko'rilayotgan savol yuzasidan o'z fikrlarini bildiradilar. Har ikki holda ham dars talabalarning fikr va mulohazalarini o'qituvchi tomonidan umumlashtirish bilan yakunlanadi. Tahlil qilinayotgan mavzu, laboratoriya ishi bo'yicha har bir talabaning bilimiga alohida ball qo'yiladi. Bunga talabalarning laboratoriya ishlariga tayyorgarlik, ish bajarish jarayonidagi bilimlarining nazorati ham kiradi. Talabalarning seminar ko'rinishidagi hisobotga tayyorlanishlari va unda ishtirok etishlari ularning ilmiy va texnik nutqlarini o'stirishga

yordam beradi. Fan va texnika qo‘yayotgan turli masalalarni jamoa bo‘lib hal qilishga, hamda ko‘pchilikka o‘z fikrlarini tushuntira bilishga urgatadi. Bu esa hozirgi vaqtda tayyorlanilayotgan yuqori malakali yosh mutaxassislar uchun zarur bo‘lgan kasbiy ko‘nikmalar hosil qilinishida ahamiyati beqiyosdir.

1.4–§. ENERGETIK PARAMETRLARNI O‘LCHASH

Laboratoriya sharoitida muayyan jarayonga u yoki bu omilning ta‘sirini organish maqsadida tajriba o‘tkaziladi. Shuning uchun termodinamik jarayonlar, fizik jarayonlarni kuzatish va har xil fizik – matematik kattaliklarni o‘lchash alohida ahamiyatga ega. O‘lchashlarni olib borilishini ikkiga bo‘lish mumkin:

1–bevosita o‘lchash;

2–bilvosita o‘lchash.

Bevosita o‘lchashda o‘lchanayotgan fizik kattalik to‘g‘ridan-to‘g‘ri etalon bilan yoki tegishli birliklarda darajalangan o‘lchash asboblari bilan solishtiriladi. Biror masofa oralig‘ini chizg‘ich, shtangensirkul bilan o‘lchash, termometr yordamida temperaturani o‘lchash, monometr yordamida bosimni o‘lchash, ampermetr va voltmترلar yordamida mos ravishda tok kuchini va kuchlanishni o‘lchashlar bevosita o‘lchashga misol bo‘la oladi. o‘lchanayotgan kattalikning qiymati bevosita asbobning shkalasi bo‘yicha hisoblanadi yoki shkaladagi bo‘limlar soni aniqlanib, uni bir birlikka teng qilib olingan qiymatiga ko‘paytiriladi.

Bilvosita o‘lchashda aniqlanadigan kattalik bevosita o‘lchanishi mumkin bo‘lgan kattaliklar orasidagi funksional bog‘lanishdan aniqlanadi. Masalan, tekis harakat tezligini o‘lchash uchun muayyan vaqt oralig‘ida bosib o‘tilgan

S yo‘l va t vaqtni bevosita o‘lchab, so‘ngra tezlik ular orasidagi $g = \frac{S}{t}$

bog‘lanishdan hisoblanadi. Shuningdek, jism zichligi ρ ni aniqlash uchun bevosita jismning m massasini va V hajmini o‘lchab, so‘ngra ular orasidagi

$\rho = \frac{m}{V}$ bog‘lanishdan zichlik hisoblanadi.

O‘lchalanilayotgan fizik kattalikni aniqlash uchun quyidagi amallar ketma–ket bajarilishi kerak:

Birinchidan, asboblarni oʻrnatish va tekshirish;
Ikkinchida, asboblarning koʻrsatishini kuzatish va yozib olish;
Uchinchidan, oʻlchashlar natijasidan foydalanib, aniqlanishi kerak boʻlgan fizik kattalikni hisoblash;

Turtinchidan, xatolikni hisoblash.

Tajriba ishlarini olib boruvchining sezgi aʼzolarining tabiiy holda xatolikka yoʻl qoʻyishi va oʻlchov asboblarining mukammalashmaganligi tufayli har qanday oʻlchashda fizik kattalikning taqribiy qiymati aniqlanadi. Demak, har qanday oʻlchashni maʼlum aniqlikdagina bajarish mumkin. Masalan, agar plastinkaning qalinligi shtangensirkul yordamida 0,1 mm aniqlik bilan oʻlchansa, plastinkaning haqiqiy qalinligi oʻlchangan qalinlikdan 0,1 mm dan ortiq farq qilmaydi. Oʻlchash aniqligi, avvalo, oʻlchov asbobining aniqligi bilan belgilanadi. Fizik kattalikni asbob aniqligidan katta aniqlikda oʻlchab boʻlmaydi.

Asbobning aniqligi uning shkalasining eng kichik ulushi bilan tavsiflanib, u topilgan qiymatning oʻlchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish darajasini belgilaydi. Asbob aniqligi asbobning sinfi bilan beriladi va uning pasportida koʻrsatilgan boʻladi.

Ayrim oʻlchashda asbob xatoligi uning aniqligiga bogʻliq. Bu xatolik asbob shkalasidan hisoblash mumkin boʻlgan eng kichik ulushning $\pm 0,5$ ga teng. Masalan, agar termometr shkalasining eng kichik ulushi $0,2^\circ$ ga teng boʻlsa, uning xatoligi $\pm 0,1^\circ$ ga teng boʻladi, tarozida oʻlchashda eng kichik tosh massasi 10 mg boʻlsa, tarozining xatoligi deb ± 5 mg olinadi. Asbob qanchalik aniqroq boʻlsa, xato shunchalik kamroq boʻladi.

Oʻlchov asbobining shkalasidan olinadigan hisobning aniqligini oshirish bilan oʻlchash aniqligini oʻzgartira olmaymiz. Masalan, qalam uzunligini santimetrga boʻlingan shkalali chizgʻich yordamida oʻlchanganda, uning shkalasiga lupa vositasida qarash bilan chizgʻichning aniqligini oʻzgartira olmaymiz.

Har bir laboratoriya ishida har xil fizik kattaliklar turli aniqlikda oʻlchanadi. Biror oʻlchashning aniqligi boshqalarining aniqligiga taʼsir qiladi. Shuning uchun bilvosita aniqlanadigan fizik kattalikni oʻlchashdan oldin uning aniqligiga eng katta taʼsir koʻrsatadigan oʻlchash xatoligini aniq bilib olish lozim.

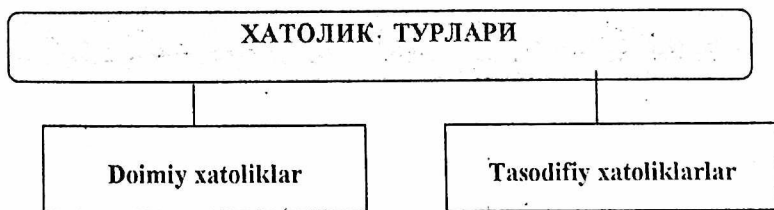
Agar fizik kattaliklar har xil aniqlikda o'lcansa, ayrim o'lchash aniqligini eng kam aniqlik bilan o'lgangan kattalik aniqligidan oshirishga intilishning hojati yo'q. Masalan, kalorimetrik o'lcashlarda suvning va kalorimetriming massasini 0,1 mg aniqlikda o'lchash mumkin. Suvli kalorimetriming massasi 200 g bo'lganda uni 0,00005% aniqlikda o'lchash imkoni bor. Lekin bunday o'lcashlarda temperaturani o'lchash aniqligi 0,1° ga va o'lganayotgan temperatura 5° C ga teng bo'lganda o'lchash aniqligi 2% bo'ladi. Shuning uchun kalorimetrik o'lcashda suvning massasi aniqligi 100 mg ga teng bo'lgan tarozi bilan o'lcansa ham bo'ladi. Bunda o'sha 200 g massani 0,1% aniqlik bilan o'lgagan bo'lamiz.

Oxirgi natija aniqligini oshirish uchun har qanday fizikaviy kattalikni bir xil tajriba sharoitida bir marta emas, bir necha marta o'lchash lozim bo'ladi.

Laboratoriya ishlarini bajarish davomida o'lganayotgan parametr kattaliklarini natijaviy qiymatini aniqligini oshirish uchun bir xil sharoitda laboratoriya ishlarini olib borishda o'lcash ishlarini kamida uch, to'rt marta takrorlab, o'lcashlar olib borish maqsadga muvofiq bo'ladi, shundagina o'lcash aniqligi uyqori bo'lishiga erishish ta'minlanadi.

1.5-§. XATOLIK TURLARI

Urganilayotgan fan uyzasidan laboratoriya ishlarini bajarishda olib borilayotgan o'lcash ishlarida muntazam ravishda xatoliklar bo'ladi va ular ikki guruhga bo'linadilar: 1) Doimiy xatoliklar; 2) Tasodifiy xatoliklar.



1. **Doimiy xatolik**—hamma vaqt mavjud bo'ladigan xatolikdir. Asbobning noto'g'ri o'rnatilishidan (asbobni tayyorlash aniqligiga bog'liq bo'lgan xatolik) va o'lcash usulining noto'g'ri tanlanishidan kelib chiqadigan xatoliklar doimiy xatoliklardir. Bu xatoliklar ba'zi tashqi omillar ta'sirida, masalan, chizg'ich shkalasining notekis darajalanishidan, termometr nolining haqiqiy nol temperaturaga mos kelmasligi, termometr

kapillyari kesim yuzining kapillyar bo'yicha bir xil bo'lmashligi, ampermetrdan elektr tok o'tmagan vaqtda uning mili (strelkasi)ning shkalanoligamos kelmasligi va boshqalar tufayli ham paydo bo'ladi. Suyuqlik va gazning hajmini o'lchashda temperatura o'zgarishi sababli ularning hajmini o'lchashda temperatura o'zgarishi sababli ularning hajmiy kengayishini, massani o'lchaganda o'lchanayotgan jismga, tarozi toshlariga havo tomonidan ta'sir etuvchi itarib chiqarish kuchi ta'sir qilishini va kalorimetrik o'lchashlarda asbobning tashqi muhit bilan issiqlik almashinishini hisobga olmaslik tufayli doimiy xatolikka yo'l qoyiladi va bu o'lchashda xatolikka olib keladi.

Ayrim fizik kattaliklar qiymatini jadvaldan olganda (zichlik, solishtirma issiqlik sig'imi, qayishqoqlik modullari va boshq.), ularni yaxlitlaganda, shuningdek, formulaga kiruvchi ba'zi doimiylar (π , e —natural logarifmning asosi, g , $\sqrt{2}$ va boshqalar) ning taqribiy qiymatlarini olganda doimiy xatoliklarga yo'l qo'yiladi. Masalan, $\pi = 3,14159265$ deb olish o'rniga $\pi = 3$; $\pi = 3,1$; $\pi = 3,14$; $\pi = 3,142$ deb, suvning sindirish ko'rsatkichi uchun $n = 1,333$ deb olish o'rniga $n = 1,3$; $n = 1,33$ deb olsak ham biz har safar doimiy xatolikka yo'l qo'ygan bo'lamiz. Doimiy xatolik aniq sabablar tufayli yuz berib, uning kattaligi takroriy o'lchashlarda o'zgarmay qolishi yoki muayyan qonun bo'yicha o'zgarishi mumkin. O'lchash usulini o'zgartirib, asbobning ko'rsatishlariga tuzatishlar kiritib, muttasil ravishda ta'sir qiluvchi tashqi omillarni hisobga olish bilan bu xatolikni kamaytirish mumkin.

2. Tasodifiy xatoliklar—oldindan hisobga olinishi qiyin bo'lgan va har bir o'lchashga ta'siri har xil bo'lgan tasodifiy sabablarga ko'ra yuz beradigan xatoliklardir. Masalan, elektr o'lchashlarda elektr tarmoqdagi kuchlanishning o'zgarishi, plastinka qalinligini o'lchaganda qalinlikning hamma joyda bir xil bo'lmashligi, o'lchashlarda asbob shkalasining yetarlicha yoritilmasligi, asboblaming stol ustida yaxshi joylashtirilmasligi, sezgi a'zolarimizning turlicha ekanligi oqibatida, tasodifiy xatolikka yo'l qo'yamiz.

Tasodifiy xatoliklar tufayli biror fizik kattalikni bir necha marta o'lchaganda har xil qiymat olinadi. Ayrim o'lchashdagi tasodifiy xatolikni yo'qotib bo'lmasa—da, tasodifiy hodisalar to'g'risidagi matematik nazariyadan foydalanib, bu xatolikning o'lchash natijasiga ta'sirini kamaytirish va

xatolik kattaligini hisoblash uchun ma'qulroq bo'lgan ifodani aniqlash mumkin. Tasodifiy xatolikni kamaytirish uchun aniqlanayotgan fizik kattalikni bir marta emas, bir necha marta takroriy o'lchash kerak. Agar tasodifiy xatolik doimiy xatolikdan katta bo'lsa, tasodifiy xatolikni kamaytirish va uning asbob xatoligi bilan bir xil darajada bo'lishi uchun o'lchashlar sonini o'rttirish lozim.

-Doimiy va tasodifiy xatoliklardan tashqari yana qo'pol xatoliklar ham bo'ladi.

-Qo'pol xatolik kuzatish va o'lchashlar noto'g'ri bajarilishi tufayli yuz beradi. Hisoblashda bunday natijalar hisobga olinmasligi kerak. Bu xatolik shkala bo'yicha e'tiborsiz hisob olishdan, natijalarni pala-partish yozishdan kelib chiqadi. Bunday qo'pol xatolikni yo'qotish uchun yozilganlarni qayta qarab chiqib, o'lchashlarni qayta bajarish kerak. Har qanday o'lchashda qo'pol xatolikni yo'qotishning birdan-bir usuli-o'lchashni juda puxtalik va e'tibor bilan qayta bajarish bilan bartaraf etish hisoblanadi.

-Yuqorida aytib o'tilgan xatoliklardan tashqari yana bitta xatolik turi ham mavjud bo'lib bu-bevosita o'lchash natijalarining xatoligi. O'lchash davomida o'lchash asbobi beradigan xatolikdan boshqa har xil doimiy xatoliklar va qo'pol xatoliklar yo'qotilgan deb faraz qilib, bevosita o'lchash xatoliklari nazariyasining asosiy qoidalarini qarab chiqamiz. Quyida keltiriladigan xatoliklar nazariyasida tasodifiy xatoliklar son qiymat jihatidan doimiy xatoliklardan katta deb faraz qilingan.

1.6-§. O'LCHANADIGAN KATTALIKNING O'RTACHA QIYMATI. MUTLAQ VA NISBIY XATOLIKLAR

Biror fizik kattalikning o'lchashlar natijasida topilgan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ qiymatlari ichida haqiqiy qiymatga eng yaqini ushbu

$$X \approx \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1.1)$$

ifodadan aniqlanadi, bu yerda n - o'lchashlar soni.

O'lchash vaqtida topilgan qiymatlar bir-biridan farqli bog'lib, ularning o'rtacha qiymatdan farqi ayrim o'lchashning mutlaq xatoligi deyiladi. Qaysi o'lchashning mutlaq xatoligi kichik bo'lsa, shu o'lchash aniqroq

bajarilgan deb hisoblanadi. O'rtacha qiymatdan katta farq qiluvchi qo'pol xatoliklar xatolikni hisoblash vaqtida tushirib qoldiriladi.

Agar n ta takroriy o'lchash natijasida $\Delta X_1, \Delta X_2, \Delta X_3, \dots, \Delta X_n$, mutlaq xatoliklar yuz bergan bo'lsa, o'lchashlarning o'rtacha mutlaq xatoligi shu xatoliklar mutlaq qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymatiga tengdir:

$$\Delta \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta X_i|}{n} \quad (1.2)$$

Tabiiyki, fizik kattalikning haqiqiy qiymati topilgan o'rtacha qiymatdan $\pm \Delta \bar{X}$ qadar farq qiladi, ya'ni:

$$X = \bar{X} \pm \Delta X. \quad (1.3)$$

O'lchashlar soni nega shunday tanlanganligi talabani qiziqtirishi mumkin. O'lchashlar sonini tanlashda asosan shunga e'tibor berish kerakki, shu o'lchashlar sonida sodir bo'luvchi o'rtacha mutlaq xatolik asbob xatoligidan katta bo'lmasin. Masalan, vaqtni o'lchash asbobi 0,2 sekund xatolik bilan o'lchasa, biror jarayonning o'tish davomligi uchun olingan haqiqiy vaqt ($\bar{t} + 0,2$) va ($\bar{t} - 0,2$) sekund oraliqda bo'ladi.

Lekin ayrim hollarda o'lchash natijasiga ta'sir qiluvchi tashqi omillar o'lchashlar sonini yetarlicha katta qilib olganda ham fizik kattalikning o'rtacha mutloq xatoligini o'lchash asbobi kiritadigan xatolikdan kichraytirishga imkon bermaydi. Bunday hollarda o'lchashlar soni laboratoriya sharoiti (ishga ajratilgan vaqt, o'lchashlarni takrorlash imkoni va boshqalar) bilan belgilanib, aniqlanayotgan kattalikning xatoligi uchun o'lchashning o'rtacha mutlaq xatoligini olishga to'g'ri keladi. Aksincha, o'lchashlar vaqtida yuz beruvchi tasodifiy xatoliklar juda kichik bo'lib, o'lchashlarni qancha ko'p takrorlamaylik, topilgan qiymatlar orasidagi tafovutlar o'lchash asbobi kiritadigan xatolikdan katta bo'lmaydi. Bunday hollarda talabaga muayyan o'lchash xatoligi uchun asbob xatoligini yoki uning yarmisini olish tavsiya qilinadi. Shunday yo'l tutish uchun talaba bir necha nazorat o'lchashlar bajarib, aytilgan hol yuz berayotganiga ishonch hosil qilishi kerak.

Laboratoriya ishlarini olib borish vaqtida bir qator fizik kattaliklarni o'lchash zarur bo'lsa, ularning har biri uchun o'lchash xatoligini aniqlash kerak bo'ladi. Biroq har bir kattalikka oid mutlaq xatolikni bilganimiz holda

kattaliklar bir jinsli bo'lmaganligi sababli ularni o'zaro solishtirish mumkin emas. Bunday hollarda xatolikning nisbiy qiymati bilan ish ko'rish lozim. Biror kattalikning o'lchashlar natijasida topilgan o'rtacha qiymati \bar{X} , mutlaq xatolikning o'rtacha qiymati $\Delta\bar{X}$ bo'lsa, nisbiy xatolik $E = \frac{\Delta\bar{X}}{\bar{X}}$ teng bo'ladi, yoki foizlarda ifodalasak, u holda $E = \frac{\Delta\bar{X}}{\bar{X}} \cdot 100\%$ bo'ladi.

Masalan, stol qirrasining uzunligi chizg'ichda 0,002m doimiy xatolik bilan, yorug'lik to'lqinining uzunligi esa $2 \cdot 10^{-8}$ m doimiy xatolik bilan o'lchangan bo'lsa, stol qirrasining va yorug'lik to'lqini uzunligining muayyan qiymatlarida ($l = 1m, \lambda = 6 \cdot 10^{-7}m$) o'lchashlarning nisbiy xatoliklari quyidagicha bo'ladi:

$$E = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% = 0,2\% \quad (1.4)$$

$$E = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \cdot 100\% = 3,3\% \quad (1.5)$$

Demak, yorug'lik to'lqini uzunligi stol qirrasini uzunligiga nisbatan taxminan 16 marta kattaroq nisbiy xatolik bilan o'lchangan ekanligini bildiradi.

1.7-§. DOIMIY VA TASODIFIY XATOLIKLARNI BIRGALIKDA HISOBGA OLISH

Ma'lumki, biz tajriba xatoligi o'lchash asbobi kiritadigan doimiy xatolik bilan tajriba o'tkazuvchi va tashqi omillarga bog'liq bo'lgan tasodifiy xatoliklarning yig'indisiga bog'liq ekanligidan xabardormiz. Umuman aytganda, agar doimiy xatolik asbob pasportida ko'rsatilgan xatolikdan tashqari asbob xususiyatining o'zgarishi (eskirishi) bilan ham bog'liq bo'lsa, ularning yig'indisini baholash lozimdir. Odatda, asbobni darajalash vaqtida shkalaning eng kichik bo'limi asbob xatoligidan katta qilib olinib, amaliy maqsadlarda asbob xatoligi uchun eng kichik bo'limning yarmiga to'g'ri kelgan qiymatdan foydalaniladi. Asbob xatoligi $\alpha = 0,99$ ishonchlilik uchun berilib, u maksimal doimiy xatolikka mos keladi. Bilvosita o'lchashlar holda usul bilan bog'liq xatolik alohida baholanishi lozim.

Talriba mobaynida bitta kattalikni birday sharoitda o'lchashlar birday qiymatlar bersa, bu hol tasodifiy xatolikning asbob xatoligidan kichik ekanli-

gini bildiradi va bunday hollarda takroriy o'lchashlarga zaruriyat bo'lmaydi hamda asbob xatoligi to'la xatolikni belgilaydi. Aksincha, ko'p marta o'lchashlarda ham tasodifiy xatolik doimiy xatolikdan 5÷10 marta ortiqliciga qolaversa, to'la xatolikni hisoblashda asbob xatoligini nazarga olmaslik mumkindir. Biroq tasodifiy xatolik qiymati doimiy xatolik bilan natijasining ishonch oralig'ini belgilash uchun har ikkala tur xatolikni nazarga olish kerak bo'ladi. Agar asbob xatoligi δ ga teng deb olsak, biror bevosita o'lchanayotgan X kattalikning α_n ishonchlilik uchun ishonch oralig'i

$$\Delta X = \sqrt{t_{\alpha}^2(n)S_{\bar{X}} + \frac{t_{\alpha}^2(\infty)}{9}\delta^2} \quad (1.6)$$

bo'ladi. Bunda $t_{\alpha}(n)$ –ishonchlilik α_n va tajriba vaqtidagi n o'lchashlar soni uchun Styudent koeffitsiyenti, $t_{\alpha}(\infty)$ esa α_n ishonchlilik va cheksiz katta o'lchashlar soni uchun Styudent koeffitsiyenti. Bilvosita o'lchashlar holdida qator bevosita o'lchanuvchi kattaliklar uchun muttasil va tasodifiy xatoliklar hisobga olinishi lozim bo'lsa, har safar (1.6) ifodadan foydalanish lozimdir.

Molekulyar fizika laboratoriyasiga doir «Kapilyar viskozimetr yordamida suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash» degan ish natijasining xatoligini hisoblashga yuqorida keltirib chiqarilgan (11.8) va (13.1) formulalarni tatbiq qilish va doimiy xatoliklarni hisobga olish bilan tanishib chiqaylik. Bu ishda suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyenti bevosita o'lchanadigan kattaliklar bilan quyidagicha bog'langan:

$$\eta = \eta_0 \frac{d \cdot t}{d_0 \cdot t_0} \quad (1.7)$$

bu yerda η_0 –tajriba o'tkazilayotgan temperaturadagi suvning ichki ishqalanish koeffitsiyenti; d_0 –suvning shu temperaturadagi zichligi; d –tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi, t_0 va t –muayyan hajmdagi suv va suyuqlikning oqib chiqish vaqtlari. Tajribada d , t_0 va t o'lchanadi, η_0 va d_0 lar jadvaldan olinadi. Bularning 291°C temperaturadagi qiymatlari va aniqliklari quyidagichadir:

$$\eta_0 = 1,05 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s; \quad \Delta \eta_0 = 0,005 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s;$$

$$d_0 = 990 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta d_0 = 2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

t_0 va t ni tajribada o'lishdan olinadigan natijalar quyidagi 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval.

Tartib raqami	t_{ol}	t_i	$\varepsilon_i = (t_i - \bar{t})$	ε_i^2
1	4,4	24,1	0,5	0,25
2	4,4	24,1	0,5	0,25
3	4,4	23,8	0,2	0,04
4	4,4	24,0	0,4	0,16
5	4,4	23,5	-0,1	0,01
6	-	23,4	-0,2	0,04
7	-	23,4	-0,2	0,04
8	-	23,2	-0,4	0,16
9	-	23,1	-0,5	0,25
		$\bar{t} = 23,6$		$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = 1,20$

Areometr bilan o'lchangan glitsérin zichligi $d = (1170 \pm 5) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ga teng.

Suvning oqib chiqish vaqtini besh marta o'lchash natijasi bir xildir, bu narsa asbobning doimiy xatoligi o'lchashlardagi tasodifiy xatolikdan katta ekanligini ko'rsatadi. Odatda bunday o'lchashlar bir marta bajariladi. t_0 va t larni o'lchashlar bir-biriga bog'liq bo'lmaganligi uchun ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash formulasiga vaqtning va zichlikning o'rtacha qiymatlarini qo'yib hisoblash mumkindir, ya'ni

$$\bar{\eta} = \eta_0 \frac{\bar{t} \cdot \bar{d}}{\bar{t}_0 \cdot \bar{d}_0} \quad (1.8)$$

u vaqtda topilgan qiymatlarni qo'yib hisoblab chiqarsak,

$$\eta = 6,70 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

qiymatni olamiz. η ning ishonch oralig'i chegarasini quyidagicha mulohaza

yuritib aniqlash mumkin. Jadvaldan olinadigan d_0 va η_0 larning ishonch oralig'i chegarasini bevosita o'lchanadigan d, t, t_0 larning ishonch oralig'i chegarasiga nisbatan juda ham kichik qilib olish mumkin. Tasodifiy xatoliklar nazariyasiga asosan η ning ishonch oralig'i chegarasi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$\Delta\eta = \sqrt{\left(\frac{\partial\eta}{\partial d}\right)^2 \Delta d^2 + \left(\frac{\partial\eta}{\partial t}\right)^2 \Delta t^2 + \left(\frac{\partial\eta}{\partial t_0}\right)^2 \Delta t_0^2} \quad (1.9)$$

$\Delta d, \Delta t$ va Δt_0 ishonch oraliqlari chegaralari yuqorida bayon qilingan bevosita o'lchash natijalarini ishlash qoidadariga asosan bir xil a_n ishonchlilikda. Agar bularning ichida birortasi boshqalariga nisbatan katta bo'ladigan bo'lsa, ushbu xatolik ni aniqlashda ahamiyatlidir. Suvning oqib chiqish vaqtini aniqlashda sekundomerning doimiy xatoligi (0,2 sek) tasodifiy xatoligidan katta va ahamiyatlidir. Glitserinning oqib chiqish vaqti ni aniqlashdagi 9 ta o'lchashning tasodifiy xatoligi sekundomerning xatoligiga yaqin bo'lgani uchun Δt doimiy xatolikni aniqlashda har ikkala xatolikni quyidagi formula bo'yicha hisobga olinadi:

$$\Delta t = \sqrt{[t_\alpha(n)S_i]^2 + \left[\frac{t_\alpha(\infty)^2}{3}\right] \delta^2} \quad (1.10)$$

va shu tajribada $a_n = 0,997$ ishonchlilik bilan $\Delta t = 0,45s$ bo'ladi.

Glitserin zichligini o'lchash xatoligi uchun ham yuqoridagi aytilganlar taaluqlidir. Yuqorida aytilganlarning hammasini e'tiborga olib, $a_n = 0,997$ deb olgan holda bajarilgan hisoblash natijasi $\Delta\eta = 0,5 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s$ qiymatni beradi. Demak, izlanayotgan kattalik $\alpha = 0,997$ ishonchlilik bilan

$$\eta = (6,70 \pm 0,50) \cdot 10^{-3} Pa \cdot s$$

ga teng.

$$E = \frac{\Delta\eta}{\eta} = 7\%$$

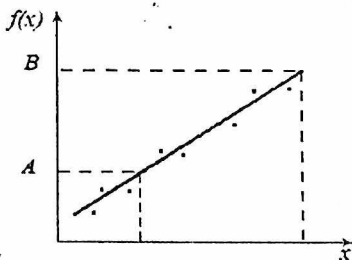
1.8-§. O'LCHASH NATIJALARINI GRAFIK RAVISHDA TASVIRLASH

Ilmiy tekshirish ishlarini olib borishdagi talriba ishlatida, boshqa ko'pgina tadqiqotlarda grafik bog'lanishlar keng qo'llaniladi. Shuni nazarda tutib natijalari grafik ko'rinishda yakunlanadigan bir qancha laboratoriya ishlari ushbu qo'llanmada o'z aksini topgan. Odatda fizik kattaliklarning chiziqli (grafik) bog'lanishlarini tasvirlashda to'g'ri burchakli koordinata tizimidan foydalaniladi. Ordinata o'qiga funksiya $R = f(T)$, ya'ni o'lchanadigan kattaliklarga bog'liq bo'lgan parametr (jismning elektr qarshiligi R) absissa o'qiga esa argument—bevosita o'lchanadigan kattaliklar (temperatura T) qo'yiladi. Grafik bog'lanishlarni millimetrli qog'ozga quyidagi qoidalarga rioya qilgan holda chiziladi:

1-qoida. Koordinata o'qlarida keltirilgan bo'limlar butun sonlarga karrali bo'lishi kerak, ya'ni 1, 10, 100 va h. k. Agar o'lchash natijasida kasr sonlar hosil bo'lsa, u holda ularni butun sonlar ko'paytmalari ko'rinishida yozish lozim, ya'ni $0,1 = 1 \cdot 10^{-1}$; $0,02 = 2 \cdot 10^{-2}$ va h.k.

2-qoida. Koordinata boshini nol deb olish shart emas, uni shunday tanlab olish kerakki, koordinatalar bilan chegaralangan yuza grafik chizilishida to'liq foydalanilsin. Shuningdek, koordinatalardagi masshtab ham bir xil bo'lishi shart emas, masalan, ordinata o'qi bo'limlari 10, absissa o'qi bo'limlari esa 1 birlikka teng bo'lishi mumkin, ammo grafikdan aniqlanadigan ba'zi kattaliklar hisoblanishida o'qlardagi kattaliklar o'lchov birliklarini bir xil qilib olishni unutmashlik kerak.

3-qoida. Grafik tuzishda tajriba natijasida olingan nuqtalar siniq chiziqlar bilan tutashtirilmay, balki uzluksiz chiziq chiziladi. Nuqtalarning uzluksiz chiziqqa joylasha olmaganlari tajriba xatoligi bo'ladi.



1.1-rasm.

Grafik bog'lanishdan foydalanib, uning chegarasi o'qlaridagi biror kattalik (yuqoridagi misolda ma'lum temperaturaga mos keluvchi qarshilik) orqali ikkinchisini aniqlash mumkin, bu usul interpolyatsiya deyiladi. Ba'zan grafik chegarasida bo'lmagan kattaliklarni ham aniqlashga to'g'ri keladi, bu usul *ekstropolyatsiya* deyiladi (1.1–rasm). Ekstropolyatsiya usuli faqat monoton o'zgaruvchi bog'lanishlardagina qo'llaniladi.

Grafik chizishda eng muhim amaliy holatlardan biri–olingan ma'lumotlarning o'zgarish oralig'ini hisobga olgan holda har bir koordinata o'qi uchun maqbul masshtab tanlashdir. Masshtab tanlashda amal qilinadigan muhim shartlardan biri shuki, uning eng kichik ulushi o'lchashning to'la xatoligidan kichik bo'lmashligi lozim. O'qlarga qo'yiladigan kattaliklar o'zlarining fizikaviy tabiatlari jihatidan turlicha bo'lishligidan ularning har biri uchun masshtab shunday tanlanishi lozimki, bunda grafik o'qlari juda uzun yoki juda qisqa bo'lib qolmasin. Grafik chizish oldidan tajriba natijalari jadvalda qayd qilinadi. Jadvaldagi bir–biri bilan bog'liq bo'lgan ma'lumotlar jufti grafikda muayyan nuqtani beradi. Shunday nuqtalar majmuasi asosida tegishli chiziq chiziladi. O'lchash asbobining xatoliklari va boshqa omillar ta'sirida yuz beradigan xatoliklar mavjudligi tufayli bu nuqtalar biror ravon chiziq ustida joylashmaydi. Shu sababli bog'lanish chizig'ini tajribaviy nuqtalar ikkala tomonda simmetrik joylashadigan qilib o'tkaziladi. Har bir nuqtaning o'rni grafikda ko'rinarli qilib ko'rsatilishi lozim. Har bir o'qqa qo'yiluvchi kattalikning xatoligini grafikda tegishli masshtabda kesmacha bilan ko'rsatish qabul qilingan. Kesmachaning uzunligi xatolikning ikkilanganiga teng qilib olinadi. Albatta, grafik chizig'ining yo'g'onligi o'lchash xatoligiga nisbatan ancha kichik bo'lishiga e'tibor berish lozim.

Grafik chizig'ining egriligi katta bo'lgan hollarda (xususan, grafik maksimum yoki minimumga ega bo'lganda) chiziqning aniqligini oshirish maqsadida egrilanish yaqinida o'lchash ma'lumotlarini zichroq olgan ma'qul. Fizikaviy bog'lanish xarakterini ifodalovchi chiziqni to'g'rilash, masshtab tanlashni osonlashtirish maqsadida koordinata o'qlaridan biriga olingan kattaliklarning kvadrati, kubi, logarifmi va hokazo qo'yilishi mumkin. Grafik chizishda qo'llaniladigan qulay vositalardan biri– koordinata boshini ko'chirish qoidasidir. Bunda koordinata boshiga nol emas, balki o'lchangan kattalikning eng kichik qiymatini qo'yish bilan grafik chiziladigan sathdan unumli foydalanish mumkin. Grafiklar fizik qonuniyatlar xarakterini

ko'rgazmali tasvirlash, analitik ifodalardan kattalikning o'rtacha qiymatini, xatoligini aniqlash imkonini beradi.

1.9-§. LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH TARTIBI

Laboratoriya ishlarini bajarish. Har bir laboratoriya ishini bajarish quyidagi tartib asosida olib boriladi:

1. Ushbu qo'llanmada berilgan laboratoriya ishining tafsiloti diqqat bilan o'qib, chiqiladi va puxta o'zlashtiriladi.

2. Laboratoriya ishlarini bajarish uchun kerak bo'ladigan asbob-uskunalar bilan tanishgandan so'ng qo'llanmaga muvofiq asboblarni o'rnatish yoki qurilmani yig'ishga kirishiladi. Ba'zida ishlar tayyor qurilmada bajariladi.

3. Kuzatish va o'lchash ishlari bajariladi. Ishning bu qismi juda ma'suliyatli bo'lib, uni bajarishda, ushbu qo'llanma ko'rsatmalariga qat'iy amal qilish kerak. Barcha o'lchash natijalari xar bir ish uchun ko'rsatilgan jadvalga yoziladi.

4. O'lchash natijalari ishlab chiqiladi, ya'ni o'lchanayotgan kattaliklar ishchi formulalar yordamida topiladi va uning nisbiy xatoligi foiz hisobida aniqlanadi.

Bajarilgan laboratoriya ishi boyicha hisobot tayyorlash.

1. Ishning nomi va tartib raqami yoziladi.

2. Ishning maqsadi. Bunda bajarilgan laboratoriya ishida tajriba yo'li bilan aniqlanishi kerak bo'lgan fizik kattalik ko'rsatiladi.

3. Ishchi formula. Bunda aniqlanishi kerak bo'lgan kattalikning xisoblab topilgan ishchi formulasi va formulaga kirgan kattaliklarning nomi, shuningdek topilishi kerak bo'lgan kattalikning o'lchov birligi SI sistemada ko'rsatiladi.

4. Jadval yoki grafik. Bunda jadvalga o'lchash natijalari va xisoblab topilgan kattaliklar, absolyut va nisbiy xatoliklarning qiymatlari yoziladi. Agar qo'llanma bo'yicha talab qilinsa, fizik kattaliklarning bog'liqlik grafigi chiziladi.

5. Xulosa. Xulosada tajribadan olingan natijaning mazmuni qisqacha bayon qilinadi.

Grafik bog'lanishdan foydalanib, uning chegarasi o'qlaridagi biror kattalik (yuqoridagi misolda ma'lum temperaturaga mos keluvchi qarshilik) orqali ikkinchisini aniqlash mumkin, bu usul interpolyatsiya deyiladi. Ba'zan grafik chegarasida bo'lmagan kattaliklarni ham aniqlashga to'g'ri keladi, bu usul *ekstropolyatsiya* deyiladi (1.1-rasm). Ekstropolyatsiya usuli faqat monoton o'zgaruvchi bog'lanishlardagina qo'llaniladi.

Grafik chizishda eng muhim amaliy holatlardan biri-olingan ma'lumotlarning o'zgarish oralig'ini hisobga olgan holda har bir koordinata o'qi uchun maqbul masshtab tanlashdir. Masshtab tanlashda amal qilinadigan muhim shartlardan biri shuki, uning eng kichik ulushi o'lchashning to'la xatoligidan kichik bo'lmashligi lozim. O'qlarga qo'yiladigan kattaliklar o'zlarining fizikaviy tabiatlari jihatidan turlicha bo'lishligidan ularning har biri uchun masshtab shunday tanlanishi lozimki, bunda grafik o'qlari juda uzun yoki juda qisqa bo'lib qolmasin. Grafik chizish oldidan tajriba natijalari jadvalda qayd qilinadi. Jadvaldagi bir-biri bilan bog'liq bo'lgan ma'lumotlar jufti grafikda muayyan nuqtani beradi. Shunday nuqtalar majmuasi asosida tegishli chiziq chiziladi. O'lchash asbobining xatoliklari va boshqa omillar ta'sirida yuz beradigan xatoliklar mavjudligi tufayli bu nuqtalar biror ravon chiziq ustida joylashmaydi. Shu sababli bog'lanish chizig'ini tajribaviy nuqtalar ikkala tomonda simmetrik joylashadigan qilib o'tkaziladi. Har bir nuqtaning o'mi grafikda ko'rinarli qilib ko'rsatilishi lozim. Har bir o'qqa qo'yiluvchi kattalikning xatoligini grafikda tegishli masshtabda kesmacha bilan ko'rsatish qabul qilingan. Kesmachaning uzunligi xatolikning ikkilanganiga teng qilib olinadi. Albatta, grafik chizig'ining yo'g'onligi o'lchash xatoligiga nisbatan ancha kichik bo'lishiga e'tibor berish lozim.

Grafik chizig'ining egriligi katta bo'lgan hollarda (xususan, grafik maksimum yoki minimumga ega bo'lganda) chiziqning aniqligini oshirish maqsadida egrilanish yaqinida o'lchash ma'lumotlarini zichroq olgan ma'qul. Fizikaviy bog'lanish xarakterini ifodalovchi chiziqni to'g'rilash, masshtab tanlashni osonlashtirish maqsadida koordinata o'qlaridan biriga olingan kattaliklarning kvadrati, kubi, logarifmi va hokazo qo'yilishi mumkin. Grafik chizishda qo'llaniladigan qulay vositalardan biri- koordinata boshini ko'chirish qoidasidir. Bunda koordinata boshiga nol emas, balki o'lchangan kattalikning eng kichik qiymatini qo'yish bilan grafik chiziladigan sathdan unumli foydalanish mumkin. Grafiklar fizik qonuniyatlar xarakterini

ko'rgazmali tasvirlash, analitik ifodalardan kattalikning o'rtacha qiymatini, xatoligini aniqlash imkonini beradi.

1.9-§. LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH TARTIBI

Laboratoriya ishlarini bajarish. Har bir laboratoriya ishini bajarish quyidagi tartib asosida olib boriladi:

1. Ushbu qo'llanmada berilgan laboratoriya ishining tafsiloti diqqat bilan o'qib, chiqiladi va puxta o'zlashtiriladi.

2. Laboratoriya ishlarini bajarish uchun kerak bo'ladigan asbob-uskunalar bilan tanishgandan so'ng qo'llanmaga muvofiq asboblarni o'rnatish yoki qurilmani yig'ishga kirishiladi. Ba'zida ishlar tayyor qurilmada bajariladi.

3. Kuzatish va o'lchash ishlari bajariladi. Ishning bu qismi juda ma'suliyatli bo'lib, uni bajarishda, ushbu qo'llanma ko'rsatmalariga qat'iy amal qilish kerak. Barcha o'lchash natijalari xar bir ish uchun ko'rsatilgan jadvalga yoziladi.

4. O'lchash natijalari ishlab chiqiladi, ya'ni o'lchanayotgan kattaliklar ishchi formulalar yordamida topiladi va uning nisbiy xatoligi foiz hisobida aniqlanadi.

Bajarilgan laboratoriya ishi boyicha hisobot tayyorlash.

1. Ishning nomi va tartib raqami yoziladi.

2. Ishning maqsadi. Bunda bajarilgan laboratoriya ishida tajriba yo'li bilan aniqlanishi kerak bo'lgan fizik kattalik ko'rsatiladi.

3. Ishchi formula. Bunda aniqlanishi kerak bo'lgan kattalikning xisoblab topilgan ishchi formulasi va formulaga kirgan kattaliklarning nomi, shuningdek topilishi kerak bo'lgan kattalikning o'lchov birligi SI sistemada ko'rsatiladi.

4. Jadval yoki grafik. Bunda jadvalga o'lchash natijalari va xisoblab topilgan kattaliklar, absolyut va nisbiy xatoliklarning qiymatlari yoziladi. Agar qo'llanma bo'yicha talab qilinsa, fizik kattaliklarning bog'liqlik grafigi chiziladi.

5. Xulosa. Xulosada tajribadan olingan natijaning mazmuni qisqacha bayon qilinadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. "Xavfsizlik texnikasi" qoidalari nimalarda iborat?
2. Frontal usul nima?
3. Siklli usul deb nimaga aytiladi?
4. O'lchash qanday bosqichlardan tuzilgan?
5. O'lchash qanday vazifalarni bajaradi?
6. Doimiy xatoliklar qanday xususiyatlarga ega?
7. Qanday kattaliklar o'zgarmas yoki o'zgaruvchan hisoblanadi?
8. Tasodifiy xatoliklar qanday xususiyatlarga ega?
9. O'lchashlarning sifatini qaysi xatolik belgilaydi?
10. O'lchashlarning grafik tasviri nima?
11. laboratoriya ishini bajarilishini gapirib bering.
12. laboratoriya ishini hisoboti qanday tayyorlanadi?

IKKINCHI QISM. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

2.1-§. I – LABORATORIYA ISHI.HARORAT VA BOSIM O'LCHASH ASBOBLARINI O'RGANISH

Ishdan maqsad

Harorat va bosim o'lchash asboblari turlarini, tuzilishi, ishlash jarayonlarini o'rganishdan iborat.

Nazariy ma'lumotlar

Harorat (temperatura) to'g'risida tushuncha va uni o'lchash asboblari ishlash jarayonlari.

Harorat jismlarning qizitilganlik darajasini belgilaydi va u issiqlikni o'z - o'zidan uzatish yo'nalishlarini aniqlaydi. Haroratni son qiymatini aniqlash termometrlar yordamida amalga oshiriladi, qaysiki ularning qo'llanilishi turli darajali isitilgan moddalar orasidagi issiqlik alamashinuvi hodisalariga va moddalarning qizigandagi fizik xususiyatining qiymatlariga asoslanadi.

Termometr- grekcha issiqlik-o'lchayman degan ma'noni bildiradi. Bu asbob bilan havo, to'proq, suv va boshqalarning haroratini o'lchash mumkin.

Haroratning o'lchov birligi ° (gradus) deb ataladi. 1976 yildan boshlab haroratni ikki turdagi shkalasi: termodinamik va amaliy harorat shkalalariga amal qilinadi. Bu shkalalar haroratni 0,01 K dan 10000 K gacha o'lchashni bir xilligini ta'minlash uchun mo'ljallangan. Haroratni o'lchov birligi Kelvin (K) bo'lib K harfi Kelvin nomi o'rniga ishlatiladi. Haroratni "gradus" selsiy (C) o'lchov birligi qo'llanilishiga ham ruxsat etilgan. Kelvinda ifodalangan harorat T bilan gradus selsiyda ifodalangan harorat °C o'rtasida quyidagi bog'liqliklar o'rnatilgan.

$$TK = t^{\circ}C + 273,15$$

Harorat o'lchaydigan asboblari ishlashiga asoslanib quyidagi guruhlariga bo'linadi:

- a) *kengayish termometrlari;*
- b) *Manometrik termometrlar;*
- v) *qarshilik termometrlari;*

•g) termoelektrik pirometrlar;

•d) optik pirometrlar.

Haroratni o'lchash uslublari haroratni o'lchash uchun o'lchovchi moddalarning qaysi fizik xususiyatlari haroratni aniqlash uchun foydalanilishiga qarab tasniflanadi, Barcha uslublar ikki asosiy guruhga bo'linadi, ularning har biri o'z navbatida bo'linmalarga ega.

I – guruh. Bevosita uslublar (bevosita tegib turuvchi uslublar).

- o'lchovchi modda o'lchanayotgan tizim (muhit yoki jism) bilan bevosita aloqadorlikka olib kelinadi va ular ham quyidagilardan iborat bo'ladi:

Sinf A. O'lchovchi moddalarning issiqlikdan kengayishiga asoslangan uslublar: a) qattiq jismlarni; b) suyuqliklarni; d) gazlarni.

Sinf B. Elektr qarshilik termometrlari;

Sinf V. Termoelektrik termometrlar.

II – guruh. Bilvosita uslublar: bunda o'lchovchi modda odatda o'lchanayotgan tizimdan ma'lum masofada joylashgan radiometrlar (nurlanishni o'lchagichli) ko'rinishini ifodalaydi va ular ham quyidagilardan iborat bo'ladi:

Sinf A. Mutlaq qora jismlar nurlanishini o'lchash:

a) To'la nurlanuvchi radiatsion pirometrlar; b) Qisman nurlanish uchun optik pirometrlar.

Sinf B. Kulrang jismlar haroratini o'lchovchi asboblari. (Rangli pirometrlar).

HARORAT O'LCHOVCHI ASBOBLARNING TUZILISHI VA ISHLASH TARZI.

Harorat o'lchashning quyidagi 2 guruhiga asoslangan asboblari bilan tanishamiz:

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

a) suyuqlikli shisha termometrlar.

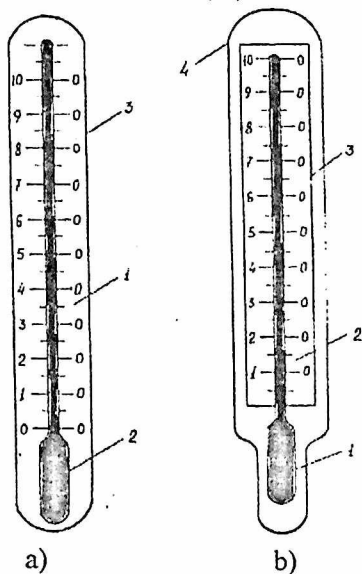
Shisha suyuqlikli termometrlar haroratni – 200 dan +750 °C gacha bo'lgan oraliqdagi o'lchashlar uchun qo'llaniladi.

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 dan +356,86 °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 konstruksiyasini ajratish mumkin. 1. Tayoqsimon (rasm - 1. 1, a) va 2. o'rnatilgan shkalali (rasm - 1.1, b).



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.

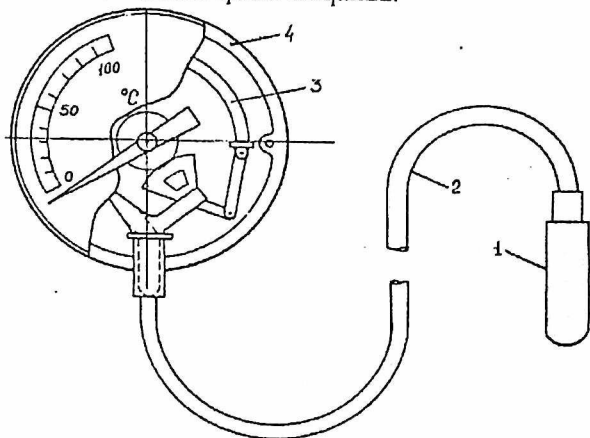
Ikkinchi konstruksiyaning harakterli jihati shundan iboratki, unda shkala kapillyarning sirtida emas balki sut rangli to'g'ri to'rtburchakli shisha plastinadan qilingan bo'lib u silindrik shaklida idishga payvandlangan kapillyar naycha orqasiga o'rnatiladi.

Solingan shkalali termometrlar tayoqsimon termometrlarga qaraganda inersionlikka ega, lekin ular laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida haroratni o'lchashga qulaydir. Ko'pincha suyuqlikli termometrlar metall-dan 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 (1.2 – 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 boylab 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 konstruksiyaning oddiyligiga qaramay katta afzallikdir.

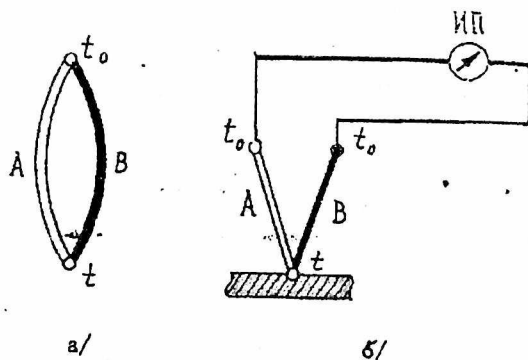
v) Elektr qarshilik termometrlari.

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 $^{\circ}\text{C}$ 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 boyicha u turgan muhit haroratini bilish mumkin. Qarshilik termometrlarida o'lchashni muvozanatlashtiruvchi ko'prikan 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 $+1000$ $^{\circ}\text{C}$ gacha o'lchash imkonini bersa, mis qarshilik termometrlari esa -50 dan $+180$ $^{\circ}\text{C}$ 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 (1.3,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 zanjiming 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.Y.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.Y.K. ni o'lchash uchun millivoltmetr yoki potensiometr ulanishi mumkin va shu tariqa termojuft hosil bo'ladi. (1.3,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 I ni harorat o'lchaydigan muhitga joylashtiriladi. Termojuftning ikkinchi tomoni (sovuq tomon) o'zgarmas haroratga ega bo'lsa, termoEYuk qiymati boyicha termojuftning issiqlik tomonini bilish mumkin. Termojuftni darajalashda (graduirovka) 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 termoelektrodlil termojuftlar.

2. Qiyin eruvchi birikmalar, ularning grafit bilan yoki boshqa metallar bilan aralashmasidan tayyorlangan termoelektrodlil termojuftlar.

Birinchi 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 $3000 \div 3500^{\circ}\text{C}$ gradusgacha bo'lgan haroratni o'lchaydi.

Umuman olganda termojuftlar -200°C dan $+3500^{\circ}\text{C}$ bo'lgan harorat diapazonini aniqlashga imkon beradi.

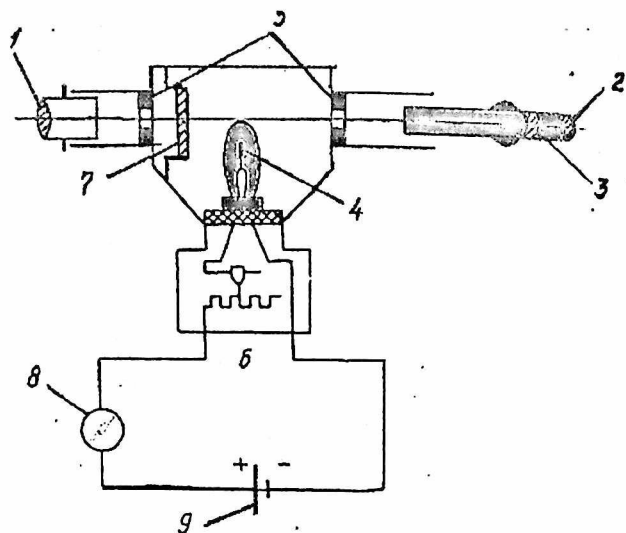
II. Harorat o'lchashning bilvosita usullariga asoslangan asbob-larga quyidagilar kiradi:

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" umum sanoat 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 (1.4 – 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

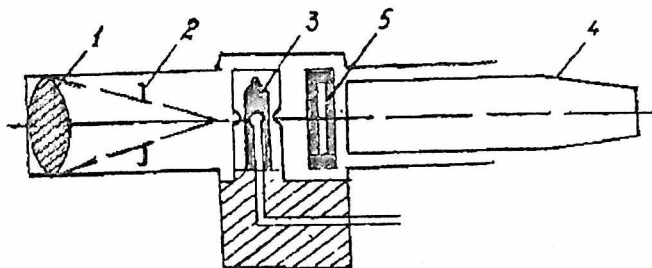
Ob‘ektiv 1 fokusida 5 yoy shaklidagi volfram simi bo‘lgan pirometrik lampa 4 joylashtirilgan. Optik pirometrlarda harorat o‘lchash qoidasi quyidagicha: teleskopni nur chiqarayotgan jismga qaratib ob‘ektiv buramasini aylantirish bilan harorati o‘lchanayotgan jismni aniq ko‘rinish dajarasiga keltiriladi.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

qoyilishi mumkin, lekin lampa simining yorug'ligi nurlanish manbaining yorug'ligi bilan tenglashganda u o'z joyiga o'rnatilishi kerak.

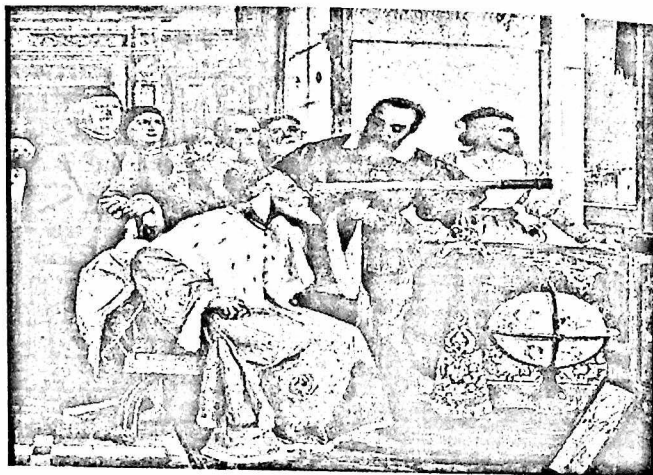
b) **Radiatsion pirometrlar.** Ularning ishlash tarzi harorati o'lchana-yotgan jism chiqarayotgan nurning issiqlik haroratiga asoslangan. Nurlar konsentratsiyasini (jonlanishi) egik oyna yoki linza 1 orqali bajariladi (1.5 - rasm).



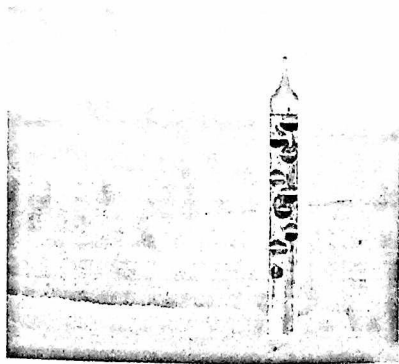
1.5 – rasm. Radiatsion pirometr.

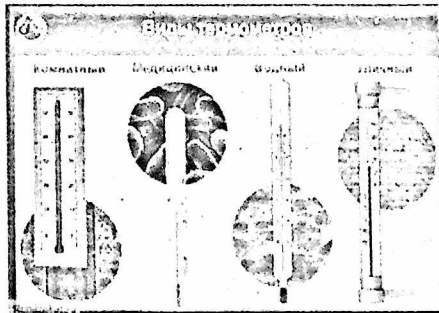
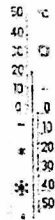
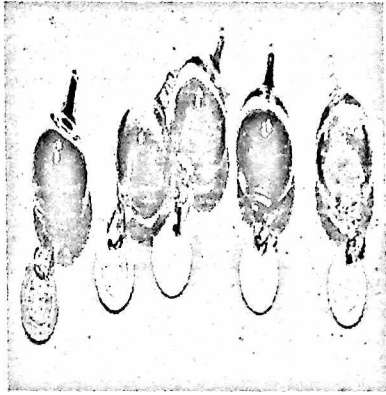
Issiqlik ta'sirini (sezuvchi) element sifatida radiatsion pirometrlarda bir qancha termojufti 3 bo'lgan termobataryalar qo'llaniladi. Radiatsion pirometr qo'zg'almas diafragma ega bo'lgani uchun 2 - fokus shakli to'g'rilanishi uchun harakatlanuvchi okulyar 4 va rangli yoki xira ximoya oynasi 5 o'rnatilgan 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.

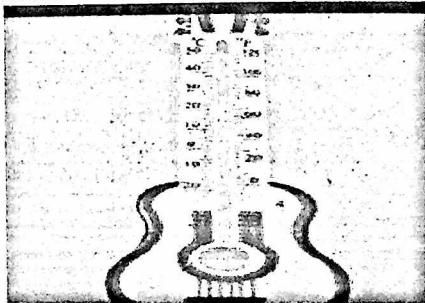
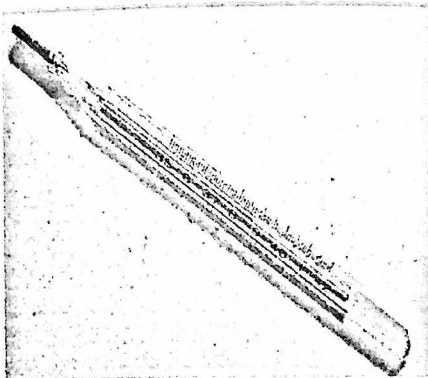
HARORAT O'LGHASH ASBOBLARI HAQIDA QO'SHIMCHA MA'LUMOTLAR



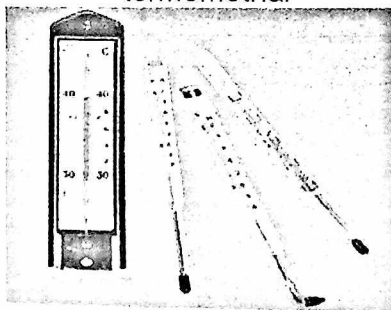
Termometrni birinchi bo'lib 1597 yilda Galileo Galile yaratgan.
Bu suv termometrining shkalasi bo'lmagan.

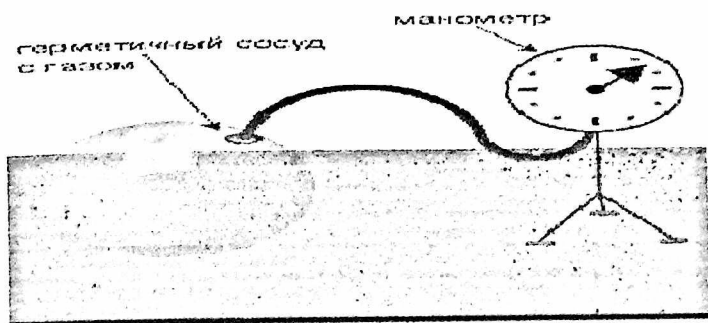




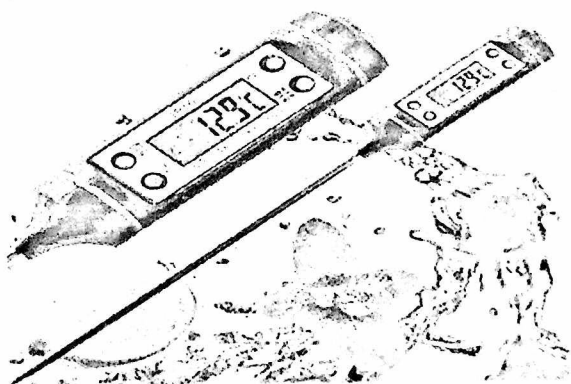
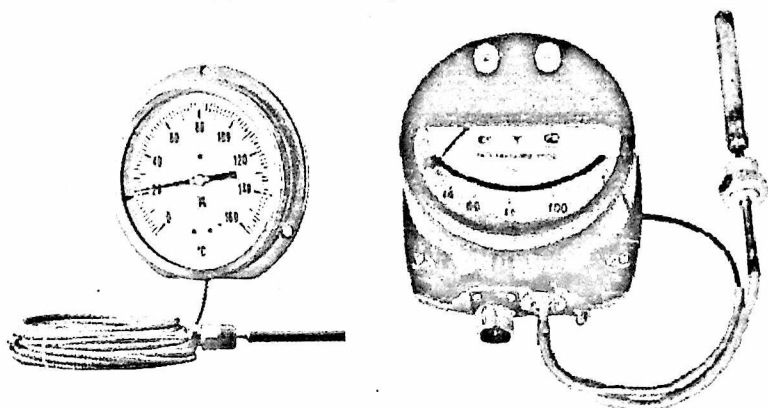


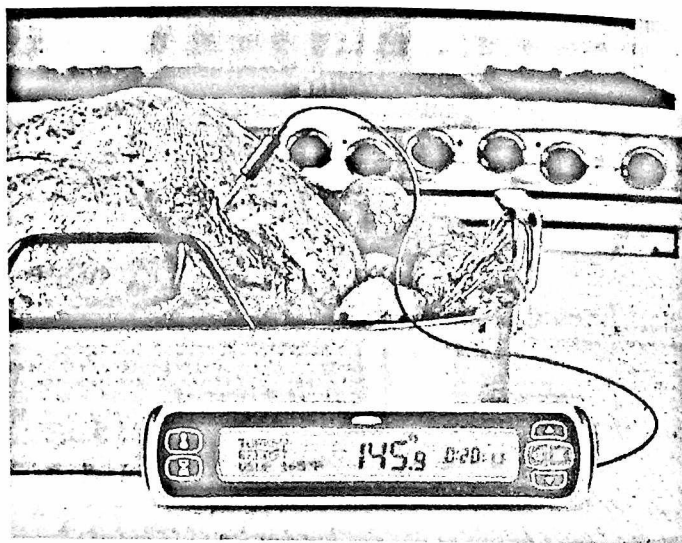
Inkubatorlarda ishlatiladigan termometrlar



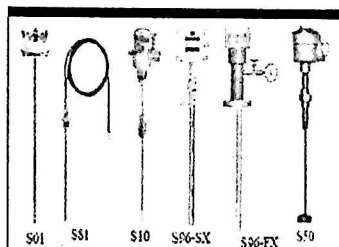
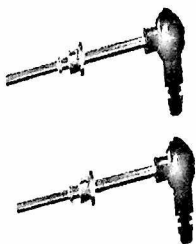


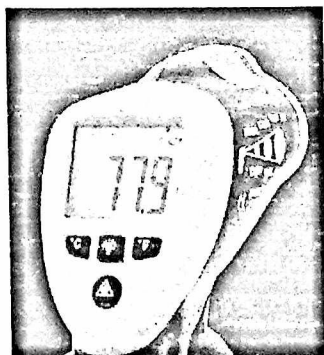
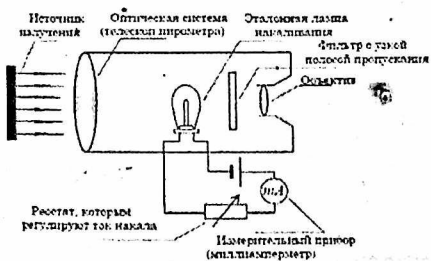
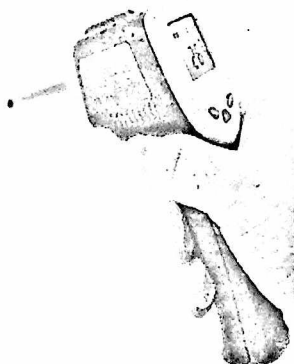
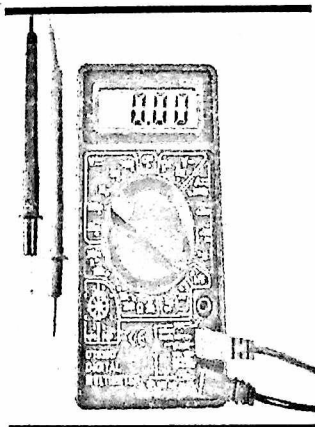
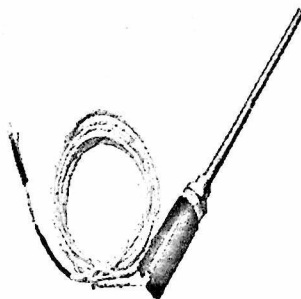
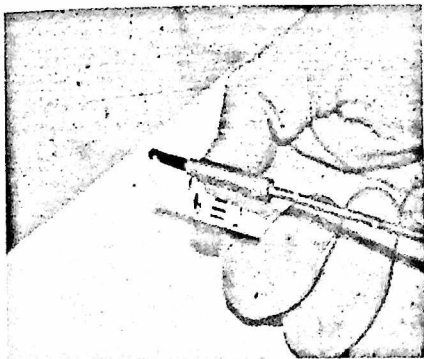
Газовый термометр.



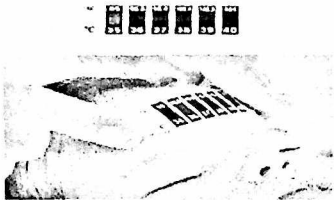


Platinali Elektr qarshilik termometrlari

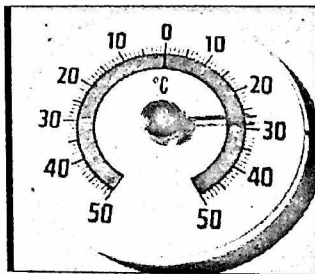
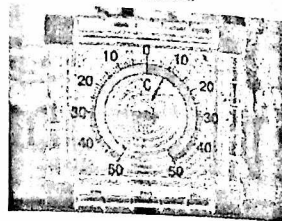




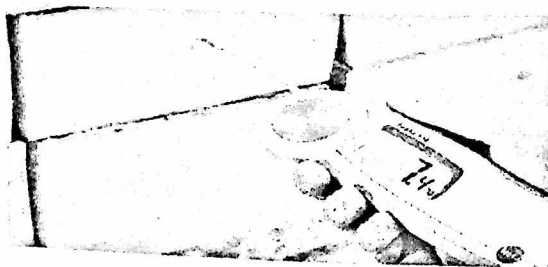
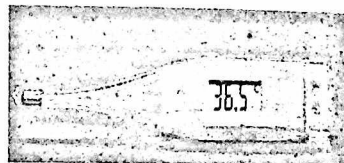
Temperatura indikatorlari (termoest)
- polimer plastinka qoplamali suyuq kristallar



Derazaga o'rnatilgan mexanik
termometr



Elektron meditsina termometri



BOSIM KO'RSATKICHINI ANIQLOVCHI ASBOBLAR.

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.

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

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

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

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. Prujinali asboblarda aniqlanayotgan bosim prujinaning egiluvchanligi bilan belgilanadi. Bosimni aniqlovchi qiymat bo'lib prujina elementining deformatsiyasi 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

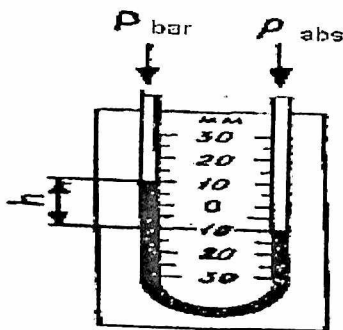
Suyuqlikli monometrlar bosim o'lchovchi asboblarda eng oddiy bo'lsa ham yuqori aniqlik darajasiga ega. Bu monometrlarning kamchiligi shundan iboratki ular yordamida uncha katta bo'lmagan bosimlarni o'lchash mumkin.

a) U – shakli monometrlar bo'lib, ular 1.6 – rasmda ko'rsatilganidek U harfi shaklida egilgan shisha naychadan iborat. Naycha shaklali 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: $R_{\text{ort}} = hg(\rho - \rho_c)$, Pa

bu yerda g – erkin tushish tezlanishi;

h – suyuqlik balandliklari farqi;

ρ – suyuqlik zichligi



1.6 – rasm. U – simon manometr.

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

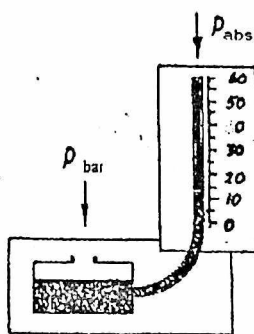
Mm simob ustuni mm, suv ustunidagi bosim qiymatini Pa ga aylantirish uchun 130, 322 yoki 9,866 ga ko'paytiriladi.

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 vakumni 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:

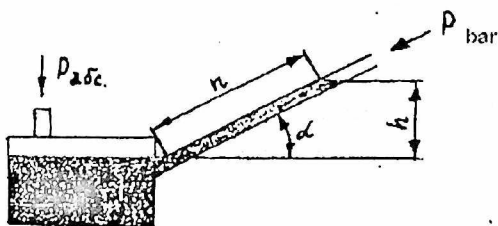
Mikromonometrlarni laboratoriya laboratoriyalarida va sanoat korxonalarida issiqlik kuchlanish uskunalarini sinash jarayonlarida havo va

agressiv boʻlmagan gazlarning kichik bosimlarini siyrakligini bosim farqlarini oʻlchashda qoʻllaniladi. Mikromonomterlarning eng sodda turi bu egilgan nayli monometr boʻlib oʻlchov naychasi gorizontal yoki vertikal emas balki burchak ostida oʻrnatilgan idishli monometrlardan iborat (1.8 - rasm).

Bu holda $h = n \sin \alpha$

Bu yerda h - oʻlchanayotgan bosim suyuqlik ustuni balandligi mm
 n - egilgan naychadagi suyuqlik ustuni uzunligi.

Egik naychani monometrga misol qilib oʻlchash chegarasi 25, 40, 63, 100 mm suv ustuni boʻlgan yagona parametrlarni keltirish mumkin. Bu asboblarda oʻlchash xatoligi +1,5 %.



1.8 - rasm. Mikromanometr

Laboratoriya sharoitida yuqori aniqlikda oʻlchash uchun va koʻrsatmali asbob sifatida maxsus konstruksiyali asboblarda egilish burchagi oʻzgaruvchan nayli MKK turdagi mikromonomterlar qoʻllaniladi. Bu turdagi asboblarda yon tomonga oʻlchash shkalasi belgilangan shisha naycha 2 bilan biriktirilgan keng idishdan 1 iborat. Idish yustament 3 oʻrnatilgan oʻlchash naychasi 2 buriluvchi kronshteyn 4 ga oʻrnatilgan u turli burchak ostida naychani oʻrnatish imkonini beradi.

0,1;0,2;0,3;0,4 sonlari naycha oʻrnatilgan burchakka mos shkala koʻrsatkichi aniqlik kirgizuvchi qiymatdir. Yana asbob oʻrnatilishi tekisligini koʻrsatuvchi 2 ta vint bilan taʼminlangan. Oʻlchash naychasida

suyuqlikni shkalasidagi 0 belgisiga keltirish uchun siqib turuvchi uskunalar oʻrnatilgan.

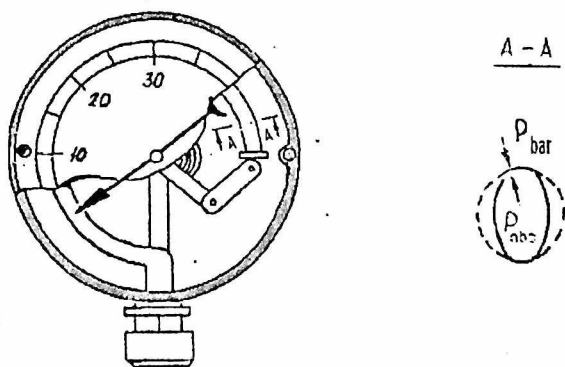
Minus koʻrsatkichini 0 ga keltirish uchun idish 1 dagi suyuqlik sathini qurilma 5 yordamida siqib turuvchi 6 bilan bogʻlangan vint qurilmasi 7 yordamida siqib turuvchisi 6 naychadagi suyuqlik sathi 0 belgisiga urilmaguncha buraladi. Asbob qopqogʻida koʻp yoʻlli jumrak 8 oʻrnatilgan boʻlib u idish yoki naychani berilgan sirtga bosim yoki siyraklik oʻlchashga qarab oʻlchashga xizmat qiladi. MMn turidagi mikromonometrilar oʻlchash chegarasi 0 – 120, 0 – 150, 0 – 250 mm, suv ust. qilib ishlab chiqariladi.

Prujinali bosimni oʻlchaydigan asboblilar:

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

Nay prujinali manometrlar. Bosim va siyraklikni oʻlchashda amalda mexanik monometrlar ichida bir oʻramali nay prujinali (Burdon prujinasi) monometr keng tarqalgan.

Bunda egiluvchan element boʻlib 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.

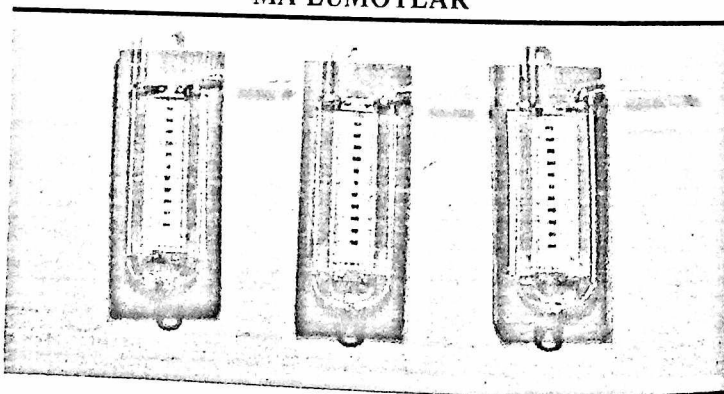
O'rganilgan asboblarda to'g'risida hisobot tayyorlash.

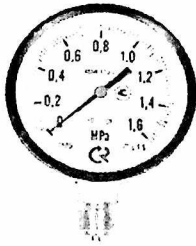
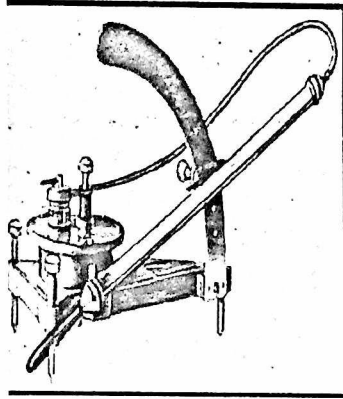
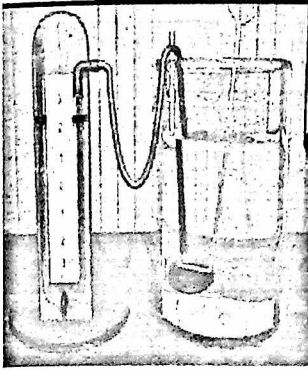
Ushbu hisobotda talabalar termometrlar, monometrlar, ularni turlari haqida qisqacha ma'lumotlarni tuzilish sxemalarni keltiradilar. Shuningdek ularni asosiy xossalari, kamchiliklari, o'lchash diapozonlari hamda qo'llanish sohalari haqida hisobotlar beradilar.

LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

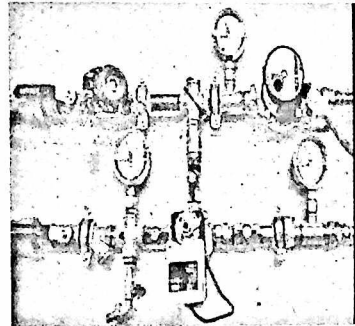
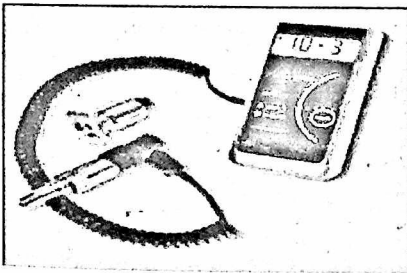
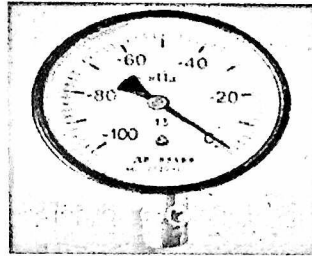
1. Harorat o'lchovchi asbob deb qanday asbobga aytiladi?
2. Termometrlarning qanday turlari bor?
3. Termometrlardan qaearlarda foydalaniladi?
4. Bosim va uning o'lchash asboblari ayting?
5. Termometr va monometrlarni afzalliklari hamda kamchiliklarini sanab o'ting?

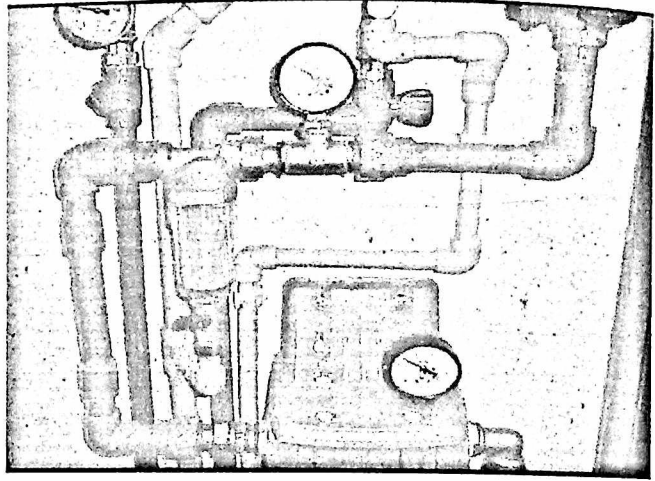
BOSIM O'LCHASH ASBOBLARI HAQIDA QO'SHIMCHA MA'LUMOTLAR





Vakuumetr





2.2-§.II –LABORATORIYA ISHI.HAVONING ISSIQLIK SIG‘IMINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

Havoning doimiy bosim ostida o‘rtacha solishtirma issiqlik sig‘imini xona harorati 20 °C dan 60 °C gacha bo‘lgan oraliqda aniqlash.

Nazariy ma‘lumotlar

Termodinamikaning differentsial tenglamalari moddalarning kalorik, ya‘ni issiqlik holati (i , u , c_p , c_v) xususiyatlarini termodinamik parametrlar va moddalarning asosiy termodinamik xossalari termik kengayuvchanlik $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$; $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ lari orqali ifodalash imkonini beradi.

Shunday qilib, real gazlarni kalorik xususiyatlarini to‘g‘ridan – to‘g‘ri eksperimental aniqlash kerak bo‘lmaydi, bu holat o‘lchashlardagi yo‘l qoyiladigan xatoliklar bilan bog‘liq. Asosiy differentsial tenglamalar quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\text{Entalpiya uchun } \left(\frac{\partial i}{\partial p}\right) = -T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p + v \quad (2.1)$$

$$\text{Issiqlik sig‘imlari uchun } \left(\frac{\partial c_p}{\partial p}\right)_T = -T\left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p; \quad (2.2)$$

$$\left(\frac{\partial c_v}{\partial p}\right)_T = T \left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v; \quad (2.3)$$

Shunday qilib masalan (2.2) tenglamadan real gazni issiqlik sig'imi s_r qiymatini berilgan haroratda, agar termik kengayuvchanlikni $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$; eksperimental qiymatlari berilgan bo'lsa, s_r ni aniqlash mumkin:

$$C_p = C_{p_0} - T \int_{p_0}^p \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p dp \quad (2.4)$$

Agar moddalarni asosiy termodinamik xossalarini eksperimental qiymatlari yoki ularning holatini hisoblash mumkin bo'lgan tenglamalar ma'lum bo'lsa (2.1) va (2.3) tenglamalardan amaliy hisoblashlar uchun foydalanish mumkin.

Real gazlarning eng sodda holat tenglamasi bo'lib – Vander – Vaal's tenglamasi hisoblanadi

$$(p + a/v^2) \cdot (v - b) = RT. \quad (2.5)$$

Tenglama (5) molekullarni oxirgi hajmini hisobga oluvchi tuzatma b ni va ularning o'zaro tortishish kuchlarini hisobga oluvchi bosim a/v^2 tuzatmasini nazarda tutadi. Alohida moddalar uchun doimiylar a va b ni kritik parametrlar orqali aniqlash mumkin. Kritik bosim p_{kr} va kritik harorat T_{kr} orqali quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$a = 27R^2T_{kr}^2/(64p_{kr}); \quad b = RT_{kr}/(8p_{kr}) \quad (2.6)$$

Gaz doimiysi esa ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$R = 8314,3/\mu \quad (2.7)$$

Vander-Vaal's tenglamasi aniqligi yuqori emas, shuning uchun, hozirgi paytda gazlar holat tenglamasini nazariy asoslangan virial ko'rinishdagi zichlik ρ darajalari boyicha siqiluvchanlik koeffitsiyenti z qatoriga yoyilgan yagona holat tenglamasidir.

$$R_0/RT = 1 + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + \dots + \quad (2.8)$$

Bunda $\rho = \frac{1}{v}$; a, B, C, D - ikkinchi, uchinchi, to'rtinchi va h.k. deb ataluvchi virial koeffitsientlar.

Tenglamalardagi har bir virial koeffisientlarni gazning molekular xususiyatlari asosida aniqroq izohlash mumkin.

Ikkinchi virial koeffisient B ikki molekulaning o'zaro ta'siri natijasida ideal gazning holat tenglamasidan og'ishni hisobga oladi, uchinchi koeffisient D esa, uchta molekulani o'zaro ta'sirini hisobga oladi va h.k.

Shunday qilib virial holat mikroskopik eksperiment natijalarini tenglamasi molekularning o'zaro ta'sir nuqtai nazaridan tushuntirib beradi. Real moddalarning termodinamik xossalarini o'rganishning eksperimental usullari holat

tenglamasining virial koeffisientlarini aniqlashga va o'rganilayotgan moddaning termodinamik xususiyatlarini hisoblashga imkon beradi. Virial koeffisientlarini laboratoriyada aniqlash uchun bosim p , harorat va solishtirma hajmi v ni o'lchash lozim bo'ladi. Entalpiya va issiqlik sig'im laboratoriyada kalorimetr bilan aniqlanadi. O'rganilayotgan modda miqdori oldindan ma'lum kalorimetrik idishga joylashtiriladi. Bug' va gazlarning issiqlik sig'imini aniqlash paytida oqizuvchi kalorimetrdan foydalanadi, qaysiki kalorimetr detallarini qizitishga ketayotgan issiqlik qismini va issiqlik yo'qotilishlarini moddaning kalorimetr orqali o'tayotgan miqdorini oshirish hisobiga anchagina kamaytirish mumkin.

Issiqlik sig'imini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$\bar{c}_p = \frac{Q}{M(t_2 - t_1)} \quad (2.9)$$

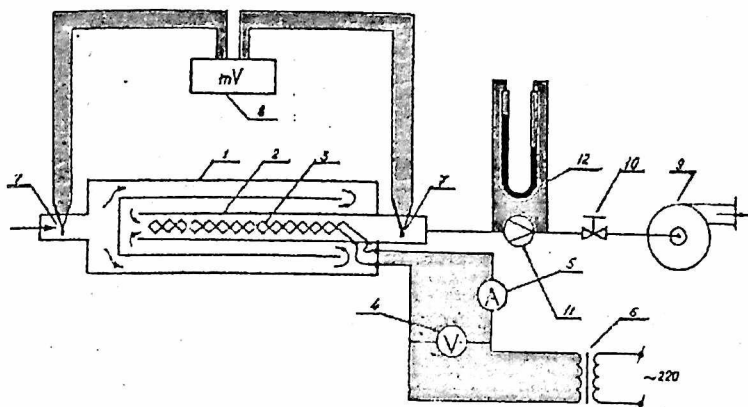
bunda: Q – moddaga vaqt birligi ichida berilayotgan issiqlik miqdori J/s;

M – moddaning massaviy sarfi (kg/sek)

t_1 t_2 – laboratoriyaning boshlang'ich va oxiridagi harorati ($^{\circ}$ C)

Qizdiruvchi kalorimetr – qurilmaning ishchi qismi hisoblanadi (2.1-rasm). Sirti ko'p yo'lli, ichida shisha naycha 2 va elektr qizdirgich 3 joylashtirilgan issiqlik almashinuv apparati *kalorimetr*ni 1 tashkil qiladi. Havoning oqimi tashqi kanallarda adiabatik, ya'ni issiqlik almashmaydigan sharoit yaratib beradi.

Kalorimetr – qizdirgichga berilayotgan elektr toki kuchlanishini voltmetr 4, tok kuchini ampermetr 5 bilan o'lchanadi va avtotransformator yordamida rostlanadi.



**2.1- rasm. Qizdiruvchi kalorimetrik qurilma.
Laboratoriya qurilmasining tavsifi.**

Kalorimetrlning kirish va chiqishdagi havo haroratini TXK turidagi termojuftlar 7 bilan o'lchanadi. Termojuftlardagi E.Y.K. potentsiometr (millivoltmetr) 8 da qayd qilinib boriladi.

Shamolparrak 9, havoni kalorimetr orqali harakatini ta'minlaydi. Havoning sarfi to'siq 10 bilan rostlanadi va standart diafragma 11 bilan, bosimlar farqi esa U simon monometr 12 bilan o'lchanadi.

Laboratoriyani bajarilish tartibi.

Shamolparrakni yurg'izib quvurdagi to'siq ochiladi. Kalorimetr qizdirgichi yoqiladi. Avtotransformatr 6 yordamida o'qituvchi tomonidan berilgan boshlang'ich kuchlanish o'rnatilsin. Ampermetr va voltmeter ko'rsatkichlari yozib olinadi. Turg'un holat o'rnatilgunga qadar kutiladi, ya'ni kalorimetrlning kirish va chiqishdagi havo haroratini qayd qiluvchi potentsiometrlning o'zgarmas ko'rsatkichlarini karakterlaydigan holatgacha va o'lchov asboblari ko'rsatkichlarini yozib olishga o'tiladi. Barometr yordamida atrof - muhitning bosimi o'lchanadi. Bosimlar farqi Δp boyicha va havo sarfi standart diafragma uchun berilgan jadvaldan aniqlanadi.

Havoning quyidagi sarflari uchun o'lchash ishlarini bajaring va o'lchash seriyasini takrorlang. O'lchashlar natijalarini kuzatish jadvaliga yozing.

№	I_i, V	$M_i, \text{kg/sek}$		$M_i, \text{kg/sek} = 6,6 \cdot 10^{-1}$	
1	42	24	30	25	26
2	55	25	40	25	31
3	65	25	50	25	37

O'lchashlar natijalariga ishlov berish

Laboratoriya natijalari boyicha havoning bosimi o'zgarmas bo'lgandagi o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imini (2.9) ifodadan aniqlash zarur.

Laboratoriya haroratlari past bo'lganligi tufayli kalorimetrdagi issiqlik yo'qotishlar kichik bo'ladi. Shuning uchun ularni inobatga olmasa ham bo'ladi.

1. Havoning soatbay sarfini ushbu ifodadan aniqlaymiz

$$M = 0,01252\alpha \cdot \varepsilon \cdot k_i^2 d^2 \sqrt{\Delta P \rho} \text{ kg/soat}$$

bunda

α - sarf koeffitsiyenti;

ε - havoning kengayishini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsiyenti;

k_i - diafragma va quvurlarni issiqlikdan kengayishini hisobga oluvchi tuzatma koeffitsiyenti;

d - diafragma teshigi diametri, mm

ΔP - diafragmadan oldingi va keyingi bosimlar farqi;

ρ - havoning diafragmagacha bo'lgan zichligi, kg/m

1. Havoga berilayotgan issiqlik miqdorini aniqlang
2. Kalorimetrdagi kirishi va chiqishidagi haroratlarni ayirmasini aniqlang
3. Havoning o'rtacha izobarik issiqlik sig'imini hisoblang.

LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. O'rtacha issiqlik sig'imi nima?
2. Ushbu ishda atrof muhitga issiqlik yo'qotishlar hisobga olinadimi? Havo sarfi qanday o'lchanadi?
3. Real gazlarni qanday holat tenglamalarini bilasiz?
4. Havoning kiritik harorati deb nimaga aytiladi?
- 5.

2.3-§. III- LABORATORIYA ISH.NAM HAVONING PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishdan maqsad.

Nam havoning holatini o'rganish laboratoriyani bajarishda qo'shimcha malakaga ega bo'lish va vazifani yechish uchun holat $i - d$ diagrammasini qo'llash.

Nazariy ma'lumotlar

Quruq havo bilan suv bug'ining aralashmasiga nam havo deb ataladi. Nam havo sovutish qurilmalari, havoni kondisionerlash sistemalarida va texnikaning boshqa soxalarida ishlatiladi. Shuning uchun nam havoning termodinamik xossalarini bilash juda muhimdir. Uzining fizikaviy xolatiga ko'ra nam havo ideal gazga yaqin. Quruq havo bilan tuyingan suv bug'i aralashmasiga tuyingan nam havo deb ataladi.

Nam havoning umumiy bosimi Dalton qonunidan aniqlanadi. Ya'ni, nam havoning bosimi tarkibidagi quruq havo va suv bug'ining parsial bosimlarining yig'indisiga teng:

$$R_{nam} = R_q + R_{suv}, \quad (3.1)$$

bunda, R_q – quruq havoning parsial bosimi,

R_{suv} – suv bugining parsial bosimi.

Parsial bosimda 1 m^3 nam havodagi bug' massasiga absolyut namlik deb ataladi. Absolyut namlik son jihatdan bug'ning parsial bosimdagi zichligiga ρ_p teng kattalikdir. (kg/m^3 ; g/m^3)

Agar tuyingan havoni o'zgarmas bosimda sovuta boshlasak, shunday harorat hosil bo'ladiki, bunda bug' tuyina boshlaydi. Bu harorat nam havoning shudring nuqtasi deb ataladi.

Shudring nuqtasi τ_r yoki t_r bilan belgilanadi. Agar havoni shudring nuqtasidan past haroratda sovutilsa, bug' kondensatsiyalana boshlaydi va tuman hosil bo'lib, havo o'ta tuyingan xolatni oladi.

Nam havoning nam saqlami deb nam havo tarkibidagi bug' massasining quruq havo massasiga nisbatiga aytiladi:

$$d = \frac{m_p}{m_v}; \quad (3.2)$$

bunda, m_p – nam havo tarkibidagi bug‘ massasi, kg;

m_v – quruq havo massasi, kg.

Nam saqlami g/kg, kg/kg da o‘lchanadi.

Namlik saqlami parsial bosim orqali quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$d = 0,622 \cdot \frac{P_b}{(P - P_b)}; \quad (3.3)$$

$$\text{bundan,} \quad P_b = P \frac{d}{0,622 + d}; \quad (3.4)$$

Tuyinmagan havo absolyut namligining shu haroratdagi havoning mumkin bo‘lgan eng katta absolyut namligiga nisbatiga havoning nisbiy namligi deb ataladi.

$$\varphi = \frac{\rho_b}{\rho_{\max}} \quad (3.5)$$

a) tuyinmagan havoda $\varphi < 1$ yoki $\varphi < 100\%$

b) tuyingan havoda $\varphi = 1$; $\varphi = 100\%$

Agar $\varphi = 0$ bo‘lsa – quruq havo, $\varphi = 1$ – namlik bilan tuyingan havo tushuniladi.

Nisbiy namlik nam saqlami orqali quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\varphi = \left[\frac{d}{(0,622 + d)} \right] \left(\frac{P}{P_{\max}} \right) \quad (3.6)$$

Nam havoning zichligi, gaz doimiysi va entalpiyasi

1) zichligi:

$$\rho = \rho_b + \rho_v, \quad (3.7)$$

2) Gaz doimiysi

$$R = \frac{8314,2}{\mu} = \frac{8314,2}{(\mu_v r_v + \mu_p r_p)}; \quad (3.8)$$

3) Entalpiyasi

$$i = i_v + d i_p \quad (3.9)$$

1 kg quruq tuyingan bugning kichik bosimlardagi entalpiyasi

$$i_p = 2490 + 1,97 t_p, \quad (3.10)$$

U holda nam havoning entalpiyasi quyidagiga teng:

$$i = t + (2490 + 1,97 t_p) d, \quad (3.11)$$

Biroq nam havodagi jarayonlarni hisoblash uchun *id* diagramma katta qulaylik tug'diradi. Bu diagrammada ordinata o'qi boyicha nam havoning entalpiyasi qiymatlari joylashtirilgan absissa o'qi boyicha esa nam saqlash qiymatlari, qaysiki ordinata o'qiga nisbatan 135° burchak ostida o'tkazilgan. Diagrammada (1 – rasm) quyidagi chiziqlar o'tkazilgan: o'zgarmas entalpiyalar chizig'i (to'g'ri, ordinata o'qiga parallel) nam havoning o'zgarmas harorat chiziqlari, havoning nisbiy namligi chiziqlari diagrammada, shuningdek, uzuk – uzuk ho'l termometr izoterma chiziqlari ham joylashtirilgan. Diagrammaning pastki qismida o'ng tomonda joylashgan ordinata o'qi bilan bug'ning parsial – ulush bosimi chiziqlari ko'rilgan.

Nam havoni isitish (sovitish) jarayoni – havoning namlik saqlashi o'zgarmas bo'lganda amalga oshiriladi. *i – d* diagrammada bu jarayonni tik A–B to'g'ri chizig'i aks ettiradi. Nam havoni sovutish jarayoni faqat havoni tula tuyinish C–D chiziq $\varphi = 100$ holatigacha bo'ladi.

Havoni sovutishni yanada davom ettirilsa namlik o'ta tuyingan xolatga keladi va suv bug'larining kondensatsiyalanishi materialda shudring ko'rinishda kechadi.

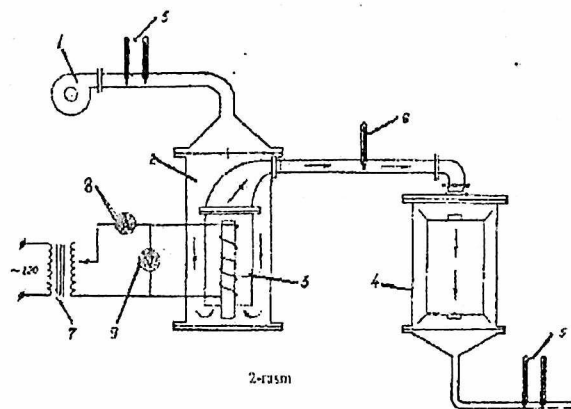
Kondensatsiyalanish – bug'ni qayta suyuqlikka aylanish jarayoni D–E shartli ravishda $\varphi = 100$ chiziq boyicha namlik saqlashni kamayish tomonga qarab kechadi deyish mumkin. Bunda kondensatsiyalanish natijasida hosil bo'lgan namlik miqdori namlik saqlashlar ayirmasi bilan aniqlanadi.

Moddani kuritish jarayoni *V*– issiqlik yo'qotishlar va suyuqlikni qizitish *G* sarflanadigan issiqlik yo'q bo'lganda nam havoning entalpiyasi o'zgarmas bo'lganda roy beradi. Issiqlik yuqotishlar bo'lganda esa, kuritish jarayonini sharti ravishda *V – K* chizig'i bilan aks ettirish mumkin.

Laboratoriya qurilmasini tavsifi. Laboratoriya qurilmasini prinsipial tasviri 3.1-rasmda ko'rsatilgan. Havo ventillar (1) yordamida aerodinamik quvur (2) ga purkaladi. Aerodinamik quvur ichida kalorifer (elektr qizdirgich) (3) o'rnatilgan, so'ng quritish kamerasidan (4) o'tadi. Kaloriferga kirayotgan havoning namligini psixometr (5) yordamida aniqlanadi. Termometr 6 kalorifer yoki quritish kamerasidan keyin havoning haroratini o'lchashga xizmat qiladi. Elektr qizdirgich (3) avtoransformator (7) orqali o'zgaruvchan 220 voltli tarmoqqa ulangan. Zanjirdagi tok kuchini

ampermetr 8, kuchlanishni 9 bilan o'lchanadi. Quritish kamera-siga quritishi lozim bo'lgan ip – gazlama maxkamlangan ushlagich joylashtirilgan.

Laboratoriyani bajarish tartibi. Havoning isitish jarayoni. Shamolparakning (1) elektromotori (10) yoqiladi. Havo quvur boyicha ma'lum tezlik bilan harakatlanib birin – ketin psixometr (5) kalorifer (3) va termometr (6) ni yuvib utadi. Tarmoq kalorifer (3) ni ulab, avtoransformator (7) yordamida berilgan tok kuchini (ampermetr 8 boyicha) va kuchlanishni (voltmetr 9 boyicha) o'rnatiladi. Butun laboratoriya davomida ampermetr va voltmetr ko'rsatishlari o'zgarماسligi zarur.



3.1 – rasm. Laboratoriya qurilmasini prinsipl tasviri.

Turg'un holatga erishilganda, ya'ni psixometr (5) va termometr (6) ko'rsatishlari o'zgarماسdan qolganda, jarayonning barcha parametrlarini o'lchash belgilanadi. Psixrometr, termometr, ampermetr va voltmetrlarning birinchi ko'rsatishini yozib olinadi. Laboratoriya davomida laboratoriya-ning muddati (15) daqiqa: har (3) daqiqadan so'ng aytib o'tilgan barcha parametrlar o'lchashlarini 1 – jadvalga yozib borilishi kerak.

1 – jadval

№	Psixrometr		Termometr	Kalorifer	
	$t_k^1, ^\circ C$	$t_x^1, ^\circ C$	$t_2, ^\circ C$	U	B

Havoni namlashtirish jarayoni.

Laboratoriyani boshlashdan oldin gazlamani namlab aerodinamik quvurga kiritiladi va mahkamlanadi. Shamolparrak yurgiziladi. Turg'un holatga erishilgandan so'ng psixrometr va termometr ko'rsatishlari yoziladi.

Keyin har bir 3 daqiqa davomida barcha asboblarni ko'rsatishlarini 2 – jadvalgi yoziladi.

2 – jadval

№	Psixrometr		Termometr	Kalorifer	
	$t_K^3, ^\circ C$	$t_x^3, ^\circ C$	$T_2, ^\circ C$	U, V	

O'lchashlar natijalariga ishlav berish.

Laboratoriya bajarilib bo'lingandan so'ng, ulchash natijalarini o'rtacha qiymatiga ketirilsin va havoni isitish va namlashtirishda kechayotgan jarayonlarni $i - d$ diagrammaga ko'rilsin. Ho'l termometr ko'rsatishi va haroratlarni psixrometrik ayirmasi boyicha jadvaldagi havoning nisbiy namligini aniqlang, 1 – xolda kaloriferga kirishdagi (isitish jarayoni) hamda 2 – xolda quritish kamerasiga kirishda (havoni namlantirish jarayoni) 3.1 – rasmdagi 1 – nuqta, «quruq» va «ho'l» termometrlar ko'rsatishlari boyicha aniqlanadi va qurilmaga kelayotgan havoning xolatini ifodalaydi. Havo kaloriferga qizdirilgandan keyingi xolatini 2 – nuqta belgilaydi. 2 – nuqtaning joyi $d_1=d_2=const$ izoterma t_2 kesishgan joyga aniqlanadi. Qurilmadan chiqayotgan havoning 4 – nuqtadagi xolatini quruq va ho'l termometrlar ko'rsatishlari boyicha aniqlanadi. Havoni chiqishi qisqa quvurdagi sovutish jarayoni namlik saqlashni o'zgarmligi bilan ifodalanadi, shuning uchun

3 – nuqta $i - d$ diagrammada $d_4=d_3=const$ izoterma t_3 kesishgan nuqtada topiladi. Havoni namlantirish (gazlamani quritish) jarayoni $i - d$ diagrammada shartli 2 – 3 to'g'ri chiziqda ifodalanadi. (3.6) va (3.7) tenglamalar boyicha kattaliklar qiymatlarini hisoblab, 3 – va 4 – jadvallarga nam havoning barcha parametrlari qiymatlarini yozing.

Havoni isitish jarayoni

3 – jadval

$\varphi, \%$	$t, ^\circ\text{C}$	$i, \text{kJ/kg}$	g/kg	ρ <i>mm.sim.ust.</i>	$Rj/\text{kg}\cdot\text{K}$	$\gamma,$ kg/m^3

Havoni namlantirish jarayoni

4 – jadval

$\varphi, \%$	$t, ^\circ\text{C}$	$i, \text{kJ/kg}$	g/kg	ρ <i>mm.sim.ust.</i>	$R, \text{j/kg}\cdot\text{K}$	$\gamma,$ kg/m^3

LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. Nam havoning holatini belgilovchi asosiy parametrlarni sanab chiqing.
2. Havoning mutloq namligini ta'riflang.
3. Havoning nisbiy namligini ta'riflang.
4. Nam havoning «namlik saqlami» atamasini nimaligini tushuntirib va uning o'lchov birligini ko'rsating.
5. $i - d$ diagramma chiziqlari ma'nosini tushuntiring.

2. 4-§. IV-LABORATORIYA ISHI. GORIZONTAL QUVURNING ISSIQLIK BERUVCHANLIK KOEFFISIENTINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

Havoning erkin harakatlanishida issiqlik berish nazariyasi bo'yicha bilimni mustahkamlash va tajriba o'tkazishga ko'nikma hosil qilish.

Ishni bajarish natijasida havo (suyuqlik)ning katta hajmda erkin harakatlanishida konvektiv issiqlik almashinuvi o'rganilishi, shuningdek issiqlik berish koeffisientining turli omillarga bog'liqligi aniqlanishi kerak.

Vazifa.

1. Havoning erkin konveksiya sharoitida gorizontaal quvurning o'rtacha issiqlik berish koeffisientini va uning harorat farqiga bog'liqligini aniqlash.

2. Tajriba natijalarini ishlash va ularni umumiy mezon ko'rinishga keltirish.

Nazariy ma'lumotlar

Qizdirilgan va sovuq zarrachalarning zichliklari farqi hisobiga suyuqlikning harakatlanishi **erkin harakatlanish** deb ataladi.

Agar havoda joylashgan quvur qizigan bo'lsa, havo qiziydi va zichligi kamayadi. Natijada havoning qizigan zarrachalari yuqoriga ko'tariladi, ularning o'rmini sovuq havo zarrachalari egallaydi. Havoning harakatlanish tezligi qancha yuqori bo'lsa va shuningdek devor va atrof-muhit haroratlari farqi qanchalik katta bo'lsa, uzatilayotgan issiqlik miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi.

Demak, issiqlik berish birinchi navbatda devor va atrof-muhit haroratlari farqiga ko'ra aniqlanadi. Bundan tashqari, issiqlik berish jadalligi muhitning fizik xususiyatlariga, qattiq sirtning shakliga, holatiga va boshqa omillarga bog'liq.

Issiqlik berish koeffisienti Nyuton-Rixman qonuni bo'yicha aniqlanadi.

$$\alpha = \frac{Q_K}{F(t_{K,C} - t_M)}, \quad \text{Vt/m}^2 \cdot \text{K} \quad (4.1)$$

bu erda: Q_k – qizdirilgan quvurdan konveksiya usulida berilayotgan issiqlik miqdori, Vt; F – quvur sirti yuzasi, m^2 ; $t_{k.s.}$ – qattiq sirt oʻrtacha harorati, $^{\circ}C$; t_M – muhitning (suyuqlik yoki havo) harorati, $^{\circ}C$.

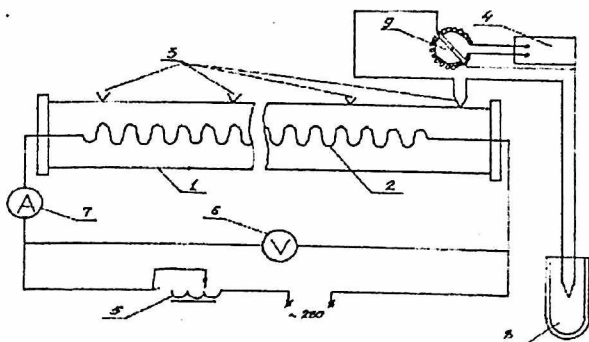
Tajriba qurilmasining bayoni

Tajriba qurilmasi (4.1-rasm) nisbatan barqaror haroratli xonaga joylashgan. Diametri $d=32$ mm va uzunligi $l=1490$ mm boʻlgan gorizontaal mis quvur (1) ichida joylashgan elektr qizdirgich (2) yordamida bir tekis qizdiriladi. Elektr qizdirgichning isteʼmol quvvati tajriba avtotransformatori LATR-1 (5) bilan rostlanadi va voltmetr (6) va ampermetr (7) bilan oʻlchanadi. Issiqlik yoʻqotilishini kamaytirish maqsadida quvurning chekka yonlari izolyasiyalangan. Issiqlik berish sirti haroratini oʻlchash uchun quvur devoriga sakkizta mis-kontsanta termoparalari (termojuftliklari) (3) birlashtirilgan, ularning sovuq uchlari muz solingan Dyuar idishiga (8) solingan. Termoparalarning elektr yurituvchi kuchlari laboratoriya potensiometri PP-63 (4) yordamida oʻlchanadi. Termoparalarning

EYuk qiymatini gradusga aylantirish uchun 1-jadvaldan foydalaniladi. Xonadagi havo harorati quvurlardan uzoqroqdagi simobli termometrlar yordamida oʻlchanadi.

Tajribani bajarish tartibi.

Ishning nazariy asoslari va tajriba qurilmasi bayoni bilan tanishgach, kuzatishni yozib borish uchun bayonnoma shaklini tayyorlash kerak (2-ilova) va oʻlchov asboblari toʻgʻri ulanganligini tekshirib koʻrish lozim. Sxemani oʻqituvchi bilan tekshirgach, tajribani bajarishga kirishish mumkin.



4.1-rasm. Tajriba qurilmasining prinsipial sxemasi.

Barcha o‘lchovlar barqaror issiqlik holatida amalga oshiriladi. Ushbu holat vaqt o‘tishi bilan o‘lchov asboblari ko‘rsatkichlari o‘zgarishligi bilan ifodalanadi va u qurilmada 30-40 minutlar o‘tgach qaror topadi.

Barqaror issiqlik holati qaror topgach, shu barqaror holat har 6-10 minutda barcha asboblari ko‘rsatkichlarini 3-4 marta yozib olish lozim. Qurilmaning ish holati kamida 4 marta o‘zgartiriladi. Qurilmani ulash va uning ish holatini o‘zgartirish o‘qituvchi bilan amalga oshiriladi.

Hisoblash tartibi.

Tajriba quvuridan atrofdagi havoga konveksiya usulida issiqlik berilishi quyidagi tenglikdan aniqlanadi:

$$Q_K = Q_0 - Q_N, \quad Vt \quad (4.2)$$

bu erda: $Q_0 = I \cdot \Delta U$ – quvur ichidagi elektr isitgichdan ajralgan to‘liq issiqlik miqdori, Vt; I – tok kuchi, A; ΔU – kuchlanishni pasayishi, V; Q_N – quvurdan nurlanish usulida issiqlik miqdorining ajralishi, Vt.

$$Q_N = S_K \left[\left(\frac{T_{K.G.}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{M.}}{100} \right)^4 \right] F, \quad Vt \quad (4.3)$$

bu erda: S_K – keltirilgan nurlanish koeffitsienti, $Vt/m^2 \cdot K^4$.

Atrofdagi jismlar sirti tajriba quvuri sirtidan bir necha barobar katta, shuning uchun keltirilgan nurlanish koeffitsientini tajriba quvurining nurlanish koeffitsientiga teng deb olish mumkin.

$$S_k = S = 4,25 \text{ Vt/m}^2\text{K}^4.$$

$T_{k,s}$, T'_m – tajriba quvuri sirtining va atrof muhitning mutloq harorati.

Tajriba quvuri haroratini hisoblash uchun sakkizta nuqtada o'lgan qiymatdan o'rtachasini olamiz.

(4.1) tenglikdan qurilmaning kamida to'rt rejimda ishlashidagi (qiymatini hisoblab grafik chizamiz).

$$\alpha = f(t_{k,s} - t_s) \quad (4.4)$$

Olingan grafik bog'liklik faqat tadqiqot qilinayotgan tajriba quvuri uchungina o'rinni.

Tajriba natijalarini boshqa quvurlarga ham tadbiiq qilish uchun hisoblash natijalarini mezon bog'liqliklar yordamida umumlashirish lozim bo'ladi.

$$Nu_{s,d} = f(Gr \cdot Pr)_{s,d} \quad (4.5)$$

Bu erda: $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$ - Nusselt mezoni; $Gr = \frac{g \beta \Delta t d^3}{\gamma^2}$ - Gragsof

mezoni; $Pr = \frac{\gamma}{a}$ - Prandtl mezoni; λ - havoning issiqlik o'tkazuvchanlik

koef-fisienti, $\text{Vt/m}\cdot\text{K}$; a - havoning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti, m^2/s ; γ - havoning kinematik qovushqoqlik koef-fisienti, m^2/s ; Δt - haroratlar farqi, $^\circ\text{S}$; $\beta = \frac{1}{t_M + 273}$ - havoning hajmiy kengayish

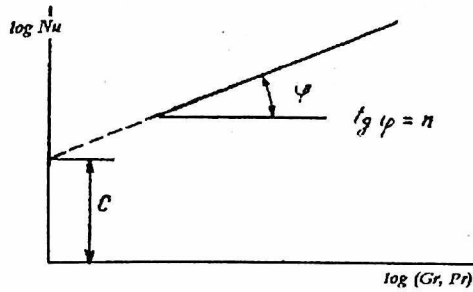
koeffitsienti, K^{-1} ; $g = 9,811$ - erkin tushish tezlanishi, m^2/s ;

Fizik parametrlar (λ , a , γ , β , Pr) 1-jadvaldan xonadagi havoning harorati bo'yicha olinadi.

Qurilmaning har bir holatiga olingan o'xshashlik mezonlari qiymatlarini logarifmik koordinatalar sistemasidagi grafikka kiritiladi (4.2-rasm).

Olingan to'g'ri chiziq tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\text{Lg}Nu_{s,d} = \text{lg}C + n \text{lg}(Gr, Pr)_{s,d} \quad (4.6)$$



4.2-rasm. Qurilmaning har bir holatiga olingan o'xshashlik mezonlari qiymatlari logarifmik koordinatalar sistemasidagi grafikka kiritiladi.

Daraja ko'rsatkich n to'g'ri chiziqning va absissa o'qiga burchak tengensining qiyaligi bo'yicha aniqlanadi, doimiylik S esa to'g'ri chiziqning istalgan nuqtasi uchun quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$S = \frac{Nu_{c,d}}{(Gr \cdot Pr)_{c,d}} \quad (4.7)$$

$$n = \operatorname{tg} \varphi$$

Normal bosimdagi quruq havoning fizik xossalari.

1-jadval

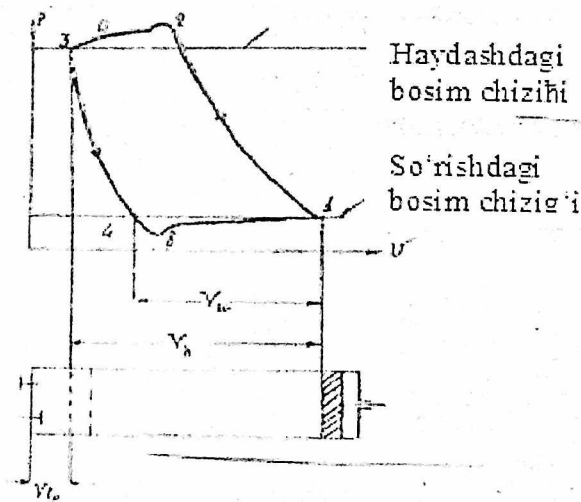
No	$t, ^\circ\text{C}$	$Gr \frac{kDj}{K} ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{kg/m}^3$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/м}$	$\mu \cdot 10^6, \text{Pas}$	$\nu \cdot 10^6$	Pr
	10	1,005	1,247	2,51	20,66	14,16	0.705
	20	1,005	1,205	2,59	21,42	15,06	0.703
	30	1,005	1,165	2,67	22,54	16,00	0.701
	40	1,005	1,128	2,75	24,26	16,96	0.699
	50	1,005	1,093	2,82	25,72	17,95	0.698
	60	1,005	1,060	2,89	27,26	18,97	0.696
	70	1,009	1,029	2,96	28,85	20,02	0.694
	80	1,009	1,000	3,04	30,48	21,09	0.692
	90	1,009	0,972	3,12	32,03	22,10	0.690
	100	1,009	0,946	3,20	33,62	23,13	0.688
	120	1,009	0,898	3,33	37,10	25,45	0.686
	140	1,013	0,854	3,48	40,64	27,80	0.684
	160	1,017	0,815	3,63	44,12	30,09	0.682

bosim ostida qurilishda: pardozlash ishlarini bajarishda, metall quymlarining sirtini qumli oqim bilan tozalashda va h.k.

Kompressorlar ikki turga bulinadi:

- 1) Porshenli kompressorlar;
- 2) Markazdan qochma kuchga ega bo'lgan kompressorlar.

Kompressor mashinalarining ishi termodinamik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, gazning shikilishidagi haqiqiy jarayon bilan ideal jarayonlarning farqi shundaki, haqiqiy jarayonda zararli hajm va boshqa yo'qotishlar hisobga olinadi, ideal jarayonda esa hisobga olinmaydi. Porshenli kompressorning indikator diagrammasini ko'rib chiqamiz (5.1-rasm).



5.1-rasm. Porshenli kompressorning haqiqiy indikator diagrammasi sxemasi.

Porshenli kompressorning ishlash jarayonining 5.1-rasmda porshenli kompressorning haqiqiy indikator diagrammasi ko'rsatilgan. Bu diagrammada 1-2 chizig'i, kompressorning surish va haydash klapanlari yopiq bo'lganda gazning siqilishini tasvirlaydi. Silindrdagi gaz bosimi, haydash quvuridagi bosimdan bir oz oshgach (nuqta 2), haydash klapani ochiladi va

gaz silindrdan haydash chiqariladi (2A3 chizig'i) . Porshen chap tomonga eng ko'p chiqqan holatida ya'ni 3-nuqtada, haydash klapani yopiladi va yana o'ng tomonga harakatlanayotganda, haydash klapani yopilib, "zararli" hajmda qolib ketgan gazning kengayishi sodir bo'ladi. (3-4 chizig'i) . Silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan bir oz kamaygach, surish klapani ochilib, silindr havoga to'ladi. (4v1-chizig'i) so'ngra xamma jarayonlar shu tariqa qaytarillaveradi. Shuni eslatib o'tish kerakki, 4-v-1 va 2-A-3 chiziq-lari bilan ifodalangan jarayonlar termodinamik jarayonlar bo'la olmaydi, chunki havo surilganda va haydalganda amalda uning holati o'zgar olmaydi, balki silindrdagi havoning miqdori o'zgaradi xolos. Shuning uchun 12A34V1 yopiq chiziq termodinamik siklni ifoda qilmaydi.

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 orkali 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.

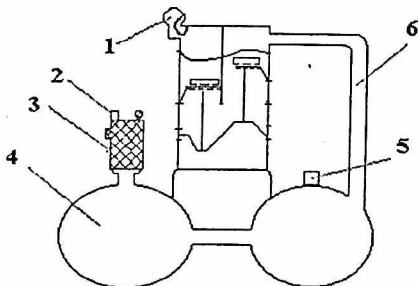
$$\lambda = \frac{V}{V_h} \quad (5.2)$$

Hajmiy F.I.K. va uzatish koeffitsiyentlarining qiymatlari

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

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 harakatlanishi 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, soʻngra undan yogʻ namlik tozalagichga (3) kelib tushadi. Havo yogʻ namlik tozalagichdan ikkita taqsimlanuvchi kran orqali isteʼmolchiga yuboriladi. Yogʻ namlik tozalagichda bosimni kuzatish uchun manometr va siqilgan bosimni sozlash uchun bosim (2) sozlagich oʻrnatilgan. Kompresordagi bosim meyordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) oʻrnatilgan.



5.2-rasm. Kompresor CO-7A va undagi havoyulining chizma tasviri.

CO-7A - oddiy harakatlanuvchi, havoy bilan sovutiladigan, ikki silindrli bir pogʻonalik porshenli kompressor hisoblanadi. Kompresor karteri va silindrlar blokida choʻyandan quyilgan. Silindrlarni sovutish uchun silindrlar blokiga halkali qirralar oʻrnatilgan. Kompresor silindrlarning kopkopi allyuminiydan quyilgan boʻlib, sovutish uchun uning tashqi tomoni qirralar bilan jihozlangan. Qopqoqning ichki tomonidagi boʻshliq toʻsiq bilan ikki qismga, yaʼni surish va haydash boʻshliqlariga ajratilgan. Har bir silindr prujina lentasidan tayerlangan surish va haydash klapanlari bilan taʼminlangan.

Shatunlar - shtamplash usuli bilan poʻlatdan tayyorlangan. Quyi kallachasiga babbittli quyma oʻrnatilgan boʻlib, yuqori kallachasiga esa, bronza lentasidan tayerlangan vtulka siqib qoʻyilgan. Porshenlar allyuminiy qotishmasidan quyilgan boʻlib, ularning har birida ikkita zichlash va ikkita yogʻ sidirish porshen halkalari bor. Tirsakli val poʻlatdan qolipda tayerlangan boʻlib, 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 kg/sm 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 meyardan oshib ketmasligi uchun xizmat kiladi.

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 ulchagich 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.

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 voltmetrlarning 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 voltmetrlarning ko'rsatishlari yozib boriladi. Manometrning ko'rsatishini 4 atm. da oxirgi marta yozib olgach, elektr dvigatel to'xtatiladi.

Tajriba natijalarini yozish uchun jadval.

Manometr ko'rsatayotgan havo bosimi	Elektr o'lchash asbob-larining ko'rsatishlari		Elektr dvigateli-ning (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

$$\cos\varphi = 0,89.$$

Kompressor ishlab chiqarish quvvatini hisoblash

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

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

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:

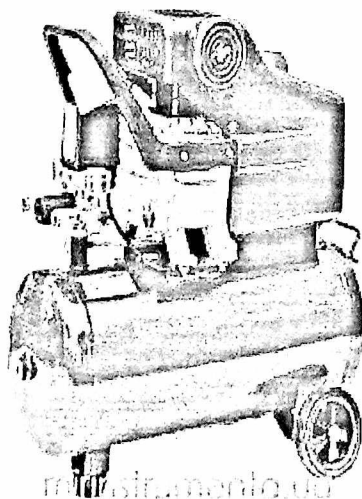
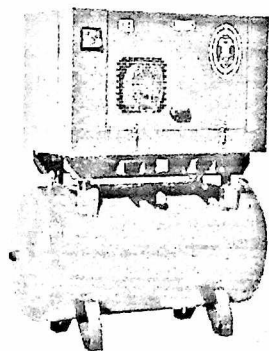
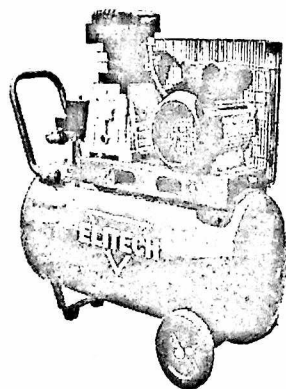
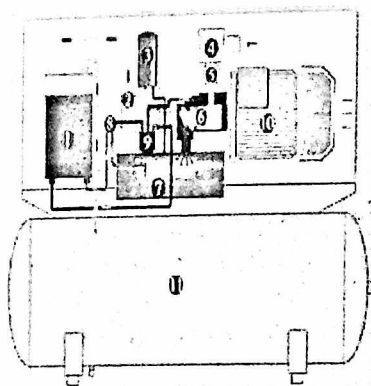
$$V = V_m \cdot \lambda = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n \cdot \lambda, \quad \text{m}^3/\text{soat} \quad (5.5)$$

bu ifodada: λ - uzatish koeffitsiyenti.

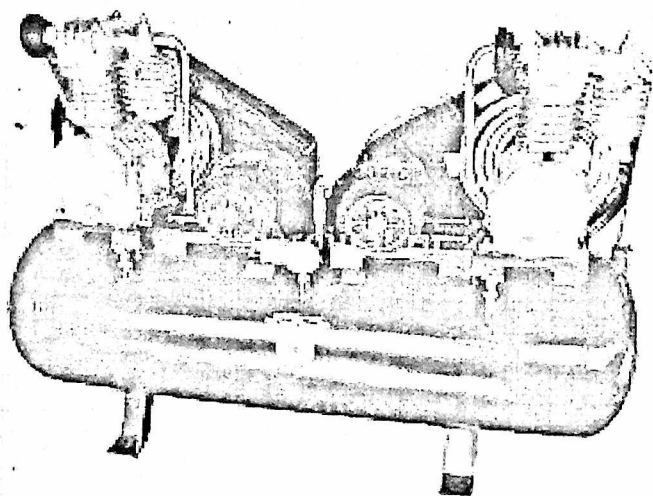
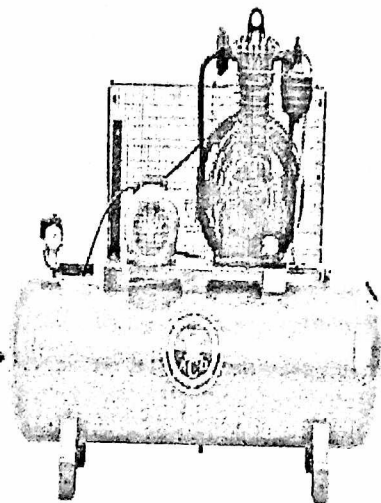
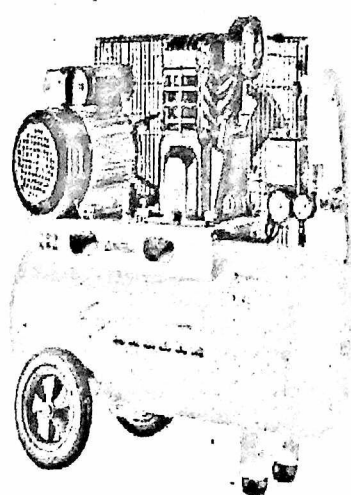
LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. Kompressor deb nimaga aytiladi?
2. Kompressor turlarini sanab bering?
3. Porshenli kompressor deb nimaga aytiladi?
4. Porshenli kompressor afzalliklari nimada?
5. Porshenli kompressor kamchiligi nimada?
6. Kompressor ishlab chiqarish quvvatini qanday?
7. Tajriba ishini bajarish ketma-ketligi qanday?
8. Kerakli asbob uskunalarni sanab bering?
9. Olingan natijalarni taqqoslang?

KOMPRESSORLAR HAQIDA QO'SHIMCHA MA'LUMOTLAR



mirasiramento.ru



2.6-§.VI – LABORATORIYA ISHI. BUG‘ QOZONINI O‘RGANISH

Ishdan maqsad

Laboratoriya qurilmasida bug‘ qozonining tuzilishi, ishlash printsipli, ishlatilish sohasi va ko‘rsatkichlarini aniqlash tartibi bilan tanishish.

Jihozlar: KV-300 bug‘ qozoni. TG-1 issiqlik generatori va UAP-400 suv isitgich qurilmalari.

Nazariy ma’lumotlar

Issiq suv va bug‘ ishlab chiqarish uchun mo‘ljallangan inshoot va qurilmalar majmui qozon qurilmasi deb aytiladi. Qozon qurilmasi qozon agregati bilan qo‘shimcha qurilmalardan tashkil topadi.

O‘txonada yoqilgan yoqilg‘idan ajralgan issiqlik hisobiga bosim ostida issiq suv va bug‘ hosil qiladigan uskunalar majmui qozon agregati deyiladi. Qozon agregati tarkibiga quyidagilar kiradi: o‘txona qurilmasi (gorellalar bilan kamera); qozon agregatining asosiy qismlaridan biri bo‘lgan bug‘ qozoni, unda bug‘ hosil bo‘ladi; bug‘ berilgan parametrgacha qizdiriladigan bug‘ qizdirgich; bug‘ qozoniga beriladigan suvni isitish uchun mo‘ljallangan suv ekonomayzeri va yoqilg‘ini yoqish uchun o‘txonaga beriladigan havoni isituvchi havo isitkich. Qozon qurilmasining yordamchi qurilmalari jumlasiga mo‘ri, shlak va kul chiqaradigan qurilmalar, kulni tutib qolish qurilmalari, karkas, ichki qoplama va boshqalarni kiritish mumkin.

Qozon qurilmasi ishlab chiqargan mahsulot turiga ko‘ra quyidagi turlarga bo‘linadi:

- 1). Bug‘ qozonlari;
- 2). Suv isitadigan qozonlar;
- 3). Bug‘-suv isitadigan qozonlar.

Bug‘-suv isitadigan qozonlarda bir vaqtning o‘zida yoki har xil vaqtda bug‘ va issiq suv ishlab chiqariladi, lekin bunday turdagi qozonlar kam qo‘llaniladi. Hozirgi vaqtda sanoatda qozon-utilizatorlar keng qo‘llaniladi. Bunday qozonlarda issiqlik manbai sifatida texnologik jarayonlarning ikkilamchi energiya manbalari (masalan, sanoat pechlarining chiqib ketayotgan gazlari), metallurgiya zavodlaridan va domna pechlaridan chiqqan tutun-gaz aralashmalari ishlatiladi.

Qozon qurilmasining asosiy ish tavsiflariga quyidagilar kiradi:

1. Bug' unumdorligi (qozonning quvvati), bu vaqt birligida hosil bo'lgan bug' miqdori bilan aniqlanadi.

2. Bug'ning parametrlari (bosim va o'ta qizish temperaturasi).

3. Qozon agregatining F.I.K.

Qozon qurilmalarini quyidagi belgilariga ko'ra tavsiflash mumkin:

1. Bug' unumdorligiga ko'ra:

a) bug' unumdorligi past $-(0,01-5,5 \text{ kg/s})$;

b) bug' unumdorligi o'rtacha $-(30 \text{ kg/s gacha})$;

v) bug' unumdorligi yuqori $-(500-1000 \text{ kg/s gacha})$;

2. Bug' bosimiga ko'ra:

a) past bosimli $-(P=0,8\div 1,6 \text{ MPa})$;

b) o'рта bosimli $-(P=2,4\div 4 \text{ MPa})$;

v) yuqori bosimli $-(P=10\div 14 \text{ MPa})$;

g) o'ta yuqori bosimli $-(P=25\div 31 \text{ MPa})$

3. Ishlatilishiga ko'ra:

a) Energetik qozon qurilmalari, bular issiqlik elektr stantsiyalarining bug' turbinalarini bug' bilan ta'minlaydi;

b) Sanoat qozon qurilmalari, bular sanoat ehtiyojlari (issiqlik apparatlari, issiqlik almashinuv apparatlari, mashinalarning bug' uzatmalari va shu kabilar) uchun bug' ishlab chiqaradi;

v) Isitish qozon qurilmalari, bular mahalliy qozon qurilmalari bo'lib, qozon qurilmasi yaqinida joylashgan binolarni issiq suv bilan ta'minlaydi.

g) Issiqlik-energetik qurilmalar, bularda issiqlikning asosiy qismi elektr energiyasi olishga sarflanadi, kamroq qismi isitish va turli-tuman texnologik jarayonlarni bajarish uchun yuboriladi.

Suv isitadigan qozonlarning issiqlik unumdorligi $4\div 180 \text{ Gkal/soat}$ bo'lishi mumkin. Issiqlik unumdorligi 30 Gkal/soat bo'lgan qozonlarda, suvning qozondan chiqishidagi temperaturasi 423 K , suvning qozonga kirishdagi bosimi $1,6 \text{ MPa}$ bo'ladi. Issiqlik unumdorligi 30 Gkal/soat va undan yuqori bo'lgan qozonlarda, chiqishdagi eng yuqori temperatura $450-470 \text{ K}$, suvning kirishdagi bosimi $2,5 \text{ MPa}$ bo'ladi. Qozon agregatlari 6.1-rasmda ko'rsatilgan ketma-ketlikda takomillashib bordi. Takomillashtirishdan asosiy maqsad metal sarfini kamaytirish, qozonning tejamlilikini va bug' unumdorligini oshirish, hamda parametrlari yanada ham yuqoriroq

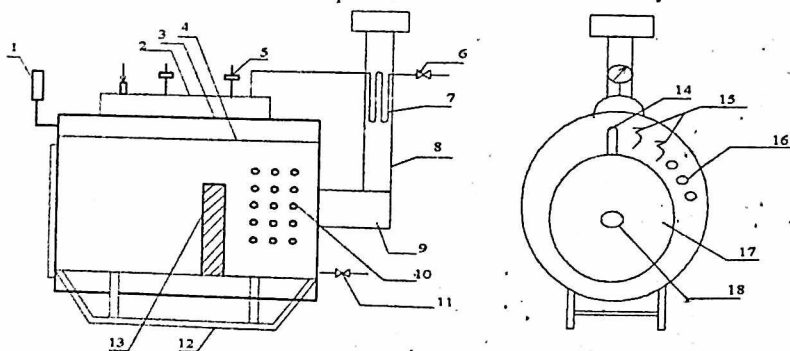
bo'lgan bug' olishdir. Hozirgi katta quvvatli qozonlarning boshlang'ich sxemasi 6.1-rasm (a,b) da keltirilgan silindr shaklidagi oddiy qozon edi.

XIX asrning o'rtalarida silindrsimon va o't-quvurli qozonlardan (v) suv-quvurli (v-m) qozonlarga o'tildi. Qozonlarni takomillashtirish ikki yo'nalishda bordi: birinchidan gaz-quvurli, ikkinchidan suv-quvurli qozonlar yaratildi.

Natijada quvurlarning diametrlari kamaytirgan holda isish sirtini kattalashtirishga erishildi, chunki gazlarga qaraganda suvga issiqlik berish yuqori bo'ladi, bu esa metallni tejash va unumdorlikni ko'tarish imkonini berdi.

Ishning mohiyati. KV-300 bug' qozoni ichki 4 (6.1-rasm) va tashqi 3 tsilindrlardan iborat bo'lib uning oldingi qismida o'txona, orqa qismida qaynatgich quvurlar 10 joylashgan. Ichki tsilindr diametri 900 mm, qalinligi 5 mm bo'lib, u po'latdan yasalgan.

Bug' qozonni suyuq yoqilg'ida ishlatish uchun o'txonaning old tomoni maxsus qalqon bilan yopilgan. qalqonning o'rtasidagi teshikchaga past bosimli yondirgich (gorelka) o'rnatiladi. Qalqonning orqa tomoni o'tga chidamli g'isht bilan qoplangan. Qaynatgich quvurlarini alanga ta'sirida kuyib ketishdan saqlash uchun o'txonada yondirgich teshigidan 200(300 mm masofada devorcha 13 urib chiqiladi.



6.1-rasm. KV-300 bug' qozoni sxemasi

1-manometr; 2-bug'xona; 3-tashqi tsilindr; 4-ichki suv; 5-saqлагich; 6-bug' krani; 7-bug' qizdirgich; 8-tutun quvuri; 9-tutun qutisi; 10-suv qaynatgich quvurlar; 11-suv tushirib tashlaydigan kran; 12-chana; 13-devorcha; 14-suv miqdorini ko'rsatkich naycha; 15-suv tekshirgich kranlar; 16-suv isitgich quvuri; 17-old qalqon; 18-gorelka uchun teshik.

**Suyuq yoqilg'ida ishlaydigan KV rusumidagi qozonlarning
asosiy texnik tavsifnomasi**

2-jadval.*

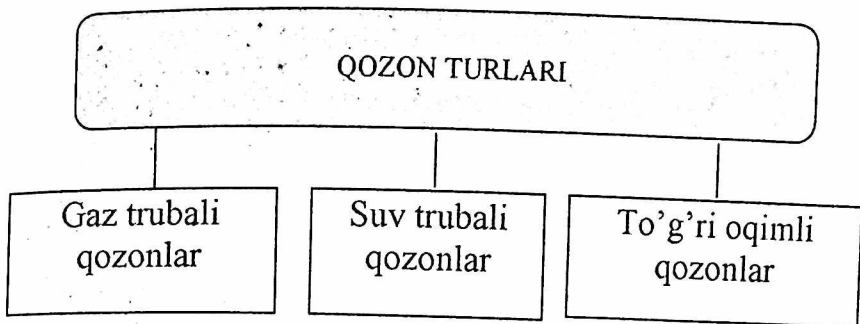
№	Ko'rsatkichlar	KV-600	KV-200	KV-300
1	2	3	4	5
	Bug' unumdorligi, kg/s	180	315	450
	Issiqlik quvvati, kVt	134	234	335
	Gabarit o'lchamlari, mm:			
	uzunligi	1300	1300	1500
	diametri	2280	2980	3530
	balandligi	1000	1000	1200
	Yoqilg'ini sarflash, kg/s	15	25	36
	Yoqilg'i idishining hajmi, l	300	300	300

Issiqlikni tashqi muhitga yo'qolishini kamaytirish uchun qozonning tashqi yuzasi issiqlikni izolyatsiyalovchi material bilan qoplanadi va qanor bilan o'ralib boyab chiqiladi. Qozonni siljitish uchun sirpang'ich chana 12 ga joylashtirilgan.

Qozonni ko'mirda ishlatish uchun o'txonada maxsus "panjara", old qalqon o'rniga esa ochilib-yopiladigan eshikcha o'rnatiladi. Qaynatgich quvurlari oldidagi olovga chidamli g'ishtdan qurilgan to'siq o'rniga temir to'siq qoyiladi.

KV tipidagi qozonlar bug' hosil qilish unumdorligiga ko'ra uch xil modifikatsiyada chiqariladi: KV-100, KV-200, KV-300. tuzilishi jihatidan ular bir xil bo'lib, isitish yuzasi, o'lchamlari va massasi boyicha farq qiladi (1-2 jadvallar).

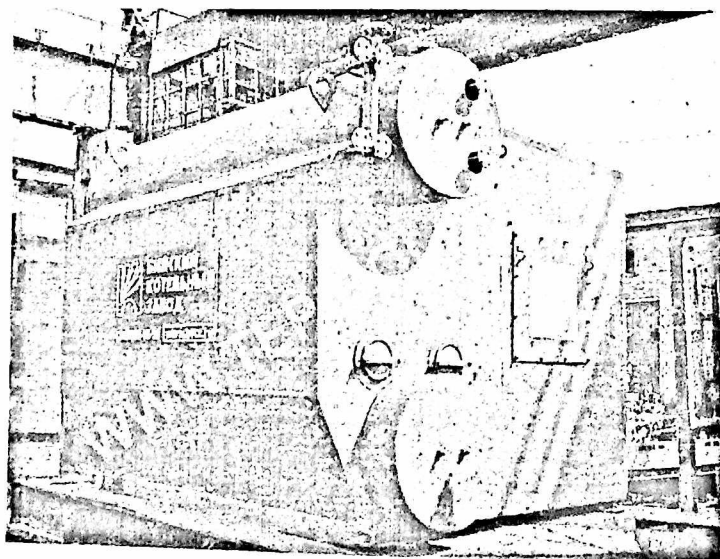
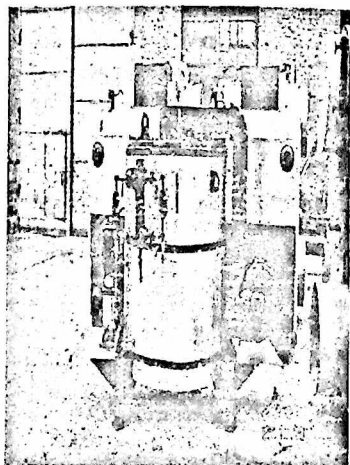
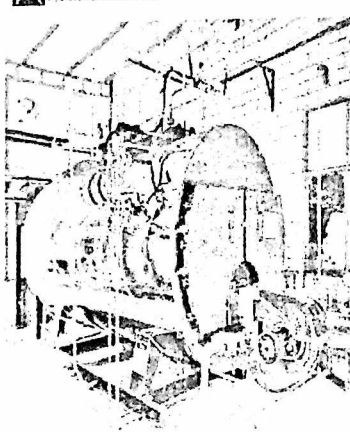
KV rusumidagi bug' qozonlari ozuqa tayyorlash sexlarida va chorva fermalarini issiq suv bilan ta'minlash uchun keng ishlatiladi.



LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. Suv qizdirish qozonlari bug' qozonlaridan nimasi bilan farqlanadi.
2. Qanday konstruksiyadagi bug' qozonlarini bilasiz?.
3. Qozon karkasi nima vazifani bajaradi.
4. Qozon o'txonasining asosiy elementlari nimalardan tarkib topgan.

QOZON (BUG' QOZON)LAR HAQIDA QO'SHIMCHA MA'LUMOTLAR



2.7-§. VII-LABORATORIYA ISHI. QUVUR SHAKLIDAGI IZOLYASION MATERIALLARNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFISIYENTINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

Issiqlik utkazuvchanlik nazariyasi bo'yicha bilimlarni mustahkamlash va tajriba utkazish bo'yicha amaliy bilimlar olish.

Ish natijasida quyidagilar o'rganilishi kerak:

1. Issiqlik utkazuvchanlik jarayonining fizik mohiyati;
2. Fure konunining mazmuni va uni oddiy geometrik shakldagi jismlarga qo'llanilishi bilan tanishish;
3. Issiqlik utkazuvchanlik koeffisienti haqida tushuncha va uni aniqlashning silindrik usuli.

Nazariy ma'lumotlar

Issiqlik utkazuvchanlik Issiqlikni temperaturalari xar xil bo'lgan qismlarni yoqi bir jismning ayrim qismlari zarrachalarining bir-biriga tegishi orqali uzatilish jarayonidir.

Issiqlik tarkalishining jadalligi son jixatdan izotermik sirtidan vaqt birligi ichida o'tadigan Issiqlik oqimi zichligi vektor bilan aniqlanadi.

Bu vektor izotermik sirtga normal joylashgan bo'lib, temperaturaning kamayish tomonga yunalgan bo'ladi.

Fure konuniga asosan, $d\tau$ vaqt ichida elementar izotermik sirt dF orqali utayotgan Issiqlik oqimi dQ temperatura gradienti $\frac{dt}{dn} = \text{grad}t$ ga proporsionaldir.

$$dQ = -\lambda \frac{dt}{dn} dF d\tau$$

yo'qordagi tenglamani integralab silindrsimon katlam uchun quyidagi ifodani xosil kilamiz:

$$Q = \frac{2\pi\lambda l(t_1 - t_2)}{\ln \frac{d_2}{d_1}}, Bm$$

bu erda

l - silindrsimon katlamning uzunligi, m

d_1, d_2 - silindrsimon katlamning ichki va tashki diametrlari, m

t_1 va t_2 - silindrsimon katlamning ichki va tashki sirlarining oʻrtacha arifmetik temperato^olari, $^{\circ}\text{C}$

Silindr uzunligi l diametrlar d_1 va d_2 ma'lum, t_1 , t_2 va Q larni oʻlchash yoʻli bilan aniqlab yuqoridagi tenglamadan materialni Issiqlik utkazuvchanlik koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\lambda = \frac{Q \ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi l (t_1 - t_2)} \quad \text{Vt/m}^* \text{k}$$

Tajriba qurilmasining toʻzilishi

Tajriba qurilmasining sxemasi 7.1- rasmda koʻrsatilgan qurilma uzunligi $l = 0.96$ m trubadan va ichki diametri $d_1 = 32$ mm, tashki diametri $d_2 = 66$ mm boʻlgan izolyasion material /asbosement/ silindrsimon kavatidan tuzilgan. Trubaning ichiga elektr qizdirgich /6/ joylashtirilgan. Toq kuchi laboratoriya transformatori /2/ bilan rostlanadi, voltmetr va ampermetrlarning koʻrsatishiga karab Issiqlik quvvati aniqlanadi. Oʻrganilayotgan materialning temperaturasi 8 ta xromel- kopel termopara yordamida oʻlchanadi. Termoparaning issiq uchi oʻrganilayotgan materialni ichki va tashki sirtlarida, xar bir katlamda 4 tadan joylashtirilgan. Kavsharlangan sovuk uchi esa eriyotgan muz solingan Dyuar idishi /7/ ga solingan. Termoparalar ulagich /3/ orqali potensiometr PP-1 /5/ ga ulangan. E.Y.K ni temperaturaga aytantirish uchun I-jadvaldan foydalaniladi.

Bir oʻlchamli Issiqlik oqimi xosil qilish uchun trubaning uzunligi diametrga nisbatan ancha katta qilib olingan. Issiklikning yoʻqolishini kamaytirish maqsadida trubaning yon tomonlari Issiqlik utkazmaydigan material bilan ximoyalangan. Elektr qizdirgich truba uzunligi boyicha tekis taksimlangan.

Tajriba utkazish va uning natijalarini hisoblash

Ishning nazariy asoslari va tajriba qurilmasining toʻzilishi bilan tanishgandan soʻng kuzatishlar natijasini yozish uchun protoqol formasini tayyorlash va priborlarni ulashni tekshirib chiqish zarur. Dyuar idishida muzning mavjudligiga e'tibor berish kerak. Oʻqituvchi sxemani tekshirib chikkanidan soʻng tajriba utkazishga kirishish mumkin.

Sistemani Issiqlik holati muvozanatlashguncha har 10-15 minutda xamma o'lash asboblari ko'rsatish i jadvalga yozib boriladi. O'lashga sistema muvozanatlashgandan keyin, ya'ni asboblari ko'rsatgichi ma'lum vaqt ichida o'zgarib qolgandan keyin kirishish mumkin.

Navbatdagi tajriba boshqa temperatura rejimida utkaziladi. Uning uchun elektr qizdirgichga berayotgan toq kuchi o'zgartiriladi. Qurilmani ishga kushish va shu rejimni o'zgartirish fakat o'qituvchining ishtiroqida bo'lishi kerak. Tajriba natijalarini xisoblash uchun sistema muvozanatlashgan xolatda o'lchab olingan ma'lumotlardan foydalaniladi. Odatda oxirgi 3 ta o'lchash natijasini o'rtacha qiymati olinadi.

O'rganilayotgan materialni Issiqlik utkazuvchanlik koeffisientini quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{Q \ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi l(t_1 - t_2)}, \text{ Vt/m}^* \text{K}$$

Issiqlik miqdori Q elektr qizdirgich uzlashtirayotgan quvvat bilan aniqlanadi.

$$Q = J * \Delta U, \text{ vt}$$

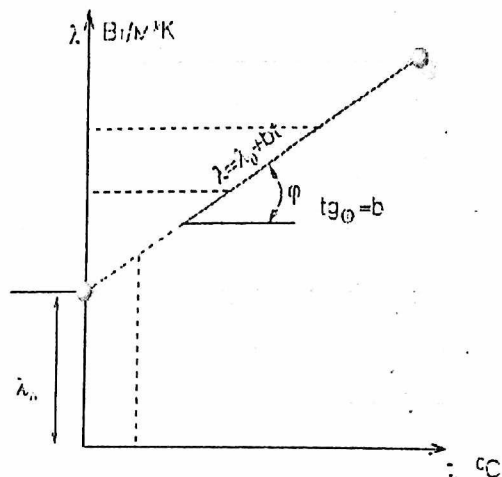
bu erda J- qizdirgichga berayotgan toq kuchi, A

ΔU – qizdirgichdagi kuchlanishning pasayishi, V

O'rganilayotgan materialni Issiqlik utkazuvchanlik koeffisientini o'rtacha temperatura uchun qabo'l qilinadi.

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2}{2}, \text{ } ^\circ \text{C}$$

λ ning 3-4 temperatusidagi qiymatlarini olib, Issiqlik utkazuvchanlik koeffisienti bilan o'rganilayotgan materialni o'rtacha temperaturasi orasidagi boglanish grafigini chizish lozim (7.1-rasm)



7.1- rasm. Issiqlik utkazuvchanlik koeffitsienti bilan o'rganilayotgan materialni temperaturasi orasidagi boglanish.

7.2- rasmda esa qurilmaning umumiy ko'rinishi keltirilgan.

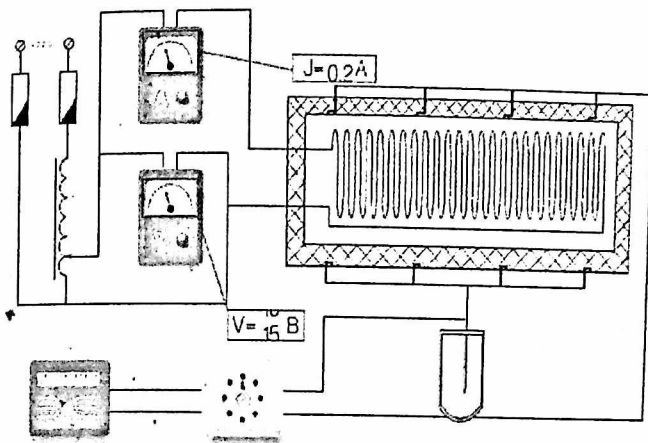
Ma'lumki, issiqlik utkazuvchanlik koeffitsienti bilan temperatura orasida chiziqli bog'lanish mavjud:

$$\lambda = \lambda_0 + b\bar{t} \quad \text{Wt/m}^*k$$

Kurilgan grafikdan o'rganilayotgan materialdan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ ni va koeffitsienti «b» ni qiymatini aniqlash zarur.

Ish boyicha hisobotda quyidagilar bo'lishi zarur:

1. Ishning kiskacha mazmuni.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. O'lchash priborlari ko'rsatkichlari va xisoblash natijalari yozilgan jadvallar.
4. Issiqlik utkazuvchanlik koeffitsienti bilan temperatura orasidagi boglanish grafigi va λ_0 ni va koeffitsienti «b» ning topilgan qiymatlari.



7.2- rasm. Qurilmaning umumiy ko‘rinishi.

Xrom-kopel termoparalarining E.Y.K dan graduslari ($^{\circ}C$) o‘tish jadvali

1-jadval

$t, ^{\circ}C$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	4.76	4.83	4.90	4.98	5.05	5.12	5.20	5.27	5.34	5.41
80	5.48	5.56	5.63	5.70	5.78	5.85	5.92	5.99	6.07	6.14
90	6.21	6.29	6.36	6.43	6.51	6.58	6.65	6.73	6.80	6.87
100	6.95	7.03	7.10	7.17	7.25	7.32	7.40	7.47	7.54	7.62
110	7.69	7.77	7.84	7.91	7.99	8.06	8.13	8.21	8.28	8.35
120	8.43	8.50	8.58	8.65	8.73	8.80	8.88	8.95	90.3	9.10

Jadvalni to'ldiring

№	J A	M ¹ N	Q. Vt	t ₁		t ₂		t ₃		t ₄		t ₅		t ₆		t ₇		t ₈		t ₉	t ₁₀	λ		
				m	0	m	0	m	0	m	0	m	0	m	0	m	0	m	0	m	0		0	0
				V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C		C	C
1																								
2																								
3																								

LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. Issiqlik utkazuvchanlik koeffsienti deb nimaga aytiladi ?
2. Fure konuni nimani o'rganadi?
3. Issiqlik oqimini aniqlash formulasini yozing?
4. Nima uchun trubaning uzunligi diametridan ancha katta qilib olingan?
5. Elektr qizdirgichdan ajralib chikayotgan issiqlik miqdori qanday aniqlanadi?

2.8-§. VIII-LABORATORIYA ISHI. STANDART DIAFRAGMA ORQALI HAVO SARFINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

Quvur bo'ylab xarakatlanayotgan moddalarning sarfini aniqlashning bir turi bilan tanishish va shu bo'yicha tasavvurga ega bo'lish hamda tajriba o'tkazish va hisoblashdan iborat.

Nazariy ma'lumotlar

Suyuqlik, gaz va bug'larning sarfini aniqlashning va keng tarqalgan va o'rganilgan usullaridan biri bo'lib, drossel qurilmalarda bosim o'zgarishi bo'yicha sarfini aniqlash usuli hisoblanadi. Suyuqlik, gaz va bug'larning sarfini aniqlash bosimning o'zgarishiga asoslangan drossel - standart diafragmalar, Venturi quvurlari, soplo qurilmalari yordamida olib boriladi.

Ular quvurlarda o'rnatilib, u erda mahalliy torayish hosil qiladi, buning oqibatida moddaning tezligi toraygan kesimdan o'tishda drossel qurilmasidan oldingi tezlikka nisbatan oshadi.

Toraygan kesimda tezlikning va kinetik energiyaning oshishi shu kesimda oqimning potensial energiyasi kamayishiga olib keladi. Toraygan kesimda statik bosim drossel qurilmasigacha bo'lgan bosimdan kam bo'ladi.

Drossel qurilmalardan moddaning oqib o'tishida oqim tezligi va sarfiga bog'liq bo'lgan bosimlar farqi hosil bo'ladi.

Drossel qurilmasidagi bosimlar farqi differensial manometr yordamida o'lchanadi va moddaning sarflanishi qiymati bosimlar farqi orqali hisoblash yo'li bilan aniqlanadi.

Eng sodda tuzilishga ega bo'lgan drossel qurilmalaridan biri standart diafragma. Bu diafragmani quvur ichiga oson o'rnatish mumkin. Standart diafragma doiraviy teshikli yupqa diskdan iborat va uning markazi quvur kesimining markazi bilan mos keladi. Diafragma teshigi oqim kirishi tomonida silindrik, chiqishida konussimon kengayuvchi shaklda yasalgan.

Diafragmadan oldingi va keyingi statik bosimlarni olish uchun halqaviy kameralar o'rnatilgan.

Quvurlardagi xalqaviy kamerali diafragmaning chizmasi 8.1- rasmda ko'rsatilgan.

Oqib o'tgan moddaning sarfi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$G = 0,004 \alpha \varepsilon K_t d^2 \sqrt{\Delta p \cdot \rho}, \text{ kg / soat} \quad (8.1)$$

bu ifodada α – sarfiy koeffitsient, tajriba yo‘li bilan aniqlanadi; (1-ilova);

ε – muhitning issiqlikdan kengayishini xarakterlaydigan tuzatma koeffitsienti (1-ilova);

K_t – diafragma va quvur ko‘ndalang kesimining issiqlikdan kengayishini xarakterlaydigan tuzatma koeffitsienti (agar o‘lchanayotganda moddaning harorati 100°C dan oshmasa $K=1$ bo‘ladi)

d – diafragma teshigining diametri, mm;

Δr – oqib o‘tuvchi jismning diafragmagacha va undan keyingi bosimlar farqi, N/m^2

ρ – drossel qurilmasidan oqib o‘tuvchi moddaning zichligi, kg/m^3 .

Bu ishni bajarishda nam havoning zichligini ham aniqlash zarur, u quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\rho = \frac{1}{T} \left(\frac{P_{\text{mut}}}{287} - 0,00131 \varphi P_m \right), \quad \text{kg/m}^3 \quad (8.2)$$

bu erda R_{mut} – nam havoning mutlaq bosimi, N/m^2 ;

T – havoning mutlaq harorati, K;

R_m – nam havoning haroratidagi to‘yingan suv bug‘ining bosimi;

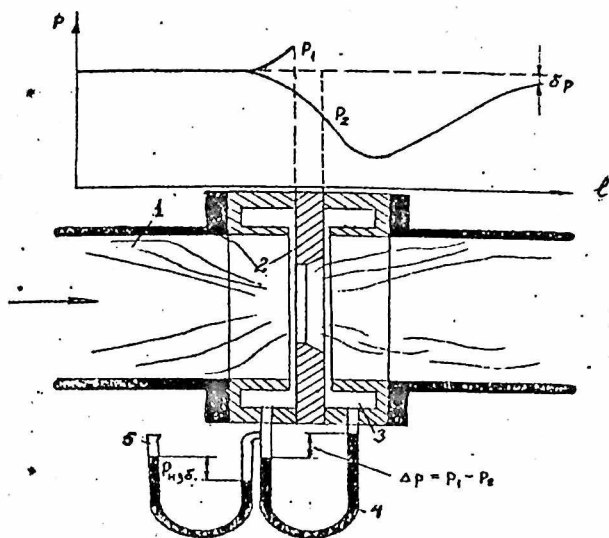
φ – havoning nisbiy namligi.

Tajriba qurilmasining bayoni

Havo ventilyator yordamida quvur (1) bo‘ylab harakatlanadi (8.1-rasm). Statik bosimni o‘lchash uchun halqaviy kamerali (3) diafragma (2) shu quvurga o‘rnatilgan.

Halqaviy kameralardagi diafragmadan oldin va keyin bosimlar farqi U-simon differensial manometr (4) bilan o‘lchanadi. Diafragmadan oldingi ortiqcha bosim R_{ort} U-simon manometr (5) bilan o‘lchanadi.

O‘zgarmas tok dvigateli yordamida ventilyator harakatga keltiriladi. Ventilyatorning aylanishlar sonini o‘zgartirish natijasida havoning sarfi o‘zgarishi sodir bo‘ladi.



8.1-rasm. Tajriba qurilmasining cxemasi.

Tajriba o'tkazish uslubi va tartibi

Ventilyatorning dvigateli ishga tushiriladi. Uning aylanishlar soni taxometr bilan o'lchanadi. Reostat yordamida dvigatelning aylanishlar soni o'zgartiriladi va u ish davomida 3 marotaba o'zgartiladi.

Har bir holat uchun R_{ort} , ΔR va undan tashqari barometrik bosimni (R - mm sim.ust.), havoning haroratini (t , $^{\circ}C$) va psixrometr bilan nisbiy namlik (φ , %) ni aniqlaymiz. Oxirgi uchta kattalik hamma holatlar uchun bir xil bo'lib qoladi.

Hisoblash tartibi

R_{bar} , φ , t kattaliklari hamma holatlar uchun o'zgarmas bo'ladi. R_{ort} , R_{bar} qiymatlari bo'yicha R_{mut} ni qiymati N/m^2 da topiladi.

$$R_{mut} = R_{ort} + R_{ber}$$

Sarfiy koeffitsient α ni aniqlash uchun (4.1-ilovadan) quyidagi kattalik kerak bo'ladi.

$$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$$

Bunda $d = 57,55$ – diafragma teshigining diametri, mm;

$D = 100$ – quvur diametri, mm.

ϵ kattaligi 2-ilovadan aniqlanadi. 3-ilovadan R_n ning qiymati havoning harorati bo'yicha aniqlanadi va 2-ilovadan havo zichligi ρ ni hisoblaymiz.

Keyin ifodadan havoning sarfini hisoblab topamiz. G ning uchta holat uchun qiymatini hisoblab bo'lgach, ventilyator sarfi G va ventilyator aylanishlar soni n ga bog'liqlik grafigini quramiz.

Asboblarni ko'rsatishi va tajriba natijalari jadvali

№	n	R_{out} num	R_{out}	R_{bar}	R_{bar}	R_{mut}	ΔR	ΔR	T,	G
№	ayl	suv ust.	$N \cdot m^2$	mm	$N \cdot m^2$	$N \cdot m^2$	mm	$N \cdot m^2$	K.	kg/soat
	min			sim. ust.			suv ust.			

Standart diafragma uchun sarfiy koeffitsient - α

1-ilova

$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$	D=50 mm	D=100 mm	D=200 mm	D=300 mm
0,05	0,613	0,609	0,604	0,601
0,10	0,616	0,612	0,607	0,604
0,20	0,629	0,624	0,618	0,615
0,30	0,649	0,643	0,637	0,634
0,40	0,676	0,669	0,663	0,660
0,50	0,713	0,706	0,699	0,695
0,60	0,761	0,752	0,744	0,740
0,65	0,791	0,782	0,773	0,768
0,7	0,827	0,817	0,808	0,802

O'lchanayotgan muhitning issiqlikdan kengayish koeffisienti
2-ilova

$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$	0,05	0,4	0,7
$\frac{\Delta P}{P_{mut}}$			
0,02	0,994	0,993	0,990
0,06	0,981	0,978	0,972
0,10	0,968	0,963	0,955

Suv bug'i to'yinish bosimining haroratga bog'liqligi
3-ilova

$t, ^\circ\text{C}$	$R_m, \text{N/m}^2$
10	1228
15	1704
20	2337
25	3166
30	4241
35	5622
40	7375

1 mm sim.ust. = 133,3 N/m²

1 mm suv ust. = 9,8 N/m²

LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. Ctandart diafragmaning tuzilishini tushuntiring.
2. Bug'ning sarfi qanday kattaliklarga bog'liq?
3. Hajmiy va massaviy sarflar qanday farqlanadi?
4. Tajribada aniqlangan sarf qiymatlarini o'zaro taqqoslang.

2.9-§. IX- LABORATORIYA ISHI. ICHKI YONUV DVIGATELLARINING ISHLASH USLUBI VA SIKLLARINI URGANISH

Ishdan maqsad

Ichki yonuv dvigatellarining asosiy qismlari, ishlash uslubi, sodir boʻladigan sikllar bilan tanishish va uning F.I.K.ni berilgan parametrlari orqali aniqlash.

Nazariy ma'lumot

Ichki yonuv dvigateli - yonilg'ining kimyoviy energiyasini mexanik ishga aylantirib beradigan porshenli issiqlik dvigateli.

Gaz bilan ishlaydigan birinchi yarakli IYDni fransuz mexanigi E. Lenuar (1860) loyihalagan; 1876 y.da nemis kashfiyotchisi N.Otto ancha mukammal 4 taktli IYD yasagan. Rossiyada 1880-yilarda O.S. Kostovich benzin bilan ishlaydigan karbyuratorli dvigatel yasadi. R. Dizel 1897 y.da yonilg'ini siqilgan havo alangalatadigan IYD (dizel)ni taklif qildi. AKD1 da IYD oʻrnatilgan birinchi traktor 1901 y.da ishlab chiqildi; akauka O. va U. Raitlar IYD oʻrnatilgan dastlabki samolyotni yasashdi; bunday samolyotlar 1903 y.da ucha boshladi. Shu yili rus muxandislari IYDni "Vandal" kemasiga oʻrnatishib, birinchi teploxodni yaratishdi. 1924 y.da Rossiyada Y. M. Gakkel loyihasi boyicha birinchi teplovoz qurildi. 1957 y.da rotorporshenli Vankel dvigateli yaratildi. Hozirgi paytda I. yo.d. avtomobillar, q.x. va yo'l qurilishi mashinalarida, o'ziyurar harbiy texnikada, mototsikllar va b.da keng ishlatilmoqda.

Tajriba qurilmasining bayoni

Porshenli ichki yonuv dvigatellari quyidagi mexanizm va tarmoqlardan tashkil topgan. Krivoship - shatun mexanizm, gaz taqsimlash mexanizmi hamda sovitish, moylash va ta'minlash tarmoqlari. Bundan tashqari, karbyuratorli dvigatellarda majburiy o't oldirish, dizel dvigatellarida esa yuritish tarmog'i bor.

Krivoship - shatun mexanizm gazning kengayishidagi bosimni uziga qabul qiladi, hamda porshenning to'g'ri chiziqli ilgarilanma va qaytma harakatini tirsakli valining aylanma harakatiga aylantirib beradi, uni tashkil qiluvchi detallar: tsilindr, halqalari bo'lgan porshen, porshen barmog'i, shatun, tirsakli val va maxovik. TSilindrning ustki qismi tsilindr kallagi bilan birlashtirilgan.

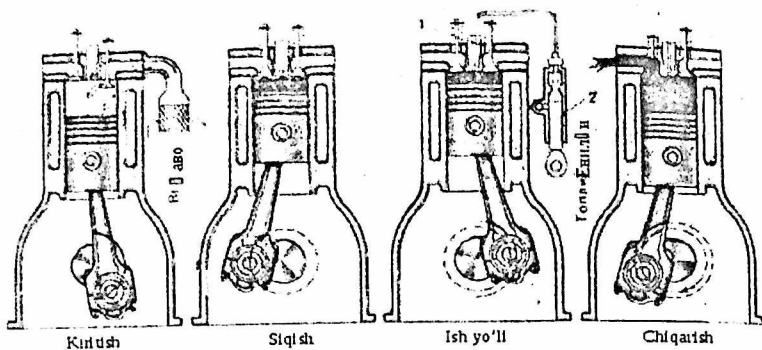
Gaz taksimlash mexanizmi yonilg'ı aralashmasi yoki havoning tsilindriga kirishini hamda ishlatilgan gazlarni chiqarib yuborishini boshqarish uchun hizmat qiladi. Bu mexanizm tarkibiga gaz taksimlash vali, gaz taksimlash valini yuritgich shesternyasi, turtkichlar, klapanlar hamda prujina kiradi.

Ta'minlash tizimi benzin va havodan yonuvchi aralashma tayorlaydi, uni dvigatel tsilindrlariga uzatadi va ishlatilgan gazlarni tashki muxitga chiqarib yuboradi.

Sovitish tizimi dvigatelning qizigan detallaridan ajralgan issiqlikni tarqatadi va uni eng qulay issiqlik maromida ishlashini ta'minlaydi. Dvigatel suv yoki havo bilan sovitiladi. Suv bilan sovitiladigan dvigatelda suv g'ilofi, havo bilan sovitiladigan dvigatelda esa maxsus sovitish qovurg'alari bo'ladi.

Moylash tizimi dvigatelning ishqalanuvchi detallariga moy uzatib, ularning ishqalanishini kamaytiradi, uning detallarini ishqalanuvchi simtlarni qisman sovitadi, ishqalanuvchi yuzalardagi kirlarni va yeyilish zarrachalarini yuvadi hamda moyni tozalab beradi.

O't oldirish tizimi karbyuratorli dvigatel majburiy ravishda o't oldirish uchun elektr uchquni hosil qiladi va uni ma'lum tartibda tsilindrlarga yuboradi. *Bir silindrli 4 taktli karbyuatori I. yo.d. quyidagicha ishlaydi* : kirititish taktida (A) havo tozalagich orqali havo o'tib, karbyuratorda u yonilg'iga aralashadi va yonuvchi aralashma hosil qiladi; bu aralashma kiritish klapani orqali silindrda kiradi, qisish taktida yonuvchi aralashma 0,8-2 MPa gacha siqiladi, 200-400 gacha qiziydi. Porshen yuqori chekka nuqta (Y.ch.n.)ga 20-40°C (tirsakli valning aylanish burchagi) yetmasdan aralashma sham (svecha)dan o't oladi. Porshen Y.ch.n.ga yetgach, aralashma tekis yona boshlaydi. Gazlar bosimi 3-6 MPa ga, haroratsi esa 2200°C gacha yetadi. Kengayish (ish) takdi (V)da porshen gaz bosimi ta'sirida pastga harakatlanib, shatun vositasida tirsakli valni aylantiradi. Gaz bosimi 0,3-0,4 MPa, harorati esa 900-1200°C gacha pasayadi. Chiqarish takti (G) da chiqarish klapani porshen pastki chekka nuqta (p.ch.n.)ga 30-60°C yetmasdan ochila boshlab, Y.ch.n.dan 10-28°C o'tgandan keyin yopiladi(9.1-rasm.).



9.1-rasm. Bir silindirli to'rt taktli dizelning ishchi sikli sxemasi.
1-forsunka, 2-yonilg'i nasosi

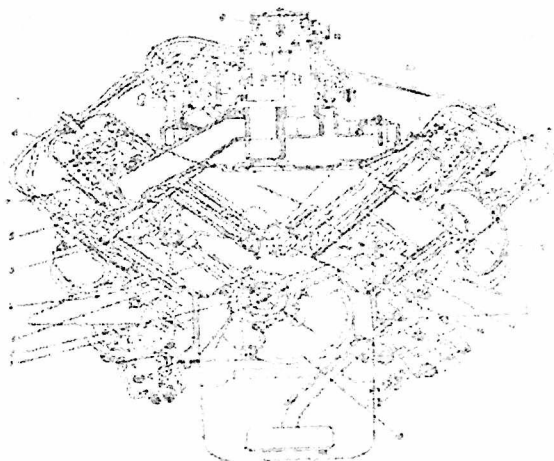
Demak, IYDning bir ish siklida tirsakli val ikki marta aylanadi, shundan yarim aylanish gazlarning porshenga ta'siri hisobiga, qolgan yarim aylanish zalvar massa (maxovik)ning inersiya kuchi hisobiga yuz beradi. Silindrlar soni qancha ko'p bo'lsa, IYD shuncha tekis ishlaydi, tirsakli val ham shuncha ravon aylanadi(1-rasm).

Ish jarayoni porshenning to'rt yo'lida, tirsakli val ikki marta aylanganda bajariladigan dvigatel deyiladi. To'rt taktli dvigatelningsh ish jarayoni quyidagicha:

Kiritish (so'rish) takti. Bunda tsilindrga yonuvchi aralashma to'ldiriladi. Tirsakli val burilganda porshen Yuchn dan pastga siljiy boshlaydi va porshen tepasidagi hajm kengayib siyraklanish hosil bo'ladi. Bu paytda kiritish klapani ochilib, tsilindr trubasi orqali karbyurator bilan tutashadi. Yonish kamerasida oldingi ish tsiklidan qolgan gazlar yangi kirgan yonuvchi aralashmaga aralashadi. Qoldiq gazlar aralashgan yonuvchi aralashma ishchi aralashma deyiladi. Kiritish taktida tsilindrdagi bosim 0,07...0,09 MPa, ishchi aralashmaning haroratsi 330-390 K bo'ladi.

Siqish taktida ishchi aralashma yonishga tayyorlanadi. Porshen PChn dan Yuchn ga siljiganda tsilindr ichiga kirgan ishchi aralashmani siqadi. Kiritish va chiqarish klapanlari yopiq bo'lganligi sababli aralashmaning hajmi kengayib, tsilindrdagi bosim va harorat ko'tarila boshlaydi. Dvigatelningsh siqish darajasiga qarab aralashma hajmi kamayadi. Siqish taktining oxirida bosim 0,9 - 1,2 MPa, haroratsi 500 - 700 K bo'ladi.

Kengayish takti. Yongan aralashmaning issiqlik energiyasi mexanik ishga aylantiriladi. Bu paytda kiritish va chiqarish teshiklari klapanlar bilan yopilgan bo'ladi. Gazlar kengayib porshenni pastga bosadi. Porshenni harakati shatun yordamida tirsakli valga uzatilib uni aylantirishga majbur qiladi. Kengayish taktini oxiridagi bosim 0,3-0,4 MPa, haroratsi 1200-1500K bo'ladi(9.2-rasm).



9.2-rasm. Silindrlari V-shimon joylashtirigan dvigatelning ko'ndalang kesimi:

1-startyor; 2-tirsaklival; 3-tsilindrlarbloki; 4-shatun; 5-porshen;
6- kiritishklapani; 7-tsilindrlargolovkasi; 8-koromislo; 9-karbyurator;
10-shtanga; 11-chiqarishklapani; 12-tsilindrlargilzasi; 13-turtkich;
14-taqsimlashvali; 15-tirsaklivalvashesternyasi.

Chiqarish takti tsilindrlar ishlatilgan gazlardan tozalanadi. Porshen PChn dan Yuchn ga siljib, ishlatilgan gazlar chiqarish teshigidan truba orqali atmosferaga chiqariladi. Chiqarish taktining oxirida gazning bosimi 0,11-0,12 MPa, haroratsi esa 700-1100 K bo'ladi. Dvigatel silindrlarining joylashtirilishiga qarab-tsilindrlari tik joylashtirilgan, yotiq joylashtirilgan, V-shaklida joylashtirilgan bo'lishi mumkin. Sovitilishiga qarab suv bilan sovitiladigan va havo bilan sovitiladigan dvigatellar bo'ladi. Karbyuratorli dvigatellarda silindrlar golovkasiga yondirish svecha o'rnatilgan bo'ladi.

Ichki yonuv dvigatellarinig sikllari

Issiqlik mashinalari 2 turga bo'linadi;

1) Tashqi yonuv dvigatellari

2) Ichki yonuv dvigatellari

Tashqi yonuv dvigatellarida yonish jarayoni boshqa bir dvigatelda amalga oshiriladi. Ichki yonuv dvigatellarida esa yonish ham, ish bajarish yonish kamerasida amalga oshiriladi. Hozirgi zamonda ishlayotgan ichki yonuv dvigatellarini 3 turga bo'lish mumkun:

1. Hajim o'zgarimanda ($v=\text{const}$) issiqlik keltiruvchi sikl
2. Bosim o'zgarimanda ($P=\text{const}$) issiqlik keltiruvchi sikl
3. Qisman hajim ($v=\text{const}$) qisman bosim ($p=\text{const}$) issiqlik keltiruvchi sikl.

I yo d tekshirishda ularga keltirilgan, olib ketilgan issiqlikni parametirlar o'zgarishi siklining FIK bajargan ishni aniqlanadi.

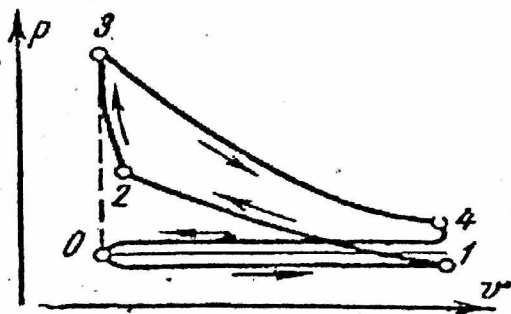
I yo d larning asosiy karakteristikalariga quydagilar kiradi:

1. $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$ -siqilish darajasi
2. $\gamma = \frac{p_1}{p_2}$ -bosimni oshirish darajasi
3. $\rho = \frac{v_1}{v_2}$ -avvaldan kengayish koeffsienti

1. $V=\text{const}$ issiqlik keltiruvchi sikl.

Ushbu sikilning indicator diagrammasi ko'rib chiqamiz. Buning uchun dvigatelini ishlash jarayonida indicator deb ataluvchi qurilma ulamadi. Qurilma sikli ishlashida sodir bo'layotgan termadinamik jarayonlarni ko'rsatib beradi. Diagramma quydagi ko'rinishga ega.

Ish bajarish jarayoni porshini holatiga bog'liq bo'ladi. Bu dvigatellarda yoqilg'I sifatida yengil yoqilg'ilar-benzin, generator gazlari, spirtlar ishlatiladi. Tirsakli valning 2 martta aylanishda 4 ta takt bajariladi shuning uchun 4 taktli deyiladi.

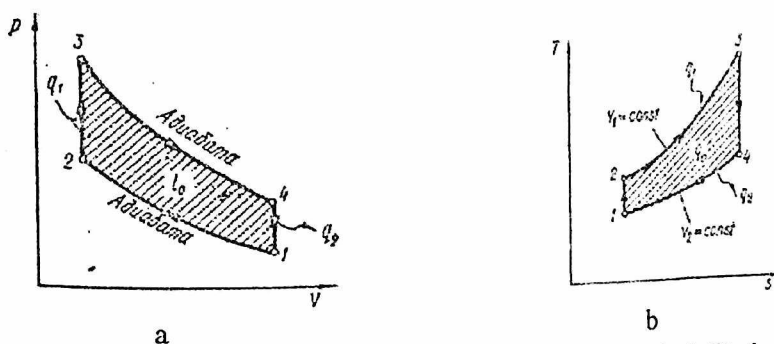


9.3-rasm. IYD ning indikator diagrammasi.

1. $V = \text{const}$ bo'lgandagi issiqlik keltiruvchi siklni ko'rib chiqamiz. Uni P-V va T-S diagrammasi quydagi ko'rinishga ega.

2. Porshen yuqori nuqtadan pastki nuqtaga harakatlanganda so'rish jarayoni amalga oshiriladi so'rish jarayoni termadinamik jarayon emas. So'ngra adibatik siqilish jarayoni 1-2 chizig'i boylab davom etadi. Shu jarayon ohirida 2-3 izahor ravishda issiqlik keliriladi, yonish shunchaki tez bo'ladiki, hajim o'zgarmasdan qolib, bosim ortadi. Ishchi massa 3-4 chizig'i boylab ushbu uning asosiy karakteristikasi bo'lib bosimni oshirish

darajasi γ -avvaldan kengayish koefsiienti $\rho = \frac{v_4}{v_3}$ hisoblanadi (9.4-rasm).



9.4-rasm. Ichki yonuv dvigatellarida izoxor tarzda issiqlikni keltirilish sikli:

p-V koordinatalarda (a); T-s koordinatalarda (b)

Termik FIK aniqlaymiz.

$$\Psi_T = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (9.1)$$

q_1 va q_2 larni yozib olamiz

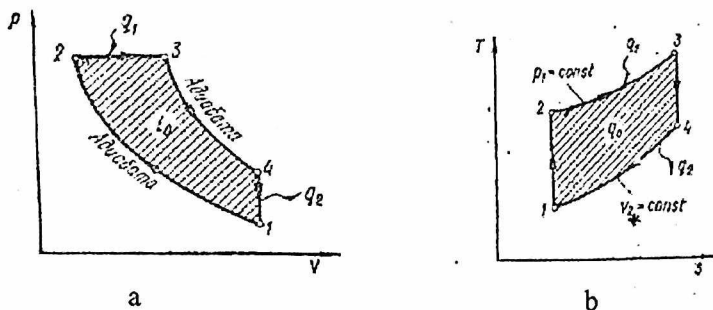
$$q_1 = c_V (T_3 - T_2) \quad (9.2)$$

$$q_2 = c_V (T_4 - T_1) \quad (9.3)$$

3. $P = \text{const}$ bo'lganda issiqlik keltiruvchi sikl

$V = \text{const}$ bo'lganda siklni ko'rib chiqamiz shu narsa aniq bo'ldiki uni termik FIK torayish darajasiga bog'liq bo'ladi, siqilish darajasini oshirish esa dvigatel detallarini detannatsiyaga olib keladi undan tashqari yoqilg'I aralashmasi alanganlash haroratiga bog'liqdir. Bunda usul esa alohida alohida jarayonlarni amalga oshirish mumkin bo'lgan sikl yaratilishi kerakligi isbotlandi. Bunday siklni dizel degan olim ishlab chiqdi.

Havo alohida siqilishi natijasida harorat ko'tariladi va yoqilg'I berilishi natijasida yoqilg'I aralashmasi hosil bo'ladi. Buning uchun esa hech qanday qurilma kerak bo'lmaydi. Shunday hususiylarga bosim o'zgarmagan-da issiqlik keltiruvchi sikl ega. Uning $P-V$ va $T-S$ diagrammasi quyidagi ko'rinishga ega.



9.5-rasm. Bosim o'zgarmagan ($P = \text{const}$) issiqlik keltiruvchi ichki yonuv dvigatellari: a) $p-V$ koordinatalarda; b) $T-S$ koordinatalarda

Gaz P,V,T, parametrlari bilan adiabatik siqiladi 2-3 izabar ravishda issiqlik keltirilgan 4-1 izahor ravishda issiqlik q_2 olib ketiladi ishchi jism avvalgi holatiga qaytadi.

Sikilning asosiy karakteristikalariga quyidagilar kiradi:

$$1. \text{ Siqilish darajasi } \varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$$

$$2. \text{ Avvaldan kengayish koefisenti } \rho = \frac{v_1}{v_2}$$

FIK ni aniqlaymiz

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (9.4)$$

$$q_1 = c_p (T_3 - T_2) \quad (9.5)$$

$$q_2 = c_v (T_4 - T_1) \quad (9.6)$$

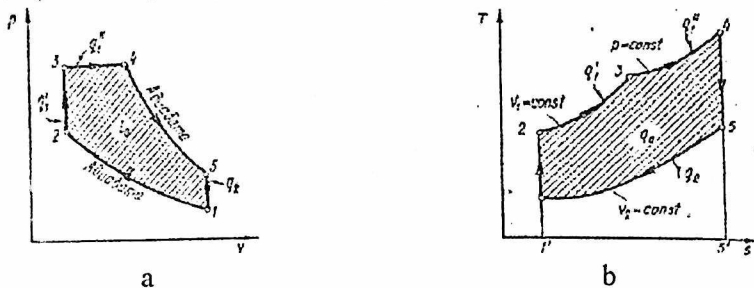
3. Qisman $V=const$ qisman $P=const$ bo'lganida issiqlik keltiruvchi IYD sikli

Avvalgi ko'rib chiqilgan sikl ham anchagina kamchiliklarga egadir ulardan biri yoqilg'ini yetkazib beruvchi kalenressorni qo'llanishidir kalenressorni ishlashi uchun. Dvigatelni umumiy quvvatdan 6-10 % sarflanadi bu esa kanstruksiyani murakkablashishiga tasiri katta bo'ladi yoqilg'I 50-70 Mpa bosim bilan purkaladi bunday dvigatelni rus olimi Trinkler ishlab chiqqani uchun uni Trinkler sikli deyiladi suyuq yoqilg'I nasosdan yoqilg'I porsunkasi orqali siklga yuboriladi yoqilg'I qizayotgan havoga kelib tushadi alanganaladi va butun voqiy davomida forsunka ochiq vaqitda avval hajim o'zgarmaganda so'ngra bosim o'zgarmaganda yonadi.

Ushbu siklni P-V va T-S diagrammasi quydagi ko'rinishga egadir.

Ishchi jism P,V,T, parametrlar bilan 1-2 adibata boyicha 2 - nuqtagacha siqiladi izahora 2-3 boyicha ishchi jism q izabara 3-4 orqali q issiqlik keltiriladi 4-nuqtadan boshlab ishchi jism 4-5 adiabat boyicha kengayadi va izahora 5-1 boyicha atrof muhitga chiqarib yuboriladi so'ngra

ishchi jism o'zining avvalgi holatiga qaytadi va q issiqlik issiqlik qabul qilinadi (10.6-rasm).



9.6-rasm. Ichki yonuv dvigatellarida issiqlikning aralash usulda keltirilish sikli.

a) P-V koordinatalarida; b) T-S koordinatalarida.

$$\eta_{\tau} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1 + q_1''} \quad (9.7)$$

$$q_1 = c_v (T_3 - T_2) \quad (9.8)$$

$$q_1'' = c_p (T_4 - T_3) \quad (9.9)$$

$$q_2 = c_v (T_5 - T_1) \quad (9.10)$$

$$\eta_{\tau} = 1 - \frac{T_1 \gamma^k - T_2}{T_1 \gamma^k - T_2 + k(T_1 \epsilon^{k-1} \gamma^{\rho} - T_2 \epsilon^{k-1})} = 1 - \frac{T_1 (\gamma^k - 1)}{[T_1 \epsilon^{k-1} (\gamma - 1) + T_1 \gamma^k - 1] \gamma^k (\rho - 1)} - 1 - \frac{\gamma^{\rho} - 1}{\epsilon^{k-1} [(\gamma - 1) + \gamma^k (\rho - 1)]} \quad (9.11)$$

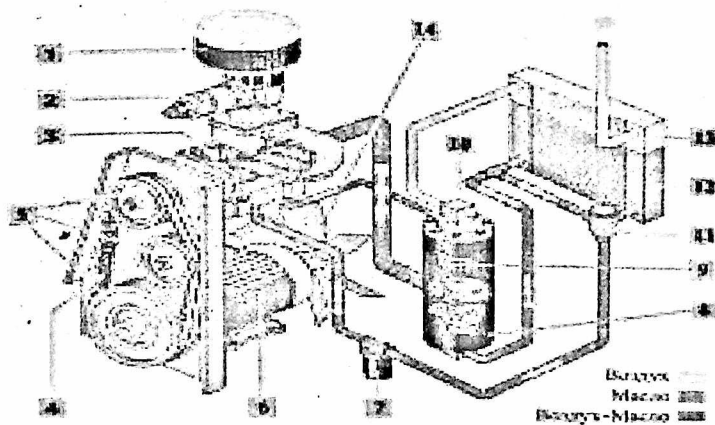
Olingan qiymatlardan shunday hulosa kelib chiqadiki ushbu siklni FIK siqilish darajasiga avvaldan kengayish ko'effsientiga adiabatga ko'rsatkichiga bog'liq emas.

LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. Issiqlik mashinalari necha turga bo'linadi?
2. IYDlari haqida tushuncha bering.
3. To'rt taktli IYDlarining ishlash uslubini tushuntiring.
4. Ikki taktli IYDlarining ishlash uslubini tushuntiring.
5. V=const issiqlik keltiruvchi siklini tushuntiring.

6. $P = \text{const}$ bo'lganda issiqlik keltiruvchi siklini tushuntiring.

ICHKI YONUV DVIGATELLAR HAQIDA QO'SHIMCHA MA'LUMOTLAR



2.10-§. X-LABORATORIYA ISHI.KONVEKTIV QURITGICHNI SINASH

Ishdan maqsadi

1. Konvektiv quritkichlarda quritish jarayonida quritish agenti sifatida ishtirok etayotgan nam havoning parametrlarining o'zgarishini o'rganish.
2. Quritish agentining sarflanishini aniqlash.Z. Quritgichning f.i.k.ni aniqlash.

Tajriba o'tkazish uchun kerak bo'ladigan asbob va uskunarlar: laboratorik qurilma, psixrometr, torozi, suvga to'la bo'lgan 5 - 6 litrlik idish, sekundometr, animometr va h - d diagramma.

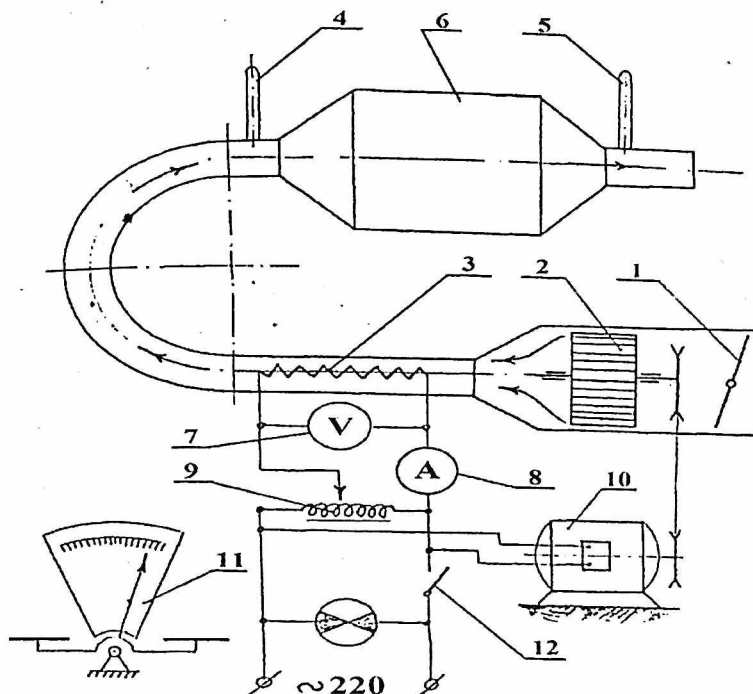
Laboratorik qurilmaning tuzilishi:

Laboratorik qurilma quyidagicha qismlardan tashkil topgan: ventilyator 2 elektrodvigatel 10 elektrli kolorifer 3 va quritish kamerasi 6 (10.1-rasm). Quritishda ishtirok etadigan havoning miqdorini to'siq 1 orqali sozlash mumkin. Elektrli koloriferning quvvatini ampermetr 8 va voltmetr 7 ko'rsatayotgan sonlar orqali topiladi. Quritish kamerasiga kirayotgan va undan chiqayotgan havoning haroratlari 4 va 5 simobli termometrlar orqali o'lchanadi. Qurilmaga kirayotgan tashqi havoning parametrlari qurilma yoniga o'rnatilgan psixrometr yordamida aniqlanadi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Quritish kamerasidan quritish kerak bo'lgan material olinadi va quritish kamerasi berkitib qo'yiladi.
2. Elektrli koloriferga tok beriladi. Berilayotgan tokning kuchi (J) va kuchlanishi (U) avtotransformator 9 orqali kerakli mikdorga keltiriladi so'ngra ventilyator harakatga keltiriladi.
3. Qurilma qiziyotgan vaqtda quritish kerak bo'lgan material idishdagi suv yordamida xo'llaniladi. Xo'llash shunday bo'lishi kerakki, bunda materialni ho'llanmagan joyi qolmasligi va ho'llangan joylaridan esa suv tomib turmasligi kerak, mabodo suv tomish xosil bo'lsa, materialni silkib tashlash orqali suv tomishini to'xtatish zarur.
4. Qurilmaga o'rnatilgan simobli termometrlar 4 va 5 larning ko'rsatkichlari ko'tarilishdan to'xtagach, quritilishi kerak bo'lgan materialning massasi (W_{II}) torozida tortib olinadi va quritish kamerasiga joylashtirilib,

kamera yopiladi. (W_k) ning qiymati 1 g. aniqlikda o'lchaniladi, so'ngra aniqlangan qiymat I-jadvalga kg.da yozib qo'yiladi.



10.1-rasm. Laboratorik qurilmaning sxemasi

1 - to'siq; 2 - ventilyator; 3 - elektrli kalorifer; 4, 5 - simobli termometr; 6 - qizdirish kamerasi; 7 - voltmetr; 8 - ampermetr; 9 - avtotransformator; 10 - elektrodvigatel; 11 - tarozi; 12 - tok vklyuchateli.

5. Quritilishi kerak bo'lgan material quritish kamerasiga joylatirilib, kamera yopilgandan boshlab quritish vaqti boshlanadi. Shuning uchun bu vaqt belgilab qo'yiladi. Quritish taxminan 15-17 minut davom etadi.

6. Qurish jarayoni boshlanganiga 8-10 minut bo'lgandan keyin qurilmadan quyidagilar aniqlanadi va I-jadvalga yozib qo'yiladi:

- Ampermetrni ko'rsatkichi J , a.
- Voltmetr ko'rsatkichi, U , v.

- Psixrometr yordamida quritish qurilmasiga kirayotgan havoning quriq t_s va ho'l t_m haroratlari, 4 va 5 termometrlarning ko'rsatkichlari t_s va t_m °S.
- Animometr va sekundomerlarning ko'rsatkichlari n , m va M , sek.
- Quritish kamerasidan havoni tashqariga chiqarayotgan quvurning yuzasi S , m^2 .

7. Qurilma ishdan to'xtatiladi, quritish jarayoni davom'etgan vaqt aniqlanadi va uning qiymati I-jadvalga yoziladi.

8. Quritish kamerasidan quritilgan material olinadi, uning qurigandan keyingi massasi W_K Ig. aniqlikda o'lchaniladi va uning qiymati I - jadvalga kg.da yozib qo'yiladi.

I-jadval

W_{th} kg	J a	U V	t_G °C	t_M °C	t_b °C	t_s °C	n m	m sek	S m^2	τ min	W_K kg

Tajriba natijalarini hisoblash.

1. $h-d$, diagrammada t_m , t_s , t_1 va t_2 izoterma chiziqlari o'tkaziladi. (rasm 2). t_m va t_s izotermalari kesishgan A nuqta topiladi. SHu nuqtadagi mos keluvchi entalgiya (h_o) va namlikning miqdori (d_o)larning qiymatlari aniqlanadi va jadval 2 ga yozib qo'yiladi.

2. A nuqtadan t_1 izoterma chizig'ini kesib o'tgunga qadar vertikal chiziq chiziladi va ularning kesishish nuqqasi V topiladi.

AV vertikal chiziqi kaloriferda havoning qizishini ifodalovchi chiziq bo'ladi.

3. V nuqtadan t_2 izoterma chizig'i bilan kesishguncha $h_1=h_2=sopst$. chizig'i o'tkaziladi va ularning kesishgan S nuqtasi topiladi.

S nuqtaga mos keluvchi h_1 va h_2 larning qiymatlari 2 -jadvalga yozib qo'yiladi, VS- chizig'i nazariy quritgichdagi qurish jarayonini ifodalovchi chiziq bo'ladi.

4. Bir minutda qurilma quriyotgan materialdan ajratgan namlik miqdori W topiladi va uning qiymati 2-jadvalga yoziladi.

$$= (W_H - W_K) \cdot \frac{1}{\tau}, \quad \text{kg/min}$$

5. Bir minutda qurilmadan kirayotgan quruq havoning (V_v) miqdori topiladi.

$$V_v = 60 \frac{n}{M} \cdot S, \quad \text{m}^3/\text{min}$$

6. Bir minutda qurilmaga kirayotgan quruq havoning U_s miqdori topiladi.

$$V_c = \frac{(P_\sigma - P_H) \cdot V_0}{287(t_c + 273)}$$

bu yerda: P_b - barometrik bosim.

P_p - nam havodagi bug'ning partsiyal bosimi.

Uning qiymati $h-d$ diagrammadan topiladi. (10.2-rasm).

7. Quritish kamerasidan chiqayotgan nam havoning haqiqiy namlik miqdori d_2' topiladi.

$$d_2' = d_1 + \frac{1000W}{V_c}, \quad \text{g/kg}$$

8. $h-d$ diagrammada d_2 nuqtadan t_2 izoterma chizig'ini kesib o'tgunga qadar vertikal chiziq o'tkaziladi va ularning kesishgan nuqtasi S^1 topiladi. S^1 - to'g'ri chizig'i real quritkichlardagi qurish jarayonini ifodalovchi chizikdir.

9. Quriyotgan materialning tarkibidagi 1 kg. suvni bug'latish uchun sarflanadigan quritgich agentining miqdori topiladi.

$$l = \frac{V_c}{W} = 1000 (d_2' - d_1), \quad \text{kg/kg}$$

10. Quriyotgan material tarkibidagi 1 kg suvni bug'latish uchun sarflanadigan issiqlikning miqdori quyidagicha topiladi:

$$y = l (h_1 - h_c), \quad \text{kJ/kg}$$

11. Quritgichning f.i.k. quyidagicha topiladi:

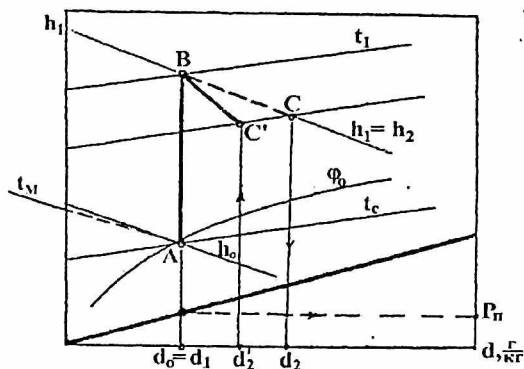
$$\eta = \frac{Q_s}{Q_x}$$

bu yerda: Q_v - havoning 1 minutda kaloriferdan olayotgan issiqlik miqdori.

Q_k - 1 minutda elektrli koloriferdan ajralib chiqayotgan issiqlikning miqdori.

Jadval 2

h_0	$d_0=d_1$	h_1	d_2	W	V_v	V_c	d_2'	l	q	Q_v	Q_K	η
$\frac{kl}{kg}$	$g\ kg$	$\frac{kl}{kg}$	$g\ kg$	$\frac{kg}{mm}$	$m^3\ min$	$kg\ mm$	$g\ kg$	$\frac{kl}{g}$	$\frac{kl}{kg}$	$kJ\ mm$	$kJ\ mm$	



10.2-rasm. h-d diagrammada konvektiv quritgichning quritish Jarayoni grafigi.

Hisobot quyidagilardan tashkil topadi:

1. Ishning maqsadi.
2. Laboratorik qurilmaning sxemasi.
3. O' lchab olingan kattaliklar (jadval I) va hisoblab topilgan kattaliklar (jadval 2) jadvallarining to' ldirilgan holati.
4. Tajriba natijalarining hisobi.
5. Qurish jarayonining h-d diagrammadagi masshtabda chizilgan grafigi.

LABORATORIYA ISHI BOYICHA SAVOLLAR

1. Konvektiv usulda quritishning mohiyati nimadan iborat?
2. Konvektiv quritgichni sinash uchun kerak bo'ladigan asbob va uskunalarga nimalar kiradi va ularning vazifalari nimadan iborat?
3. Quritilayotgan material tarkibidagi 1 kg.suvni bug'latish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdorini topish uchun nimalarni bilish kerak?
4. Qurish jarayonini h-d diagrammadagi grafigidagi chiziqlar nimalarni ko'rsatadi?

UCHINCHI QISM. VIRTUAL LABORATORIYA ISHLARNI O‘TKAZISH TEXNOLOGIYASI

3.1–§. Laboratoriya ishlarini moderenizasiyalashda zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan foydalanish

Talabalarning “Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarishlari bu fanni urgatish, o‘qitish jarayonining eng muhim va samarali qismini tashkil qiladi. Shu sababli ham, laboratoriya mashg‘ulotlarini to‘g‘ri tashkil qilish, uni rivojlantirish muammolariga oid masalalarni ishlab chiqish juda katta ahamiyatga egadir. Laboratoriya mashg‘ulotlari uslubiyatini ishlab chiqishning qiyinligi, uning ko‘p komponentaliligi, kompleks xarakterga egaligidadir. U ko‘p jihatdan har xil oliy o‘quv yurtlarida mavjud laboratoriyalarning turli darajada texnik ta‘minlanganligi, mutaxassislik yo‘nalishi, mashg‘ulotlarni olib borish metodikasi, kompyuterlarning qay darajada qo‘llanilayotganligi va olingan eksperimental natijalarni tahlil qilish darajasi, eksperiment o‘tkazishga talabalarning tayyorgarligini tekshirish usullari, hisobot shakli va xokazolarga bog‘liq jarayondir.

Ma‘lumki, “Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanini o‘rganishda laboratoriya ishlarini bajarish muhim o‘rin egallaydi. Laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha mashg‘ulotlar paytida talabalar o‘z bilimlarini oshirishlari, olgan nazariy bilimlarini mustahkamlashlari, fanning asosiy tushunchalari va qonuniyatlarini chuqurroq tushunish va anglab olishga erishishlari, eksperimental masalalar yechish malakalari va ko‘nikmalarini hosil qilishlari, energetik asbob va qurilmalar, shuningdek, o‘lchov asboblari bilan ishlashni, kuzatish va tajriba natijalarini ishlab chiqish ko‘nikmalarini hosil qilishlari lozim. Bu borada yangi zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanib o‘qitish yaxshi natijalar beradi. Bunday o‘qitish uslublarini ishlab chiqish bilim olish nazariyasiga, o‘rganilayotgan fanning metodologiyasiga, bilim jarayonining psixologiyasiga, o‘qitishning didaktik jarayonlariga va bo‘lajak mutaxassisni tarbiyalash hamda uni shakllantirishning pedagogik asoslariga tayanishi ariqdir.

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya eksperimenti orqali olinadigan bilimlar o‘zining didaktik xususiyatlari jihatidan katta salmoqqa egadirlar va bu imkoniyatlardan, ayniqsa, oliy ta‘lim

bosqichlarida fanni chuqur o'zlashtirishda keng foydalanilishi lozim bo'ladi.

Laboratoriya ishlarini o'lib borish talabalarga quyidagilarni o'rganish imkoniyatlarini beradi:

I—Fanning termodinamik jarayonlari va ularning qomuniyatlari bilan eksperimental tanishish imkoniyatini;

II—Umimiy fizika kursining barcha asosiy bo'limlarida fizikaviy kattaliklarni o'lchash uslublarini o'rganish imkoniyatini;

III—Zamonaviy o'lchash asboblari bilan tanishish imkoniyatini;

IV—O'lchash natijalarini matematika ishlab chiqish usublari bilan tanishish imkoniyatini;

V—Eksperimentda va uning natijalarini ishlab chiqishda kompyuterdan foydalanish imkoniyatini beradi.

Laboratoriya ishlarini bajarishning uchta asosiy bosqichini ko'rsatib o'tishimiz mumkin:

Birinchiidan, tadqiqot maqsadini aniqlash;

Ikkinchiidan, tadqiqot uslubini va uni amalga oshirish yo'llarini tanlash;

Uchinchiidan, olingan laboratoriya ishlarining natijalarini matematikaviy usullarda hisoblab chiqish va tahlil qilish.

Urganilishi lozim bo'lgan tajribaviy masalalarni muvaffaqiyatli yechish, ko'p jihatdan jarayonni o'rganish uslubiyati to'g'ri tanlanishiga bog'liqdir.

Jarayonni o'rganish uslubiga qurilma detallari va o'lchash asboblari bilan muomala qilish, qurilma tuzilmasi va tanlangan o'lchov asboblari bilan muomala qilish xususiyatlari, o'lchashlarni bajarish tartibi, hamda tanlangan uslub uchun olingan o'lchashlar natijalarini optimal tahlil qilish usullari kiradi. Laboratoriya ishini ilmiy tajribalardan farqlab, o'quv tajriba deb atalsada, u bir qator hislatlari jihatidan ilmiy izlanishlarga o'xshab ketadi. O'quv tajribalarda ham ilmiy izlanishlardagi kabi mavzuni o'rganish davri mavjud. Ularga shuningdek, qurilmani loyihalash va o'lchashlarni o'tkazish, hamda o'lchash natijalarini qayta ishlab umumlashtirish jarayonlari ham kiradi. Talaba, albatta, qo'llanilayotgan asboblarning tuzilishi va ishlash tamoyillari haqida aniq tasavvurga ega bo'lishi lozim. U fan yuzasidan laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish

uslublari va o'lchashlar hajmida aks etadi. Tajriba topshiriqlariga kiritilgan bilimlardan talabalar kelajakda qaysi sohalarda amaliy foydalanishi mumkinligini aniq tasavvur eta bilishilari lozim bo'ladi.

Elektron hisoblash mashinalari (EHM) ning laboratoriya ishlarida keng qo'llanilishi quyidagi imkoniyatlarni beradi:

1. Talabalar mustaqil ishlaganlarida byudjet vaqtdan yutiladi. Ba'zi oliy o'quv yurtlarida tayyor dasturlarni EHM ga kiritib ish bajarganlarida 30-40 minut vaqt sarflanib, bitta laboratoriya ishida 2-3 soatcha vaqt tejalgan.

2. Eksperimental yo'l bilan olingan qiymat. va hisoblangan natijalarni tezda tekshirib ko'rish mumkin.

3. Talabalar bilimni mashina standarti bo'yicha sinab ko'rish imkoniyati tug'iladi.

4. EHM qo'llanilganda talabalarning fanga qiziqishlari ortadi.

5. Tejab qolingan jismoniy kuch va vaqtni mashg'ulotlarni ijodiy rivojlantirishga sarflash imkoni tug'iladi.

6. EHM ga dastur tuzib kiritish uslubi va imkoniyatlari bilan talabalar tanishuvi keyinchalik kurs va bitiruv ishlarida EHM ni ishlatish ko'nikmalarini hosil qilish imkoniyatlarni beradi.

3.2-§. VIRTUAL LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI O'TKAZISH USULLARI

Fan-texnikaning shiddarli rivojlanishi insoniyatning barcha hayot faoliyati mobaynida yangiliklar, axborotlar almashinuvi juda tezlik bilan amalga oshirilmoqdakim, ularni tahlil qilish jarayoni tobora murakkablashib bormoqda. Shuning uchun barcha sohalarda kompyuterlar va axborot kommunikasion texnologiyalari (AKT)dan unumli foydalanish dolzarb muammolardan hisoblanadi. Axborot kommunikasion texnologiyalari dan ta'lim tizimida, fanlarni o'qitishda foydalanish-darsliklarning elektron versiyalari, elektron darsliklar, elektron plakatlar, hodisa va jarayonlarning virtual modellari, test dasturlari va laboratoriyalarning virtual stendlarini yaratish, masalalar echish va hokazo bosqichlardan iborat bo'lib, yoshlarning fanlarga bo'lgan qiziqishlarini oshirishda, hodisa va qonuniyatlarni chuqurroq anglab etishlarida, masofoviy(onlayn) va mustaqil ta'lim olishlarida muhim ahamiyatga egadir.

Oliy o'quv yurtlaridagi ta'lim jarayonida zamonaviy axborot kommunikasion texnologiyalari (AKT)dan foydalangan holda darslarni tashkil etish uchun ma'lum bir shart-sharoitlar mavjuddir va bularga quydagilarni kiritishimiz mumkin:

Birinchidan, axborot resurslari bo'lishi kerak. Bularga:

- 1) shaxsiy kompyuter;
- 2) proektor;
- 3) multimedia vositalari;
- 4) skaner (murakkab sxemalar va chizmalarni, negativ plyonkadagi tasvirlarni kompyuterga o'tkazish uchun);
- 5) raqamli fotoapparat;
- 6) video kamera (video konferensiyalar o'tkazish uchun va yana boshqa maqsadlarda);
- 7) printer, nusxa ko'chiruvchi qurilma (tarqatma materiallarni qog'ozga tushirish va ko'paytirish va yana boshqa maqsadlar uchun) va boshqa resurslar.

Ikkinchidan, maxsus dasturiy ta'minotlar hisoblanadi. Ta'lim tizimida multmedialiy elektron o'quv adabiyotlar, ma'ruzalar, virtual laboratoriya ishlari, har xil animatsion dasturlar va yana boshqa ishlarni yaratishda kerak bo'ladigan maxsus dasturlar hisoblanadi.

Bunday dasturlar juda ko'p bo'lib, misol uchun: Animatsion roliklar yaratish uchun «Macromedia Flash MX» dasturidan foydalaniladi. Multmedialiy taqdimot ma'ruzalarini yaratishda hammamizga ma'lum bo'lgan «Power Point» va «Macromedia Authorware» dasturidan foydalaniladi. Elektron o'quv adabiyotlarni yaratish davomida keng foydalaniladigan tahrirlovchi dasturlar ham mavjud bo'lib ularga misol uchun, «Adobe Photoshop» dasturi orqali rasmlarni tahrirlash, sifatini oshirish uchun foydalaniladi. Shuningdek, «CorelDraw» dasturi orqali har xil grafiklarni yaratish mumkin. Tovush va videolarni tahrirlash uchun esa mos ravishda «SoundForge» va «Adobe Premier» dasturlaridan keng foydalaniladi. Shuningdek ta'lim tizimida tayyor ishlab chiqilgan multmedialiy elektron o'quv qo'llanmalar ham mavjuddir.

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanidan jarayonlarni modellashtirish imkoniyatini beradigan dasturlarga:

«MatCad, MatLab», «Maple, Matemateka» sistemalari, «Srocodile Physics», «Electronics Workbench», «Interactive Physics» va boshqa dastur paketlarini misol keltirish mumkin.

Axborot texnologiyalari imkoniyatidan foydalangan holda kompyuter modellarini o'quv jarayonlarida foydalanish o'zining yaxshi samarasini beradi. Kompyuter modellarini o'quv jarayonlarida qo'llash tamoyillariga quyidagilar kiradi:

1. Kompyuter dasturi tajribani o'tkazish mumkin bo'lmagan yoki tajriba kuzatib bo'lmaz darajada harakatlangan paytda qo'llanilishi lozim.

2. Kompyuter dasturi urganilayotgan detalni aniqlashda yoki echilayotgan masalaning illyustratsiyasida yordam berishi kerak.

3. Ish natijasida talabalar model yordamida hodisalarni xarakterlovchi kattaliklarning ham sifatiiy, ham miqdoriy bog'lanishlarini ko'ra bilishlari kerak.

4. Dastur bilan ishlash paytida talabalarning vazifasi turli qiyinlikdagi topshiriqlar ustida ishlashdan iborat, chunki bu o'zlari ustida mustaqil ishlashga imkon beradi.

Zamonaviy o'qitish tizimida o'qitishning an'anaviy ko'rinishidan farq qiladigan zamonaviy axborot kommunikasion texnologiyalarni qo'llash yuqori samaradorlikka erishishga ko'p imkoniyatlar biradi. Hozirgi paytda "Termodinamika va issiqlik texnikasi" fanini o'qitish borasida talabalar ongida nazariyalarga oid modelning tasavvurlarini shakllantirish, hodisalar va jarayonlar bilan tanishtirishning samarali metodlarini ishlab chiqish muhim hisoblanadi.

Ilg'or pedagogik texnologiyalarni ishlab chiqish va amalga oshirish ilmiy muammo sifatida maxsus tadqiqotlar olib borishni ko'zda tutadi. Bunda eng avvalo quyidagilarni aniqlash lozim:

-ta'lim texnologiyalarini ilmiy ishlab chiqish va amaliyotga joriy qilish uchun ijtimoiy pedagogik asoslar mavjudligini aniqlash;

-ta'lim tizim sifatida nimani anglatishi va qanday tarkibiy qismlardan tashkil topganligini belgilash;

-ta'lim texnologiyasining funksional tizimi jarayon sifatida nimalardan iboratligini aniqlash;

–taʼlim texnologiyalari «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» maqsadlariga qay darajada toʻgʻri kelishini va baholash mezonini koʻrsatib berish;

–pedagogik texnologiya tizimlari nazariyasining asosiy qonuniyatlariга mosligini nazarda tutib, ularning yoʻl–yoʻrigʻini ishlab chiqish.

Kompyuterlashtirish jarayoni shunday shiddat bilan ketmoqdaki, bir necha yildan keyin har bir oʻquv xonasi va laboratoriya xonasi kompyuter bilan toʻliq taʼminlanadi. Shuning uchun kompyuterlardan oʻquv jarayonlarida foydalanishning uslubiy–oʻquv qoʻllanmalarni ishlab chiqish zarur. Birinchi navbatda elektron qoʻllanma dasturlarni ishlab chiqish zarur hisoblanadi.

Kompyuter darslari anʼanaviy darslarga qaraganda ancha engillik tugʻdiradi. Shuningdek, modellashtirishning oʻziga xos muhim tomonlari shundaki, unda turli xil tajriba qurilma va asboblarni tayyorlash shart emas, jarayon va hodisalarni jonli va tabiiy koʻrinishda tasvirlash, tajribani oz fursat ichida istalgan marta takrorlash, kuzatish qiyin boʻlgan va umuman kuzatilishi mumkin boʻlmagan jarayonlarni ham namoyish eta olish imkoniyatiga ega. Oʻqituvchiga kompyuter monitorida, shuningdek, multimedia proektori yordamida koʻpgina termodinamik jarayonlarni va xodisalarni namoyish etishni, hamda yangi noanʼanaviy oʻqitish turini takomillashtirish imkonini beradi. Bugungi kunga kelib informatsion texnologiyalardan foydalanish koʻzga koʻrinmas, tez yoki sekin oʻtuvchi jarayonlarning, murakkab jarayon va hodisalarning mexanizmlarini animatsiya qilish imkonini yaratadi. Bunday animatsion modelni multimedia–proektori tizimidan foydalanib imitatsiya qilish mumkin boʻladi.

3.3–§. VIRTUAL LABORATORIYA MASHGʻULOTLARINI STENTINI ISHLAB CHIQISH

Mamlakatimizda taʼlimni jarayonini axborotlashtirishda, boʻljak kadrlarning axborot va kommunikatsion texnologiyalarni oʻzlashtirishlari bilan bir qatorda, aniq fan sohasida etuk mutaxassis kadrlar tayyorlashni axborot va kommunikatsion texnologiyalarni kommunikatsion texnologiyalari vositalari yordamida jadallashtirish lozim. Keyingi vaqtlarda, taʼlimda axborot va kommunikatsion texnologiyalaridan foydalanish sohasida yangi

atama "Virtual o'quv laboratoriya" ishlari paydo bo'ldi. Virtual o'quv laboratoriya ochiq va masofaviy o'qitish g'oyasiga muvofiq bo'lib, ta'lim jarayonidagi moddiy-texnik ta'minot borasidagi muammolarni oz bo'lsada hal qilish imkonini bermogda.

Laboratoriya mashg'ulotlarini olib borishda virtual o'quv laboratoriya bo'yicha ilmiy-metodik ishlarning mavjudlari ham asosan virtual asbob va ularni laboratoriya mashg'ulotlarida qo'llashning yoritilishi bilan cheklangan, lekin, virtual o'quv laboratoriyasida faqatgina virtual asboblarni emas, balki virtual o'quv xonalari texnik obektlar loyihasi, matematik va imitatsion modellash tizimlari, amaliy dasturlar o'quv va ishlab chiqarish paketlarini o'z ichiga oladi. Virtual o'quv laboratoriyaning o'zi esa faqatgina laboratoriya mashg'ulotlarida emas, balki talabalarning kurs va diplom loyihalarida, o'quv-tadqiqot ishlarida qo'llanilishi mumkin.

"Virtual laboratoriya" tushunchasining mohiyati- tarkibiy qism bo'lgan virtual asbob yordamida (oddiy elektron asbob bilan ishlagandek) kompyuterda ishlash imkoniyatini beradigan, oddiy kompyuterga qo'shimcha qilingan apparatli va dasturli vositalar to'plamini ifodalashdan iboratdir. Virtual asbob va virtual laboratoriyaning muhim qismi – foydalanuvchining samarali grafik interfeysi (ya'ni, foydalanuvchining kompyuter bilan o'zaro aloqalarining qulay, interfaol rejimini ta'minlovchi), odatiy predmetli sohada ko'rgazmali grafik namunalar ko'rinishida grafik menyu tizimi bilan dasturli asbob hisoblanadi.

O'quv virtual laboratoriya – bu yakunlangan dasturli mahsulot bo'lib, uning o'ziga xos xususiyati avtomatlashtirilgan hamda loyihalashtirish samaradorligini oshirishga yo'naltirilgan katta dasturli tizimlarni loyihalashtirishning zamonaviy konsepsiyalaridan foydalanish hisoblanadi. Uslubiy jihatdan virtual laboratoriyalarni sun'iy intellekt tizimlarida qabul qilingan jarayon, deklarativ va gibrid tizimlari turlariga asoslangan bilim berish, tasavvur modellaridan kelib chiqib, guruhlash mumkin. Virtual o'quv laboratoriyadagi amaliy jarayon asosini amaliy dasturlar o'quv paketi yoki ularning sanoat analoglari tashkil etadi. Ularni yaratishda asosiy e'tibor odatda matematik modellash, urganilayotgan jarayon yoki obektlar optimallashtirish va hisob ishlariga qaratiladi. Amaliy dasturlar paketi bilan o'quv ishlarida talabalar maxsus mutaxassislik malakalariga ega bo'lishlari kerak, ko'pchilik hollarda ular hali

malakalarga ega bo'lmaydilar. Bunda quyidagi tamoyillarga asoslangan maxsus didaktik interfeys, senariyli sxemalar yordam berishi mumkin:

a) urganish faoliyatini faollashtirish uchun musobaqalashish vaziyatlarini yaratish;

b) talabalarning bilish faoliyatini siklik, yopiq boshqarishni tashkil etish;

v) qiziqarli namunaviy yoki urgatuvchi masala yoki masalalar to'plamini tanlash.

Bu tamoyillarni amalga oshirish tajribasi ularning yuqori didaktik samarasini ko'rsatadi. Texnik ma'lumotga ega bo'lgan mutaxassislarni tayyorlashda texnik obektlar loyihasini urganish bo'yicha laboratoriya ishlari katta ahamiyatga ega. Shu maqsadda maxsus o'quv xonalari yaratilyapti. Ammo ularni yaratish uzoq vaqtni, jihozlash va tarkibi esa-katta moddiy resurslarni talab qiladi. Ta'lim jarayonida virtual xonalardan foydalanish haqiqiy o'quv xonalaridan foydalanishni butunlay chetlashtirmaydi. Lekin, bunday mashg'ulotlarning elektron ko'rinishi quyidagilarga imkon beradi:

Birinchidan, talabalarning o'quv ishlarida faolliklari va mustaqilliklarini oshiradi;

Ikkinchidan, o'quv materialining multimedia ko'rinishidaligi bilan uni qabul qilishni osonlashtiradi;

Uchunchidan, har bir talabaning materialni o'zlashtirishi bo'yicha to'liq nazoratni ta'minlaydi;

To'rtinchidan, reyting nazoratlari tayyorlanishda takrorlash va trening jarayonini osonlashtiradi.

Virtual laboratoriya o'quv multimedia majmualaridan foydalanish yaxshi samara beradi. Bilish faoliyatining asosiy bosqichlariga quyidagilar kiradi:

1. Tanishuv, qabul qilish: metodik tavsiyalar, bosma qo'llanmalar.

2. Anglash, mustahkamlash va bilimlarni tekshirish: elektron o'quv qo'llanmalar, test tizimlari, virtual o'quv xonalari.

3. Kasbiy yo'nalgan ko'nikma va malakalarni shakllantirish, intuisiyani rivojlantirish: matematik yoki immitasion modellash, trenajerlar va boshqa o'quv tizimlari.

4. Loyiha–tadqiqotchilik o‘quv faoliyati: o‘quv yoki ishlab chiqarish qo‘shimcha dastur paketlari kiradi.

Ma‘lumki, fanlar bo‘yicha asboblardan va qurilmalar bilan shaxsani tanishmasdan va ularda ishlash ko‘nikmalarini shakllantirmasdan turib, etuk mutaxassisni tayyorlashni tasavvur qilish qiyin. Masofaviy ta‘limni tashkil etish sharoitlarida laboratoriyaning an’anaviy shakllari foydalanuvchi (talaba tajriba o‘tkazuvchi)ning modellashtirish muhiti bilan samarali interfaol o‘zaro aloqalariga erishish yo‘lida apparatli–dasturli (texnik) vositalar, kompyuter grafikasi va animatsiyadan foydalanib, tajribah imitatsiya qilish hamda matematik modellashtirish texnologiyasidan foydalanuvchi, virtual laboratoriyalar bilan to‘ldiradi. Virtual laboratoriyaning muhim jihati asboblarning odatiy tasvirlari bilan birga, haqiqiy signallarni imitatsiyalash modellarinigina emas, balki zarur ma‘lumotlar fayllarida saqlanadigan avvalgi tajriba ma‘lumotlar fayllarida foydalanish yo‘li bilan tajribani ko‘rgazmali imitatsiya qilish mumkinligi hisoblanadi. O‘qitish natijalari kafolatining asosi yaxlit o‘quv jarayonida tashkil etiluvchi operativ javob aloqasi hisoblanadi. O‘quv materialini urganishda qo‘yilgan maqsadlarga yo‘naltirilgan kundalik natijalarni baholash va ta‘lim mazmunini boyitib borish zarur.

Kuzatuv najalaridan ma‘lum bo‘lishicha, tadqiqotlar jarayonida laboratoriya ishlari tajriba o‘rniga uning kompyuterdagi virtual modeli asosida o‘tkazilsa, laboratoriya uskunalarining kamchiliklari bartaraf etilib, talabanning mustaqil bilimni oshirishi uchun qo‘shimcha ma‘lumotlarni urganishga bo‘lgan qiziqishi shakllanib va ortib borishi aniqlandi. Kompyuterning virtual muhitidagi tajriba natijalarini tahlil qilishi va real tajriba bilan taqqoslash imkoni tug‘iladi.

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanidan virtual laboratoriyalar shaklidagi o‘quv materiallari, fanning nazariy qismida o‘rganilgan tushuncha, hodisa va jarayonlarni virtual tadqiq qilish imkonini beradi va o‘z afzalliklari bilan real laboratoriya ishlarini to‘ldiradi. Real laboratoriya o‘rniga uning kompyuterdagi virtual modeli qo‘llanilib, mashg‘ulotlar tashkil etilsa, laboratoriya uskunalarining kamchiliklari bartaraf etiladi, talabalarning o‘quv faoliyati yanada faollashadi, ularda mustaqil va ijodiy ishlash ko‘nikmalari shakllanadi va ijodiy qobiliyatlarining rivojlanishiga olib keladi.

Quyida biz QarMII "Issiqlik energetikasi" kafedrasida ishlab chiqilgan bir qancha virtual laboratoriya ishlaridan 2 ta virtual laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy metodik ishlanmasini namuna sifatida taqdim etamiz.

**3.4–§.I-LABORATORIYA ISHI. HAVONING ERKIN
HARAKATIDA VERTIKAL QUVURNI ISSIQLIK BERISH
KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.**

**Qarshi muxandislik-iqtisodiyot instituti "Issiqlik energetikasi"
kafedrası**

TAQDIM ETADI

**"Termodinamika va issiqlik texnikasi" fanidan virtual
laboratoriya ishi**

Muallif

**QMII "Issiqlik energetikasi" kafedrası dosenti
QODIROV ISMOIL NORQOBILOVICH**

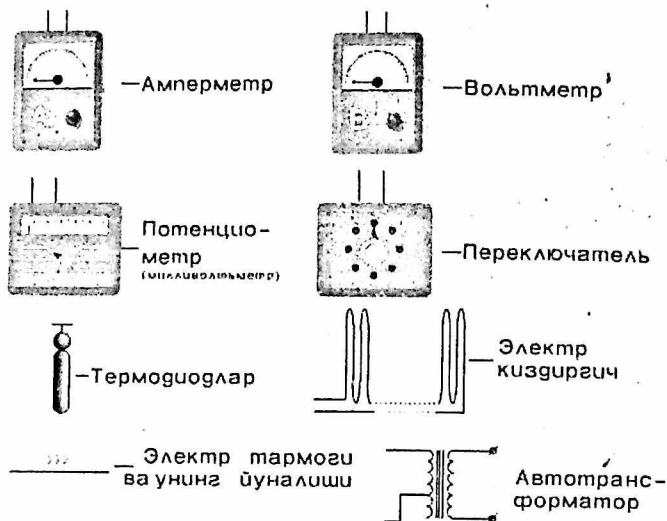
Ishning nomi:

***HAVONING ERKIN HARAKATIDA VERTIKAL QUVURNI
ISSIQLIK BERISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.***

Ishning maqsadi:

**Vertikal quvir yuzasining tabiiy konveksiya sharoitida issiqlik
berish koeffitsiyentlarini aniqlash va tajriba natijalarini
umumlashtirish.**

Asbob va uskunalar:



Nazariy asoslari:

Issiqlik o'tkazuvchanlik va konvensiya jarayonini birgalikda sodir bo'lishiga kovektiv issiqlik almashunivi deb yuritiladi. Qattiq jism yuzasi bilan suyuqlik yoki gaz o'rtasidagi konvektiv issiqlik almashunivi issiqlik berish deyiladi..

Issiqlik berish jadaligi issiqlik berish koeffitsiyenti bilan baholanadi va Nyuton-Rixman tenglamasidan aniqlanadi.

$$q = \alpha(t_1 - t_2) \text{ yoki } q = \alpha(T_c - T_d) \quad (1)$$

bu yerda α - issiqlik berish koeffitsiyenti $\frac{BT}{M^2 * K}$,

T_s - suyuqlik harorati, K

T_d - issiqlik almashuniv yuzasining harorati, K (devor)

Issiqlik berish koeffitsiyenti konvektiv issiqlik almashinuvining turli

sharoitlari quyidagi qiymatlarga ega. $\frac{BT}{M^2 * K}$:

Gazlarda erkin konveksiya 5-80

Suvda erkin konveksiya 100-1000

Gazlardagi majburiy konveksiyasi $500 \div 2 \cdot 10^4$

Suvning qaynash konveksiyasi $2 \cdot 10^3 \div 4 \cdot 10^4$

Suv bug'larining yupqa qatlamli kondesasiyasi $4 \cdot 10^3 \div 1,5 \cdot 10^4$

Suv bug'larining tomchili kondesasiyasi $4 \cdot 10^4 \div 1,2 \cdot 10^5$

Tajriba qurilmasining tuzilishi:

Qurilmaning ishchi-qismi yotiq joylashtirilgan pulat quvur /1/ bo'lib hisoblanadi (1-rasm). Quvur ichiga joylashtirilgan elektr qizdirgich /2/ yordamida bir tekis qizdiriladi. Qizdirgich tomonidan iste'mol qilinayotgan quvvat avtotransformator /3/ bilan rostlanadi va ampermetr /5/ va voltmeter /4/ bilan o'lchanadi. Issiqlik yuqotishlarini kamaytirish maqsadida quvurning yonlari issiq himoyalangan. Issiqlik berivchi yuza haroratini o'lchash uchun quvur yuzasiga termoparalarning E.Y.K lari ko'p vaziyatli qayta ulagich /9/ orqali ulangan potensiometr /8/ yordamida o'lchanadi. Havo harorati laboratoriya termometrda o'lchanadi. Ishning nazariy asoslari va tajriba qurilmasi tavsiflari bilan tanishgandan so'ng kuzatishlarini yozish uchun 1- jadval tayyorlanadi.

Barcha o'lchashlar muvozanatlashgan issiqlik holatda bajariladi. Bu holat asboblarning ko'rsatishi vaqt bo'yicha o'zgarishsizligi bilan harakterlanadi va qurilma ishga tushirilgandan so'ng 30-40 daqiqa ichida o'rnatiladi.

Issiqlik holat muvozanatlashgandan so'ng, berilgan rejim uchun 3 ta o'lchash bajariladi va asboblarni ko'rsatishini har 3-5 daqiqada yozib boriladi. Qurilmaning ish holati uch martadan ko'p o'zgartiriladi.

Tajriba natijalarini hisoblash:

Doimiy haroratli vertikal quvur atrofida tabiiy konveksiya hodisasida mezoniy tenglama quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi.

$$Nu_m = C(G_r P_r)_m^n$$

bu yerda

$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}; \quad Gr = \frac{g d^3 \beta}{\nu^2}; \quad P_2 = \frac{\nu}{\alpha}$$

ν – kinematik qovushqoqlik, $\frac{m^2}{c}$

α – havoning harorat o'tkazuvchanligi, $\frac{m^2}{c}$

λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti Wt / M.K /

d – quvurni tashqi diametri, m

g – erkin tushish tezlanishi, $\frac{m^2}{c}$

$$\beta = \frac{1}{t + 273,15} - \text{hajmiy kengayish koeffitsiyenti, } K^{-1}$$

Tenglama /2/ dagi indeks – m, mezoniy o‘xshashliklikka kiruvchi fizik ko‘rsatkich chegar qatlamining o‘rtacha haroratida ekanligini ko‘rsatadi.

$$t_m = \frac{(t_g + t_x)}{2}$$

bu yerda t_g - silindr yuzasining harorati, °C (devor),

t_x - xonadagi havoning harorati, °C.

Doimiy s va n tajribadan quyidagicha aniqlanadi, tenglama /2/ logoritmik koordinatada daraja ko‘rsatkichi n –ga teng bo‘lgan burchak koeffitsiyentli to‘g‘ri chiziqni uyzida ifodalaydi.

$$\log Nu_m = \log C - n \log(G_r P_r)_m$$

Doimiy S to‘g‘ri chiziq bilan ordinata o‘qi kesishganda hosil bo‘lgan kesmani ifodalaydi /2-rasm/.

Olingan eksperiment natijalarini /2/ ko‘rinishdagi bog‘liqlik bilan ifodalash uchun quyidagilarni aniqlash kerak.

Nyuton tenglamasi (1) bo‘yicha issiqlik berish koeffitsiyenti α aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{q}{(t_o - t_c)}, \frac{Bm}{M^2 * K} : \text{yoki } \alpha = \frac{Q}{\Delta t * F} \quad (3)$$

bu yerda q - quvur yuzasidan normal bo‘yicha atrof muhitga yunalgan issiqlik oqimi: W/m^2

Issiqlik oqimi elektr quvvati bo‘yicha aniqlanadi.

$$q = U * J = \frac{U^2}{(RF)} \quad (4)$$

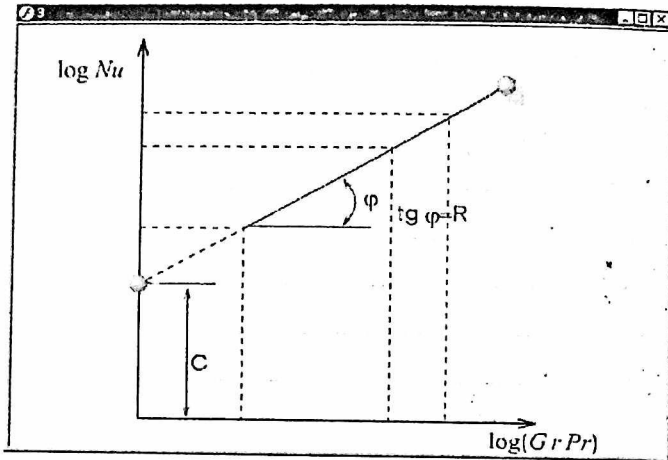
bu yerda U - kuchlanishni tushishi, V ;

J - tok kuchi, A .

Hisoblangan issiqlik berish koeffitsiyenti yig‘indidan iboratdir, chunki issiqlik silindr yuzasidan na faqat konveksiya bilan, balki nurlanish bilan ham beriladi:

1) Nurlanish orqali issiqlik berish koeffitsiyenti hisoblash yuli bilan aniqlanadi:

Графикнинг umumiy ko'rinishi



Синоб натижалари

T/P	J, A	$\Delta l/l$, B	Q, B	t_1		t_2		t_3		t_4		t_5	
				MB	°C	MB	°C	MB	°C	MB	°C	MB	°C
1	1.3	80	101	4.38	64.5	5.4	79	5.86	85	6.14	89	6.28	91
2	1.57	100	137	5.48	80	6.95	100	7.47	107	7.7	110	7.76	112
3	1.87	117	218.8	6.8	98	8.58	123	9.28	132	9.65	137	9.8	139

t_5		t_7		t_3		t_9		t_8		t_{11}		t_{12}	
MB	°C	MB	°C	MB	°C	MB	°C	MB	°C	MB	°C	MB	°C
6.36	92	6.14	89	5.2	76	4.48	66	5.34	78	5.7	83	5.12	73
7.74	112	7.4	107	6.13	89	3.35	78	6.75	97	7.25	104	6.47	93
9.85	140	9.42	134	7.62	109	6.58	95	7.4	117	8.82	126	7.7	110

t_1	t_2	Δt_1	α_{x_1}	O_{x_1}	O_{x_2}
°C	°C	°C	$\text{W/m}^2\text{°C}$	B_1	B_2
80.6	26	54.6	6.79	22.8	81.2
99.1	26	73.1	7.73	33.3	123.7
121.7	27	94.7	8.24	48.0	170.8

Nu	$\lg Nu$	$G^* Pr^*$	$\lg(G^* Pr^*)$
327.2	2.515	4.437	0.645
600.2	2.778	5.94	0.77
610.0	2.806	7.7	0.89

Орқаза

Sinovda ishlatilgan formulalar

$$d=0.034 \text{ m}$$

$$\text{Корали нуктаси } E=0.95 \quad C_0=5.67$$

$$l=1 \text{ m}$$

$$F=\pi dl=3.14*0.034*1=0.1068 \text{ m}^2$$

$$\bar{t}_c = \frac{t_1+t_2+t_3+\dots+t_6}{6} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = \bar{t}_c - t_x \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_A = EC_c \left[\left(\frac{T_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_x}{100} \right)^4 \right] F \cdot \text{Bm}$$

$$Q_k = Q - Q_{\text{л}} \cdot \text{Bm}$$

$$Q = J_{\Delta} U \cdot \text{Bm}$$

$$\alpha_k = \frac{Q_k}{F \cdot \Delta t} \quad \frac{\text{Bm}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Xrom-kopel termoparalarining gradirovkasi

t_x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50	1,51
40	1,58	1,62	1,66	1,70	1,74	1,78	1,81	1,85	1,89	1,93
50	1,97	2,01	2,05	2,09	2,13	2,17	2,22	2,27	2,32	2,36
60	2,41	2,46	2,51	2,56	2,61	2,66	2,71	2,76	2,81	2,85
70	2,90	2,95	3,00	3,05	3,10	3,14	3,19	3,24	3,29	3,34
80	3,39	3,44	3,49	3,54	3,58	3,63	3,68	3,73	3,78	3,83
90	3,88	3,93	3,97	4,02	4,07	4,12	4,17	4,22	4,26	4,31
100	4,36	4,41	4,46	4,51	4,56	4,60	4,65	4,70	4,75	4,80
110	4,85	4,90	4,84	4,99	5,05	5,09	5,14	5,19	5,23	5,28
120	5,33	5,38	5,43	5,48	5,52	5,57	5,62	5,67	5,72	5,77

**3.5-§.II-LABORATORIYA ISHI. *SUV ERKIN KONVEKSIYA
SHAROITIDA QAYNAGANDA ISSIQLIK BERISH
KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.***

**Qarshi muxandislik-iqtisodiyot instituti "Issiqlik energetikasi"
kafedrası**

TAQDIM ETADI

**"Termodinamika va issiqlik texnikasi" fanidan virtual
laboratoriya ishi**

Muallif

**QMII "Issiqlik energetikasi" kafedrası dosenti
QODIROV ISMOIL NORQOBILOVICH**

Ishning nomi:

***SUV ERKIN KONVEKSIYA SHAROITIDA QAYNAGANDA
ISSIQLIK BERISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.***

Ishdan maqsad:

- 1. Talabalarda tajriba o'tkazish malakasini hosil qilish.**
- 2. Suyuqlik qaynaganda, issiqlik almashinishi jarayonini tajriba usuli bilan urganish.**
- 3. Issiqlik berish koeffitsiyentining. Solishtirma issiqlik oqimiga bog'liqligini aniqlash.**

Ishning nazariy asoslari:

Suyuqlik qaynash jarayoni, issiqlik va atom elektr stansiyalarida, shuningdek kimyo va oziq-ovqat sanoatida uchraydi. Qaynash deb, suyuqlik suyuq holatdan gaz holatiga o'tayotganida, issiqlik beriladigan sirt yuzasida bug' pufakchalarining jadallilik bilan paydo bo'lishiga aytiladi. Qaynash jarayonini ikki turga bo'lish mumkin:

- 1) Pufakchali qaynash;**
- 2) Plyonkali qaynash;**

Qaynash jaray

oni sodir bo'lishi uchun ikki shart bajarilishi kerak;

A)Suyuqlik harorati, tuyinish haroratdan yuqori bo'lishi shart;

B) Issiqlik beriladigan sirtida pufakchani hosil bo'lishigan sababchi bo'ladigan gadur-budur nuqtalar, ya'ni bug'lanish markazlari bo'lishi shart.

Ana shu bug'lanish markazlarida pufakchalar hosil bo'lgach, bug'lanishi hisobiga ular kattalashib borib diametri, sirtan-uzilish diametriga teng bo'lganda, suyuqlik yuzasiga qalqib chiqib, yoriladi.

Tajriba qurilmasi:

Tajriba qurilmasi quyidagi elementlardan tashkil topgan:

1) suvning qaynashi uchun, balandligi 200 mm, uzunligi 300 mm, eni 150 mm, bo'lgan zanglamas metallan ishlangan katta hajmdagi idish;

2) Suvni qizdirish uchun, uzunligi $L=300$ mm, diametri $d=10$ mm bo'lgan, (I) idishdagi suvning ichiga gorizontan urnatilgan, zanglamas po'lat naychadan ishlangan elektr isitgich.

3) Isitich sirtining va suyuqlikning haroratini o'lchash uchun xizmat qiluvchi,

4) Termoparada hosil bo'ladigan E.Y.K.ni o'lshach uchun potensimetr;

5) Termoparani navbatma-navbat potensimetrga ulab turish uchun elektr ulagich;

6) Termoparaning kovsharlangan sovuq uchini, 0° C haroratda saqlab turish uchun, muz solingan Dyuar idishi;

7) Elektr isitgichga berilayotgan tok kuchlanishni o'lchash uchun, voltmetr;

8) Elektr isitgichga berilayotgan tok kuchi va kuchlanishini ko'paytirish yoki kamaytirish uchun, laboratoriya avtotransformatori LATR;

9) Idishga suv quyish uchun naycha;

10) Idishdagi suvni chiqarib yuborish uchun jumrak;

11) Qaynash jarayonini kuzatish uchun kichik darcha.

Tajriba o'tkazish tartibi:

Eslatma: Tajriba boshlashdan avval, talabalar texnika xavfsizligi qoidalari bilan tanishib «Texnika xavfsizligi daftari» ga ism va familiyalarini yozib imzo quyan bulishlari shart.

Tajriba qurilmasining bayoni bilan tanishib chiqqach, asboblarning ko'rsatishini va hisob-kitob natijalarini yozish uchun jadval tayyorlanadi

(I- jadval). Tajriba qurilmasi soʻngra ulangan-ulanmaganligini, oʻlchov asboblarning toʻgʻri ulanganligi va termoparaning kovsharlangan sovuq uchi solingan Dyuar idishida muz bor yoki yuqligini tekshiriladi. Idish-I ga distillangan suv shunday miqdorda solinganki, suvning sathi elektr isitgichdan 5-6 santimetr yuqori boʻlishi kerak. Oʻqituvchi rahbarligida tajriba qurilmasini ishga tushirib, suvni qaynab chiqqunga qadar kutiladi. Suv bir maʼromda qaynay boshlagach, tok kuchi – J , birinchi rejim uchun, kuchlanish - ΔU , isitgich sirtining harorati – t_{suv} larning qiymatlarini asboblardan aniqlab, jadvalga yozib qoʻyiladi. Ikkinchi rejimga oʻtish uchun, LATR-9 yordamida tok kuchi va kuchlanish biroz oshiriladi va 5-10 daqiqadan soʻng, oʻlchashlar yana qaytariladi. Tajriba 4-5 rejimda oʻtkazilsa yetarli boʻladi.

Tajriba natijalarini ishlab chiqish.

Tajriba tugagach, talabalar jadval 2 dan foydalanib, t_{sirt1} , t_{sirt2} , t_{suv} ning qiymatlarini $^{\circ}C$ da jadval I ga yozib qoʻyadilar. Agar, tajriba oʻtkazilayotganda, temperaturaning sovuq uchi $0^{\circ}C$ da emas, balki xona haroratida boʻlsa, t_{sirt1} , t_{sirt2} , t_{suv} larning qiymatlariga xonaning harorati qushib qoʻyiladi.

Elektr isitgichning qaynayotgan suvga issiqlik berish koeffitsiyenti Nyuton-Rixman tenglamasidan aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{q}{t_{sirt1} - t_{suv}} \quad (1)$$

bu yerda:

α - issiqlik berish koeffitsiyenti, $\frac{Bm}{M^2} * K$

t_{sirt1} – istgich sirtining urtacha xarorati, $^{\circ}C$

t_{suv} – qaynayotgan suvning harorati, $^{\circ}C$

q - qaynayotgan suvga berilayotgan solishtirma issiqlik oqimi, $\frac{Bm}{M^2}$

Oʻz navbatida solishtirma issiqlik oqimi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$q = \frac{J\Delta U}{F} \quad \text{yoki} \quad q = \frac{Q}{F} \quad (2)$$

bu yerda:

J - tok kuchi, A;

ΔU – kuchlanishning kamayuvi, m².

$F = \pi dl$ - isitgich sirtining yuzasi, m².

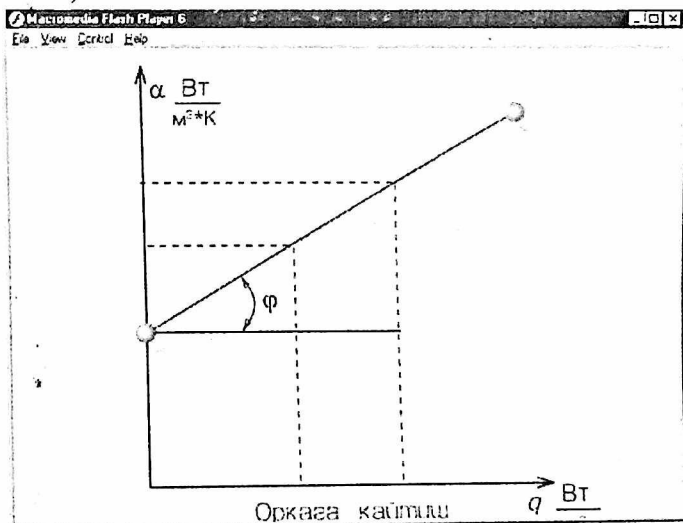
Elektr isitgich sirtining o‘rtacha harorati aniqlanadi:

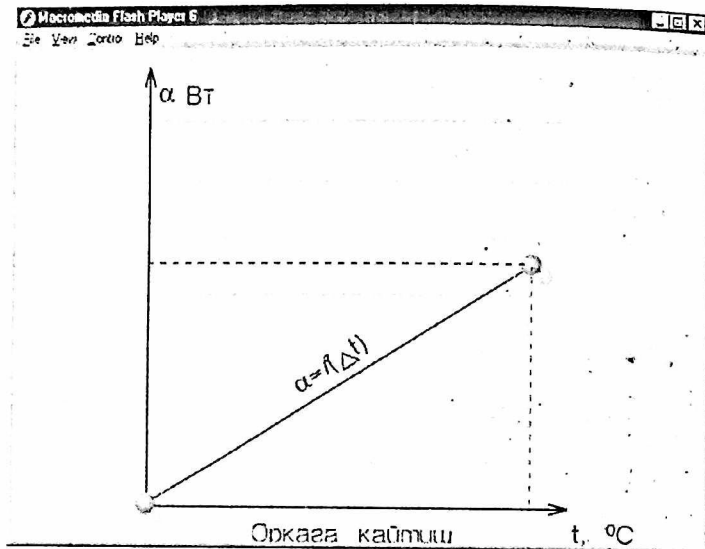
$$t_{\text{cupnyy}} = \frac{t_{\text{cupm}_1} + t_{\text{cupm}_2}}{2} \quad (3)$$

Ilmiy tekshirishlar shuni ko‘rsatadiki, pufakchada qaynash sodir bo‘lganda, issiqlik berish koeffitsiyenti solishtirma issiqlik oqimi bilan ko‘yidagi qonuniyat asosida bog‘liq ekan:

$$\alpha = Aq^n \quad (4)$$

Tenglama (4) dagi koeffitsiyent A va daraja n larni aniqlash uchun, tajriba natijalari asosida $lga-lgq$ koordinat sistema issiqlik berish koeffitsiyenti α ning, solishtirma issiqlik oqimi q ga bog‘liqligini ifodalovchi chizma (1-rasm) chiziladi.





1-rasm.

Hosil bo'lgan chizma qiya to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Tenglama (4) dagi daraja n qiymati son jihatidan, chizmadagi to'g'ri chiziqning qiyalik burchagining tangensiga teng bo'ladi. Shuning uchun, transport yordamida φ burchak o'lchanadi va kalkulyatordan foydalanilib $tg \varphi$ ni qiymati aniqlanadi. Koeffitsiyent A ning qiymati esa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$A = \frac{\alpha}{q^n} \quad (5)$$

So'ngra, issiqlik berish koeffitsiyenti α ning, issiqlik berilayotgan sirt bilan suyuqlik orasidagi haroratlar farqiga

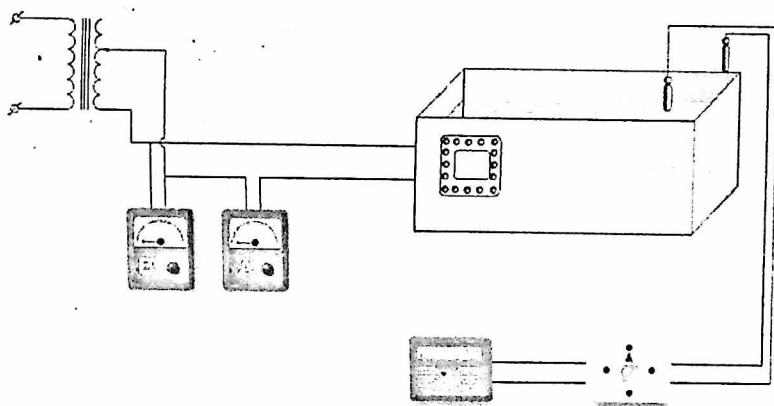
$$\Delta t = t_{\text{cupnyy}} - t_{\text{cys}}$$

bog'liqligini ko'rsatuvchi chizma $\alpha - \Delta t$ koordinata sistemasida chiziladi:

Хромель-копель термомора учун милливольтдан
 $^{\circ}\text{C}$ га утиш жагвали

$^{\circ}\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	4.76	4.83	4.90	4.98	5.05	5.12	5.20	5.27	5.34	5.41
80	5.48	5.56	5.63	5.70	5.78	5.85	5.92	5.99	6.07	6.14
90	6.21	6.29	6.39	6.43	6.51	6.58	6.65	6.73	6.80	6.87
100	6.95	7.03	7.10	7.17	7.25	7.32	7.40	7.47	7.54	7.62
110	7.69	7.77	7.84	7.91	7.99	8.06	8.13	8.21	8.28	8.35
120	8.43	8.50	8.58	8.65	8.73	8.80	8.88	8.95	9.03	9.10

Qurilmani umumiy ko'rinishi



Natijalar

Macromedia Flash Player 6 File View Control Help

Сув эркин конвекция шарситида кайнаганда
иссиклик бериш коэффициентини
аниклаш

T/p	J, A	U, B	Q, Bt	q, Bt/m ²	t _{q1}		t _{q2}		t _{q1} , °C	t _c		α, Bt/m ² K	lgα	lgq
					mB	°C	mB	°C		mB	°C			
1	2.16	150	324	39.65	8.33	119.3	7.83	112.7	116.0	6.82	99	2334	3.368	4.596
2	1.33	130	250	30.73	8.55	115	7.68	110.7	113.3	6.82	99	2149	3.332	4.488
3	1.70	117	198	24.56	7.00	113.5	7.55	109	111.2	6.80	99	1997	3.300	4.387
4	1.50	102	153	18.74	7.70	111	7.41	107	109	6.75	98	1704	3.233	4.273

$Q = \Delta U = J \cdot B$

$F = H \cdot l = 3.14 \cdot 0.01 \cdot 0.26 = 8.168 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

$q = \frac{Q}{F} = \frac{B}{M^2}$

«Орқага»

ILOVALAR

1-Ilova To'yinish haroratidagi suvning issiqlik – fizik xususiyatlari

$t, ^\circ\text{C}$	$R \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$\rho, \text{ kg/m}^3$	$h', \text{ kJ/kg}$	$C_p, \text{ KJ/(kg}^\circ\text{C)}$	$\lambda \cdot 10^2, \text{ W/(m}^\circ\text{C)}$	$\mu \cdot 10^6, \text{ m}^2/\text{sek}$	$\nu \cdot 10^6, \text{ m}^2/\text{sek}$	$\alpha \cdot 10^8, \text{ m}^2/\text{sek}$	$\beta \cdot 10^4, \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$\sigma, \text{ N/m}$	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
110	1,43	951,0	461,4	4,233	68,5	259,0	0,272	17,0	8,08	569,0	1,60
120	1,98	943,1	503,7	4,250	68,6	237,4	0,252	17,0	6,64	548,4	1,47
130	2,70	934,8	546,4	4,266	68,6	217,8	0,233	17,2	9,19	528,8	1,36
140	3,61	926,1	589,1	4,287	68,5	201,1	0,217	17,2	9,72	507,2	1,26
150	4,76	917,0	632,2	4,313	68,4	186,4	0,203	17,3	10,3	486,6	1,17
160	6,18	907,4	675,4	4,346	68,3	173,6	0,191	17,3	10,7	466,0	1,10
170	7,92	897,3	719,3	4,380	67,9	162,8	0,181	17,3	11,3	443,4	1,05
180	10,03	886,9	763,3	4,417	67,4	153,0	0,173	17,2	11,9	422,8	1,00
190	12,55	876,0	807,8	4,459	67,0	144,2	0,165	17,1	12,6	400,2	0,96
200	15,55	863,0	852,5	4,505	66,3	136,4	0,158	17,0	13,3	376,7	0,93

2-Ilova

Issiqlik almashinish qurilmasining parametrlari.

№	Parametrlar	Belgilanishi	Qiymati
1.	Issiqlik almashinish qurilmasi ichki quvurining uzunligi	l, m	0,8
2.	Issiqlik almashinish qurilmasi tashqi quvurining uzunligi	L, m	0,7
3.	Issiqlik almashinish qurilmasi ichki quvurining diametri	$d_2/d_1, m$	0,022/0,02
4.	Issiqlik almashinish qurilmasi tashqi quvurining diametri	$D_2/D_1, m$	0,044/0,04
5.	Quvur materiali va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti	$\lambda, W/(m \cdot ^\circ C)$	57

3-Ilova

Issiqlik berish koeffitsientlarini tahminiy qiymati.

№	Issiqlik almashinish jarayoni	Issiqlik berish koeffitsienti, $W/(m^2 \cdot K)$
1.	Gazlarni isitish va sovutish (atmosfera bosimida)	10...50
2.	Organik suyuqliklarni isitish va sovutish	50...1500
3.	Suvni isitish va sovutish	200...10000
4.	Suvning qaynashi	500...10000
5.	Suv bug'larining kondensasiyalanishi	4000...15000
6.	Organik suyuqlik bug'larining kondensasiyalanishi	500...2000

MS – 20 moyining haroratga bog'liq issiqlik - fizik xususiyatlari

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{kg/m}^3$	$C_p, \text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$	$\lambda\cdot 10^2, \text{Wt}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$	$\mu\cdot 10^6, \text{m}^2/\text{sek}$	$\nu\cdot 10^6, \text{m}^2/\text{sek}$	$\alpha\cdot 10^8, \text{m}^2/\text{sek}$	$\beta\cdot 10^4, ^\circ\text{C}^{-1}$	Pr
0	903,6	1,980	0,135	-	-	7,58	6,24	-
10	897,9	2,010	0,135	-	-	7,44	6,31	-
20	892,3	2,043	0,134	10026	1125	7,30	6,35	15400
30	886,6	2,072	0,132	4670	526	7,19	6,38	7310
40	881,0	2,106	0,131	2433	276	7,08	6,42	3890
50	875,3	2,135	0,130	1334	153	7,00	6,46	2180
60	869,6	2,165	0,129	798,5	91,9	6,86	6,51	1340
70	864,0	2,198	0,128	498,3	58,4	6,75	6,55	865
80	858,3	2,227	0,127	336,5	39,2	6,67	6,60	588
90	852,7	2,261	0,126	234,4	27,5	6,56	6,64	420
100	847,0	2,290	0,126	171,7	20,3	6,44	6,69	315
110	841,3	2,320	0,124	132,4	15,7	6,36	6,73	247
120	835,7	2,353	0,123	101,0	12,1	6,25	6,77	193
130	830,0	2,382	0,122	79,76	9,61	6,17	6,82	156
140	824,4	2,420	0,121	61,80	7,50	6,08	6,87	123
150	818,7	2,445	0,120	6,50	6,50	6,00	6,92	108

Xalqaro o'lchov birliklar tizimi (SI)

5-Ilova

Kattaliklar	O'lchov birligi	Belgilanishi
Asosiy birliklar		
Uzunlik	Metr	m
Macca	Kilogram	kg
Vaqt	sekund	s
Elektr tok kuchi	Amper	A
Temodinamik harorat	Kelvin	K
Modda miqdori	Mol	mol
Yorug'lik kuchi	Kandela	kd
Ba'zi hosilaviy birliklar		
Yuza	Kvadrat metr	m ²
Hajm	Kubometr	m ³
Tezlik	Sekundiga metr	m/c
Tezlanish	Kvadrat sekundiga metr	m/c ²
Kuch	Nyuton	N; (kg·m/c ²)
Bosim	Paskal	N/m ²
Zichlik	$\frac{\text{Kilogram}}{\text{Kubmetr}}$	kg/m ³
Solishtirma hajm	$\frac{\text{Kubmetr}}{\text{Kilogram}}$	m ³ /kg
Energiya, Ish, Issiqlik miqdori, Entalpiya	Joul	J; (N·m)
Quvvat, energiya oqimi	Vatt	W
Entropiya	$\frac{\text{Joul}}{\text{Kelvin}}$	J/K
Solishtirma issiqlik sig'imi	$\frac{\text{Joul}}{\text{Kilogram} \cdot \text{kelvin}}$	J/(kg·K)

Ba'zi tizimdan tashqaridagi birliklar
6-Ilova

Kattaliklar	O'Ichov birligi	Qisqacha belgilanishi
Vaqt	soat,sutka	S, sut
Ish,energiya	Kilovatt-soat	$\kappa Vt \cdot s$
Modda miqdori,son jihatdan molekulyar massasiga teng	Kilomol	kmol
Bosim	Millimetr suv ustuni; Millimetr simob ustuni; Bar;	mm.suv.ust mm.sm.ust. bar

Ba'zi tizimdan tashqaridagi birliklar
6-Ilova

Kattaliklar	O'Ichov birligi	Qisqacha belgilanishi
Vaqt	soat,sutka	S, sut
Ish,energiya	Kilovatt-soat	$\kappa Vt \cdot s$
Modda miqdori,son jihatdan molekulyar massasiga teng	Kilomol	kmol
Bosim	Millimetr suv ustuni; Millimetr simob ustuni; Bar;	mm.suv.ust mm.sm.ust. bar

Ko'paytiruvchi va qo'shimchalar

7-Ilova

Ko'paytiruvchi	Qo'shimcha	Belgisi	Kupaytiruvchi	Qo'shimcha	Belgisi
10^{12}	Tera	T	10^{-1}	desi	d
10^9	Giga	G	10^{-2}	santi	s
10^6	Mega	M	10^{-3}	milli	m
10^3	Kilo	K	10^{-6}	mikro	mk
10^2	Gekto	G	10^{-9}	nano	n
10	Deka	Da	10^{-12}	piko	p

Ba'zi o'lchov birliklarni MKGSS tizimdan SI tizimga o'tkazish

8-Ilova

Massa	$1 \text{ t. e. m.} = 1 \text{ kgs} \cdot \text{c}^2 / \text{m} = 9,80665 \text{ kg}$
Kuch	$1 \text{ kgs} = 9,80665 \text{ n}$
Zichlik	$1 \text{ t. e. m} / \text{m}^3 = 1 \text{ kgs} \cdot \text{c}^2 / \text{m}^4 = 9,80665 \text{ kg} / \text{m}^3$
Bosim	$1 \text{ kgs} / \text{m}^2 = 9,80665 \text{ N} / \text{m}^2$
Ish	$1 \text{ kgs} \cdot \text{m} = 1/426,94 \text{ kkal} = 9,80665 \text{ J}$
Issiqlik, entalpiya, ishki energiya	$1 \text{ kkal} = 1/859,845 \text{ kVt} \cdot \text{s} = 4,1863 \cdot 10^3 \text{ J}$
Energiya	$\text{Vt} \cdot \text{soat} = 3600 \text{ J}$

GIOSARIY (IZOHLI SO‘ZLAR)

1) **Temperatura** – temperatura, harorat. Jismni isitilganlik darajasini o‘lchovchi meʼyor.

2) **Termometr** – harorat o‘lchagich, termometr.

3) **Termopara** – termojuft, haroratni o‘lchaydigan yarim o‘tkazgichlarning kavshirlangan uchlari.

4) **Atmosfera** – atmosfera, havo (bosim o‘lchash birligi).

5) **Vakuum** – vakuum, havosiz bo‘shliq.

6) **Adiabata** – (yunoncha “adiabatos” – o‘tib bo‘lmas) – istalgan termodinamik diagrammada qaytar adiabatik jarayonni ifodalovchi chiziq.

7) **Aylanma jarayon, sikl** – ish jismi yana boshlang‘ich holatga qaytadigan termodinamik jarayon.

8) **Bar** – sistemaga kirmagan bosim birligi, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa}$.

9) **Barometr** – atmosfera bosimini o‘lchaydigan asbob.

10) **Bug‘ turbinasi** – bug‘ning potensial energiyasini kinetik energiyaga, so‘ngra aylanuvchi valning mexanik ishiga aylantiruvchi turbina.

11) **Bug‘ qozoni** – yoqilgi yoqqanda o‘choqda ajraladigan issiqlik xisobiga bosimi atmosfera bosimidan yuqori bug‘ olinadigan qurilma.

12) **Issiqlik dvigateli** – issiqlik energiyasini mexanik ishga aylantiruvchi mashina.

13) **Dvigatel sikli** – porshenli yoki boshqa turdagi dvigatelda davriy qaytarilib turadigan jarayonlar ketma – ketligi.

14) **Diagramma** – taqqoslanayotgan fizik kattaliklar orasidagi bog‘lanishni yaqqol ko‘rsatuvchi grafik tasvir.

16) **Issiqlik texnikasi** – issiqlik mashinalari, apparatlari va qurilmalari yordamida issiqlik energiyasini xosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirish, taqsimlash, uzatish metodlarini o‘z ichiga oladigan ilmiy fan soxasi va texnika tarmog‘i.

17) **Issiqlik elektr stansiyasi** – organik yoqilgi yonganda ajraladigan issiqlik energiyasini o‘zgartirish natijasida elektr energiyasini ishlab chiqaradigan insho.

18) **Ishchi jism** – energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantirish, ish bajarish va boshqalar uchun mashinalarda ishlatiladigan gazsimon yoki suyuq moddalar.

19) **Kelvin** – (ingliz fizigi U.Tomson, lord Kelvin) SI dagi haroratning oʻlchov birligi.

20) **Porshen** – mashina yoki biror qurilmaning xarakatlanuvchi detali.

21) **Psihrometr** – havoning harorati va namligi aniqlanadigan oʻlchov asbobi.

22) **Soplo** – suyuqlik yoki gazning bosimini kamaytirib, tezligini oshiradigan oʻzgaruvchan kesimli kanal.

23) **Xarorat bosimi** – oralarida issiqlik almashinuvi boʻladigan ikki muhitning harakterli haroratlari farqi.

24) **Temperatura shkalalari** – oʻlchamlari xar xil haroratlarning tartibli majmuini aks ettiradigan qiymatlar tartibi.

25) **Termodinamik jarayon** – termodinamik sistemada sodir boʻladigan va uning holat parametrlaridan loaqal bittasi oʻzgarishi bilan bogʻliq har qanday oʻzgarish.

26) **Termodinamik sistema** – oʻzaro va tashqi muhit bilan energiya va modda almasha oladigan jismlar majmui.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Zahidov R.A., Avezov R.R., Vardiyashvili A.B., Alimova M.M. "Issiqlik texnikasining nazariy asoslari" o'quv qo'llanma, 1 qism, TGTU, 2005 y.

2. Алимova M.M., Mавжудова Ш.С., Исажоджаев X.C., Рахимжонов P.T., Умаржонова Ф.Ш. "Иссиқлик техникасининг назарий асослари" фанидан тажриба ишлари тўплами услубий ишланмаси. Тошкент. ТошДТУ. 2007.-79б.

3. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Теплообмен, МЭИ, 2001

4. Полищук Г.С., Гурович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теоретические основы теплотехники". Часть I. -Ташкент: ТашГТУ, 2004.

5. Полищук Г.С., Гурович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теоретические основы теплотехники". Часть II. -Ташкент: ТашГТУ, 2007.75с.

6. Имомов Ш.Ж., Усмонов К.Э., Норов Б.Х., Қўзиев У.Т. "Термодинамика ва иссиқлик узатиш асослари" фанидан тажриба машғулотларини ўтказиш бўйича Методик кўрсатма. Тошкент: ТИМИ. 2015. 47 б.

7. Короли М.А., Исломов О.Н. Техника фанларини урганишга замонавий ёндошувлар. Методик ишланма. -Тошкент.: ТДТУ, 2003

8. Афанасьев В.Н. «Лабораторный практикум по термодинамике и теплопередаче» М., Высшая школа, 1988г. 214с.

9. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isajodjayeв X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. "Issiqlik texnikasining nazariy asoslari" fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. Toshkent. ToshDTU. 2006. 87b.

10. Umarjonova F.Sh., Isajodjayeв X.S., Mavjudova Sh.S., Alimova M.M., Axmatova S.R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. Toshkent. ToshDTU. 2014.-94b.

11. Лабораторный практикум по термодинамике и теплопередаче./под ред. В.И. Крутова, Е.В. Шишова/ М., Высшая школа, 1988 – 216 с.

12. Uzoqov G.N., Qodirov I.N., Isoxodjaev X.S. Termodinamika. O'quv qo'llanma. Toshkent. "Voriz" 2018. 190b.
13. Кириллин В.А., Сичев В.В., Шейндлин А.Е. Технический термодинамика, Дарслик – Т. «Ўқитувчи», 1980, 440 б.
14. Лариков Н.Н. Теплотехника: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1985, 432 с.
15. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика, Учебное пособие для Втузов. М.: Высшая школа. 2003. – 261 с.
16. Nurmatov J. va boshqalar. Issiqlik texnikasi. Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma. – Т.: «O'qituvchi», 1998. – 256 б.
17. Kern D.Z., Kraus A.D. Extended surface Heat Transfer. London. 1987, 464 p.
18. Spolding D.B., Patankar S.V. Heat and mass Transfer in boundary layers. London. Edward Arnolds, 1989, 400 p.
19. Truesdell C. Rational thermodynamics. N.Y. Mc.Graw. – Hill. 1992, 208 p.
20. Еремкин А.И. Королева Т.М. Тепловой режим зданий. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
21. Tursunov Q.Sh., Toshpo'latov Ch.X. Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlari. O'quv qo'llanma. – Т. "Tafakkur qanoti". 2017. – 230 б.
22. Майсова В.В. Практикум по курсу общей физики. Учебник. – М.: Наука, 1995 г.
23. Луканин В.Н. и др. Теплотехника – Учебник. М.: Высшая школа, 2000. – 671 с.
24. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. – Учебник. М.: Высшая школа. 1986. – 344 с.
25. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. Москва. Энергия 1978. – 553 с.
26. Бальян С.В. «Техническая термодинамика и тепловые двигатели» Л., Машиностроение, 1973 г.
27. Михеев М.А., Михеева И.М. «Основы теплопередачи» М., Энергия, 1977 – 344 с.
28. «Теоретические основы теплотехники» /под ред. Афанасьева В.Н./ М., Высшая школа, 2002 г.

29. Брюханов О.Н. Основы гидравлики и теплотехники: Учебник для сред. проф. образования / О.Н. Брюханов, А.Т. Мелик-Аркелян, В.И. Коробко. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.

30. Ерофеев В.Л., Семенов П.Д., Пряжин А.С. Теплотехника: Учебник для вузов. / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.Л. Ерофеева. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2008. – 488 с.

31. Теплотехника: Учеб. для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; Под ред. В.Н. Луканина. - 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 671 с.

32. Техническая термодинамика и теплотехника: учеб. пособие для вузов / [Л.Т. Бахшиева, Б.П. Кондауров, А.А. Захарова, В.С. Салтыкова]; под ред. А.А. Захаровой. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.

33. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов/ О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И. В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. – М. : Издательский дом МЭИ, 2010. – 424 с.

34. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2007. -278с.

35. Dawn Dupree. Heat Transfer Techniques (Textiles Handbooks) (Textile Handbook): Paperback. – UK, 18 Jul 2011-p281.

36. Keith J. Moss. Heat and Mass Transfer in Buildings: Paperback. – UK, 30 Mar 2007-p334.

37. Keith Moss. Heat and Mass Transfer in Building Services Design: Paperback. – UK, 19 Mar 1998- p256.

38. T. V.Sharma Rajan and Ashok Kumar Sharma: Heat Treatment: Principles And Techniques. Paperback. – UK, 30 Jan 2011- p441.

Internet manbalari

1. www.ziyo.edu.uz - O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi sayti.

2. www.texhologiy.ru

3. www.Ziyonet.uz

4. www.bilimdon.uz.

5. www.ref.uz

MUNDARIJA

Kirish.....	3
BIRINCHI QISM. LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI TASHKIL ETISH VA NATIJALARGA ISHLOV BERISH USULLARI.....	5
1.1 1.1-§. Laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarishda rioya qilinishi lozim bo‘lgan Fsi lik texnikasi qoidalari.....	5
1.2-§. Laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish	7
1.3-§. Laboratoriya mashg‘ulotlarida nazorat ishlarini olib borish.....	8
1.4-§. Energetik parametrlarni o‘lchash.....	11
1.5-§. Xatolik turlari.....	13
1.6-§. O‘lchanadigan kattalikning o‘rtacha qiymati. Mutlaq va nisbiy xatoliklar.....	15
1.7-§. Doimiy va tasodifiy xatoliklarni birgalikda hisobga olish.....	17
1.8-§. O‘lchash natijalarini grafik ravishda tasvirlash.....	21
1.9-§. Laboratoriya ishlarini bajarish tartibi.....	23
IKKINCHI QISM. LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI.....	25
2.1-§. I-Laboratoriya ishi. Bosim va harorat o‘lchash asboblari urganish	25
2.2-§. II-Laboratoriya ishi. Havoning issiqlik sig‘imini aniqlash.....	28
2.3-§. III –Laboratoriya ishi. Nam havoning parametrlarini aniqlash.....	53
2.4-§. IV –Laboratoriya ishi. GorizontaI quvurning issiqlik beruvchanlik koeffisientini aniqlash.....	59
2.5-§. V– Laboratoriya ishi. Kompresor tuzilishi va ishlash prinsipini urganish.....	65
2.6-§. VI – Laboratoriya ishi. Bug‘ qozonini o‘rganish.....	74
2.7-§. VII- Laboratoriya ishi. Quvur shaklidagi izolyasion materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffisientini	81
2.8-§. VIII – Laboratoriya ishi. Standart diafragma orqali havo sarfini aniqlash.....	87
2.9-§. IX – Laboratoriya ishi. Ichki yonuv dvigatellarining ishlash uslubi va sikllarini urganish.....	91
2.10-§. X-Laboratoriya ishi. Konvektiv quritgichni sinash.....	102

UCHINCHI QISM. VIRTUAL LABORATORIYA ISHLARNI O‘TKAZISH TEXNOLOGIYASI.....	108
3.1–§.Laboratoriya ishlarini modernizatsiyalashda zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan foydalanish.....	108
3.2–§.Virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘tkazish usullari.....	110
3.3–§. Virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini stentini ishlab chiqish.....	113
3.4–§. I-laboratoriya ishi. Havoning erkin harakatida vertikal quvurni issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash.....	117
3.5–§.II-laboratoriya ishi. Suv erkin konveksiya sharoitida qaynaganda issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash.....	124
Ilovalar.....	131
Glossariy (izohli so‘zlar).....	137
Foydalanilgan adabiyotlar.....	140

I.N.QODIROV

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

(Laboratoriya mashg'ulotlari)

Muharrir M. Akramova

Musahhih S. Tosheva

Texnik muharrir A. Xo'jayev

Kompyuterda sahifalovchi Sh. Ravshanova

Nashr lits. 195, 28.08.2011.

Bosishga ruxsat etildi 14.12.2020.

"Times UZ"gar. Bichimi 84x108^{1/16}

Shartli bosma.t. 8,85 Nashr bosma t. 9,0

Adadi 20 nusxa. Buyurtma № 26

"Voris - nashriyot" MCHJning matbaa bo'limida chop etildi.

Toshkent sh. Navoiy ko'chasi, 30 uy.

101600 =

