



G'.N. UZOQOV
D.N. MAMEDOVA
SH.K. YAXSHIBOYEV
H.A. ALMARDANOV

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

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

**QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI
«ISSIQLIK ENERGETIKASI» KAFEDRASI**

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

fanidan laboratoriya mashg‘ulotlari uchun

O‘QUV QO‘LLANMA

**«HISTORY AND PAGE»
TOSHKENT – 2022**

UO'K: 37.015.3(075.8)

KBK: 88.4ya73

Termodinamika va issiqlik texnikasi [Matn]: o'quv qo'llanma.
– Toshkent: «HISTORY AND PAGE», 2022. – 102 b.

O'quv qo'llanma 5310100–Energetika (tarmoqlar bo'yicha) ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan bo'lib, unda “Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanining o'quv dasturidagi mavzularga doir qisqacha nazariy ma'lumotlar, laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish tartibi keltirilgan.

Tuzuvchilar:

**t.f.d., prof. G'.N. Uzoqov, katta o'qituvchilar D.N Mamedova,
Sh.K.Yaxshiboyev, H.A.Almardanov**

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining Muvofiqlashtiruvchi kengashi tomonidan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

**QarMII “Issiqlik energetikasi”
kafedrasi mudiri dots.T.A.Fayziyev.
QarDU “Kasbiy ta'lim” kafedrasi
mudiri dots. A.A.Vardiyashvili.**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2021-yil 23-noyabrdagi 500-sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma
sifatida nashrga tavsiya etilgan.*

ISBN 978-9943-8560-8-0

© Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, 2022.

© «History and page» nashriyoti, 2022.

Annotatsiya:

Sohada yuqori malakali va raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash dolzarb vazifa hisoblanadi. Bu esa o'z navbatida texnika oliy ta'lim muas-sasalarida talabalarni termodinamika va issiqlik texnikasi laboratoriya ishlarini o'rganish va bajarish malakasini shakllantirish va nazariy bilimlarini mustahkamlashda laboratoriya ishlarini o'rganish va bajarish uchun o'quv qo'llanmalarni yaratish zaruratini keltirib chiqaradi. Mualliflar tomonidan tayyorlangan ushbu o'quv qo'llanma 5310100-Energetika (tarmoqlar bo'yicha) ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan. Undan 5A310104-"Sanoat issiqlik energetikasi" mutaxassisligida ta'lim oladigan magistrlar ham foydalanishi mumkin.

Аннотация:

Подготовка высококвалифицированных и конкурентоспособных кадров в отрасли является актуальной задачей. Это, в свою очередь, требует создания учебников для изучения и выполнения лабораторных работ в технических вузах с целью развития у студентов навыков изучения и выполнения лабораторных работ по термодинамике и теплотехнике и укрепления их теоретических знаний. Учебник предназначен для студентов специальности 5310100-Энергетика (по отраслям). Также может использоваться магистрами по специальности 5A310104 - «Промышленная теплоэнергетика».

Annotation:

It is important to Train highly qualified and competitive personnel in the field. This, in turn, necessitates the creation of textbooks for the study and performance of laboratory work in technical higher education institutions to develop students' skills in the study and performance of laboratory work in thermodynamics and thermal engineering and to strengthen their theoretical knowledge. This textbook is designed for students majoring in 5310100-Energy (by industry). It can also be used by masters majoring in 5A310104 - "Industrial Thermal Power Engineering".

MUNDARIJA

Kirish	5
Talabalarning laboratoriya ishlarida rioya qilishlari lozim bo'lgan xavfsizlik texnikasi qoidalari	7
1-laboratoriya ishi. Bosim va harorat o'lchash asboblari	9
2-laboratoriya ishi. Havoning izobarik issiqlik sig'imini aniqlash	23
3-laboratoriya ishi. O'ta qizigan suv bug'ining massaviy issiqlik sig'imi aniqlash.....	29
4-laboratoriya ishi. Nam havo tavsifini aniqlash (EHM dasturi orqali hisoblanadi)	35
5-laboratoriya ishi. CO-7A kompressori elementlari va ishlash uslubi	44
6-laboratoriya ishi. Izolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash (EHM dasturi orqali hisoblanadi)	51
7-laboratoriya ishi. Havo erkin harakatlanganda issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash (EHM dasturi orqali hisoblanadi)	58
8-laboratoriya ishi. Yo'lakli joylashgan quvurlar bog'lamidan ko'ndalang oqimning issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash.....	64
9-laboratoriya ishi. Qaynashda issiqlik beruvchanlikni aniqlash.....	71
10-laboratoriya ishi. Nurlanish koeffitsiyentini aniqlash	76
Ilovalar	83
Adabiyotlar ro'yxati.....	99

KIRISH

Energetika inson va jamiyat hayotida muhim o‘rin tutadi, ayniqsa elektr va issiqlik energiyasi iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Inson sivilizatsiyasining rivojlanishi foydalanilayotgan energiya hajmi va turlari bilan har doim chambarchas bog‘liq bo‘lgan. XX-asr davomida, ayniqsa, so‘nggi 40 yil ichida dunyoda iqtisodiy rivojlanish maqsadida energiyadan foydalanish miqdori ancha oshdi. Elektr energiyasini ishlab chiqarish va issiqlikdan foydalanish tizimlari uchun oxirgi 40 yilda butun insoniyat tarixidagidan ko‘ra ko‘proq organik yoqilg‘i qazib olindi. Bugungi kunda dunyoda yoqilg‘idan foydalanish miqdori yiliga 12 milliard tonna neft ekvivalentini tashkil etadi (taxminan bir kishiga 2 tonna neft ekvivalenti). Xalqaro energetika agentligining ma‘lumotiga ko‘ra, 2030 yilgacha har yili birlamchi energiyani ishlab chiqarish sur‘ati o‘rtacha 1,7% dan ortib borishi hisoblangan. Neft, tabiiy gaz, ko‘mir va uran kabi qazib olinadigan yoqilg‘i turlari ayni paytda jahon energetika balansining negizini tashkil etadi va yaqin kelajakda ham shunday bo‘lib qoladi.

Bizning mamlakatimizda ham iqtisodiyotning rivojlanishi natijasida yaqin 2030-yilga borib yillik ishlab chiqariladigan elektr energiyasining miqdorini 105 mlrd. kilovatt soatga yetkazish, mamlakat energiya balansida qayta tiklanadigan energiya manbalarining ulushini 18-20 foizga yetkazish va isitish tizimlarida energiya sarfini 2-2,5 baravargacha qisqartirish vazifalari qo‘yilgan.

“2017-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar Strategiyasi”da iqtisodiyotda energiya hamda resurslar sarfini kamaytirish, ishlab chiqarishga energiya tejaydigan texnologiyalarni keng joriy etish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish, iqtisodiyot tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish masalalari ustuvor vazifalar sifatida belgilab berilgan. Yuqoridagi ustuvor vazifalar ijrosini ta‘minlash maqsadida yurtimizda atom elektr stansiyasini qurish, katta quvvatli issiqlik elektr stansiyalarini bug‘-gaz qurilmalari asosida modernizatsiya qilish, fotoelektrik stansiyalar va shamol elektr stansiyalarini barpo etish hamda gidroenergetikani yanada rivojlantirish bo‘yicha loyihalar amalga oshirilmoqda.

Sanoat issiqlik energetikasida issiqlikni hosil qilish, issiqlikni mexanik energiyaga aylantirish va uzatish jarayonlarini amalga oshirishda

zamonaviy issiqlik mashinalari amaliyotda keng qo'llanilmoqda. Zamonaviy issiqlik va texnologik qurilmalarda energiya almashinuvi, yoqilg'i sarfini kamaytirish, bug' va suv miqdorini aniqlash, qurilmalarning foydali ish koeffitsiyentini oshirish kabi amaliy masalalarni hal qilishda termodinamika va issiqlik uzatish qonunlari muhim ahamiyatga ega. Issiqlik energiyasini elektr energiyaga aylanishida energiya resurslarini tejash va issiqlikdan turli texnologik jarayonlarda oqilona foydalanish muammolarini yechishda soha mutaxassislari issiqlik texnikasi qonuniyatlari va tenglamalarini o'zlashtirishlari zarur.

Shu sababi ushbu sohada yuqori malakali va raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash dolzarb vazifa hisoblanadi. Bu esa o'z navbatida texnika oliy ta'lim muassasalarida talabalarni termodinamika va issiqlik texnikasi laboratoriya ishlarini o'rganish va bajarish malakasini shakllantirish va nazariy bilimlarini mustahkamlashda laboratoriya ishlarini o'rganish va bajarish uchun o'quv qo'llanmalarni yaratish zaruratini keltirib chiqaradi. Mualliflar tomonidan tayyorlangan ushbu o'quv qo'llanma 5310100-Energetika (tarmoqlar bo'yicha) ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan. Undan 5A310104-"Sanoat issiqlik energetikasi" mutaxassisligida ta'lim oladigan magistrlar ham foydalanishi mumkin.

TALABALARNING LABORATORIYA ISHLARIDA RIOYA QILISHLARI 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 xavfi 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 jaroxatlantirishga, 100 mA tok esa o'limga olib keladi.

Umumiy holda talabalar tajriba ishlarini bajarishlari mobaynida lozim bo'lgan tartib qoidalarni 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) Elektr dvigatellari bilan ishlashda soch va kiyimlarni aylanuvchi valdan ehtiyot qilish lozim.

8) Mustaqil tarzda hech qanday sxemaga tegmaslik, hamda uzib ulashni bajarmaslik kerak.

9) Laboratoriya ishini boshlashdan oldin rahbarga bajarish tartibini aytib berish va ruxsat olish shart.

10) Agar ish bajarish davrida simlarni uzilishi, asbobni 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'lik tushuntirishlarini diqqat bilan tinglab,

unga amal qilishlari lozim, bu esa tajriba ishini samarali va sifatli bajarilishiga zamin yaratadi.

Ta'kidlab o'tilgan va rahbar tushuntirgan qoidalarni bilib olgandan so'ng talabalar «Xavfsizlik texnikasi» maxsus jurnaliga o'z imzolarini qayd etishlari talab etiladi.

1-LABORATORIYA ISHI. BOSIM VA HARORAT O'LGHASH ASBOBLARI

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

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

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

Taqdimotning bir nechta slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjaye X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma., 1-qism.-T.: TDTU, 2006.

2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

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

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

a) suyuqlikli shisha termometrlar.

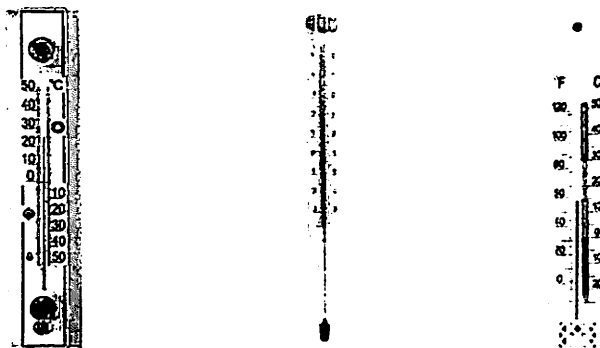
Shisha suyuqlikli termometrlar haroratni – 200 dan +750 °C gacha bo'lgan oraliqdagi o'lchashlar uchun qo'llaniladi.

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 afzallik-

larga ega, kimyoviy jihatdan toza holda ancha oson olinadi va normal atmosfera bosimida keng haroratlar oralig'ida ($-38,87^{\circ}\text{C}$ dan $+356,86^{\circ}\text{C}$ gacha) suyuq holatini saqlaydi.

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



1.1 – rasm. a) tayoqsimon va b) o'rnatilgan shkalali termometrlar.

Tayoqsimon termometrlar (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.

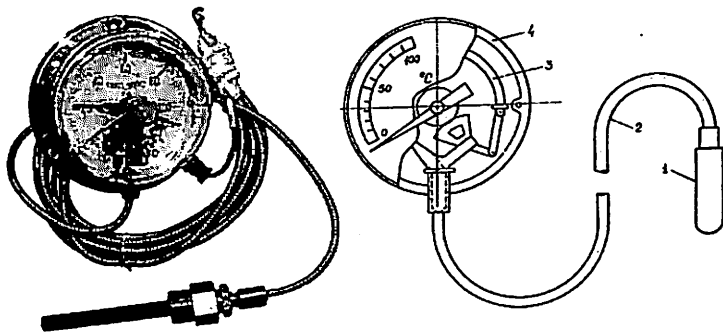
Ikkinchi konstruksiyaning harakterli jihati shundan iboratki, unda shkala kapillyarning sirtida emas balki oq rangli to'g'ri to'rtburchakli shisha plastinadan qilingan bo'lib u silindrik shaklida idishga payvandlangan kapillyar naycha orqasiga o'rnatiladi.

Solingan shkalali termometrlar tayoqsimon termometrlarga qaraganda inersionlikka ega, ular laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida haroratni o'lchashga qulaydir. Ko'pincha suyuqlikli termometrlar metallardan himoya qoplama bilan ta'minlanadi. Shisha termometrlar oddiy, katta aniqlikka ega va tayyorlanishi arzon.

b) Manometrik termometrlar.

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

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



1.2 – rasm. Manometrik termometrning umumiy ko'rinishi.

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

Termoballonni qizdirganda yopiq zich (germetik) termotizimda bosim oshadi va natijada prujina deformatsiyalanadi (aylana bo'ylab kengayadi) va uning erkin tomoni qo'zg'aladi. Prujining 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 °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.

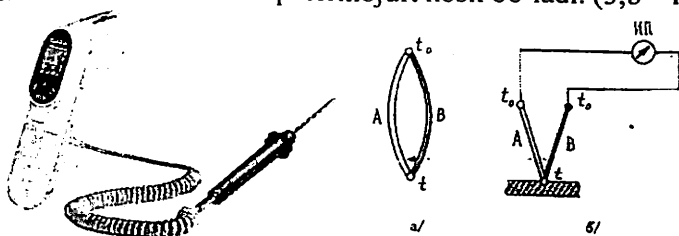
v) Elektr qarshilik termometrlari.

Qarshilik termometrlari –260 dan +750 °C gacha bo'lgan oraliqdagi harorat ko'rsatkichlarini o'lchashda keng qo'llaniladi. Ba'zi hollarda esa bu termometrlar bilan 1000 °C gacha bo'lgan haroratni o'lchash mumkin. Qarshilik termometrlarni ishlashi – moddalarning harorati

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

g) Termoelektrik termometrlar.

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



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

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

Termojuftlar termoelektrod materiallarining tavsifiga qarab ikki guruhga bo'linadi.

1. Qimmatbaho va oddiy materiallarga qilingan termoelektrodli termojuftlar.

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

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

Oddiy metallardan ishlangan termojuftlarga misol qilib mis – kopel (nikel va mis birikmasi); xromal – allyumin (nikel va allyuminiy birikmasi) va hokazolarni keltirish mumkin. Ikkinchi guruh termojuftlarini tayyorlashda disilid molibden, disilid volfram, titan karbidi va h.k. ishlatiladi hamda qiyin eruvchi birikmalar qo'llaniladi. Bu guruhga kiruvchi termojuftlar $3000 \div 3500$ °C gacha bo'lgan haroratni o'lchaydi.

Umuman olganda termojuftlar – 200 °C dan $+ 3500$ °C bo'lgan harorat diapazonini aniqlashga imkon beradi.

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

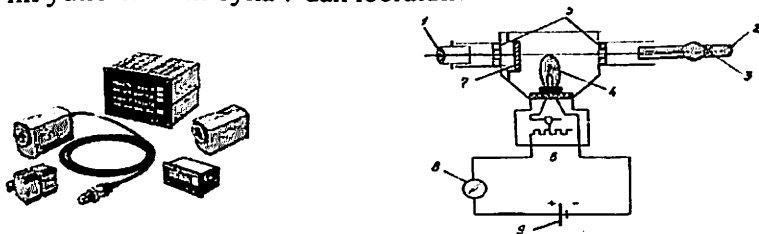
Bilvosita o'lchash usullari qizdirilgan jismlarning haroratiga bog'liq ravishda o'zidan nur chiqarish qobiliyatiga asoslangan bu usulga asoslangan o'lchash asboblari nurlanish pirometrlari yoki **pirometr** deb ataladi. Ular texnikaning barcha sohasida qo'llaniladi va 30 °C dan 6000 °C gacha haroratni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

nurlanish intensivligi o'zgarishiga asoslangan pirometrlar optik pirometrlar deyiladi. To'liq nurlanish quvvatini o'lchashga asoslangan pirometrlar "teng kuchli" pirometrlar deyiladi.

Pirometr turlari.

a) "Yo'qoluvchi simli" optik pirometrlar.

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



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

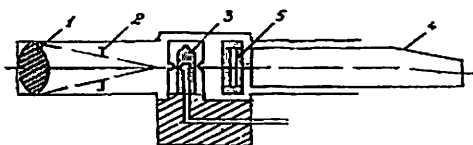
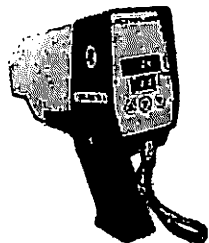
Ob'ektiv 1 fokusida 5 yoy shaklidagi volfram simi bo'lgan pirometrik lampa 4 joylashtirilgan. Optik pirometrlarda harorat o'lchash qoidasi quyidagicha: teleskopni nur chiqarayotgan jismga qaratib ob'ektiv buramasini aylantirish bilan harorati o'lchanayotgan jismni aniq ko'rinish dajarasiga keltiriladi. Reostat 6 yordamida simning cho'g'lanish darajasini o'zgartiramiz va u nurlanish yuzasining fonida yo'qola boradi. Sim yoyining yo'qolishi nurlantiruvchi jism va lampa simi bir xil yorug'likka va demak bir xil haroratga ega ekanliklarini bildiradi.

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

qanday yorug'lik haroratini 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'qlinlarinigina o'tkazadi. Teleskop 5 fokusini moslash paytida yorug'lik filtri chiqarib qo'yilishi mumkin, lekin lampa simining yorug'ligi nurlanish manbai-ning yorug'ligi bilan tenglashganda u o'z joyiga o'rnatilishi kerak.

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



1.5- rasm. Radiatsiton pirometr.

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

Bosim ko'rsatkichini aniqlovchi asboblar.

Bosim deb birlik yuzaga teng ta'sir etuvchi va shu yuzaga yo'naltirilgan kuchga aytiladi.

Bosim paskalda o'lchanadi, paskal yuzasi 1 m² bo'lgan jismga 1 nyuton kuch bilan teng ta'sir etuvchi kuchga aytiladi yoki 1 Pa = 1 N/m² bu yerda 1 N=1 kg/sm² 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 Pa

Bosim quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

1. Absolyut bosim (absolyut "0" da ya'ni absolyut vakumdan 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 asboblarning suyuqlik, 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

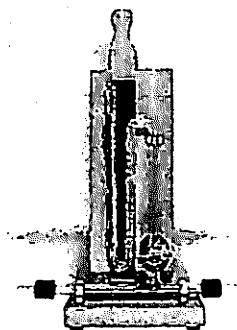
Suyuqlik monometrlar bosim o'lchovchi asboblarning ichida eng oddiy bo'lsa ham yuqori aniqlik darajasiga ega. Bu monometrlarning kamchiligi shundan iboratki ular yordamida uncha katta bo'lmagan bosimlarni o'lchash mumkin.

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

bu yerda g – erkin tushish tezlanishi;

h – suyuqlik balandliklari farqi;

ρ – suyuqlik zichligi .



1.6 – rasm. U – simon manometr.

Agarda $\rho < \rho_c$ bo'lsa, tenglama quyidagi ko'rinishni oladi. $P_{on} = \rho gh$ 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 P_a ga aylantirish uchun 133,3 ga va 9,81 ga ko'paytiriladi.

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

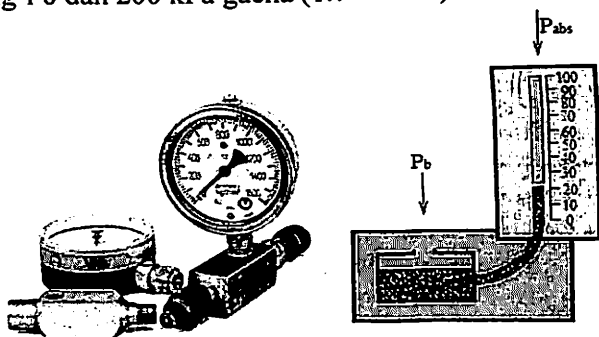
U shaklli monometrlar bilan 200 kPa dan yuqori paskaldan kamdan kam aniqlanadi. U shaklli monometrlar yordamida siyrakli yoki vakuumni aniqlash uchun qo'llash mumkin. Buning uchun naycha bir uchuni siyraklik aniqlanishi lozim bo'lgan sirtga biriktiriladi bir uchi ochiq qoldiriladi. Agar asbob ikkala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

TEKNOLOGIYALAR UNIVERSITETI
TOSHEBENI
411696
TEKNOLOGIYALAR MARKAZI

bosim o'lchov naychasi bilan birlashtiriladi. Idishli monometrlar o'lchash oralig'i 0 dan 200 kPa gacha (1.7 – rasm) bosimni o'lchaydi.



1.7 – rasm. Idishli monometr.

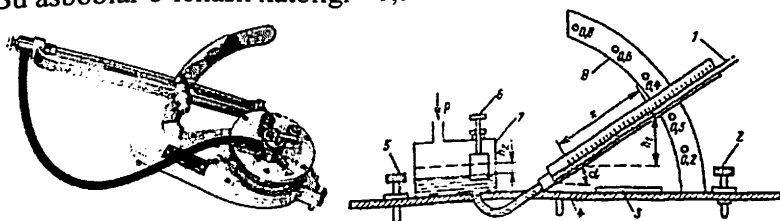
v) Mikromanometrlar:

Mikromonometrlarni laboratoriya va sanoat korxonalarida issiqlik kuchlanish uskunalarini sinash jarayonlarida havo va agressiv bo'lmagan gazlarning kichik bosimlarini siyrakligini bosim farqlarini o'lchashda qo'llaniladi. Mikromonometrlarning eng sodda turi bu egilgan nayli monometr bo'lib o'lchov naychasi gorizontaal yoki vertikal emas balki burchak ostida o'rnatilgan idishli monometrlardan iborat (8 – rasm).

Bu holda $h = l \sin \alpha$

Bu yerda: h – o'lchanayotgan bosim suyuqlik ustuni balandligi mm;
 l – egilgan naychadagi suyuqlik ustuni uzunligi.

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



1.8 – rasm. Mikromanometr.

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

0,1:0,2:0,3:0,4 sonlari naycha o'rnatilgan burchakka mos shkala ko'rsatkichi aniqlik darajasi qiymatlaridir. O'lchov asbobi o'rnatilishi tekisligini ko'rsatuvchi 2 ta vint bilan ta'minlangan. O'lchash naychasida suyuqlikni shkalasidagi 0 belgisiga keltirish uchun siqib turuvchi uskunalarning o'rnatilgan.

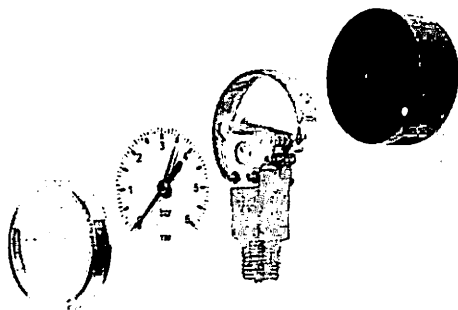
Minus ko'rsatkichini 0 ga keltirish uchun idish 1 dagi suyuqlik sathini qurilma 5 yordamida siqib turuvchi 6 bilan bog'langan vint qurilmasi 7 yordamida siqib turuvchisi 6 naychadagi suyuqlik sathi 0 belgisiga urilmaguncha buraladi. Asbob qopqog'ida ko'p yo'lli jumrak 8 o'rnatilgan bo'lib u idish yoki naychani berilgan sirtga bosim yoki siyraklik o'lchanishga qarab o'lchashga xizmat qiladi. MMN turidagi mikromonometrlar o'lchash chegarasi 0 – 120, 0 – 150, 0 – 250 mm suv ust. qilib ishlab chiqariladi.

Prujinali bosimni o'lchaydigan asboblarning:

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

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

Bunda egiluvchan element bo'lib, buning uchun elektik kesimli qabariq yoyi 180° – 270° ni tashkil etuvchi yassi nay xizmat qiladi. (1.9 – rasm).



1.9 – rasm. Nay prujinali manometr.

Manometr trubkasining bir uchi kavsharlangan bo'lib, ikkinchi uchi o'lchanishi lozim bo'lgan sirtga maxkamlab qotiriladi. Manometr trubkasi korpus ichiga o'rnatilgan. Ortiqcha bosimni trubka ichki qismiga yuborilganda uning yoy shakli to'g'rilanib boradi natijada ulangan qismi o'z joyidan qo'zg'aladi. Trubka uchining qo'zg'alishi uzatish mexanizmlar yordamida moslamaga uzatiladi (strelkaga) u esa o'z navbatida burilib kerakli bosimni ko'rsatadi. Manometrik trubkaning deformatsiyasi natijasida uning ko'ndalang kesimi shaklini o'zgarishiga asoslanadi.

III. Tajriba ishini bajarish tartibi.

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

1. Suyuqlik bilan ishlaydigan va mexanik manometrlarni tuzilishi va ishlash usulini o'rganish.

2. Kompresordan keladigan havo quvurlaridagi kran (ventil)larni tekshirish zarur.

3. Kompresorni ishlatib, kompressor resiverida (havo yig'adigan idish) 1-1,5 at.gacha havoni siqib, keyin kompressor to'xtatiladi.

4. Havo yuruvchi quvurga kran (ventil)ni ochib, laboratoriya qurilmasiga siqilgan havo yuboriladi.

Differensial manometr yordamida bosimlar farqi o'lchanadi.

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

Vakuu nasosni ishlatib, vakuumetrdagi vakuum bosim o'lchanadi va vakuum nasosni o'chirib, kranlar yopib qo'yiladi.

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

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

IV. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

1.1-jadval

№	$t, ^\circ\text{C}$	T, K	P_{VAK} mm.suv.ust	P_{BAR} mm.sm.ust	P_{ABS} atm
1					
2					
3					

V. Ishning hisoboti.

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

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

VI. Nazorat savollari.

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

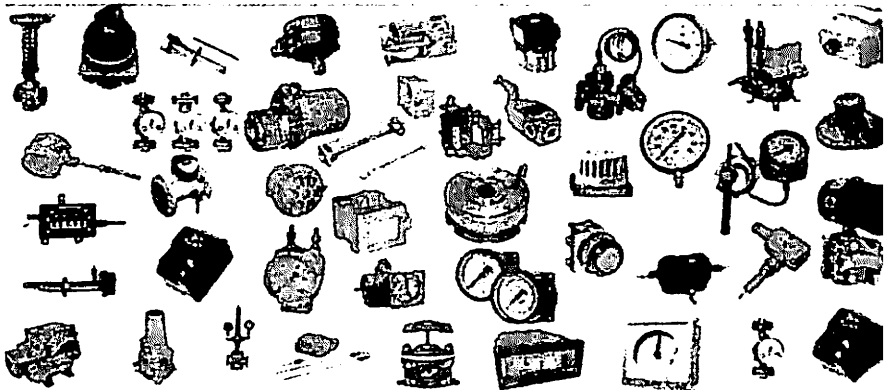
ILOVALAR.

Ilova 1



Zamonaviy harorat o'lash asboblarning umumiy ko'rinishi.

Ilova 2



Zamonaviy bosim o'lash asboblarning umumiy ko'rinishi.

2-LABORATORIYA ISHI. HAVONING IZOBARIK ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH.

Ishdan maqsad: Havoning izobarik issiqlik sig'imini aniqlash bo'yicha talabalar malakasini oshirish.

Tayanch iboralar: issiqlik sig'imi, havoning sarfi, rotametr, manometr.

Kerakli jihozlar: Havoning izobarik issiqlik sig'imini aniqlash uchun qurilma chizmasi, ishlash prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tani-shib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma., 1-qism.-T.: TDTU, 2006.

2. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Issiqlik texika-sining nazariy asoslari. O'quv qo'llanma.-Toshkent: O'zbekiston fayla-suflari milliy jamiyati nashiriyoti, 2010.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

Termodinamikaning differensial tenglamalari moddalarning kalorik, ya'ni issiqlik holati (i , u , c_p , c_v) xususiyatlarini termodinamik parametrlar va moddalarning asosiy termodinamik xossalari termik kengayuvchanlik $\left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)_p$; $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ lari orqali ifodalash imkonini beradi.

Shunday qilib, real gazlarning kalorik xususiyatlarini to'g'ridan to'g'ri eksperimental aniqlash shart emas, chunki o'lchashlar anchagina xatoliklar bilan bog'liq. Asosiy differensial tenglamalar quyidagi ko'rinishga ega:

Entalpiya uchun

$$\left(\frac{\partial i}{\partial T}\right)_p = -T \cdot \left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)_p + g \quad (2.1)$$

Issiqlik sig'imlari uchun

$$\left(\frac{\partial c_r}{\partial P}\right)_T = -T \cdot \left(\frac{\partial^2 g}{\partial T^2}\right)_P \quad (2.2)$$

$$\left(\frac{\partial c_g}{\partial V}\right)_T = -T \cdot \left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2}\right)_g \quad (3.3)$$

Shunday qilib, masalan, (2.2) tenglamada real gazning issiqlik sig'imi c_r qiymatni berilgan xaroratda va termik kengayuvchanlikni $\left(\frac{\partial c_g}{\partial V}\right)_T$ eksperimental qiymatlari berilgan bo'lsa c_r ni quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$c_r = c_{r_0} - T \int_{P_0}^P \left(\frac{\partial^2 g}{\partial T^2}\right)_P \cdot dP \quad (2.4)$$

(2.1) va (2.3) tenglamalardan amaliy hisoblar uchun foydalanish mumkin, moddalarning asosiy termodinamik xossalarini eksperimental yo'l bilan yoki ularning holatlarini hisoblash mumkin bo'lgan tenglamalar orqali aniqlash mumkin. Real gazlarning eng sodda holat tenglamasi bo'lib, Van – der Vals tenglamasi hisoblanadi:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right) \cdot (v - b) = R \cdot T \quad (2.5)$$

Tenglama (2.5) molekullarni oxirgi xajmini xisobga oluvchi tuzatma b ni va ularning o'zaro tortishish kuchlarini o'ziga oluvchi bosim a/v^2 tuzatmasini nazarda to'tadi. Alohida moddalar uchun doimiylar a va b ni kritik parametrlar orqali aniqlanishi mumkin.

Kritik bosim P_{kr} va kritik xarorat T_{kr} orqali quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$a = \frac{27R^2 \cdot T_{kr}^2}{(64P_{kr})}; \quad b = \frac{R \cdot T_{kr}^2}{(8P_{kr})} \quad (2.6)$$

Gaz doimiysini esa quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$R = \frac{8314,3}{\mu} \quad (2.7)$$

Van–der–Vaals tenglamasining aniqligi yuqori emas, shuning uchun hozirgi paytda gazlar holat tenglamasining nazariy asoslangan virial ko'rinishidagi zichlik ρ darajalari bo'yicha siqiluvchanlik koeffitsienti Z qatoriga yoyilgan yagona holat tenglamasidan ham foydalaniladi.

$$\frac{P_g}{R \cdot T} = A + \beta\rho + c\rho^2 + d\rho^3 \quad (2.8)$$

Bunda: $\rho = \frac{1}{g}$; β ; c ; d ; ... - ikkinchi, uchinchi, to'rtinchi va h.k. deb ataluvchi virial koeffitsientlar.

Tenglamadagi har bir virial koeffitsiyentlarni gazning molekulyar xususiyatlari asosida aniqroq asoslash mumkin.

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

Shunday qilib, virial holat makroskopik eksperiment natijalarini tenglamasi molekularning o'zaro ta'siri nuqtai-nazaridan tushuntirib beradi. Real moddalarning termodinamik hossalari o'rganishning eksperimental usullari holat tenglamasining virial koeffitsiyentlarini aniqlashga va o'rganilayotgan moddaning termodinamik xususiyatlarini hisoblashda keltiriladi. Virial koeffitsiyentlarni tajribada aniqlash uchun bosim p , harorat t va solishtirma hajmi v o'lchash lozim bo'ladi. Entalpiya va issiqlik sig'imi tajribada kalorimetr bilan aniqlanadi. O'rganilayotgan modda miqdori oldindan ma'lum kalorimetrik idishga joylashtiriladi. Bug' va gazlarning issiqlik sig'imini aniqlash paytida oqizuvchi kalorimetrlardan foydalaniladi, chunki kalorimetr detallarini qizitishga sarflanayotgan issiqlikni va issiqlik yo'qotishlarini moddaning kalorimetr orqali o'tayotgan miqdorini oshirish hisobiga anchagina kamaytirish mumkin.

Issiqlik sig'imini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

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

Bunda Q —moddaga vaqt birligi ichida berilayotgan issiqlik, J/s miqdori; m —moddaning massaviy sarfi (kg/sek); t_1, t_2 — tajribaning boshlang'ich va oxirgi harorati $^{\circ}C$.

II. Ishning tartibi.

Havoning o'zgarmas bosim ostida o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imini xona harorati 20° dan $60^{\circ}C$ gacha bo'lgan oraliqda aniqlash.

III. Tajriba qurilmasining tavsifi.

Qurilmaning ishchi qismi bo'lib, issiqlik yo'qotishlarni o'zi sarflaydigan oqizuvchi kalorimetr hisoblanadi (1-rasm). Kalorimetr 2—ning sirt tanasi ko'p yo'lli issiqlik almashinuv apparatini tashkil qiladi, chunki ichida shisha naychada 4 elektr qizdirgich joylashtirilgan.

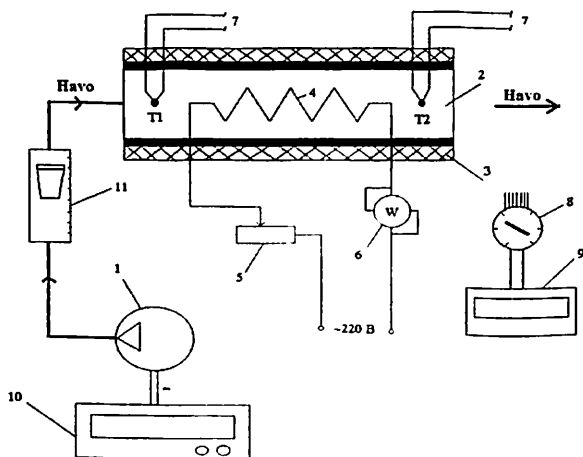
Havoni oqimi tashqi kanallarda adiabatik, ya'ni issiqlik almashmaydigan sharoit yaratib beradi. Kalorimetr qizdirgichga berilayotgan elektr toki kuchlanishini voltmetr 6, tok kuchini ampermetr 5 bilan o'lchanadi va avtotransformator yordamida sozlanadi.

Kalorimetrning kirish va chiqishdagi havo haroratini TXK termoparalar 7 bilan o'lchanadi. Termoparalardagi elektr yurituvchi kuch potentsiometrda (millivoltmetrda) 9 da qayd qilib boriladi. Shamolparrak 1 havoni kalorimetr orqali harakatini ta'minlaydi. Havoning sarfi to'siq 10 bilan rostlanadi, bosimlar farqi esa U – simon manometr bilan o'lchanadi.

IV. Tajribani bajarilish tartibi.

Shamol parrakni yurguzib, quvurdagi to'siq ochiladi. Kalorimetr qizdirgichi yoqiladi. Avtotransformator yordamida o'qituvchi tomonidan berilgan boshlang'ich kuchlanish o'rnatiladi. Ampermetr va voltmeter ko'rsatkichlari qayd qilib boriladi.

Turg'un holat o'rnatilgunga qadar ko'tiladi, ya'ni kalorimetrning kirish va chiqishdagi havo haroratini qayd qilib boruvchi potentsiometrning o'zgarma ko'rsatkichlarini karakterlaydigan holatga va o'lchov asboblarning ko'rsatkichlarini yozib olishga o'tiladi. Barometr yordamida atrof muxitning bosimi o'lchanadi. Bosimlar farqi Δp bo'yicha va standart diafragma uchun berilgan jadvaldan havo sarfi aniqlanadi.



2.1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi.
V.O'lchov natijalariga ishlov berish.

Tajriba natijalari bo'yicha havoning bosimi o'zgarma bo'lgandagi o'rtacha solishtirma Issiqlik sig'imini (9) ifodadan aniqlash zarur. Tajriba haroratlari past bo'lganligi tufayli kalorimetrdagi Issiqlik yo'qo-

tishlari kichik bo'лади, shuning uchun ularni inobatga olmasa ham bo'лади.

1. Havoning soatbay sarfini quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$M = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot \kappa_1^2 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\Delta p \cdot \rho} \text{ kg/soat}; \quad (2.10)$$

bunda, α - sarfiy koeffitsient;

ε - havoning kengayishini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsienti;

k - diafragma va quvurlarni Issiqlikdan kengayishini hisobga oluvchi tuzatma koeffitsienti;

d - diafragma teshigi diametri, mm;

Δp - diafragmadan oldingi va keyingi bosimlar farqi;

ρ - havoning diafragmagacha bo'lgan zichligi, kg/m^3 .

2. Havoga berilayotgan Issiqlik miqdorini aniqlaymiz:

$$Q = U \cdot J = U^2 / R \quad (2.11)$$

3. Kalorimetrning kirish va chiqishidagi haroratlar ayirmasini aniqlang.

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (2.12)$$

4. Havoning o'rtacha izobarik issiqlik sig'imini hisoblang.

VI. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

2.1-jadval

№	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	U, V	I, A	R, Om	V, m^3/s	P_{VAK} , mm.suv.ust	P_{BAR} , mm.sm.ust	P_{ABS} , atm
1									
2									
3									

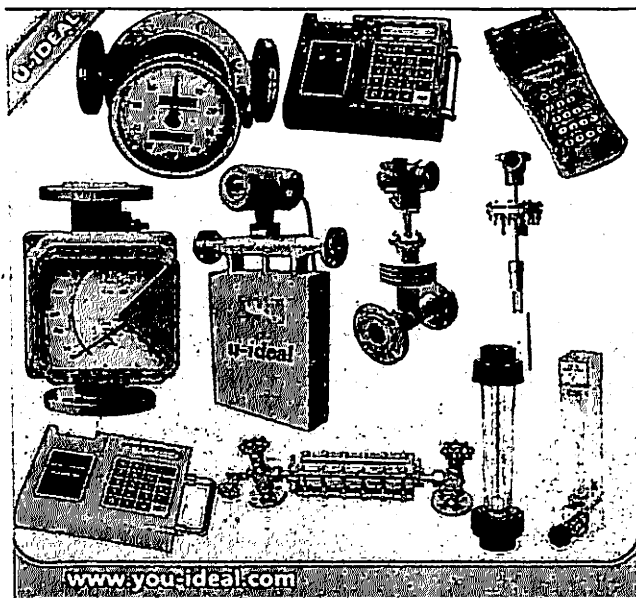
VII. Ish bo'yicha hisobot.

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

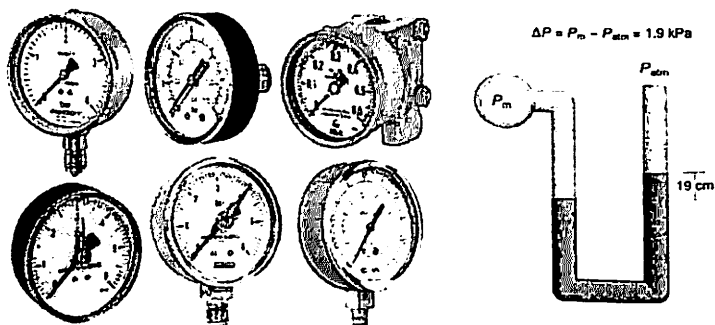
1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Havoning izobarik issiqlik sig'imini aniqlash uchun qurilma prinsipial sxemasini chizish.

VIII. Nazorat savollari.

1. O'rtacha issiqlik sig'imi nima?
2. Ushbu ishda atrof muhitga issiqlik yo'qotishlar hisobga olinadimi?
4. Havo sarfi qanday o'lchanadi?
5. Real gazlarning qanday holat tenglamalarini bilasiz?



Zamonaviy sarf o'Ichagichlar.



Zamonaviy bosim o'Ichash asboblari.

3- LABORATORIYA ISHI. O'TA QIZIGAN SUV BUG'INING MASSAVIY ISSIQLIK SIG'IMI ANIQLASH.

Ishdan maqsad: Tajriba o'tkazish, o'lchash natijalariga ishlov berish va olingan ma'lumotlarni umumlashtirish bo'yicha talabalar malakasini oshirish.

Tayanch iboralar: issiqlik sig'imi, bug'ning sarfi, kalorimetr, burdon naychasi, ampermetr, voltmeter, termojuftlar.

Kerakli jihozlar: O'ta qizigan suv bug'ining massaviy issiqlik sig'imi aniqlash uchun qurilma chizmasi, ishlash prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tani-shib chiqish kerak:

1. Zohidov R.A., Avezov R.R., Vardiyashvili A.B., Alimova M.M. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» o'q.qo'l, 1 qism.-T.: TGTU, 2005.

2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 2 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

Ish davomida berilgan t_1 , t_2 harorat oralig'ida o'rtacha solishtirma massaviy izobar issiqlik sig'imi $C_{p, \text{iz}}|_i$ aniqlanadi. Solishtirma massaviy izobar issiqlik sig'imi $P=\text{const}$ bosimda 1 kg moddaning haroratini 1 °C ga oshirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdoriga tengdir. Berilgan harorat oralig'i issiqlik uchun issiqlik sig'imining o'rtacha qiymati:

$$C_{p, \text{iz}}|_i = \frac{q_p}{t_2 - t_1} \cdot \frac{kJ}{kg \cdot K} \quad (3.1)$$

Bu ifoda: q_p - o'zgarmas bosim ($P=\text{const}$) 1 kg moddaga berilgan issiqlik miqdori ;

t_1 - boshlang'ich harorat, °C;

t_2 - oxirgi harorat, °C;

Solishtirma issiqlik sig'imining o'lchov birligi quyidagi tenglikni hisobga olish natijasida olingan: $(t_1 - t_2) \text{ } ^\circ\text{C} = (T_2 - T_1) \text{ K}$.

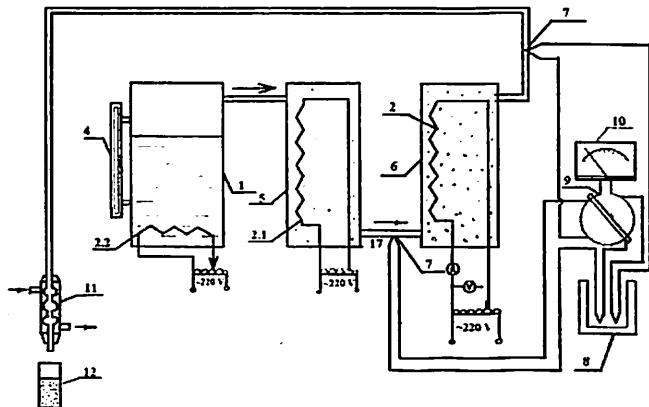
$C_p \cdot |t_1$ ning qiymati haroratlar farqiga bog'liq (umumiy holda bosimga ham bog'liq, lekin bu ishda bunday masala ko'rilmaydi).

O'lchashlar atmosfera bosimida o'ta qizigan suv bug'i uchun o'tkaziladi. O'ta qizigan suv bug'i berilgan bosimda qaynayotgan suvning harorati t_{qay} ga qaraganda yuori haroratga ega bo'lgan bug'dir. Atmosfera bosimi odatda Toshkent shahri uchun 720-730 mm sim.ust. (0,96-0,973 bar) ga teng; bunga esa qaynash harorati $t_{qay} = 99^\circ\text{C}$ to'g'ri keladi.

O'ta qizigan bug' to'yingan bug'ga issiqlik berishni davom ettirish natijasida hosil bo'ladi. To'yingan bug' esa berilgan bosimda, qaynayotgan suv bilan muvozanat holatida bo'lib, u bilan bir xil haroratga ega bo'ladi. Qaynayotgan suvning tomchilarini o'zida saqlagan bug'ga nam to'yingan bug' deyiladi. Quruq to'yingan bug'ning tarkibida qaynayotgan suv tomchilari bo'lmaydi.

II. Tajriba qurilmasining bayoni.

O'ta qizigan suv bug'ining o'zgarmas bosimidagi massaviy issiqlik sig'imi $C_p \cdot |t_1$ ni aniqlaydigan tajriba qurilmasining chizmasi tasviri 3.1-rasmda ko'rsatilgan.



3.1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi.

Tajriba o'tkazish uchun kerak bo'ladigan bug' bug' generatori 1 da suvning o'zgarmas atmosfera bosimi ostida qaynashi tufayli hosil bo'ladi. Issiqlik miqdori zanjirida LATR-3 bo'lgan elektr qizdirgichlardan ajralib chiqadi. LATR elektr qizdirgichlarning quvvatini sozlash, qaynashning zarur bo'lgan jadalligini hosil qilish uchun, ya'ni tajriba

qurilmasidan vaqt birligida o'tayotgan bug'ning miqdorini sozlashga imkon beradi. Suvning sathini nazorat qilib turish uchun bug' generatori suv sathini ko'rsatuvchi shisha naycha 4 bilan jihozlangan. Bug' generatorda hosil bo'lgan nam to'yingan bug' qizdirgichga o'tadi. Bu yerda $P=const$ bosimda elektr qizdirgich 2 dan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori hisobiga quruq to'yingan bug'ga aylanadi (ya'ni quritiladi). Quruq to'yingan suv bug'ining harorati va elektr qizdirgichning quvvati LATR-3 orqali boshqariladi. So'ngra t_1 haroratga ega bo'lgan quruq to'yingan bug' kalorimetr 6 ga o'tadi. Bu yerda u o'zgarmas bosimda elektr qizdirgichdan ajralgan issiqlik miqdori hisobiga ma'lum bir t_2 haroratigacha qizitiladi va o'ta qizigan bug'ga aylanadi. t_2 haroratni LATR yordamida kalorimetr qizitgichining quvvatini boshqarish natijasida hosil qilish mumkin. Zanjirdagi tok kuchi va kuchlanish ampermetr hamda voltmetr orqali o'lchanadi.

Kalorimetrga kirishdagi quruq bug' harorati t_1 va undan chiqishdagi o'ta qizigan bug'ning harorati t_2 larni o'lchash uchun tutashtiruvchi naychalardan termojuft 7 ning issiq uchlari o'rnatilgan bo'lib, ularning sovuq uchlari eriyotgan muzli ($0^{\circ}C$) Dyuar idish 8 ga joylashtirilgan. Termojuft qo'shgich 9 orqali gradusda darajalangan millivoltmetrga ulangan.

O'ta qizdirilgan suv bug'i kalorimetrdan chiqib kondensatorga o'tadi. Bug' issiqligini sovituvchi suvga beradi va kondensatga aylanadi, hosil bo'lgan kondensat esa o'lchagich idishi 12 ga yig'iladi. Yig'ilgan kondensatning massasi tajriba vaqtida kalorimetr orqali o'tgan bug'ning massasiga tengdir.

Bug' generatori, bug' o'ta qizdirgichi, kalorimetr va tutashuvchi naychalar izolyatsion materiallar bilan qoplangan. Kalorimetr 8 qizdirgich 2 dan bug'ni o'ta qizdirish uchun berilayotgan issiqlikni tashqi muhitga sochilib ketmasligi uchun ushbu kalorimetr qo'shimcha kompensatsion elektr qizdirgich 2 bilan ta'minlangan. 3.1-rasmda ko'rsatilayotgandek, u ikkala issiqlikni izolyatsiya qiluvchi qatlamlar 14 ning orasida joylashgan va LATR orqali elektr tarmog'iga ulangan. Birinchi izolyatsiya qatlamida yuzasida uchta differensial termojuftlar 7 o'rnatilgan (kalorimetrning past, o'rta va yuqori qismida) va ularga ulagich 9 orqali potensiometr 10 ga chiqarilgan

Umuman kompensatsion elektr qizdirgichni o'rnatishdan maqsad kalorimetr ichidagi elektr qizdirgich ajratib chiqarayotgan issiqlikni tashqi muhitga chiqib ketishga to'sqinlik qiluvchi issiqlik maydon

yaratishdir. Ma'lumki, bunday to'siqda issiqlik oqimlarining harorati bir-biriga teng bo'ladi. Buni LATR yordamida kompensatsion elektr qizdirgichning quvvatini boshqarish (moslash) natijasida ro'yobga chiqarish mumkin. Boshqacha aytganda, kalorimetr orqasiga o'tayotgan bug'ni o'ta qizdirish jarayoni davom ettirilgan paytda differensial termojuftlardagi issiqlik elektr yurituvchi kuchning (termoEYUK) nolga teng bo'lishiga erishish kerak (bu paytda potensiometr nolni ko'rasatadi), ya'ni izolyatsiyaning ichki va tashqi harorati farqi mavjud emas (issiqlik oqimi yo'q) va kalorimetrning qizdirgichida ajralib chiqayotgan issiqlik butunlay bug'ga berilayotganidan dalolat beradi.

III. Tajriba o'tkazish usuli.

Tajriba vaqti τ (sek) davomida kalorimetrning elektr qizdirgichi ma'lum miqdorda issiqlikni ajratib chiqaradi:

$$Q = W \cdot \tau, \text{ kJ} \quad (3.2)$$

Elektroqizdirgichning quvvati

$$W = I \cdot \Delta U \cdot 10^{-3}, \text{ kVt} \quad (3.3)$$

Bu yerda I – elektr qizdirgichning zanjirdagi tok kuchi, (ampermetr yordamida o'lchanadi); ΔU - kuchlanish, V (voltmetr yordamida o'lchanadi).

Agar tajriba davomida bug' qizdirgich orqali m kg bug' o'tgan (idishda m kg kondensator yig'ilgan) bo'lsa, unda 1 kg bug'ga $P = \text{const}$ bosimda berilgan issiqlik

$$q_r = \frac{Q}{m}, \quad \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (3.4)$$

olingan q_r ning qiymatini (1.1) ifodaga qo'yamiz.

IV. Tajriba o'tkazish tartibi.

1. Bug' generatorining elektr qizdirgichini elektr tarmog'iga ulaymiz. Suv qaynashi bilan bug' qizdirgich, kalorimetr va kompensatsion elektr qizdirgichlariga LATR yordamida 110 V kuchlanish beramiz.

2. LATR yordamida t_1 haroratni $105-110^\circ\text{C}$ ga, t_2 haroratni $145-150^\circ\text{C}$ gacha ko'taramiz.

3. Potensiometrga har bir differensial termojuftni qayta ulab, ularning termo EYUKni o'lchaymiz. Kompensatsion qizdirgich LATR yordamida potensiometrning ko'rsatishini nolga yaqinlashtiramiz. Hatolik $0,5 \text{ mV}$ bo'lishi mumkin.

4. I , ΔU , t_1 va t_2 larning qiymatlari vaqt o'tishi bilan o'zgarayotganligiga, ya'ni qurilma barqaror holatda ishlayotganiga ishonch hosil qilamiz.

5. Sekundomerni ishga tushirib, 12-15 daqiqa davomida kondensatning o'lichagich idishga yig'ilishi kuzatiladi. Har 3 minut davomida asboblardan I , ΔU , t_1 va t_2 larning qiymatini olib jadvalga yozilib boriladi.

6. 12 yoki 15 daqiqa o'tishi bilan yig'ilgan kondensatning massasi M kg da aniqlanadi.

V. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

3.1-jadval

T/r	Vaqt, min τ	Bug'ning harorati		Tok kuchi I , A	Kuchlanish ΔU , V
		t_1 , $^{\circ}\text{C}$	t_2 , $^{\circ}\text{C}$		
1	0				
2	3				
3	6				
4	9				
5	12				

VI. Hisoblash tartibi.

Quyidagilar hisoblanadi:

1. (3.3) – ifoda yordamida kalorimetr elektr qizdirgichning quvvati W hisoblanadi.

2. (3.1) – ifoda yordamida o'ta qizigan suv bug'ining solishtirma issiqlik sig'imi hisoblanadi.

3. O'zgarmas atmosfera bosimidagi o'ta qizdirilgan bug'ning solishtirma massaviy issiqlik sig'imining haqiqiy qiymati miqdorda aniqlikka ega bo'lgan ifoda yordamida topiladi.

$$C_{p_a} \Big|_t^t = 1,8401 + 0,000586 \cdot t_0 \cdot r$$

4. Tajriba yordamida aniqlangan va haqiqiy issiqlik sig'imi o'rtasidagi nisbiy hatolik topiladi:

$$\delta C_{p_a} \Big|_t^t = \frac{C_{p_a} \Big|_t^t - C_{p_a} \Big|_t^t}{C_{p_a} \Big|_t^t} \cdot 100\%$$

Ish yuzasidan yozilgan hisobotda ishning qisqa bayoni, tajriba chizmasi, tajriba natijalari yozilgan jadval, hisoblar bo'lishi kerak.

VII. Ish bo'yicha hisobot.

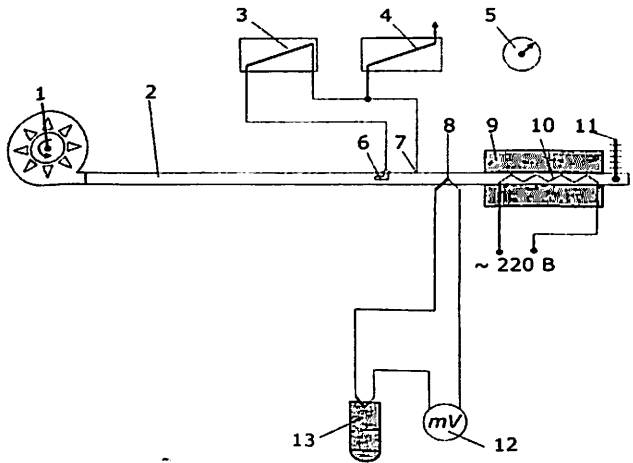
Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. O'ta qizigan suv bug'ining massaviy issiqlik sig'imi aniqlash tajriba qurilmasini prinsipial sxemasini chizish.

VIII. Nazorat savollari.

1. Kalorimetr deb nimaga aytiladi?
2. Suv bug'ining turlari?
3. O'ta qizigan suv bug'ining asosiy parametrlari qaysilar?
4. Massaviy issiqlik sig'im qaysi kalorimetrik parametrlarga bog'liq?
5. Bug' hosil bo'lish issiqligi qayerlarda qo'llaniladi?

Ilova-1



Laboratoriya qurilmasi sxemasi.

4-LABORATORIYA ISHI. NAM HAVONING TAVSIFINI ANIQLASH.

(EHM dasturi orqali hisoblanadi)

Ishdan maqsad: Nam havoning parametrlarini aniqlash haqida talabalar bilim va ko'nikmalarini oshirish.

1. Tajriba o'tkazish bo'yicha malaka orttirish va h-d diagrammadan misollar yechishda foydalanish.

2. Tajriba natijalarining tahlili.

3. Xulosalar.

Tayanch iboralar: nam va quruq harorat o'lchash asboblari, kalorimetr, ventilyator, termojuftlar.

Kerakli jihozlar: Nam havoning tavsifini aniqlash uchun qurilma chizmasi, ishlash prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tani-shib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayeov X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma., 1-qism.-T.: TDTU, 2006.

2. Полишук Г.С., Гурович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теплотехника". Част I. -Т.: Ташкент, ТашГТУ, 2004.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

Juda ko'p texnologik jarayonlarda ishchi jism sifatida havo qo'llaniladi (materiallarni quritish va namlashda, pnevmotransportda, mexanizmlarning pnevmatik uzatmalarida va hokazo). Jarayonlarning hisoboti uchun shu ishchi jismning xususiyatlari va parametrlarini bilish zarur. Atmosfera havosida har doim namlik bo'ladi. Atmosfera havosi quruq havo va suv bug'ining aralashmasidan iborat. O'zining fizik xusu-siyatlari bo'yicha nam havo ideal gazdan uncha farq qilmaydi. Buning sababi shundaki, havodagi namlik bug' holatida bo'lib, u uncha katta bo'lmagan parsial bosimga ega (bir necha mm sim.ust.). Undan

tashqari, nam havodagi jarayonlar ko'pincha atmosfera bosimiga yaqin bosimlarda kechadi. Shu sabablarga ko'ra nam havoga ideal gaz qonunlarini qo'llash mumkin. Havoda suv bug'i o'ta qizigan yoki to'yingan bo'lishi mumkin. Bu sharoitda havoning berilgan haroratida bug'ning holati uning parsial bosimi bilan belgilanadi. Havoning namligi havodagi suv bug'ining miqdori bilan ifodalanadi.

Nam havo tarkibidagi suv bug'ining massasini shu nam havo hajmiga nisbati uning mutlaq namligi deb ataladi.

Havoning nam saqlami (d) deb, nam havodagi 1 kg quruq havoga nisbatan olingan suv bug'ining massasiga aytiladi. Nisbiy namlik (φ) deb, to'yingan havoning haqiqiy mutlaq namligini (ρ_b) mazkur t dagi to'yingan havoning mutlaq namligiga (ρ'') nisbati aytiladi.

$$\varphi = \frac{\rho_b}{\rho''} = \frac{D_b}{D_s} \quad (4.1)$$

bu yerda: P_b – suv bug'ining parsial bosimi;

P_h – nam havodagi to'yingan bug'ning parsial bosimi.

Havoning nisbiy namligi φ ni aniqlash uchun har xil usullar va o'lchash asboblari qo'llaniladi. Shu usullardan biri psixrometrik usul bo'lib, u bir xil ikkita simobli termometrlarning ko'rsatishlari farqiga asoslangan, bu yerda bitta termometrning termoballoni suv bilan ho'llanib turiladi. Shu asosda qurilgan asboblarda psixrometrlar det ataladi. Havoning nisbiy namligi $\varphi=0$ dan (quruq havo) $\varphi = 1$ (havo namlik bilan to'yingan) oralig'ida o'zgarishi mumkin.

O'zgarmas bosimda to'yingan nam havoning ($0 < \varphi < 1$) haroratini kamaytirib, uni to'yingan holatiga ($\varphi=1$) keltirish mumkin. Buning uchun to'yingan nam havoning harorat tarkibidagi bug'ning parsial bosimiga to'g'ri keluvchi quruq to'yingan bug'ning haroratiga tenglashishi kerak. Bu haroratni shudring nuqtasi harorati t_{sh} deb ataladi. Nam havoni sovitish davom ettirilsa, undan namlik shudring yoki tumar ko'rinishida ajrala boshlaydi.

Nam havoning asosiy parametrlarini quyidagi tenglamalardan aniqlanadi:

Nam havoning gaz doimiysi

$$R = \frac{8314}{28,96 - 10,94 \frac{P_b}{p}} \cdot \left[\frac{J}{kg \cdot k} \right] \quad (4.2)$$

bu erda: $P_b = \varphi \cdot P$, mm sim.ust.; P_b – nam havo tarkibidagi suv bug‘ining parsial bosimi; P – aralashma bosimi (nam havoning bosimi), mm sim.ust.

Nam havoning zichligi:

$$\rho = \frac{28,96 \cdot \rho - 10,94 \cdot P_b}{8314 \cdot T} \cdot \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]. \quad (4.3)$$

bu erda: T – nam havoning mutloq harorati, K.

Tenglamadan kelib chiqadiki, havoning namligi qancha ko‘p bo‘lsa, ya‘ni havodagi suv bug‘ining parsial bosimi katta bo‘lsa, havo zichligi shuncha kam bo‘ladi.

II. Nam havoning entalpiyasi.

$$h = t + d(2501 + 1,93 \cdot t), \quad \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right] \quad (4.4)$$

yoki

$$h = 0,24 t + d(597 + 0,46 \cdot t), \quad \left[\frac{\text{kKall}}{\text{kg}} \right] \quad (4.5)$$

Tenglamalardan nam havoning entalpiyasi bosimga bog‘liq emasligi kelib chiqadi va bu tabiiy, chunki aralashma komponentlarini biz ideal gazlar deb hisoblaymiz.

Kattalik h 1 kg quruq havo uchun yoki $1+d$ kg nam havo uchun keltirilgan. Nam havoning parametrlarini 1918 yilda prof. Ramzin tomonidan taklif qilingan $h-d$ diagramma yordamida grafik yo‘li bilan aniqlanadi.

Bu diagrammada ordinata o‘qi bo‘yicha nam havoning entalpiyasi h (kJ/kg), abssissa o‘qi bo‘yicha esa – nam saqlami d (g/kg) keltirilgan. $h-d$ diagrammasidagi har xil chiziqlar qulayroq joylashishi uchun ordinata o‘qi vertikal, abssissa o‘qi unga nisbatan 135° ga teng bo‘lgan burchak ostida o‘tkazilgan.

Diagrammada ko‘rsatilgan chiziqlar: o‘zgarmas entalpiya ($h=const$) chiziqlari (ordinata o‘qi bilan 45° burchak hosil qilingan to‘g‘ri chiziqlar), o‘zgarmas nam saqlami ($d=const$) chiziqlari, nam havoning o‘zgarmas harorati ($t=const$) chiziqlari; havoning nisbiy namligi ($\varphi=const$) chiziqlari.

Odatda $h-d$ diagramma o‘zgarmas barometrik bosim uchun qurilib, uning yordamida ma‘lum t va φ bo‘yicha h hamda d ni aniqlash mumkin. d bo‘yicha suv bug‘ining parsial bosimi P_b ni diafragmadan shudring nuqtasini aniqlash mumkin, buning uchun havo holatini tavsif-

laydigan nuqtadan $\varphi = 100\%$ chizig'i bilan kesishadigan vertikal chiziq o'tkazish lozim va shu nuqtadan o'tgan izoterma shudring haroratini ko'rsatadi.

Nam havoning isitish (sovitish) jarayonlarini o'zgarmas nam saqlamida ($d = \text{const}$) sodir bo'ladi. $h-d$ diagrammada bu jarayon vertikal to'g'ri chiziq bilan tasvirlangan. Nam havoning sovitish jarayoni faqat havoning butunlay to'yinishigacha, ya'ni $\varphi = 100\%$ gacha bo'ladi. Havoni yanada sovitish undan namlikning shudring (kondensat) sifatida tushishiga olib keladi.

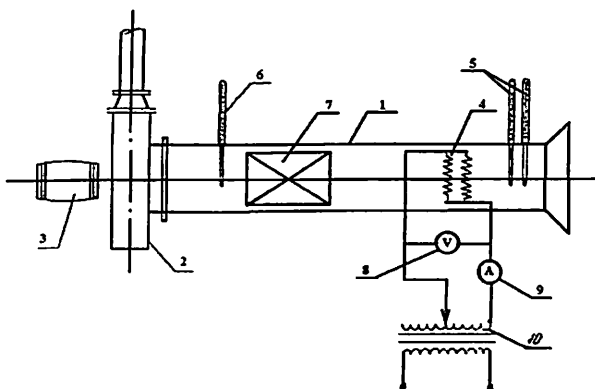
Kondensasiya jarayonini $\varphi = 100\%$ chizig'i bo'yicha boradi, havoning nam saqlami esa d_1 dan d_2 gacha kamayadi deb hisoblash mumkin. Kondensasiya natijasida hosil bo'lgan suv miqdori havoning nam saqlami farqiga $d_1 - d_2$ (g/kg) ga teng bo'ladi.

Texnikada nam havoning $h-d$ diagrammasi keng qo'llaniladi. Uning yordamida biron bir jismni quritish jarayonini hisoblash osondir. Quritish uchun foydalanilgan havo materialdagi namni bug'latadi va o'zi namlanadi. Quritish jarayoni uchun faqat to'yinmagan havo zarur va uning boshlang'ich nam saqlami qancha kam bo'lsa shuncha yaxshi.

Havoning $P = \text{const}$ dagi nam bilan to'yinish ideal jarayoni deb shunday jarayonga aytiladiki, unda havoning issiqligi faqat quritilayotgan materiallardan namni bug'latishga sarf bo'lib, atrof muhitga sarf bo'ladigan issiqlik yo'qotish va suyuqlikni qizdirishga sarf qilingan issiqlik hisobiga olinmaydi. Bug'lanishga sarflangan issiqlik esa bug' bilan yana havoga qaytadi, ya'ni jarayonda issiqlikning umumiy balansi nolga teng bo'ladi.

Namlikni bug'latish jarayonida havoning namligi ortib boradi, lekin quruq havoning miqdori o'zgar olmaydi. Unda nam havo tarkibidagi 1 kg quruq havoga nisbatan olinadigan nam havoning entalpiyasi o'zgar olmaydi. Shuning uchun havoning namlanish jarayoni o'zgar mas entalpiyada sodir bo'ladi deyish mumkin va bu jarayon $h-d$ diagrammada ordinata o'qiga 45° burchakda bo'lgan to'g'ri chiziq sifatida tasvirlanadi.

III. Tajriba qurilmasining tavsifi.



4.1- rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko‘rinishi.

Qurilmada havoning qizish va namlanish jarayonlarini tadqiq qilish mumkin. Qurilma aerodinamik quvur 1, ventilyator 2 va elektr dvigatel 3 dan iborat. Aerodinamik quvur ichida kalorifer (elektr isitgich) 4, namlash kamerasi 7, psixrometr 5 va termometr 6 joylashgan. Elektr isitgich 4 avtotransformator 10 orqali 220 voltli o‘zgaruvchan tok manbaiga ulangan. Zanjirdagi tok kuchi ampermetr 9, kuchlanish - voltmetr 8 yordamida o‘lchanadi.

Namlash kamerasi 7 qalin simdan yasalgan ramkadan iborat bo‘lib, namlik almashuv yuzasini oshirish uchun maxsus mato bilan o‘ralgan.

Namlash kamerasini aerodinamik quvurdan chiqarib olish mumkin. Undan quvurdagi teshikni maxsus qopqoq bilan berkitilib, boltlar bilan mahkamlanadi.

Psixrometr 5 havoning aerodinamik quvurga kirishdagi harorat t_1 ni va nisbiy namlik φ_1 ni aniqlash uchun kerak (bu erda qaysi bir jarayon - havoning qizitilishi yoki namlanishiga qarab kalorifer 4 yoki namlash kamerasi 7 oldida o‘lchovlar o‘tkaziladi).

Termometr 6 havoning harorati t_2 ni o‘lchash uchun, ya’ni kalorifer 4 dan keyin (havoning qizdirish jarayonida) yoki namlash kamerasi 7 dan keyin (namlanish jarayonida) ishlatiladi.

IV. Havoni qizdirish jarayonining tajriba o'tkazish uslubi va tartibi.

1. Aerodinamik quvur 1 dan namlanish kamera 7 ni olib, teshikni qopqoq bilan yopish kerak.

2. Ventilator 2 ni elektr motori 3 ni ishlatib, xona havosini aerodinamik quvur 1ga so'rish jarayonni boshlaydi. Havo quvur bo'yicha oqadi, undan keyin atrof-muhitga chiqib ketadi. Berilgan (o'zgarmas) tezlikda harakatlanayotgan havo ketma-ket psixrometr 5, kalorifer 4 va termometr 6 lardan o'tadi.

3. Kalorifer 4 (elektr isitgich) o'zgaruvchan elektr manbaiga ulanib, kaloriferdan o'tayotgan tok kuchi (ampermetr 9 bo'yicha) hamda kuchlanish (voltemetr 8 bo'yicha) rostlanadi. Butun tajriba jarayonida ampermetr 8 va voltmeter 9 ko'rsatishlari o'zgarimasligi kerak.

4. 15 minut o'tgandan keyin barqaror holat bo'ladi shu daqiqadan boshlab, psixrometr 5 va termometr 6 larning ko'rsatmalari o'zgarmaydi. Psixrometr 5, termometr 6 va voltmeter 8 larning ko'rsatkichlari birinchi bor yozib olinadi. 10 minutdan keyin hamma asboblarning ko'rsatmalarini o'lchab, 1-jadvalga yoziladi.

5. Elektr isitgich o'chiriladi va qurilmalardan 5-10 minut mobaynida havo haydaladi.

6. Ikkinchi o'lchov natijalaridan foydalanib, haroratlar psixrometrik farqini $\Delta t = t_k - t_{x0}$ [$^{\circ}\text{C}$] topish va psixrometrik jadval bo'yicha havoning kalorifer oldidagi nisbiy namligi φ ni aniqlash kerak

7. φ_1 va $t_1 = t_k$ [$^{\circ}\text{C}$] bo'lgan holda, h-d diagrammada 1-nuqta belgilanadi. Bu nuqta nam havoning kaloriferga kirishdan oldingi holatini ko'rsatadi va havoning parametrlari $h_1, d_1, \varphi_1, P_{b1}$ ni aniqlaydi. h-d diagrammada 1-nuqtadan $t_2 = \text{const}$ chizig'igacha vertikal to'g'ri chiziq 1-2 o'tkazamiz kesishuv nuqtasi 2-nuqta bo'ladi. 2-nuqta kaloriferdan chiqayotgan nam havoning holatini ko'rsatadi va havoning parametrlari $h_2, d_2, \varphi_2, P_{b2}$ ni aniqlaydi. Ko'rinib turibdiki, $d_1 = d_2 = \text{const}$.

8. h-d diagrammada 1-nuqtadan bu nuqta nam havoning havoning kaloriferga kirishdan oldingi holatini ko'rsatadi va havoning h, d, p parametrlarini aniqlaydi.

V. Havoning namlanish jarayonini tajriba o'tkazish uslubi va tartibi.

1. Namlash kamerasi 7 ni suv bilan yaxshilab ho'llab, keyin aerodinamik quvur 1 ga o'rnatiladi.

2. Ventilyator 2 ning elektr motori 3 ishga tushiriladi.

3. 15 minutdan keyin barqaror holat hosil bo'ladi. Shu daqiqadan boshlab, psixrometr 5 va termometr 6 ko'rsatmalari o'zgarmaydi. Psixrometr va termometr ko'rsatmalarini birinchi bor yozib qo'yish kerak. 10 minutdan keyin yana bir bor hamma asboblarning ko'rsatmalari 2-jadvalga yoziladi.

4. Elektr motori 3 ni elektr manбайдan o'chirib, aerodinamik quvurdan namlash kamerasi 7 ni olish kerak.

5. Ikkinchi o'lchov natijalaridan foydalanib, haroratlar psixrometrik farqini $\Delta t = t_k - t_n$ [$^{\circ}\text{C}$] topish va psixrometrik jadval bo'yicha namlash kamerasi 7 oldidagi havoning nisbiy namligi φ_1 [%] ni aniqlash kerak.

6. φ_1 va $t=t_q$ [$^{\circ}\text{C}$] bo'yicha h-d diagrammada 1-nuqtani belgilash kerak, bu nuqta nam havoning namlash kamerasi 7 oldidagi holatini ko'rsatadi va havo parametrlari h, d, R_{bug} aniqlanadi.

7. h-d diagrammada 1-nuqtadan ordinata o'qiga nisbatan 45° burchakda izoterma $t_2 = \text{const}$ chizig'iga to'g'ri chiziq 1-2 o'tkazamiz, kesishuv nuqtasi - 2 namlangan havo holatini ko'rsatadi va havoning parametri h_2 , d_2 , P_2 , P_{b2} larni aniqlaydi. Ko'rinib turibdiki $h_2 = h_1 = \text{const}$.

VI. Ish bajarish tartibi.

1. Ho'l termometr (t_x) va haroratlar psixrometrik farqi $\Delta t = t_k - t_n$ bo'yicha jadvaldan havoning nisbiy namligi φ_1 ni kaloriferga kirishda (havoni qizitish jarayonida) hamda namlash kamerasiga kirishda (havoni namlash jarayonida) aniqlash kerak.

2. h-d diagramma bo'yicha nam havoning kaloriferdan oldingi va keyingi (havoni qizitish jarayoni) hamda namlash kamerasidan oldingi va keyingi (havoni namlash jarayoni) parametrlarni aniqlash kerak.

3. Ifodalar (2) va (3) bo'yicha nam havoning gaz doimiysi R va zichligi ρ ni 1-nuqta (qizdirish jarayoni) hamda 2-nuqta (namlash jarayoni) hisoblab chiqish kerak.

4. Qizdirish va namlash jarayonlarida nam havo holatining o'zgarishini tahlil qilib chiqing va xulosalar chiqaring.

VII. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

4.1-jadval

Hisob	Psixrometr(5)		Termometr (6)	Kalorifer (4)	
	$t_{k,2}, ^\circ\text{C}$	$t_{xo'ib}, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	I, A	U, V
Birinci					
Ikkinchi					

VIII. Ish bo'yicha hisobot.

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Nam havoning parametrlarini aniqlash tajriba qurilmasi ish tavsifi chiziladi.

IX. Nazorat savollari.

1. Nam havo deb nimaga aytiladi?
2. Nam havo qanday asboblarda o'lchanadi?
3. Nam havo o'lchaydigan asboblarning qanday turlarini bilasiz?
4. Namlik saqlami nima?
5. Shudring nuqtasi deb nimaga aytiladi?

Hova-1

Olingan natijalar

	P_6	t	d	I	P_{11}	t_m	t_p
Boshlang'ich qiymatlar							
$C_{11} =$	20						
$P_{11} =$	1,006						
$P_6 =$	2501						
$t =$	1,86						
$C_c =$	654,8						
$R =$	101325						


1. Xavonning namlik saqlamasi


$$d = \frac{622 \cdot P_6}{P_6 - P_6}$$
2. Suv butunligi xizmatidasi:


$$I = C_c \cdot t + \frac{(R + t \cdot C_p) \cdot d}{1000}$$
3. XJL termometr darajasi:


$$t_m = \frac{-0,14 + 0,051 \cdot I}{1 + 0,0097 \cdot I - 3,12 \cdot 10^{-6} \cdot I^2}$$
4. Shudring nuqtasi:


$$t_p = \frac{-200,0 + 117,0 \cdot d^{0,04}}{4,433 + d^{0,04}}$$


Hisoblash

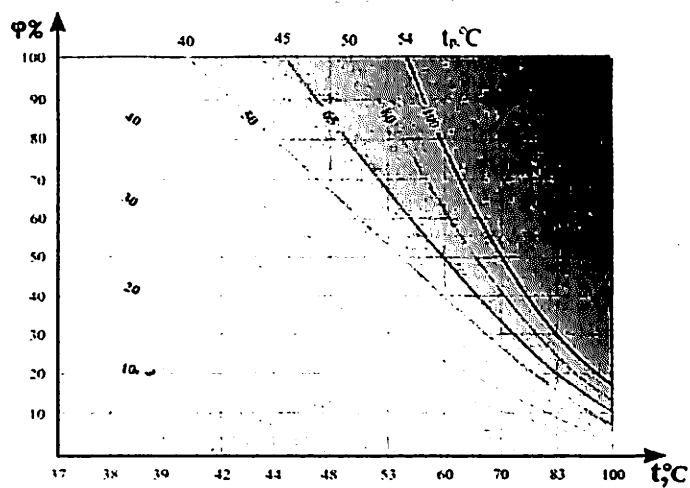

Formular


Mualliflar


Totalash


Chiqish

Nam havoning tavsifini aniqlash bo'yicha EHMda yaratilgan dasturi.



Havoning absolyut namlik diagrammasi.

Ilova-2



Zamonaviy o'lchash asboblari.

5-LABORATORIYA ISHL. CO-7A KOMPRESSORI ELEMENTLARI VA ISHLASH USLUBI.

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

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

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

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjeyev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fani-dan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma.,1-qism.-T.: TDTU, 2006.

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

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I.Umumiy ma'lumotlar

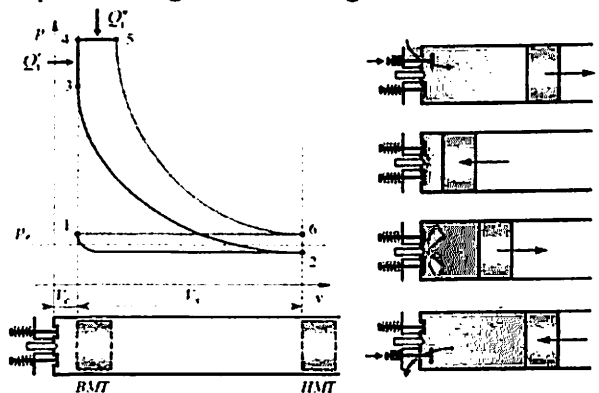
Ishlab chiqarish quvvati	30 m ³ /soat;
Ishchi bosimi	6 kgs/sm ² (6* 10 ⁵ Pa);
Silindr diametri	78 mm;
Porshen diametri	75 mm;
Silindrlar soni	2 ;
Porshenning xarakat masofasi	85 mm;
Tirsakli valning aylanish tezligi	1000 ayl/min;
Tirsakli valning aylanish yo'nalishi (mexanik tomonidan)	soat strelkasi yo'nalishiga teskari;
Yog' sarfi	40 g/soat dan ko'p emas;
Bosimni sozlash chegarasi	2÷6 kgs/sm ² ;
Elektr dvigatelining turi	AOL2-32-2;
Quvvati	4 kVt ;
Valning aylanish soni	2880 ayl/min;
Resiverning hajmi	22 litr.

Kompressorlar deb, gazlarning shu jumladan havoni 3 atm dan yuqori bo'lgan bosim bilan siqish uchun xizmat qiluvchi mashinalarga aytiladi. Kompressorlarda olinadigan siqilgan havo, texnikaning turli sohalarida keng qo'llaniladi. Masalan, siqilgan havoda ishlovchi bolg'alarda; metallurgiya sanoatida: o'choqlarga havo purkashda, metallarga katta bosim ostida qurilishda: pardozlash ishlarini bajarishda, metall quyimalarning sirtini qumli oqim bilan tozalashda va h.k.

Kompressorlar ikki turga bulinadi:

- 1) Porshenli kompressorlar;
- 2) Markazdan qochma kuchga ega bulgan kompressorlar.

Kompressor mashinalarining ishi termodinamik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, gazning sikilishidagi 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. 4 taktli kompressor ish jarayonining indikator diagrammasi.

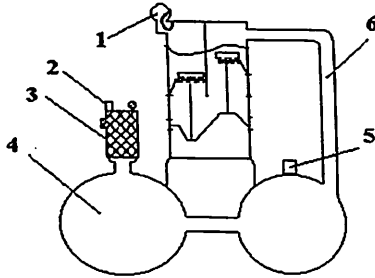
Haqiqiy indikator diagrammadan olingan, silindrga kirgan gaz hajmi V_u ning, silindrning ishchi hajmi V_h ga bo'lgan nisbati, kompressorning hajmiy F.I.K. deyiladi:

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

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

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

Hajmiy F.I.K. va uzatish koeffitsiyentlarining qiymatlari
 $\eta_v=0,75 - 0,95$; $\lambda=0,65 - 0,85$



5.2 – rasm. CO – 7A kompressorni sxemasi.

1 - havo filtri; 2 - bosim sozlagich; 3- yog‘ - namlik tozalagich;
 4 - resiver; 5 - ehtiyot klapani; 6 - haydash quvuri.

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

Porshen pastga harakatlanganda, silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan kamayib ketadi, natijada atmosfera bosimining kuchi tufayli surish klapani ochilib, silindr havo filtridan (1) o‘tgan havo bilan to‘ladi. Porshen qayta yuqoriga qarab harakatlanganda, silindrdagi havo atmosfera bosimiga nisbatan katta bosim bilan siqiladi, natijada surish klapani yopilib, tashqi havoning silindr bilan aloqasi uziladi (5.2-rasm). Porshenning yuqoriga qarab xarakatlanishi davom etadi va silindrda havo haydash klapanini va haydash quvuridagi siqilgan havo qarshiligini yenguniga qadar siqiladi. Shu daqiqada haydash klapani ochilib, siqilgan havo porshen yordamida silindrdan silindr qopqogidagi haydash kamerasiga haydash chiqariladi, va haydash quvuri (6) orkali resiver (4) ga, so‘ngra undan yog‘ namlik tozalagichga (3) kelib tushadi. Havo yog‘ namlik tozalagichdan ikkita taqsimlanuvchi kran orqali iste‘molchiga yuboriladi. Yog‘ namlik tozalagichda bosimni kuzatish uchun manometr va siqilgan bosimni sozlash uchun bosim (2) sozlagich o‘rnatilgan. Kompressordagi bosim meyordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) o‘rnatilgan.

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

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

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

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

Bosim sozlagich - yordamida bosimni 2 dan 6 kgs/sm² gacha sozlash mumkin. Ortiqcha siqilgan havoni chiqarib yuborish yo'li bilan kerakli bosim saqlanadi.

Vint (6) bilan kerakli bosim sozlanayotganda, prujina (4) ga kerakli bosimga mos keluvchi zo'riqish beriladi va undan so'ng sozlash vinti kontgayka bilan (5) yopib qo'yiladi.

Extiyot klapani - 7 kgs/sm² ga moslab sozlangan bo'lib, bosimni meyordan oshib ketmasligi uchun xizmat 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 o'lhagich yordamida aniqlanadi. Moy sathi moy o'lchagichdagi yuqori va pastki belgilar oralig'ida bo'lishi kerak. Moylash uchun kompressor moyi ishlatiladi. Elektr dvigatel podshipniklariga vaqti-vaqti bilan tavot va shunga o'xshash quyuk moy tiqiladi. Kompressor to'siq bilan o'ralgan dvigatel yordamida ishga tushiriladi.

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

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

Buning uchun:

a) Asboblarni ko'rsatishini yozish uchun jadval tayyorlanadi.

b) Yog' va namlik ajratgichdagi taqsimlagich jo'mraklaridan biri yopib qo'yiladi va ikkinchi taqsimlagich jo'mrak esa butunlay ochib qo'yiladi.

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

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

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

IV. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

5.1-jadval

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

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

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

bu ifodada: I – tok kuchi, A
 U – tok kuchlanishi, V
 $\cos\varphi = 0,89$.

V. Kompessor ishlab chiqarish quvvatini hisoblash.

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

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

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:

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

bu ifodada: λ - uzatish koeffitsiyenti.

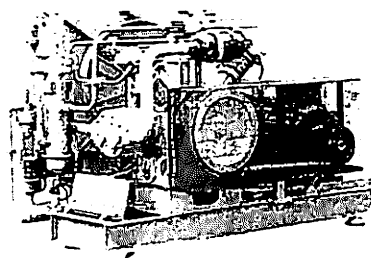
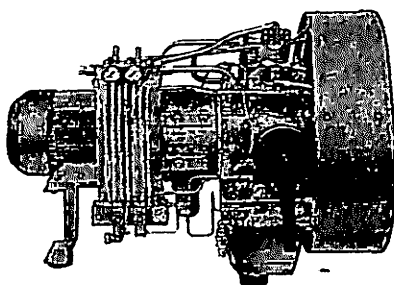
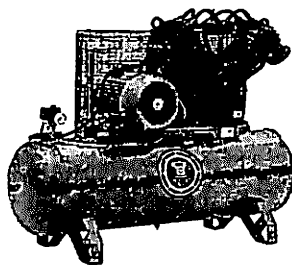
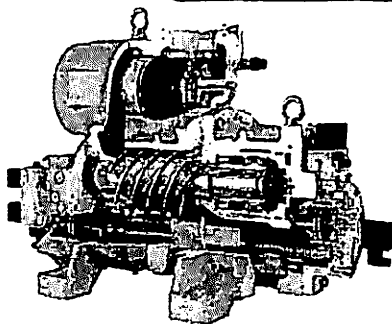
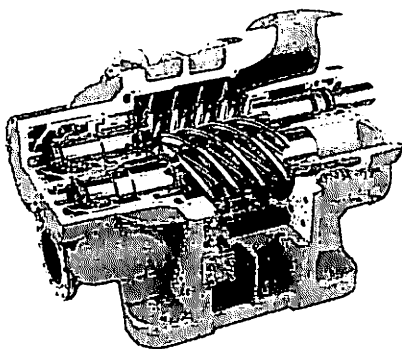
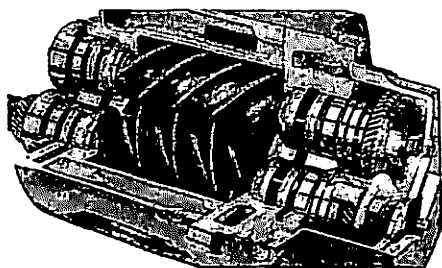
VI. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

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

VII. Nazorat savollari

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



Zamonaviy kompressorlar.

6-LABORATORIYA ISHI. IZOLYATSION MATERIALNING ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.

(EHM dasturi orqali hisoblanadi)

Ishdan maqsad: Issiqlik o‘tkazuvchanlik nazariyasi bo‘yicha bilimlarni mustaxkamlash va tajriba o‘tkazish bo‘yicha amaliy bilimlar olish.

Ish natijasida quyidagilar o‘rganilishi kerak:

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

Tayanch iboralar: issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffisienti, izolyatsion material, termojuft, kalorifel, harorat gradient, harorat maydoni, ekvivalent diametr.

Kerakli jihozlar: izolyatsion materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffisientini aniqlash uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o‘rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tani-
shib chiqish kerak:**

1. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Теплообмен, -МЕИ.: 2001.
2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya ishlari to‘plami. Uslubiy qo‘llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I.Umumiy ma’lumotlar

Issiqlik o‘tkazuvchanlik λ issiqlikni temperaturalari har xil bo‘lgan qismlarni yoki bir jismning ayrim qismlari zarrachalarining bir-biriga tegishi orqali uzatilish jarayonidir.

Issiqlik tarqalishining jadalligi son jixatdan izotermik sirdan vaqt birligi ichida o‘tadigan issiqlik oqimi zichligi vektori bilan aniqlanadi.

Bu vektor izotermik sirtga normal joylashgan bo'lib, temperatura-ning kamayish tomonga yo'nalgan bo'ladi.

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

$$dQ = -\lambda \frac{dt}{dn} dF d\tau \quad (6.1)$$

Yuqoridagi tenglamani integralab silindrsimon katlam uchun quyidagi ifodani xosil qilamiz:

$$Q = \frac{2\pi\lambda l(t_1 - t_2)}{\ln \frac{d_2}{d_1}} Vt \quad (6.2)$$

bu yerda

l - silindrsimon qatlamning uzunligi, m

d_1, d_2 - silindrsimon qatlamning ichki va tashqi diametrlari, m

t_1 va t_2 - silindrsimon qatlamning ichki va tashqi sirlarining o'rtacha arifmetik temperato'lari, $^{\circ}\text{C}$

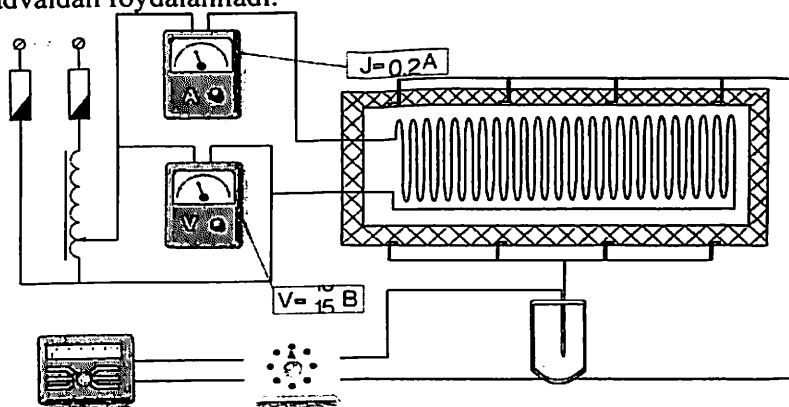
Silindr uzunligi l diametrlar d_1 va d_2 ma'lum, t_1 , t_2 va Q larni o'lchash yo'li bilan aniqlab yuqoridagi tenglamadan materialni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$\lambda = \frac{Q \ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi l(t_1 - t_2)} \text{ Vt/m}^{\circ}\text{k} \quad (6.3)$$

II. Tajriba qurilmasining tuzilishi.

Tajriba qurilmasining sxemasi 6.1-rasmda ko'rsatilgan qurilma uzunligi $l=0,96$ m turbadan va ichki diametri $d_1=32$ mm, tashqi diametri $d_2=66$ mm bo'lgan izolyasion material (asbosement) silindrsimon qavatidan tuzilgan. Quvur ichiga elektr qizdirgich (6) joylashtirilgan. To'k kuchi laboratoriya transformatori (2) bilan rostlanadi, voltmetr va ampermetrlarning ko'rsatishiga karab issiqlik quvvati aniq-lanadi. O'rganilayotgan materialning temperaturasi 8 ta xromel-kopel termopara yordamida o'lchanadi. Termoparaning issiq uchi o'rgani-layotgan materialni ichki va tashki sirtlarida, har bir qatlamda 4 tadan joylashtirilgan. Kavsharlangan sovuq uchi esa eriyotgan muz solingan Dyuar idishi (7) ga solingan. Termoparalar ulagich (3) orqali potensio-

metr PP-1 (5) ga ulangan. E.Y.K ni temperaturaga aytantirish uchun 1-jadvaldan foydalaniladi.



6.1- rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko‘rinishi.

Bir o‘lchamli issiqlik oqimi xosil qilish uchun trubaning uzunligi diametrga nisbatan ancha katta qilib olingan. Issiqlikning yo‘qolishini kamaytirish maqsadida trubaning yon tomonlari issiqlik o‘tkazmaydigan material bilan ximoyalangan. Elektr qizdirgich truba uzunligi bo‘yicha tekis taqsimlangan.

III. Tajriba o‘tkazish va uning natijalarini xisoblash.

Ishning nazariy asoslari va tajriba qurilmasining tuzilishi bilan tanishgandan so‘ng kuzatishlar natijasini yozish uchun pratokol formasini tayyorlash va priborlarni ulashni tekshirib chiqish zarur. Dyuar idishida muzning mavjudligiga e‘tibor berish kerak. O‘qituvchi sxemani tekshirib chiqqanidan so‘ng tajriba o‘tkazishga kirishish mumkin.

Sistemani issiqlik holati muvozanatlashguncha har 10-15 minutda xamma o‘lchash asboblarini ko‘rsatishi jadvalga yozib boriladi. O‘lchashga sistema muvozanatlashgandan keyin, ya‘ni asboblar ko‘rsatgichi ma‘lum vaqt ichida o‘zgarmay qolgandan keyin kirishish mumkin.

Navbatdagi tajriba boshqa temperatura rejimida o‘tkaziladi. Uning uchun elektr qizdirgichga berayotgan tok kuchi o‘zgartiriladi. Qurilmani ishga qo‘shish va shu rejimni o‘zgartirish faqat o‘qituvchining ishtirokida bo‘lishi kerak. Tajriba natijalarini xisoblash uchun sistema muvozanatlashgan holatda o‘lchab olingan ma‘lumotlardan foydalaniladi. Odatda oxirgi 3 ta o‘lchash natijasini o‘rtacha qiymati olinadi.

O'rganilayotgan materialni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisientini quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{Q \ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi(t_1 - t_2)}, \text{ Vt/m}^*\text{k} \quad (6.4)$$

Issiqlik miqdori Q elektr qizdirgich o'zlashtirayotgan quvvat bilan aniqlanadi.

$$Q = I \cdot \Delta U, \text{ Vt} \quad (6.5)$$

bu erda

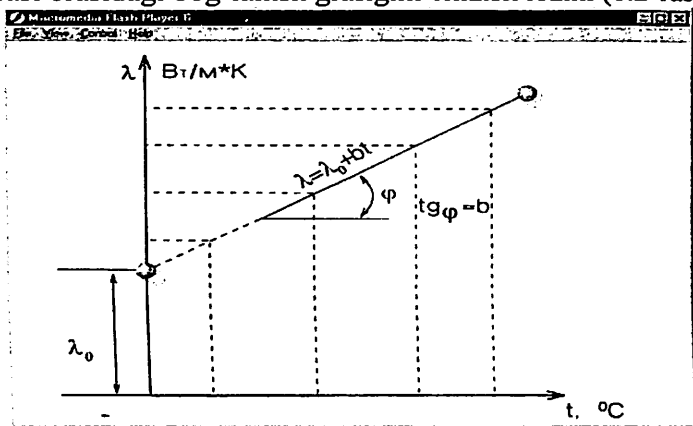
I- qizdirgichga berilayotgan tok kuchi, A

ΔU –qizdirgichdagi kuchlanishning pasayishi, V

O'rganilayotgan materialni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini o'rtacha temperatura uchun qabul qilinadi.

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

λ ning 3-4 temperatusidagi qiymatlarini olib, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisenti bilan o'rganilayotgan materialni o'rtacha temperaturasi orasidagi bog'lanish grafigini chizish lozim (6.2-rasm).



6.2- rasm

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisenti bilan o'rganilayotgan materialni temperaturasi orasidagi bog'lanish.

Ma'lumki, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisenti bilan temperatura orasida chiziqli bog'lanish mavjud:

$$\lambda = \lambda_0 + b\bar{t} \text{ Vt/m}^*\text{k} \quad (6.6)$$

Ko'rilgan grafikdan o'rganilayotgan materialdan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti λ ni va koeffisienti «b» ni qiymatini aniqlash zarur.

IV. Ish bo'yicha hisobotda quyidagilar bo'lishi zarur:

1. Ishning qisqacha mazmuni.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. O'lchash asboblari ko'rsatkichlari va hisoblash natijalari yozilgan jadvallar.
4. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti bilan temperatura orasidagi bog'lanish grafigi va λ_0 ni va koeffisienti «b» ning topilgan qiymatlari.

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

$t, ^{\circ}\text{C}$	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	6.36	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

V. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

6.1-jadval

№	J, A	$\Delta U, V$	Q, Vt	$t_1, ^{\circ}\text{C}$		$t_2, ^{\circ}\text{C}$		$t_3, ^{\circ}\text{C}$		$t_4, ^{\circ}\text{C}$		$t_5, ^{\circ}\text{C}$		$t_6, ^{\circ}\text{C}$		$t_7, ^{\circ}\text{C}$		$t_8, ^{\circ}\text{C}$		$t_{11}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{12}, ^{\circ}\text{C}$	
				m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v			
1																						
2																						
3																						

VI. Ish bo'yicha hisobot.

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

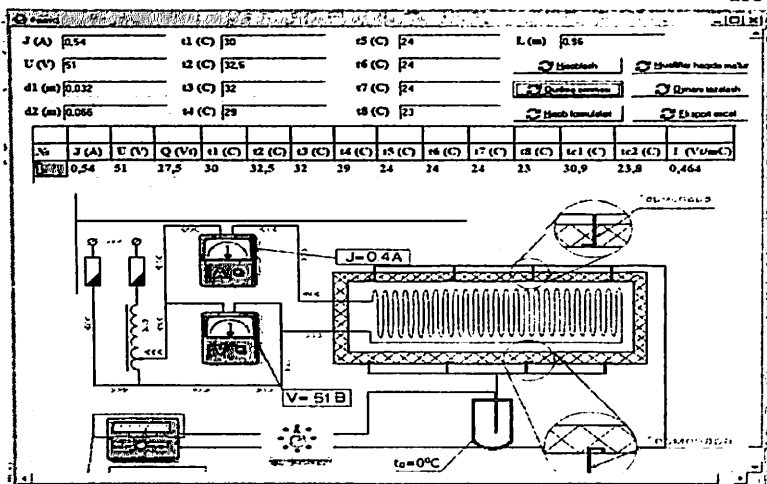
1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti bilan o'rganilayotgan materialni o'rtacha temperaturasi orasidagi bog'lanish grafigini chizish.

VII. Nazorat savollari.

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti deb nimaga aytiladi ?

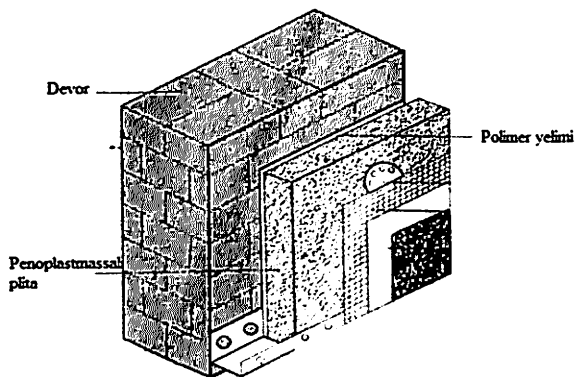
2. Fure qonuni nimani o'rganadi?
3. Issiqlik oqimini aniqlash formulasini yozing?
4. Nima uchun trubaning uzunligi diametridan ancha katta qilib olingan?
5. Elektr qizdirgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori qanday aniqlanadi?

Ilova-1



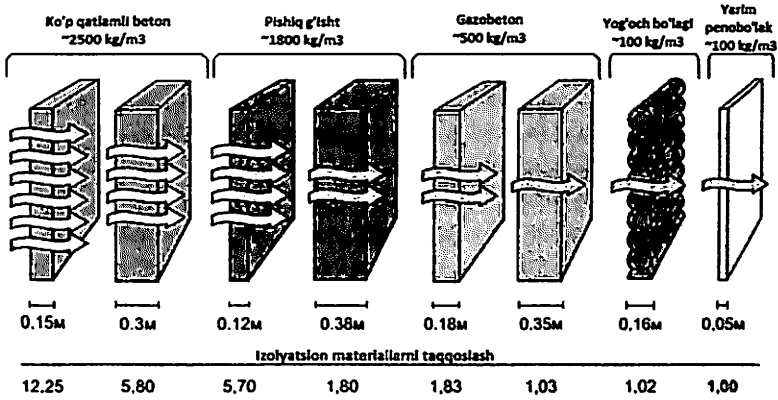
Izolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyentini aniqlash bo'yicha EHMda yaratilgan dasturi.

Ilova-2



Izolyatsion materiallarni qatlam ko'rinishda joylashishi.

Ilova-3



7-LABORATORIYA ISHI. HAVONING ERKIN HARAKATLANGANDA ISSIQLIK BERISH KOEFFISIYENTINI ANIQLASH.

(EHM dasturi orqali hisoblanadi)

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.

Tayanch iboralar: issiqlik berish koeffisienti, izolyatsion material, termojuft, kalorifel, harorat gradient, harorat maydoni, ekvivalent diametr.

Kerakli jihozlar: Izolyatsion materialning issiqlik berish koeffisientini aniqlash uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tani-shib chiqish kerak:

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

2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

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'rnini 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.

$$\alpha = \frac{Q_K}{F(t_{K.C} - t_M)}, \quad \text{Vt/m}^2 \cdot \text{K} \quad (7.1)$$

bu erda: Q_K – qizdirilgan quvurdan konveksiya usulida berilayotgan issiqlik miqdori, Vt;

F – quvur sirti yuzasi, m^2 ;

$t_{K.S.}$ – qattiq sirt o'rtacha harorati, $^{\circ}\text{C}$;

t_M – muhitning (suyuqlik yoki havo) harorati, $^{\circ}\text{C}$.

II. Tajriba qurilmasining tavsifi.

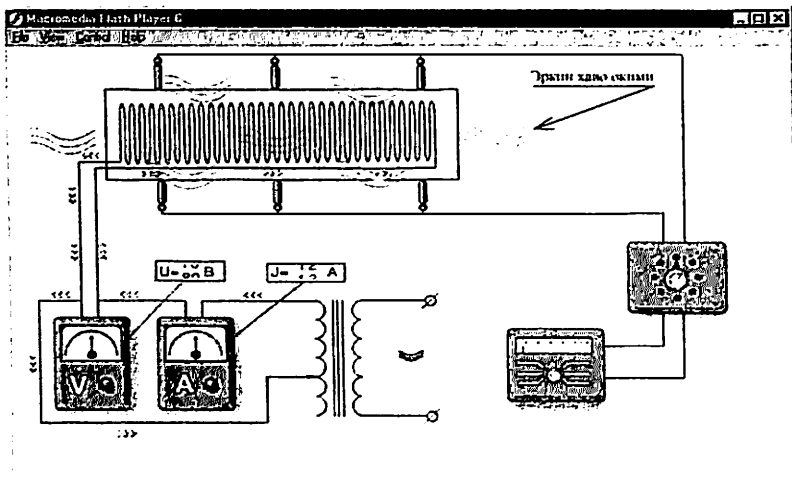
Tajriba qurilmasi nisbatan barqaror haroratli xonaga joylashgan. Diametri $d=32 \text{ mm}$ va uzunligi $l=1490 \text{ mm}$ bo'lgan gorizontal mis quvur (1) ichida joylashgan elektr qizdirgich (2) yordamida bir tekis qizdiriladi. Elektr qizdirgichning iste'mol quvvati tajriba avtotransformatori LATR-1 (5) bilan rostlanadi va voltmetr (6) va ampermetr (7) bilan o'lchanadi. Issiqlik yo'qotilishini kamaytirish maqsadida quvurning chekka yonlari izolyasiyalangan. Issiqlik berish sirti haroratini o'lchash uchun quvur devoriga sakkizta mis-kontsanta termoparalari (termojuftliklari) (3) biriktirilgan, ularning sovuq uchlari muz solingan Dyuar idishiga (8) solingan. Termoparalarning elektr yurituvchi kuchlari laboratoriya potensimetri PP-63 (4) yordamida o'lchanadi. Termoparalarning EYUK qiymatini gradusga aylantirish uchun 7.1-jadvaldan foydalaniladi. Xonadagi havo harorati quvurlardan uzoqroqdagi simobli termometrlar yordamida o'lchanadi.

III. Tajribani bajarish tartibi.

Ishning nazariy asoslari va tajriba qurilmasi bayoni bilan tanishgach, kuzatishni yozib borish uchun bayonnoma shaklini tayyorlash kerak (3-ilova) va o'lchov asboblari to'g'ri ulanganligini tekshirib ko'rish lozim. Sxemani o'qituvchi bilan tekshirgach, tajribani bajarishga kirishish mumkin.

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 asboblarni 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.



7.1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi.

IV. Hisoblash tartibi.

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

$$Q_K = Q_0 - Q_N, \quad Vt \quad (7.2)$$

bu yerda: $Q_0 = I \Delta U$ – 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.

$$Q_N = S_K \left[\left(\frac{T_{KC}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_V}{100} \right)^4 \right] F, \quad vt \quad (7.3)$$

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 koeffisientini tajriba quvurining nurlanish koeffisientiga teng deb olish mumkin.

$$S_K = S = 4,25 \text{ Vt/m}^2\text{K}^4. \quad (7.4)$$

$T_{k,s}$, T_m – tajriba quvuri sirtining va atrof muhitning mutloq harorati.

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

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

$$\alpha = f(t_{k,s} - t_s) \quad (7.5)$$

Olingan grafik bog'liqlik 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.

$$Nu_{s,d} = f(Gr \cdot Pr)_{s,d}, \quad (7.6)$$

Bu erda: $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$ - Nusselt mezon;

$Gr = \frac{g \beta \Delta t d^3}{\nu^2}$ - Gragsof mezon;

$Pr = \frac{\nu}{a}$ - Prandtl mezon;

λ - havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti, Vt/m K;

a - havoning harorat o'tkazuvchanlik koeffisienti, m²/s;

ν - havoning kinematik qovushqoqlik koeffisienti, m²/s;

Δt - haroratlar farqi; °C

$\beta = \frac{1}{t_{N} + 273}$ – havoning hajmiy kengayish koeffisienti, K⁻¹;

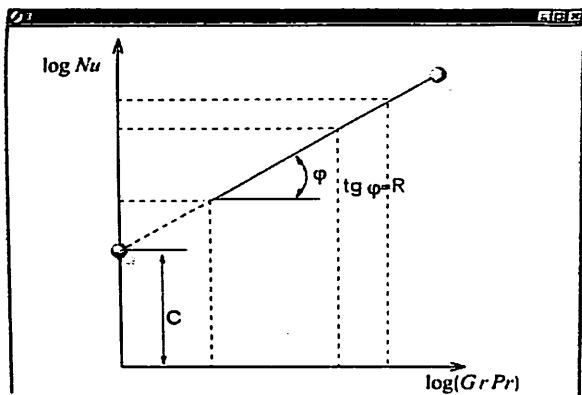
$g = 9,811$ – erkin tushish tezlanishi, m²/s;

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

Qurilmaning har bir holatiga olingan o'xshashlik mezonlari qiymatlarini logarifmik koordinatalar sistemasidagi grafikka kiritiladi.

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

$$\text{Lg}Nu_{s,d} = \text{lg}C + n \text{lg}(Gr, Pr)_{s,d} \quad (7.7)$$



7.2-rasm

Daraja ko'rsatkichni to'g'ri chiziqning va absissa o'qiga burchak tangensining qiyaligi bo'yicha aniqlanadi, doimiylik C esa to'g'ri chiziqning istalgan nuqtasi uchun quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$C = \frac{Nu_{C,d}}{(Gr \cdot Pr)_{C,d}} \quad (7.8)$$

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

V. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

7.1-jadval

№	J, A	$\Delta U, V$	Q, Vt	t_1		t_2		t_3		t_4		t_5		t_6		t_7		t_8		t_{11} °C	t_{12} °C
				mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C		
1																					
2																					
3																					

VI. Ish bo'yicha hisobot.

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

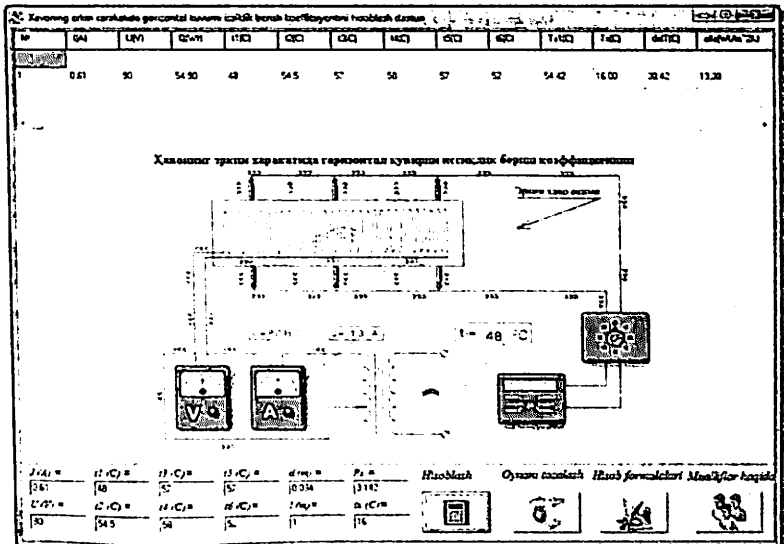
1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Havoning erkin harakatlanganda issiqlik berish koeffisientini aniqlash laboratoriya qurilmasi prinsipial sxemasini chizish.

VII. Nazorat savollari.

1. Qanday izolyasiya materiallarini bilasiz?
2. Izolyasiya materiallarining qaysi parametrlari muxim?

3. Izolyasiya materiallarining issiqlik berish koeffitsienti qanday bo'lishi lozim?
4. Yana qanday qatlamlarda amalga oshirish mumkin?
5. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti nimalarga bo'g'liq?

Ilova-1



Havoning erkin harakatlanganda issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash bo'yicha EHMda yaratilgan dasturiy mahsulot.

8-LABORATORIYA ISHI. YO‘LAKLI JOYLASHGAN QUVURLAR BOG‘LAMIDAN KO‘NDALANG OQIMNING ISSIQLIK BERISH KOEFFISIYENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Ko‘ndalang quvurlar bog‘lamidan oqib o‘tayotgan gazlarning issiqlik berish nazariyasi bo‘yicha olingan bilimlarni mustahkamlash va tajriba olib borishda ko‘nikmaga ega bo‘lish.

1. Yo‘lakli joylashgan quvurlar bog‘lamidan ko‘ndalang oqimning issiqlik berish koeffitsient kattaligini aniqlash va havo oqimini tezlikdan o‘zgarishi qonuniyatini o‘rnatish.

2. Tajriba natijalarini qayta ishlash va ularni umumlashtirilgan holda berish.

Tayanch iboralar: issiqlik berish, quvurlar to‘plami, termojuft, kalorifel, harorat gradient, harorat maydoni, ekvivalent diametr.

Kerakli jihozlar: Izolyatsion materialning issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o‘rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjeyev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to‘plami. Uslubiy qo‘llanma, 1-qism.-T.: TDTU, 2006.

2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya ishlari to‘plami. Uslubiy qo‘llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma’lumotlar.

Reynoldsning kichik sonlarida (birga tengligida) suyuqlik oqimi bilan quvurlar sirtining uzluksiz yuvilishi kuzatiladi. Reynoldsning katta sonlarida esa faqat yuza qismi bir tekisda yuviladi. Quvurlarning ortki qismida, sirdan suyuqlikni chegaradosh qatlarning siljishi tufayli, murakkab uyurmali harakat vujudga keladi. Shu sababli silindrning perimetri bo‘yicha issiqlik berishi shiddatliliigi tekis bo‘ladi. Quvur bog‘lamining issiqlik berish quvur diametriga, ularning ko‘ndalang va

bo'ylama qadamiga, quvurlar jamlanishiga, suyuqlikning haroratiga va fizik xususiyatlariga bog'liq ham bo'ladi.

Suyuqlik oqimi quvurlar bog'laminin ko'ndalang yuvilishida issiqlik berish sharoitlari mezonli bog'liqlik bilan ta'riflanadi:

$$\overline{Nu} = f(\text{Re}, \text{Pr}, \frac{S_1}{d}, \frac{S_2}{d}, n,) \quad (8.1)$$

bunda:

$$\text{Nu} = \frac{\overline{\alpha d}}{\lambda}; \text{Re} = \frac{wd}{\gamma}; \text{Pr} \frac{\gamma}{\alpha}; \quad (8.2)$$

$\overline{\alpha}$ – n qatori uchun o'rtacha issiqlik beruvchanlik koeffisienti, $\text{Vt/m}^2\text{K}$;

d – quvur diametri, m;

W – bog'laminin toraygan kesimidagi suyuqlikning harakat tezligi, m/s;

α – suyuqlikning issiqlik beruvchanlik koeffisienti, $\text{Vt/m}^2\text{K}$;

$\frac{S_1}{d}, \frac{S_2}{d}$ – quvurlar orasidagi bo'ylama va ko'ndalang nisbiy qadamlar;

n – to'plamdagi quvurlar qatori soni.

Nisbiy qadamlar berilgan quvurlar to'plami uchun doimiy kattalik ekanligini hisobga olamiz:

$$\frac{S_1}{d} = \text{const}, \quad \frac{S_2}{d} = \text{const}. \quad (8.3)$$

Havo uchun harorat kam o'zgarganda $\text{Pr} = \text{const}$ deb olsak, bog'liqlikni soddalashtirish mumkin:

$$\overline{Nu} = f(\text{Re})^n \quad (8.4)$$

$$\overline{Nu} = s\text{Re}^n \quad (8.5)$$

Tajriba ko'rsatkichlariga asosan, o'rtacha issiqlik beruvchanlik koeffisientini quyidagi tenglikdan aniqlaymiz:

$$\alpha = \frac{Q_k}{F(t_c - t_m)}, \quad \text{Vt/m}^2\text{K} \quad (8.6)$$

bu erda $Q_k - F$ yuzali uchinchi qatorning bitta quvuridan konveksiya usulida berilayotgan issiqlik miqdori, Vt ;

F – quvur sirti yuzasi, m^2 ;

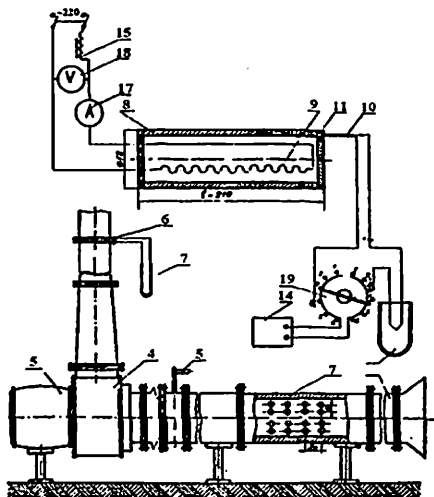
t_s – issiqlik almashinuv yuzasi harorati, $^{\circ}\text{C}$;

t_m – muhit (havo) ning harorati, $^{\circ}\text{C}$.

II. Tajriba qurilmasining bayoni.

Quvur to'plaminin issiqlik berishini aniqlash tajriba qurilmasi (8.1-rasm) aerodinamik quvur 1, yo'lakli joylashgan quvurlar bog'lami

joylashgan to'g'ri burchakli ko'ndalang kesimi 210×155 mm, uzunligi 2,85 m bo'lgan ishchi qism 2, ventilyator 4 va o'lchov asboblardan iborat. Ishchi qism aerodinamik quvur 1,42 m da joylashgan. Havo oqimining tezligi shiber 3 bilan o'zgartiriladi, ventilyator va aerodinamik quvur orasidagi o'tuvchi patrubok standart diafragma 6 o'lchanadi, diafragmadagi bosim o'zgarishi mikromanometr 7 bilan o'lchanadi. Diafragma tarirovkasi 8.1-jadvalda keltirilgan. Ventilyator elektr dvigatel bilan harakatga keltiriladi.



8.1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi.

To'plam bo'ylama va ko'ndalang qadamlari $S_1 = S_2 = 30$ mm, diametri $d = 12$ mm, uzunligi $\ell = 210$ mmli 4 qator mis quvurlardan tuzilgan.

Issiqlik beruvchanlik koeffisienti uch qatoridagi har bir quvurlar to'plami uchun alohida aniqlanadi. Buning uchun har qatoridagi quvur 8 elektr isitgich 9 ning quvvati avtotransformator 15 bilan rostlanadi va voltmetr 16, ampermetr 17 ko'rsatkichlaridan aniqlanadi. Issiqlik yo'qolishining oldini olish uchun quvur uchlari issiqlik izolyasion materiallar 11 bilan yopilgan. Quvurlar sirti harorati mis-konstanta termojuftlari 10 bilan o'lchanadi, uning tarirovkasi 8.1-jadvalda keltirilgan.

Termojuftning issiqlik e.y.k.i potensiometr 14 bilan o'lchanadi. Termojuftning sovuq uchi eriyotgan muzli Dyuar idishi 12 ga joylashtirilgan. Oqim harorati xonadagi simobli termometr bilan o'lchanadi.

III. Tajribani o'tkazish tartibi va usuli.

Qurilma bayoni bilan tanishib, tajriba natijalarini yozish uchun jadval tayyorlanadi. O'qituvchi boshchiligida o'lchash asboblarning to'g'ri yoqilganligi va idishda muz borligi tekshirib ko'riladi. Shiberni ochib, havoning maksimal sarfi o'rnatiladi. Ventilyator ishga tushiriladi, quvurlar to'plamining uchinchi qatorida o'rnatilgan elektr isitgichga ulangan voltmeter, ampermetr orqali tok kuchi va kuchlanish beriladi. Elektr isitgich quvvatining o'zgarishi avtotransformator bilan rostlanadi.

Quvurlar sirti harorati qurilma ishga tushgandan 5 minutdan keyin o'lchanadi. Quvurlar sirtida 15-20 minutdan keyin harorat o'zgarimganda barqaror holat vujudga keladi. Barqaror holatgacha hamma o'lchash asboblardan 5 minut oralig'ida 3-4 marta ko'rsatkichlarni yozib olish kerak. Keyin shiber holatini o'zgartirib, qurilmaning ish holatini o'zgartiramiz va tajribani takrorlaymiz. Ish holatini 4-5 marta o'zgartirish kerak.

Ish oxirida oldin elektr isitgich o'chiriladi, ventilyator esa 3 minutdan keyin o'chiriladi.

IV. Hisoblash tartibi.

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

$$Q_K = Q_0 - Q_N, \quad Vt \quad (8.7)$$

bu erda: $Q_0 = I \Delta U$ – konveksiya va nurlanish yordamida quvurdan ajralgan to'liq issiqlik miqdori, Vt;

I – to'k kuchi, A;

ΔU – kuchlanishning pasayishi, V;

Q_N – quvurdan nurlanish usulida issiqlik miqdorining ajralishi, Vt.

$$Q_N = c_K \left[\left(\frac{T_{Kc}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right] F, \quad Vt \quad (8.8)$$

bu yerda: S_K – keltirilgan nurlanish koeffisienti, Vt/m^2K^4 .

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

$$c_K = c = 4,25 \text{ Vt/m}^2\text{K}^4. \quad (8.9)$$

$T_{k.s}$, T_m – tajriba quvuri sirtining va atrof muhitning mutlaq harorati.

4-5 havo oqimi tezliklari uchun hisoblangan issiqlik beruvchanlik koeffitsientlari bilan $\bar{\alpha} = f(w)$ grafik chiziladi. Keyin Nusselt va Reynolds mezonlari aniqlanadi. Bu mezonlarga kirgan havoning fizik parametrlari (logarifm koordinatalarida) $\overline{Nu} = f(Re)$ bog'liqligi grafigiga qo'yiladi. Hosil qilingan to'g'ri chiziq quyidagi tenglama bilan yoziladi:

$$\overline{Nu} = f(Re)^n \quad (8.10)$$

Daraja ko'rsatkichi n to'g'ri chiziq tangensi bilan aniqlanadi, doimiy c esa quyidagicha topiladi:

$$c = \frac{\overline{Nu}}{Re^n} \quad (8.11)$$

(10.6) tenglama uchinchi va keyingi qator quvurlar to'plamining topilgan Re sonlarining oralig'ida issiqlik beruvchanlik koeffitsientlarini aniqlashda to'g'ri keladi.

O'rtacha issiqlik beruvchanlik koeffitsientlarini aniqlashda to'plamning birinchi $\bar{\alpha}_1$ va ikkinchi $\bar{\alpha}_2$ qatorlarida shu quvurlarni qo'shgan holda tajriba o'tkazishni takrorlash kerak.

Issiqlik beruvchanlik koeffitsientlari $\bar{\alpha}_1$ va $\bar{\alpha}_2$ quyidagi shartdan aniqlanishi mumkin:

$$\frac{\bar{\alpha}_1 = \varepsilon_1 \cdot \bar{\alpha}_3}{\bar{\alpha}_2 = \varepsilon_2 \cdot \bar{\alpha}_3} \quad (8.12)$$

$$\varepsilon_1 = 0,6; \quad \varepsilon_2 = 0,9.$$

Hamma to'plamning o'rtacha issiqlik beruvchanlik koeffitsientlari barcha quvurlar sirtlari teng bo'lgan sharoitda quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\bar{\alpha} = \frac{\bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 + (n-2)\bar{\alpha}_3}{n} \quad (8.13)$$

$\bar{\alpha}$ – to'plamning o'rtacha issiqlik beruvchanlik koeffitsienti, Vt/m^2K ;
 $\bar{\alpha}_1 + (n-2)\bar{\alpha}_3$ – birinchi, ikkinchi va uchinchi qatorlar to'plami o'rtacha issiqlik beruvchanlik koeffitsientlari, Vt/m^2K ;
 n – to'plamdagi qatorlar soni.

Ish yuzasidan yozilgan hisobotda ishning qisqa bayoni, tajriba chizmasi, tajriba natijalari yozilgan jadval, hisoblar, $\bar{\alpha} = f(w)$ va $\overline{Nu} = f(Re)$ bog'liqlik grafiklari bo'lishi kerak.

Standart diafragmaning tarirovkasi.

8.1-jadval

ΔP , mm suv.ust.	W, m/s	ΔP , mm suv ust.	W, m/s	ΔP , mm suv ust.	W, m/s
1	0,42	11	1,3	21	1,8
2	0,59	12	1,36	22	1,84
3	0,69	12	1,41	23	1,88
4	0,79	14	1,47	24	1,92
5	0,88	15	1,52	25	1,96
6	0,96	16	1,57	26	2,00
7	1,03	17	1,62	27	2,03
8	1,10	18	1,67	28	2,07
9	1,17	19	1,71	29	2,10
10	1,24	20	1,76	30	2,13

V. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

8.2-jadval

№	J, A	ΔU , V	Q, Vt	t_1		t_2		t_3		t_4		t_5		t_6		t_7		t_8		t_{11} °C	t_{12} °C	
				mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C	mV	°C			
1																						
2																						
3																						

VI. Ish bo'yicha hisobot

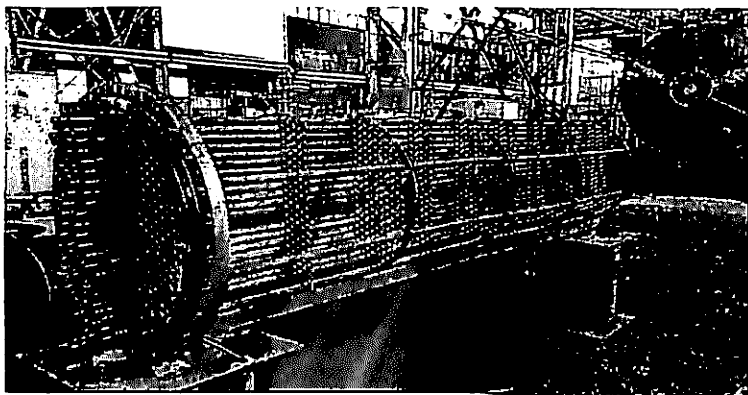
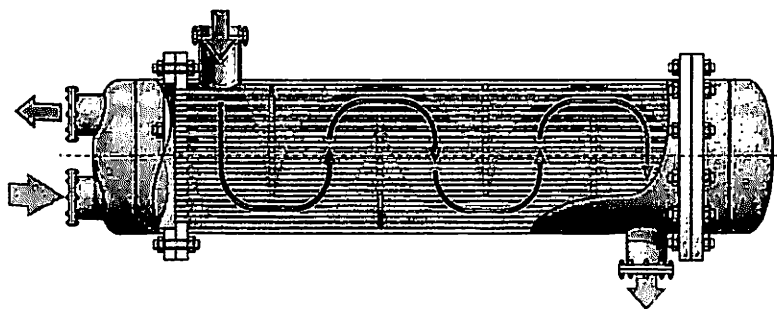
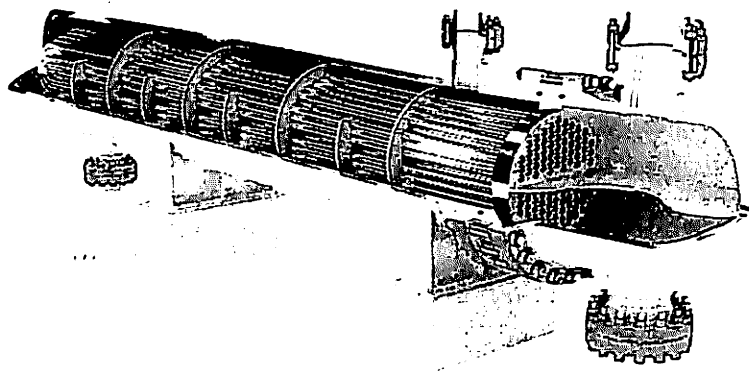
Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Ketma-ket joylashgan quvurlar to'plamini issiqlik beruvchanligini aniqlash laboratoriya qurilmasining prinsipial sxemasini chizish.

VII. Nazorat savollari.

1. Issiqlik berish deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlik berish koeffitsienti qaysi parametrlarga bog'liq?
3. Tajriba qurilmasining ketma-ketligini ayting?
4. Tajriba natijalarini taqqoslash?
5. Issiqlik berishning ishlab chiqarishdagi o'rni?

Ilova-1



Zamonaviy issiqlik almashinish qurilmalari.

9-LABORATORIYA ISHI. QAYNASHDA ISSIQLIK BERUVCHANLIKNI ANIQLASH.

Ishdan maqsad: Suyuqliklarning qaynashida issiqlik berish nazariyasi bo'yicha olingan bilimlarni mustahkamlash va tajriba olib borishda ko'nikmaga ega bo'lish.

Tayanch iboralar: qaynashda issiqlik berish, quvurlar to'plami, termojuft, kalorifel, harorat gradient, harorat maydoni, plyonkali qaynash, pufakchali qaynash, konveksiya.

Kerakli jihozlar: Qaynashda issiqlik beruvchanlikni aniqlash uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tani-shib chiqish kerak:

1. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjeyev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma, 1-qism.-T.: TDTU, 2006.

2. S. Kleein., G.Nellis. Thermodynamics. Cambridge, 2012

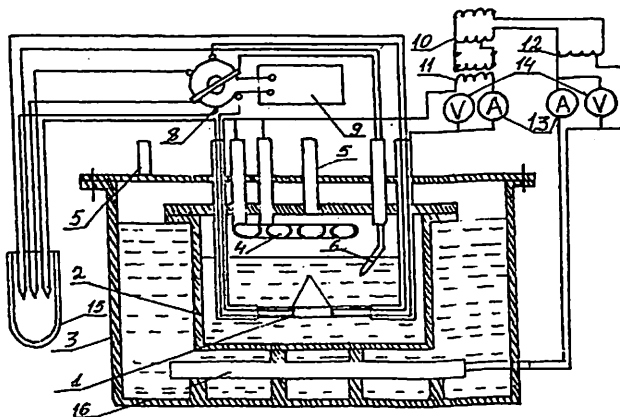
Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

Bu ish pufakchali qaynayotgan suyuqlikning issiqlik beruvchanligini tajriba yo'li bilan aniqlashga asoslangan. Issiqlik almashinuv yuzasida bug' fazasi alohida bug' pufakchalari ko'rinishida hosil bo'lishiga suyuqlikning pufakchali qaynashi deyiladi. Bug' fazasining hosil bo'lish asosiy shartlaridan biri – isitish yuzasidagi qaynayotgan suyuqlik har doim berilgan bosimdagi to'yinish haroratidan nisbatan qizigan bo'ladi. Ikkinchi kerakli shart – bug' hosil bo'lish markazlari yuzasida mikroskopik tirqish (darz), qumlar bo'lishi kerak. Bug' hosil bo'lish markazlarida ma'lum qizdirish natijasida bug' pufakchalari hosil bo'ladi. Suyuqlikning bug'lanishi natijasida pufakchalar soni ortadi. Pufakchalar ma'lum diametrga ega bo'lsa, ular o'rniga yangi pufakchalar hosil bo'ladi.

II. Tajriba qurilmasi bayoni va tajriba o'tkazish tartibi.

Katta hajmda suyuqlikning qaynashi yupqa devorli diametri $d_i = 7,5$ mm, devor qalinligi $\delta = 0,5$ mm va uzunligi $\ell = 280$ mm gorizontaal zanglamaydigan po'lat quvurda sodir bo'ladi. Quvur undan past kuchlanishli o'zgaruvchan to'kni o'tkazish bilan qizdiriladi. Quvurning to'k o'tkazadigan qismlari kuchlanishning pasayishini kamaytirish uchun misdan ishlangan. Elektr qizdirgichning ishchi qismidan qaynayotgan suvga o'tayotgan issiqlik oqimi ampermetr (13) va voltmetr (14) ko'rsatkichlari orqali aniqlanadi. Qaynayotgan suyuqlikning harorati ko'chuvchan mis-konstanta termojufti (6) bilan o'lchanadi. Issiqlik berayotgan yuzaning haroratini o'lchash uchun quvur ichiga ikkita mis-konstanta termojufti (7) o'rnatilgan.



9.1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi.

Quvur ichidagi havo harorati quvurning ichki yuzasi haroratiga teng. Devordagi harorat o'zgarishi ichki issiqlik manbalari mavjud bo'lgandagi silindrik devor issiqlik o'tkazuvchanligi tenglamasidan aniqlanadi:

$$\delta t = \frac{qd_m}{2\lambda} \left[0,5 - \frac{d_{uv}^2}{d_m^2 - d_{uv}^2} \ln \frac{d_m}{d_{uv}} \right] \quad (9.1)$$

bu erda q – solishtirma issiqlik oqimi, Vt/m^2 ;

$$q = \frac{I \Delta U}{F}, \quad \text{Vt/m}^2 \quad (9.2)$$

I – tok kuchi, A;

ΔU – kuchlanishning pasayishi, V;

F – quvur yuzasi, m^2 ;

d_b, d_{ich} – elektr qizdirgich quvurining tashqi va ichki diametrlari, mm;

$\lambda = 16 \text{ Vt/m}\cdot\text{K}$ – isitgich ishlangan materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (zanglamaydigan po'lat).

Quvurning tashqi yuzasi harorati

$$t_o = t_{qv} - \delta t \quad (9.3)$$

Issiqlik beruvchanlik koeffitsienti Nyuton-Rixman tenglamasidan hisoblab topiladi:

$$\alpha = \frac{q}{t_c - t_x}, \quad \text{Vt/m}^2\text{K} \quad (9.4)$$

O'lchanayotgan va hisoblanadigan kattaliklar jadvalga yoziladi. Hamma o'lchovlar barqaror issiqlik holatida 4-5 issiqlik yo'qlamalarida o'tkaziladi. Kuchlanishni RNO-250-10 kuchlanish rostagichi bilan o'zgartiriladi.

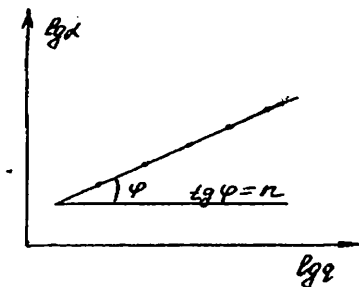
III. Tajriba natijalarini ishlab chiqish.

Olingan tajriba natijalari turli issiqlik oqimlaridagi issiqlik beruvchanlik koeffitsientlarini darajali tenglama bilan umumlashtirish kerak:

$$\alpha = Aq^n.$$

Logarifmik koordinatada $\ln \alpha - \ln q$ tenglama to'g'ri chiziq tenglamasi bo'lib hisoblanadi.

Tenglamadagi n daraja ko'rsatkichi to'g'ri chiziq burchak tangensidan aniqlanadi, A quyidagi nisbatdan aniqlanadi:



9.2-rasm.

Ish yuzasidan yozilgan hisobotda ishning qisqa bayoni, tajriba chizmasi, tajriba natijalari yozilgan jadval, hisoblar bo'lishi kerak.

IV. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

9.1-jadval

№	O'lchov №	I, A	$\Delta U, V$	Q, Vt	q, Vt/m ²	t _{ich}		$\delta t, ^\circ C$	$\Delta t_d, ^\circ C$	T _d		$\Delta t, ^\circ C$	$\alpha, vt/m^2K$
						mV	^o C			mV	^o C		

V. Ish bo'yicha hisobot.

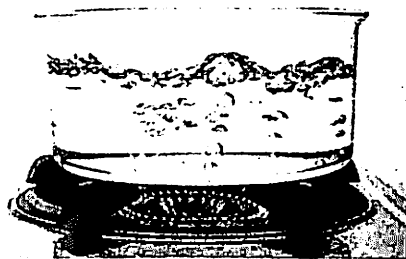
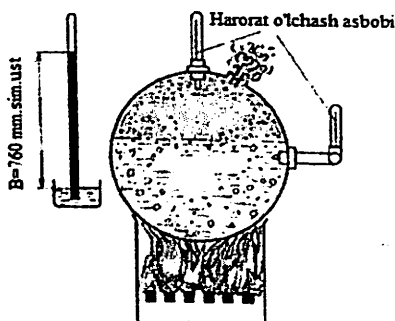
Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Qaynashda issiqlik beruvchanlikni aniqlash bo'yicha laboratoriya qurilmasining prinsipial sxemasini chizish.

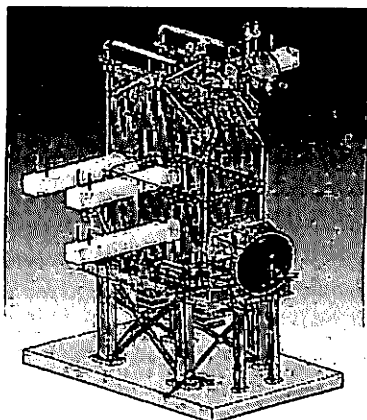
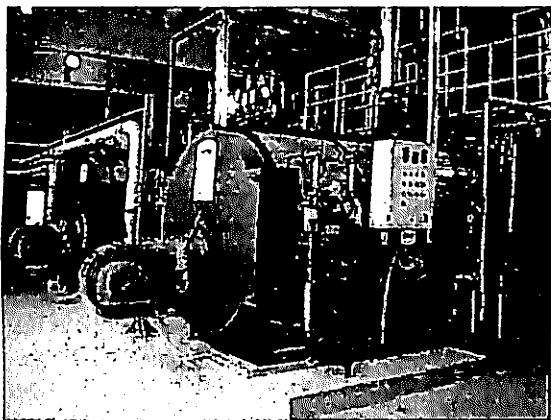
VI. Nazorat savollari.

1. Qaynash deb nimaga aytiladi?
2. Konveksiya deb nimaga aytiladi?
3. Tajriba ishini bajarish ketma-ketligi qanday?
4. Kerakli asbob uskunalarni sanab bering?
5. Olingan natijalarni taqqoslang?

Ilova-1



Suyuqlikning pufakchali va plyonkali qaynash jarayoni.



Zamonaviy suv isitish va sanoat qozonlari.

10-LABORATORIYA ISHI. NURLANISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.

Ishdan maqsad;

1. Tajriba o'tkazishdagi yangiliklarni o'zlashtirish.
2. Qattiq jismning nurlanish koefitsiyentini tajriba yo'li bilan aniqlash.
3. Nurlanish koefitsiyentining haroratga bog'liqligini aniqlash.

Tayanch iboralar: nurlanish, optik pirometrlar, konveksiya, issiqlik uzatish koefitsiyenti, Boltsman doimiysi, absolyut qora jism, absolyut oq jism, shaffof jism, molibden tolas

Kerakli jihozlar: Nurlanish koefitsiyentini aniqlash uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tani-shib chiqish kerak:

1. Полишук Г.С., Гурович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теплотехника", Част III. -Т.: ТашГТУ, 2007.

2. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. Umumiy ma'lumotlar.

Issiqlik nurlanishi bu - nur tarqatayotgan jism ichki energiyasining elektromagnit to'liq tarqatish jarayonidir.

Issiqlik oqimining kattaligini aniqlash uchun nurlanish koefitsiyentini bilish zarur. Nurlanish koefitsiyenti nurlanuvchi jismning tabiatiga, haroratiga, sirt yuzasining tuzilishiga, metall uchun esa - yuzasining oksidlanish darajasiga ham bog'liq bo'ladi.

Qandaydir qattiq jismdan uni o'rab turgan qobig'iga berilayotgan issiqlik miqdori quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Q_n = c_{1,2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F_1, \text{ vt} \quad (10.1)$$

bu yerda: T_1 – nurlanayotgan jism harorati, K;

T_2 – atrof muhit harorati, K;
 F_1 – nurlanayotgan sirt yuzasi, m^2 ;
 $c_{1,2}$ – jismlar sistemasi (metall tola va shisha qobig'i)ning keltirilgan nurlanish koeffisientiga teng:

$$c_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0} \right)}, \quad \frac{vI}{m^2 K^4} \quad (10.2)$$

bu erda: c_1, c_2, c_0 – mos ravishda metall tola, shisha qobig'i va mutlaq qora jismning nurlanish koeffisientlari, $Vt/m^2 K^4$; F_1 va F_2 – jism va qobig'ining sirt yuzasi, m^2 ; nurlanish yuzasi F_1 qobig'i yuzasi F_2 dan kichik bo'lgani ($F_1 \ll F_2$) deb qabul qilish mumkin.

Bu ishda nurlanish koeffisientining haroratga bog'liqligini kalorimetrik usulda topish kerak. Kalorimetrik usul nurlanayotgan jismning nurlanish oqimini, haroratini va qobig'ining haroratini o'lchashga asoslangan. Nurlanish koeffisientini (10.1) tenglamaga asosan quyidagi tenglikdan topish mumkin:

$$c_1 = \frac{Q_n}{F_1 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}, \quad \frac{vI}{m^2 K^4} \quad (10.3)$$

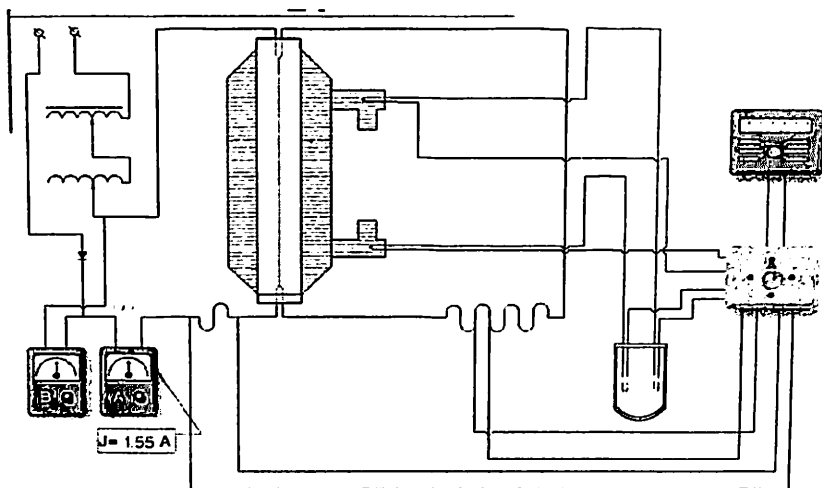
Demak, (10.3) tenglamadagi S_1 ni topish uchun F_1 ni bilish kerak va tajriba yo'li bilan Q_4, T_1, T_2 larni aniqlash kerak.

II. Tajriba qurilmasi tavsifi.

Nurlanish koeffisientini aniqlaydigan tajriba qurilmasi kalorimetr, avtotransformator, tok to'g'rilagich va o'lchaydigan asboblardan tuzilgan.

Tekshirilayotgan jism – diametri $d = 0,5 \text{ mm}$, uzunligi $\ell = 280 \text{ mm}$ bo'lgan molibden tolasi ikkala devori sovuq suv bilan sovitib turiladigan shisha idishga o'rnatilgan. Konvektiv issiqlik almashinuvi va issiqlik o'tkazuvchanlik sodir qilmaslik uchun shisha idish ichida 10^{-5} mm sim.ust.ga teng vakuum hosil qilingan.

Metall tola o'zidan o'zgarmas elektr toki o'tkazish yo'li bilan qizdiriladi. Avtotransformator orqali quvvat sozlanadi.



10.1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko‘rinishi.
 1-kalorimetr; 2-molibden tola; 3-laboratoriya avtotransformatori;
 4-reostat; 5-tok to‘g‘rilagich; 6-normal qarshilik; 7-ulagich;
 8-potensiometr; 9-Dyuar idishi; 10-kuchlanish taqsimlagichi;
 11-sovituvchi suvning kirishi va chiqishi.

Tolani qizdirish uchun kerak bo‘lgan quvvat o‘lchanayotgan joydagi kuchlanishning pasayishi va tok kuchi bo‘yicha aniqlanadi.

O‘lchanayotgan joydagi tekshirilayotgan toladagi kuchlanishning pasayishi potensiometr PP-1 bilan o‘lchanadi, u o‘lchanayotgan chizma tasviriga kuchlanish taqsimlagichi yordamida ulangan.

Tok kuchi chizma tasviriga ulangan normal qarshilik yordamida aniqlanadi. Uning kattaligi o‘zgarmas va $R_n = 0,01 \text{ Om}$ ga teng. Normal qarshilikdagi kuchlanish pasayish ΔU_n ni o‘lchab, Om qonuni yordamida zanjirdagi tok kuchini aniqlaymiz.

Tekshirilayotgan tolaning harorati uning omik qarshiligi bo‘yicha aniqlanadi. Jadvalda (10.1-ilova) tolaning omik qarshiligining haroratga bog‘liqligi $R=f(t)$ keltirilgan. Chunki issiqlik oqimi tolaning issiqligidan uncha katta emas, kalorimetrdagi suvning sarflanishi esa katta, shuning uchun idishning ichki yuzasidan haroratni sovituvchi suvning haroratiga teng deb olsa bo‘ladi. Kalorimetrdan chiqayotgan suvning haroratini termometr yordamida o‘lchab olinadi.

III. Tajribani bajarish tartibi.

Tajriba qurilmasi bilan tanishib bo'lgandan keyin tajribadan olingan natijalarni yozib olish uchun jadvalni chizish kerak. Sistemada barqaror issiqlik holati boshlangandan keyin o'lchashlar yozib boriladi. Bu holatda vaqt o'tishi bilan hamma o'lchov asboblarning ko'rsatkichi o'zgarmaydi. Bu holat qurilmaga elektr tokini, sovuq suvni berilgandan keyin har 8-10 minutda o'rnatiladi. Barqaror holatda 5 minut oralig'i bilan 3-4 marta hamma o'lchov asboblarning ko'rsatkichi yozib olinadi. Agar asboblarning ko'rsatkichi o'zgarmasa, tajriba o'tkazishni tugatib, ikkinchi holatga o'tish mumkin. Keyingi tajriba sistemaning boshqa harorat holatida o'tkaziladi. Tajribani tola harorati 100° C oralig'ida 4-5 marta harorat holatida o'tkazish mumkin.

IV. Tajriba natijalarini ishlab chiqish.

Tajriba natijalarini ishlab chiqishda faqat barqaror issiqlik holatida olingan qiymatlar ishlatiladi. Har bir harorat holatida olgan asbob ko'rsatkichlarning o'rtacha arifmetik qiymati aniqlanadi. Tekshirilayotgan nurlanish koeffitsientini (3) tenglama yordamida aniqlanadi. Shisha idishdagi tekshirilayotgan tolaniq chiqayotgan nurlanish issiqligini oqimi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$Q_n = I \cdot \Delta U, Vt \quad (10.4)$$

bu yerda: J – zanjirdagi tok kuchi, A ;

ΔU – o'lchanayotgan joydagi kuchlanish pasayishi, V ;

O'lchanayotgan joydagi tekshirilayotgan tolaniq kuchlanish pasayishi quyidagi bog'lanishdan aniqlanadi:

$$\Delta U = \Delta U_t \frac{R_{t,um}}{R_{t,o'lch}}, V \quad (10.5)$$

bu yerda: ΔU_t – taqsimlagichdan kuchlanish pasayishi, V .

$R_{t,um}$ – umumiy qarshilik, 10^4 Om ga teng.

$R_{t,o'lch}$ – o'lchanayotgan joydagi taqsimlagichning qarshiligi, 200 Om ga teng.

Tok kuchi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$I = \frac{\Delta U_n}{R_n}, A \quad (10.6)$$

bu yerda: ΔU_n – normal qarshilikdagi kuchlanish pasayishi, V ;

R_n – normal qarshilik, 0,01 Om ga teng.

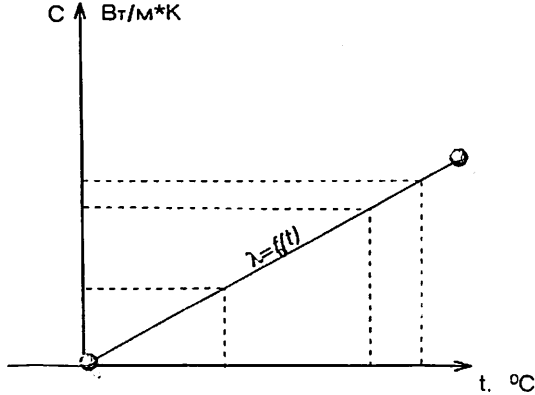
Tolaniq harorati uning omik qarshiligi bo'yicha aniqlanadi:

$$R = \frac{\Delta U}{J}, \text{ Om} \quad (10.7)$$

Tekshirilayotgan tolani sirt yuzasidagi har xil harorati uchun nurlanish koefitsientini aniqlab, chizmasini chizamiz:

$$c = f(t_1) \quad (10.8)$$

Ish yuzasidan yozilgan hisobotda ishning qisqa bayoni, tajriba chizmasi, tajriba natijalari yozilgan jadval, hisoblar, $c = f(t_1)$ grafik bo'lishi kerak.



Molibden tolasi qarshiligining haroratga bog'liqligi $R \cdot 10^2$ Om

10.1-ilova

graduslar 10 talik graduslar	0	2	4	6	8
60	8,22	8,29	8,36	8,42	8,49
70	8,56	8,63	8,70	8,76	8,83
80	8,69	8,97	9,04	9,10	9,17
90	9,24	9,31	9,38	9,84	9,50
100	9,56	9,63	9,70	9,76	9,83
110	9,90	9,97	10,04	10,10	10,17
120	10,23	10,30	10,37	10,44	10,51
130	10,57	10,64	10,71	10,78	10,85
140	10,90	10,97	11,04	11,10	11,17
150	11,24	11,31	11,38	11,44	11,51
160	11,58	11,65	11,72	11,78	11,85
170	11,91	11,98	12,05	12,12	12,19

180	12,25	12,32	12,39	12,46	12,53
190	12,58	12,65	12,72	12,78	12,85
200	12,92	13,00	13,06	13,12	13,19
210	13,26	13,33	13,40	13,47	13,53
220	13,59	13,66	13,73	13,80	13,87
230	13,93	14,00	14,07	14,14	14,21
240	14,26	14,33	14,40	14,47	14,54
250	14,60	14,67	14,74	14,80	14,87
260	14,94	15,01	15,08	15,14	15,21
270	15,27	15,34	15,41	15,48	15,55
280	165,61	15,68	15,75	15,82	15,89
290	15,94	16,01	16,08	16,19	16,21
300	16,28	16,31	16,42	16,49	16,56

IV. Tajriba natijalarini yozish uchun jadvali.

10.2-jadval

№	O'lchov	I, A	$\Delta U,$ V	Q, Vt	q, Vt/m ²	t _{ich}		$\delta t,$ °C	$\Delta t_d,$ °C	T _d		$\Delta t,$ °C	S, vt/m ² K ⁻¹
						mV	°C			mV	°C		

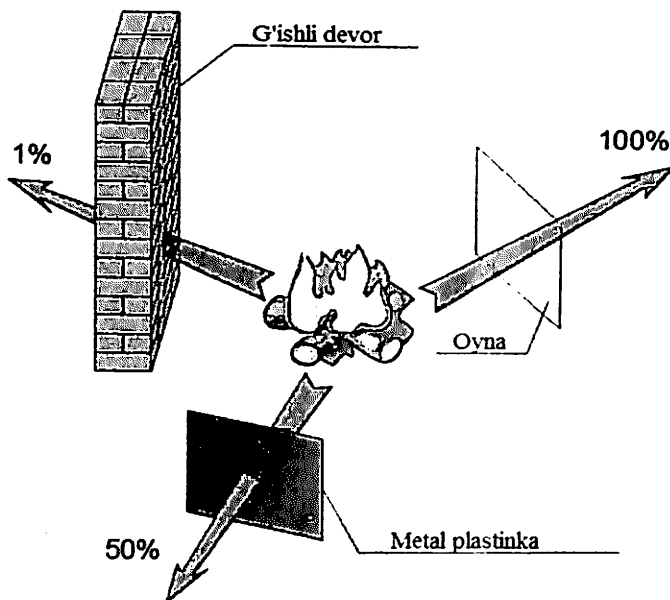
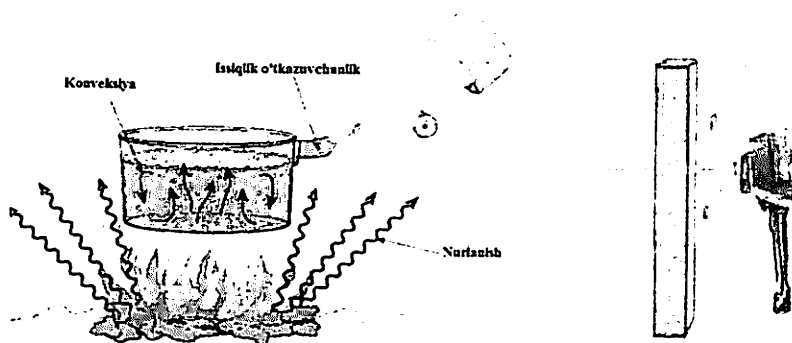
V. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Nurlanish koeffisientini aniqlash bo'yicha laboratoriya qurilmasining prinsipial sxemasini chizish.

VI. Nazorat savollari.

1. Nurlanish deb nimaga aytiladi?
2. Nurlanish koeffisienti nimalarga bog'liq?
3. Ishni bajarish ketma-ketligi qanday?
4. Qurilmani ishlatish tartibini aytib bering?
5. Olingan natijalarni analitik mazmuni nimada?



ILOVALAR

1-ilova.

Turli harorat shkalalari orasidagi nisbati

Shkalalar-ning nomi	Selsiy shkalasi, t, °C	Renkin shkalasi, T, °Ra	Farangeyt shkalasi, t, °φ	Reomyur shkalasi, t, °R
Selsiy shkalasi, °C	-	$\frac{3}{9}T^{\circ}Ra - 273,15$	$\frac{t^{\circ}\varphi - 32}{1,8}$	$1,25t^{\circ}R$
Renkin shkalasi, °Ra	$1,8(t^{\circ}C + 273,15)$	-	$t^{\circ}\varphi + 459,67$	$1,8(1,25t^{\circ}R + 273,15)$
Farangeyt shkalasi °φ	$1,8t^{\circ}C + 32$	$t^{\circ}Ra - 459,67$	-	$\frac{9}{4}t^{\circ}R$
Reomyur shkalasi, °R	$0,8t^{\circ}C$	$0,8(\frac{5}{9}T^{\circ}Ra - 273,15)$	$\frac{4}{9}(t^{\circ}\varphi - 32)$	-

2-ilova

Suvning fizik parametri

t, °C	$\lambda, \frac{W}{m^{\circ}C}$	$\nu, \frac{m^2}{s}$	Pr
0	0,584	$17,89 \cdot 10^{-7}$	13,47
20	0,595	$10,06 \cdot 10^{-7}$	7,03
40	0,622	$6,59 \cdot 10^{-7}$	4,35
60	0,649	$4,78 \cdot 10^{-7}$	3,02
80	0,666	$3,65 \cdot 10^{-7}$	2,225
100	0,684	$2,95 \cdot 10^{-7}$	1,748
120	0,685	$2,52 \cdot 10^{-7}$	1,472

3 – ilova

Turli kaloriyaga asoslangan issiqlik birliklarni MKGSS va SI tizimlar orasidagi bog'lanishlar

Miqdor	Bog'lanishlar	
	MKGSS birliklari va SI tizimining birliklar a'ro	SI tizimining birliklari va MKGSS birliklar a'ro
Bosim	$1 \text{ kgs/sm}^2 = 735,6 \text{ mm.sim.ust} = 1 \text{ tex.atm} = 0,981 \text{ bar} = 98066,5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} (10 \text{ mm.suv.ust})$	$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa} = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ tex.atm} = 10^{-5} \text{ bar} = 7,5 \text{ mm.sim.ust} = 0,102 \text{ mm.suv.ust}$

Ish va energiya	1 kgcm = 9,81 J 1 kVtsoat = 3,61 x 10 ⁶ Dj 1 kkal = 4,187 x 10 ³ Dj	1 Dj = 1 NM = 0,102 kgkc = 2,78 x 10 ⁻⁷ kVtsoat = = 2,39 x 10 ⁻⁴ kkal
Quvvat	1 kgk/c = 9,81 Vt 1 kkal/c = 4,19 x 10 ³ Vt	1 Vt = J/s = 0,102 kg·km/s = 0,86 kkal/soat 1 MVt = 0,86 Gkal/soat
Issiqlik miqdori	1 kal = 4,19 J 1 kVtsoat = 3,6 x 10 ⁶ J 1 Gkal/soat = 1,163 MVt	1 J = 0,239 kal = 239·10 ⁻⁴ kkal 1 kVt = 860 kkal
Solishtirma issiqlik sig'imi	1 kkal/(kg°C) = 4190J/(kg°C)	1 J/(kg·°C) = = 0,239 · 10 ⁻³ kkal/(kg°C)
Issiqlik oqimi	1 kal/s = 4,187 Vt 1 kkal/soat = 1,163 Vt	1 Vt = 0,239 kal/c = 0,86 kkal/soat
Issiqlik berish, uzatish koeffisientlari	1 kal/(sm ² ·soat·°C) = 41900 Vt/(m ² °C) 1 kkal/(m ² soat°C) = 1,163 Vt/(m ² °C)	1 Vt/(m ² °C) = 0,239 · 10 ⁻⁴ kkal/(sm ² ·soat·°C) = 0,86 kkal/(m ² soat°C)
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti	1 kal/(scm°C) = 418,7 Vt/(m ² °C); 1 kkal/(soat m°C) = 1,163 Vt/(m°C)	1 Vt/(m°C) = = 0,239·10 ⁻² kal/(ccm°C) = = 0,86 kal/(soat m°C)
Yoqilg'ining yonish issiqligi	1 kkal/kg = 4,187 kJ/kg	1 J/kg = 0,239 x 10 ⁻³ kkal/kg
Shartli yoqilg'ining solishtirma sarfi	1 kg/kkal = 4,187 kg/kGJ 1 kg/(kVtsoat) = 277,8 g/MJ	1 kg/kJ = 0,239 kg/kkal 1 g/MJ = 0.36 g/(kVtsoat)

Ilova-4

4-tajriba ishni bajarish uchun EHM dasturi

```
//-----
#include <vcl.h>
#include <math.h>
#pragma hdrstop
#include "Unit1.h"
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;
//-----
```

```

__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
    : TForm(Owner)
{
}
//-----
void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{
Image5->Visible=false;
Image4->Visible=false;
Image3->Visible=true;
/*
StringGrid1->Cells[0][0]="Pb";
StringGrid1->Cells[1][0]="t";
StringGrid1->Cells[2][0]="d";
StringGrid1->Cells[3][0]="I";
StringGrid1->Cells[4][0]="Pn";
StringGrid1->Cells[5][0]="tm";
StringGrid1->Cells[6][0]="tp";
*/
}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn2Click(TObject *Sender)
{
Close();
}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn1Click(TObject *Sender)
{
Image4->Visible=false;
Image5->Visible=false;
Image3->Visible=true;
    double t, cb, r, cn, pn, pb, d, i, tm, tp;
    if (Edit1->Text=="" || Edit2->Text=="" || Edit2->Text=="" ||
Edit3->Text=="" ||
    Edit4->Text=="" || Edit5->Text=="" || Edit6->Text=="")
    {
        MessageDlg("Boshlang'ich          qiymatlarni          kiriting!!!",
mtConfirmation,

```

```

TMsgDlgButtons() << mbOK, 0);
    }
else{
t = StrToFloat(Edit1->Text);
cb = StrToFloat(Edit2->Text);
r = StrToFloat(Edit3->Text);
cn = StrToFloat(Edit4->Text);
pn = StrToFloat(Edit5->Text);
pb = StrToFloat(Edit6->Text);
d = (622*pn)/(pb-pn);
i = (t*cb)+(((r+cn*t)*d)/1000);
tm = (-6.14+0.651*i)/(1+0.0097*i-3.12*pow(10,-6)*pow(i,2));
tp = (-200.8+117.8*pow(d,0.404))/(4.433+pow(d,0.404));
StringGrid1->Cells[0][0]=FloatToStr(pb);
StringGrid1->Cells[1][0]=FloatToStrF(t,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[2][0]=FloatToStrF(d,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[3][0]=FloatToStrF(i,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[4][0]=FloatToStrF(pn,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[5][0]=FloatToStrF(tm,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[6][0]=FloatToStrF(tp,ffFixed,5,2);
}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn3Click(TObject *Sender)
Image4->Visible=false;
Image5->Visible=false;
Image3->Visible=false;
Edit1->Text="";
Edit2->Text="";
Edit3->Text="";
Edit4->Text="";
Edit5->Text="";
Edit6->Text="";
StringGrid1->Cells[0][0]="";
StringGrid1->Cells[1][0]="";
StringGrid1->Cells[2][0]="";
StringGrid1->Cells[3][0]="";
StringGrid1->Cells[4][0]="";
StringGrid1->Cells[5][0]="";

```

```
StringGrid1->Cells[6][0]="";
}
```

```
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn5Click(TObject *Sender)
```

Ilova-5

6-tajriba ishni bajarish uchun EHM dasturi

```
#include <vcl.h>
#include <comobj.hpp>
#include <math.h>
#pragma hdrstop
#include "Unit1.h"
```

```
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;
```

```
//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
: TForm(Owner)
```

```
{
StringGrid1->Cells[0][1]="";      StringGrid1->Cells[1][1]=" J
(A)";
StringGrid1->Cells[2][1]="  U  (V)";      StringGrid1-
>Cells[3][1]="  Q  (Vt)";
StringGrid1->Cells[4][1]="  t1  (C)";      StringGrid1-
>Cells[5][1]="  t2  (C)";
StringGrid1->Cells[6][1]="  t3  (C)";      StringGrid1-
>Cells[7][1]="  t4  (C)";
StringGrid1->Cells[8][1]="  t5  (C)";      StringGrid1-
>Cells[9][1]="  t6  (C)";
StringGrid1->Cells[10][1]="  t7  (C)";      StringGrid1-
>Cells[11][1]="  t8  (C)";
StringGrid1->Cells[12][1]="  tc1  (C)";      StringGrid1-
>Cells[13][1]="  tc2  (C)";
StringGrid1->Cells[14][1]="  L  (Vt/mC)";      //StringGrid1-
>Cells[3][1]="  t2  (C)";
Edit1->Text="0,54";      Edit2->Text=51;      Edit3-
>Text="0,032";Edit4->Text="0,066"; Edit5->Text=30;
```



```

    Edit6->Text="32,5"; Edit7->Text=32; Edit8->Text=29; Edit9-
>Text=24; Edit10->Text=24;
    Edit11->Text=24; Edit12->Text=23; Edit13->Text="0,96";
    Image1->Visible=false; BitBtn4->Visible=false; Image2-
>Visible=false;
    Form1->Height=350; Image3->Visible=false; BitBtn8-
>Visible=false;
    Form1->Width=881;}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn1Click(TObject *Sender)
{
    float J,U,t1,t2,t3,t4,t5,t6,t7,t8;
    float d1,d2,l;
    float Q,t11,t12,ll;
    J=StrToFloat(Edit1->Text); U=StrToFloat(Edit2->Text);
    d1=StrToFloat(Edit3->Text); d2=StrToFloat(Edit4->Text);
    t1=StrToFloat(Edit5->Text); t2=StrToFloat(Edit6->Text);
    t3=StrToFloat(Edit7->Text); t4=StrToFloat(Edit8->Text);
    t5=StrToFloat(Edit9->Text); t6=StrToFloat(Edit10->Text);
    t7=StrToFloat(Edit11->Text); t8=StrToFloat(Edit12->Text);
    l=StrToFloat(Edit13->Text);
    Q=J*U;
    t11=float(t1+t2+t3+t4)/float(4);
    t12=float(t5+t6+t7+t8)/float(4);
    float D=log(d1/d2);
    ll=Q*D/(2*M_PI*l*(t11-t12));
    StringGrid1->Cells[0][2]="1";
    StringGrid1->Cells[1][2]=Edit1->Text;
    StringGrid1->Cells[2][2]=Edit2->Text;
    StringGrid1->Cells[3][2]=FloatToStrF(Q,ffFixed,15,1);
    StringGrid1->Cells[4][2]=t1; StringGrid1->Cells[5][2]=t2;
    StringGrid1->Cells[6][2]=t3; StringGrid1->Cells[7][2]=t4;
    StringGrid1->Cells[8][2]=t5; StringGrid1->Cells[9][2]=t6;
    StringGrid1->Cells[10][2]=t7; StringGrid1->Cells[11][2]=t8;
    StringGrid1->Cells[12][2]=FloatToStrF(t11,ffFixed,15,1);
    StringGrid1->Cells[13][2]=FloatToStrF(t12,ffFixed,15,1);
    StringGrid1->Cells[14][2]=FloatToStrF(fabs(ll),ffFixed,15,3); }
//-----

```

```

void __fastcall TForm1::Edit1KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit1->Text.Pos("."))
{
MessageDlg("  Nuqta  o`rniga  \n\n  Vergul  ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit2KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{ if(Edit2->Text.Pos("."))
{
MessageDlg("  Nuqta  o`rniga  \n\n  Vergul  ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit3KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit3->Text.Pos("."))
{
MessageDlg("  Nuqta  o`rniga  \n\n  Vergul  ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit4KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit4->Text.Pos("."))
{
MessageDlg("  Nuqta  o`rniga  \n\n  Vergul  ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit5KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit5->Text.Pos("."))
{
MessageDlg("  Nuqta  o`rniga  \n\n  Vergul  ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}

```

```

}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit6KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit6->Text.Pos("."))
{
MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit7KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit7->Text.Pos("."))
{
MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit8KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit8->Text.Pos("."))
{ MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit9KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit9->Text.Pos("."))
{
MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit10KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit10->Text.Pos("."))
{
MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatiing",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);}}
//-----

```

```

void __fastcall TForm1::Edit11KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit11->Text.Pos("."))
{
MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatig",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit12KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit12->Text.Pos("."))
{
MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatig",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}
//-----
void __fastcall TForm1::Edit13KeyPress(TObject *Sender, char
&Key)
{if(Edit13->Text.Pos("."))
{
MessageDlg(" Nuqta o'rniga \n\n Vergul ishlatig",
mtError,TMsgDlgButtons()<<mbOK,0);
}}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn3Click(TObject *Sender)
{
Edit1->Text=""; Edit2->Text=""; Edit3->Text=""; Edit4-
>Text="";
Edit5->Text=""; Edit6->Text=""; Edit7->Text=""; Edit8-
>Text="";
Edit11->Text=""; Edit12->Text=""; Edit13->Text=""; Edit9-
>Text="";Edit10->Text="";
StringGrid1->Cells[0][2]=" ";
StringGrid1->Cells[1][2]=" ";
StringGrid1->Cells[2][2]=" ";
StringGrid1->Cells[3][2]=" ";
StringGrid1->Cells[4][2]=" "; StringGrid1->Cells[5][2]=" ";
StringGrid1->Cells[6][2]=" "; StringGrid1->Cells[7][2]=" ";
StringGrid1->Cells[8][2]=" "; StringGrid1->Cells[9][2]=" ";

```

```

StringGrid1->Cells[10][2]=" "; StringGrid1->Cells[11][2]=" ";
StringGrid1->Cells[12][2]=" ";
StringGrid1->Cells[13][2]=" ";
StringGrid1->Cells[14][2]=" ";}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn2Click(TObject *Sender)
{
Image2->Visible=false;
Image1->Visible=true;
BitBtn4->Visible=true;
Form1->Width=881;
Form1->Height=720;}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn4Click(TObject *Sender)
{Image1->Visible=false; BitBtn4->Visible=false;
Form1->Height=350; Image2->Visible=false;
Form1->Width=881;}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn5Click(TObject *Sender)
{
Image1->Visible=false;
Image2->Visible=true;
BitBtn4->Visible=true;
Form1->Width=881;
Form1->Height=720;
}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn6Click(TObject *Sender)
{
String exp;
Variant app ;
Variant books ;
Variant book ;
Variant sheet;
app=CreateOleObject("Excel.Application");
books=app.OlePropertyGet("Workbooks");
books.Exec(Procedure("Open")<<"c:\\1.xlsx");
book=books.OlePropertyGet("item",1);
}

```

```

sheet=book.OlePropertyGet("WorkSheets",1);
for(int i=1;i<3;i++)
{
for(int j=1;j<15;j++) {
exp=StringGrid1->Cells[j][i];

sheet.OlePropertyGet("Cells").OlePropertyGet("Item",i,j).OleProperty
Set( "Value", exp.c_str());
} }
app.OlePropertySet("Visible", 1);
}
//-----

void __fastcall TForm1::BitBtn7Click(TObject *Sender)
{
StringGrid1->Visible=false;
Edit1->Visible=false; Edit2->Visible=false; Edit3->Visible=false;
Edit4->Visible=false; Edit5->Visible=false; Edit6->Visible=false;
Edit7->Visible=false; Edit8->Visible=false; Edit9->Visible=false;
Edit10->Visible=false; Edit11->Visible=false; Edit12-
>Visible=false;
Edit13->Visible=false;
Image3->Visible=true;
Label1->Visible=false; Label2->Visible=false;Label3-
>Visible=false;
Label4->Visible=false; Label5->Visible=false;Label6-
>Visible=false;
Label7->Visible=false; Label8->Visible=false;Label9-
>Visible=false;
Label10->Visible=false; Label11->Visible=false;Label12-
>Visible=false;
Label13->Visible=false; BitBtn1->Visible=false; BitBtn2-
>Visible=false;
BitBtn3->Visible=false; BitBtn4->Visible=false; BitBtn5-
>Visible=false;
BitBtn6->Visible=false; BitBtn7->Visible=false; BitBtn8-
>Visible=true;

```

```

}
//-----

void __fastcall TForm1::BitBtn8Click(TObject *Sender)
{
StringGrid1->Visible=true;
Edit1->Visible=true; Edit2->Visible=true; Edit3->Visible=true;
Edit4->Visible=true; Edit5->Visible=true; Edit6->Visible=true;
Edit7->Visible=true; Edit8->Visible=true; Edit9->Visible=true;
Edit10->Visible=true; Edit11->Visible=true; Edit12-
>Visible=true;
Edit13->Visible=true;
Image3->Visible=false; Image1->Visible=false; Image2-
>Visible=false;
Label1->Visible=true; Label2->Visible=true; Label3-
>Visible=true;
Label4->Visible=true; Label5->Visible=true; Label6-
>Visible=true;
Label7->Visible=true; Label8->Visible=true; Label9-
>Visible=true;
Label10->Visible=true; Label11->Visible=true; Label12-
>Visible=true;
Label13->Visible=true; BitBtn1->Visible=true; BitBtn2-
>Visible=true;
BitBtn3->Visible=true; BitBtn4->Visible=false; BitBtn5-
>Visible=true;
BitBtn6->Visible=true; BitBtn7->Visible=true; BitBtn8-
>Visible=false;
Form1->Height=350; Form1->Width=881;
}
//-----

```

Ilova-6

7-tajriba ishni bajarish uchun EHM dasturi

```

//-----
#include <vcl.h>
#include <math.h>
#pragma hdrstop

```

```

#include "Unit1.h"
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
//const float ttt=0.034;
//const float lll=1;
TForm1 *Form1;
//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
: TForm(Owner)
{
StringGrid1->Cells[0][0]=" ";
StringGrid1->Cells[1][0]=" I(A)";
StringGrid1->Cells[2][0]=" U(V)";
StringGrid1->Cells[3][0]=" Q(Wt)";
StringGrid1->Cells[4][0]=" t1(C)";
StringGrid1->Cells[5][0]=" t2(C)";
StringGrid1->Cells[6][0]=" t3(C)";
StringGrid1->Cells[7][0]=" t4(C)";
StringGrid1->Cells[8][0]=" t5(C)";
StringGrid1->Cells[9][0]=" t6(C)";
StringGrid1->Cells[10][0]=" Ts1(C)";
StringGrid1->Cells[11][0]=" Tx(C)";
StringGrid1->Cells[12][0]=" delT(C)";
StringGrid1->Cells[13][0]=" alfa(Wt/m^2K)";
//Edit10->Text=FloatToStrF(M_PI,ffFixed,5,3);
//Edit5->Text=FloatToStrF(ttt,ffFixed,5,3);
//Edit6->Text=FloatToStrF(lll,ffFixed,5,3);
Form1->Left=49;
Form1->Top=20;
}
//-----
const float d=0.034,l=1;
void __fastcall TForm1::BitBtn1Click(TObject *Sender)
{
StringGrid1->Visible=true;
Image1->Visible=false;
Image2->Visible=false;
}

```



```

Image3->Visible=true;
float I1,U,Q;
float t1,t2,t3,t4,t5,t6,tx,d,l;
float Ts1,delT,alfa,F;
I1=StrToFloat(Edit1->Text);
U=StrToFloat(Edit2->Text);
t3=StrToFloat(Edit3->Text);
t4=StrToFloat(Edit4->Text);
d=StrToFloat(Edit5->Text);
l=StrToFloat(Edit6->Text);
t5=StrToFloat(Edit8->Text);
t6=StrToFloat(Edit9->Text);
t1=StrToFloat(Edit7->Text);
t2=StrToFloat(Edit12->Text);
tx=StrToFloat(Edit11->Text);
Q=I1*U;
Ts1=float(t1+t2+t3+t4+t5+t6)/float(6);
F=M_PI*d*l;
delT=Ts1-tx;
alfa=float(Q)/float(F*(Ts1-tx));
StringGrid1->Cells[0][2]="1";
StringGrid1->Cells[1][2]=Edit1->Text;
StringGrid1->Cells[2][2]=FloatToStr(U);
StringGrid1->Cells[3][2]=FloatToStrF(Q,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[4][2]=FloatToStr(t1);
StringGrid1->Cells[5][2]=FloatToStr(t2);
StringGrid1->Cells[6][2]=FloatToStr(t3);
StringGrid1->Cells[7][2]=FloatToStr(t4);
StringGrid1->Cells[8][2]=FloatToStr(t5);
StringGrid1->Cells[9][2]=FloatToStr(t6);
StringGrid1->Cells[10][2]=FloatToStrF(Ts1,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[11][2]=FloatToStrF(tx,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[12][2]=FloatToStrF(delT,ffFixed,5,2);
StringGrid1->Cells[13][2]=FloatToStrF(alfa,ffFixed,5,2);
}
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn2Click(TObject *Sender)
{Image1->Visible=true;

```

```
Image2->Visible=false;
StringGrid1->Visible=false;
Image3->Visible=false;
//-----
void __fastcall TForm1::BitBtn3Click(TObject *Sender)
Edit1->Text="";
Edit2->Text="";
Edit3->Text="";
Edit4->Text="";
Edit5->Text="";
Edit6->Text="";
Edit7->Text="";
Edit8->Text="";
Edit9->Text="";
Edit10->Text="";
Edit11->Text="";
Edit12->Text="";
StringGrid1->Cells[0][2]="";
StringGrid1->Cells[1][2]="";
StringGrid1->Cells[2][2]="";
StringGrid1->Cells[3][2]="";
StringGrid1->Cells[4][2]="";
StringGrid1->Cells[5][2]="";
StringGrid1->Cells[6][2]="";
StringGrid1->Cells[7][2]="";
StringGrid1->Cells[8][2]="";
StringGrid1->Cells[9][2]="";
StringGrid1->Cells[10][2]="";
StringGrid1->Cells[11][2]="";
StringGrid1->Cells[12][2]="";
StringGrid1->Cells[13][2]="";
Image1->Visible=false;
Image2->Visible=false;
Image3->Visible=false;
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::BitBtn4Click(TObject *Sender)
Image2->Visible=true;
StringGrid1->Visible=false;
Image1->Visible=false;
Image3->Visible=false;
}
//-----
```

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. S. Kleein., G.Nellis. Thermodynamics. Cambridge, 2012
2. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma.,1-qism.-T.: TDTU, 2006.
3. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.
4. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. O'quv qo'llanma.-Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2010.
5. Zohidov R.A., Avezov R.R., Vardiyashvili A.B., Alimova M.M. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» o'q.qo'l., 1qism.-T.: TDTU, 2005.
6. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova SH.S. Texnik termodinamika va issiqlik uzatilishi fanidan masalalar to'plami, - Toshkent.: TDTU, 2006.
7. Кудинов В.А., Карташов Э.М.. Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа, 2005.
8. Короли М.А. Методическая разработка по самостоятельной работе по дисциплине «Теплотехника», - Т.: ТашГТУ, 2006.
9. Полищук Г.С., Гурович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теплотехника". Част II. -Т.: Ташкент, ТашГТУ, 2004.
10. Полищук Г.С., Гурович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теплотехника", Част II. -Т.: ТашГТУ, 2007.
11. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Теплообмен, -МЭИ.: 2001.

Qo'shimcha adabiyotlar.

12. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. – 56 b.

13. Mirziyoyev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitusiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. – 48 b.

14. Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 488 b.

15. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.

16. Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термо-динамике, -М.: 2000.

17. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S. Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma, - Toshkent.: Cho'lpon, 2006.

18. Koroli M.A., Mavjudova SH.S. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar. Metodik ishlanma. - T. : TDTU, 2003.

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

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

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

22. Taktayeva L.N., Koroli M.A., Alimova M.M., Mavjudova SH.S. O'zlashtirish natijalarini baholash uchun test topshiriqlari. -T.: ToshDTU, 2004.

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

24. Taktayeva L.N., Raximjonov R.T., Alimova M.M., Mavjudova SH.S. Rekuperativ issiqlik almashinuv apparatlarining issiqlik va gidravlik hisobi. Mustaqil ish uchun uslubiy qo'llanma. – Tashkent.: TDTU, 2006.

Internet saytlari.

25. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi hukumat portali.
26. www.lex.uz – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi.
27. www.Ziyo.net

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

fanidan laboratoriya mashg'ulotlari uchun

O'QUV QO'LLANMA

Muharrir: X. Tahirov
Texnik muharrir: S. Meliquziyeva
Musahhih: M. Yunusova
Sahifalovchi: A. Muhammad

Nashr. lits № 1940. 29.01.2022.
Bosishga ruxsat etildi 15.09.2022.
Bichimi 60x84 1/16. Ofset qog'ozi. "Times New Roman"
garniturasida. Hisob-nashr tabog'i. 6,5.
Adadi 200 dona. Buyurtma № 5.

«HISTORY AND PAGE» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent v., Chirchiq sh., Saodat ko'chasi, 17/1.