

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
ISLUM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT  
TEXNIKA UNIVERSITETI TERMIZ FILIALI**

# **TERMODINAMIKA**

**USLUBIY KO‘RSATMALAR**

**TERMIZ 2019**

**Tuzuvchilar:** Nosirov F.J., Shernayev A., Saynazov J.X., Xaliyarov P.A., Kucharov F. «Termodinamika» fanidan uslubiy ko‘rsatmalar. – T.: ToshDTU Termiz filiali, 2019.

O‘quv-uslubiy ko‘rsatma asosan. 5310600-Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi ta’lim yo‘nalishi talabalariga mo‘ljallangan bo‘lib, unda issiqlik texnikasida ishlatilayotgan issiqlik bug‘ apparatlarining ish rejimlari va ularni avtomatlashtirish vositalari ekspluatatsion xarakteristikalaridan foydalanish asosiy texnik parametrlarini aniqlash hamda suv ta’minot tizimi bo‘yicha ishlatilayotgan bug‘ mashinalari apparatlari texnologik jarayonlari bilan tanishish va issiqlik texnikasi hamda issiqlik apparati bo‘yicha talabalarda amaliy mashg‘ulotlarda misol va masalalar yechishda ko‘nikmalar hosil qilish maqsadi ko‘zda tutilgan.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan nashrga tayyorlandi.*

**Taqrizchilar:**

**Xushboqov B.** - Islom Karimov nomidagi ToshDTU Termiz filiali “Qurilish va transport tizimlari” fakulteti dekani **t.f.n.**

**Ubaydullayev A.** - TerDU “Transport tizimlari va inshootlari” kafedrasida katta o‘qituvchisi

## **Laboratoriya ishlarini bajarish qoidaları.**

1. Laboratoriya ishlari fan bo'yicha tuzilgan ishchi dasturlar va kalendar tematik reja bo'yicha bajariladi. Jadvalda har bir ishning bajarilish muddati ko'rsatilgan.
2. Laboratoriya ishlarini bajarish uchun, talaba oldindan laboratoriya qurilmasining tuzulishi, ishlash tartibi, ishning maqsadi va ish bo'yicha nazariy bilimlarga ega bo'lishi kerak.
3. Laboratoriya ishi 4-5 kishilik guruhlarga bo'lingan holda laboratoriya darsi olib boruvchi muallim rahbarligida bajariladi.
4. Laboratoriya natijalari har bir talaba o'z daftariga yozib oladi.
5. Olingan natijalar dars oxirida muallim tomonidan tekshiriladi. Navbatdagi laboratoriya ishini bajarishdan oldin talaba tugallangan ish bo'yicha hisobot beradi. Hisobotsiz navbatdagi laboratoriya ishiga ruxsat berilmaydi.

***ESLATMA:*** laboratoriya darsini qoldirgan talaba, maxsus qo'shimcha jadval bo'yicha kelib ishni bajaradi.

“Termodinamika” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun talabalarga xavfsizlik texnikasiga oid

## **KO‘RSATMALAR**

### **I. Umumiy qoidalar**

36 voltdan yuqori elektr kuchlanishi hayot uchun xavfli ekanligini unutmang.

1. Laboratoriya ishlarini bajarish metodikasi bilan batafsil tanishgandan va o‘qituvchi tomonidan ishni bajarishga ruxsat olgandan so‘ng talaba laboratoriya ishini bajarish uchun qo‘yiladi.
2. Laboratoriya ishlarini bajarishda talaba faqat mazkur laboratoriya ishini bajarish uchun mo‘ljallangan asbob-uskunalardan foydalanishi lozim.
3. Asbob-uskunalarini elektr leniyasiga ulash kafedra laboranti yoki o‘qituvchi tomonidan mos ko‘rsatma olingandan so‘ng va ular ishtirokida amalga oshiriladi.

### **II. Ish joyini saqlash**

1. Qisqichlarda elektr toki yo‘qligiga ishonch hosil qilgandan so‘ngina ishni boshlang. Buning uchun:
  - a) Shitni elektr kuchlanishidan uzing;
  - b) Laboratoriya jihozlarining elektr sxemasini tarmoq kuchlanishidan uzing;
2. Qat‘iyan taqiqlanadi:
  - a) Talabalarga o‘qituvchi ruxsatisiz laboratoriya jihozlarini tuzatish va remont qilish;
  - b) Tarmoq kuchlanishiga ulangandan so‘ng laboratoriya jihozlarining izolyatsiya qilinmagan kontaktlarini va boshqa tok o‘tkazuvchi elementlarini ushlab yoki tegib ko‘rish;
  - d) Laboratoriya jihozlariga o‘z shaxsiy buyumlarini qo‘yish;
  - e) Zarurat bo‘lmasa ham stol ustidagi uskunalarga tegish, ularni bir joydan ikkinchi joyga siljitish, laboratoriya stendlarining rubilniklari va vkluchatellarini ulash, reostat ish holatini uzgartirish, potensiometr va boshqa priborlarning murvatlarini burash;
  - g) Laboratoriyalarni palto kiyib olib bajarish.

3. Shaxsiy xavfsizlik va apparaturalarni ishdan chiqishining oldini olish maqsadida laboratoriya jihozlarini elektr tokiga ulashdan oldin quyidagi qoidalarga rioya qilish zarur:

a) Elektr kuchlanishini boshqaruvchi jihozlarning murvatlarini qisqichlarda kuchlanish bo'lmaydigan yoki juda bo'lmaganda eng kichik qiymatga ega bo'ladigan xolatga qo'ying;

b) Laborant rubilnik, hitlarni elektr tokiga ulashdan oldin laboratoriya jihozlarining qayerga ulanganligini tekshirishi va boshqalarning xavfsiz joyda turganligiga ishonch hosil qilishi kerak;

d) Simobli priborlar( dif. manometrlar, termometrlar va boshqalar) bilan ishlashda talaba ehtiyot bo'lishi lozim. Simob to'kilgan paytda talaba darhol o'qituvchiga xabar qilishi kerak, chunki simob bug'lari juda zaharli va to'kilgan paytda xona havosini zaharlaydi;

e) To'kilgan hamma simobni yig'ib olish kerak. Buning uchun maxsus pipetkadan foydalaniladi;

g) Simobning alohida tomchilarini yog'och tutqichli qo'rgoshin yoki misning amalgirlangan plastinkalari yordamida yig'ib olish lozim. Xonaning simob to'kilgan joyini permanganat yoki polisulfid natriyning 30 % li eritmasi bilan artib tozalash kerak.

**III. Kafedraning har bir professor-o'qituvchisi va o'quv yordamchi xodimi hamda talaba xavfsizlik texnikasining mazkur qoidalariga qat'iy amal qilishi lozim.**

Ushbu qoidalarni buzganligi oqibatida laboratoriya asbob-uskunalaridan chiqqan taqdirda akt tuziladi va ushbu akt aybdordan yetkazilgan moddiy zararni undirib olish va tegishli ma'muriy choralar ko'rish uchun institute Rektoriga taqdim etiladi.

## **1-laboratoriya ishi**

### **BOSIM VA HARORATNI O'LCHASH ASBOBLARI**

#### **I. BOSIMNI O'LCHASH ASBOBLARINING TUZILISHI VA ISHLASH USULI**

##### **1. NAZARIY QISM**

Bosim deb, birlik yuzaga tik ta'sir etuvchi kuchni yuza birligiga

bo'lgan nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi.

SI o'lchov birliklar sistemasiga asosan kuch Nbyuton (1 n), yuza esa  $m^2$  bo'lgani uchun, bosim birligi  $1 N/m^2$  – bu birlik Paskal (1 Pa) deyiladi. 1 Pa unchalik katta bo'lmagani uchun texnikada kPa va MPa ishlatiladi.

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

$$1 \text{ MPa (Megapaskal)} = 10^6 \text{ Pa.}$$

Bu birliklardan tashqari  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$  – bu bosim atmosfera bosimiga yaqin bo'lgan bosimdir.

Bosim o'lchashda suyuqlik (simob yoki suv) bilan to'ldirgan suyuqlik manometrlarida bosim birligi mm.sm.ust. va mm.suv.ust.dir.

Bosim o'lchov birliklaridan yana biri  $1 \text{ kg.kuch/sm}^2$  ( $\text{kgs/sm}^2$ ) yoki boshqa ko'rinishda quyidagicha yoziladi:  $\text{kG/sm}^2$ , bu  $1 \text{ kG/sm}^2 = 1 \text{ at}$  bu texnik atmosfera deyiladi.

Bosim o'lchov birliklari orasida quyidagicha bog'lanish bor:

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} = 10,2 \text{ at};$$

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kgs/sm}^2 = 10^4 \text{ mm.suv.ust.};$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa} = 760 \text{ mm.sm.ust.} = 10333 \text{ mm.suv.ust.}$$

Fizik atmosfera (1 atm)  $0^{\circ}\text{C}$  haroratda 760 mm.sm.ust.-ga teng.

Bosim quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Atmosfera yoki parometrik bosim  $R_{\text{bar}}$  – bu atmosfera havosining bosimidir.
2. Ortiqcha bosim  $R_{\text{ort.}}$  – atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan bosimdir.
3. Vakuum (siyraklanish)  $R_{\text{vak}}$  – bu atmosfera bosimidan kichik bo'lgan bosimdir.
4. Mutloq bosim  $R_{\text{mut}}$  – jismga ta'sir etayotgan to'liq bosimdir.

Bulardan faqat mutloq bosim ishchi jismning holat parametri bo'la oladi, va u quyidagicha aniqlanadi:

agar biror idishdagi bosim atmosfera bosimidan yuqori bo'lsa, unda

$$R_{\text{mut}} = R_{\text{bar}} + R_{\text{ort.}}$$

agar aksincha, idishdagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, unda:

$$R_{\text{mut}} = R_{\text{bar}} - R_{\text{vak.}}$$

Bosim o‘lchash uchun quyidagi asboblar ishlatiladi: atmosfera bosimi – parometrlarda, ortiqcha bosim – manometrlarda, siyraklanish bosimi – vakuummetlarda o‘lchanadi.

Ishlash usuliga ko‘ra asboblar ikki turga bo‘linadi:

Suyuqlik bilan ishlaydigan manometrlar – bunda bosim sathlari tenglashtirilgan ustundagi (naychadagi) suyuqliklarning sathlari o‘zgarishi bilan aniqlanadi.

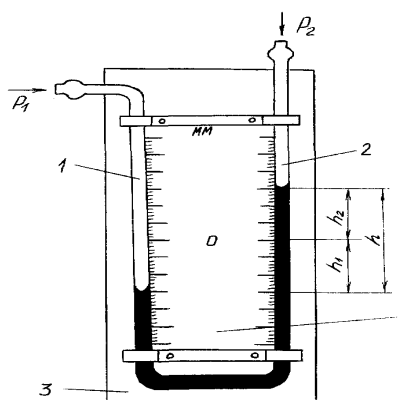
Prujinali manometrlar – bunda bosim prujinaning mexanik harakatga kelishi bilan aniqlanadi.

Tajribalarda yuk-porshenli asboblar ham ishlatiladi, bunda bosim porshen bilan qo‘yilgan yukning massasini tenglashishi bilan aniqlanadi.

## 2. SUYUQLIK BILAN ISHLAYDIGAN ASBOBLAR.

Bosim o‘lchash asboblaridan eng soddasi suyuqlik bilan ishlaydigan manometrlardir, ular katta aniqlikda o‘lchaydi. Bu manometrlarning o‘lchash chegarasi shisha trubkalarining uzunligi va shishaning qattiqligiga bog‘liq, u kichik bosimlarni 200 kPa gacha o‘lchaydi.

**U – simon manometr.** U – simon shishadan tuzilgan naycha bo‘lib, ichiga suyuqlik to‘ldirilgan, uni bir uchi bosim o‘lchashi kerak bo‘lgan idishga, ikkinchi uchi esa ochiq holda turadi, u atmosfera bosimi ostida bo‘ladi (1.1-rasm). Agar idishdagi bosim atmosfera bosimidan katta bo‘lsa, shuning uchun tomonda suyuqlik sathi pastga tushadi, ochiq tomoni esa ko‘tariladi, bu suyuqlik sathlarining farqi bosim qiymatini beradi. Bu naychalarga suyuqlik sifatida suv solinadi, shuning uchun bosim birligi mm suv.ust. bo‘ladi.



1.1-rasm.

$$R_{\text{ort}} = h \quad \text{yoki} \quad R_{\text{ort}} = h(\rho - \rho_m) g, \quad \text{Pa}$$

bu yerda:  $h$  – suyuqlik sathlarini farqi, m;  
 $\rho$  – suyuqlik zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  
 $\rho_m$  – o‘lchanadigan muhitning zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  
 $g$  - erkin tushish tezlanishi,  $\text{m}^2/\text{s}$ .

Agar  $\rho \gg \rho_m$  bo‘lsa, unda tenglama quyidagicha yoziladi:

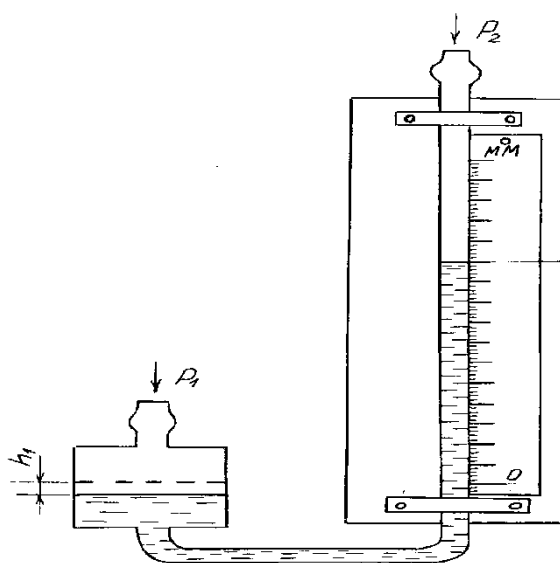
$$R_{\text{ort}} = h \rho g. \text{ Pa}$$

U–simon manometrlarda yana siyraklanish (vakuum) bosimini ham aniqlash mumkin. Bunda suyuqlik sathi vakuum o‘lchanadigan tomonga ko‘tariladi.

Agar U-simon manometrni ikkala uchi bosimlari har xil bo‘lgan idishlarga ulangan bo‘lsa, unda suyuqlik sathlarining farqi bosimlar farqini ko‘rsatadi. Bunda manometr differentsial manometr yoki difmanometr deyiladi.

**2.2. Chashkali manometr.** U–simon manometrining kamchiligi suyuqlikning ikkita sathi o‘lchanib, keyin farqi olinishidir, bu kamchilik chashkali (bir naychali) manometrlarda yo‘q (1.2-rasm). Chashkali manometrlarni U–simon manometrlardan farqi shundaki, chashkali manometrning bir uchi naychadan ikkinchi uchi esa chashkasimon idishdañ iborat. Idishga suyuqlik (suv) shunday to‘ldiriladiki, bunda suyuqlik sathi naychada 0 (nol)da turishi kerak.

Ortiqcha bosim o‘lchanganda chashkali manometrda naycha orqali chashkaga ulanadi, agar siyraklashish bosimini o‘lchash kerak bo‘lsa naycha tomonga ulanadi va bosimni suyuqlik sathining o‘zgarishi ko‘rsatadi.



1.2-rasm

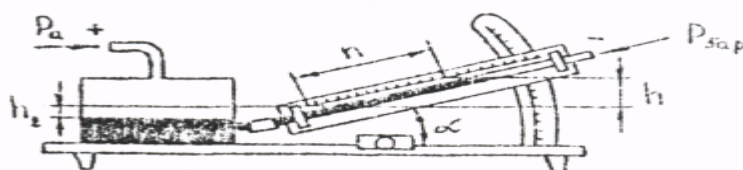


**2.3. Mikromanometr.** Kichik bosimlarni (100 dan 200 kPa gacha) o'lchash uchun naychasi egilgan  $\alpha$  burchak ostida bo'lgan chashkali manometr ishlatiladi (1.3-rasm). Bunda bosim

$$R = h \sin\alpha \rho g, \text{ Pa bo'ladi,}$$

bu yerda:  $h$  – egilgan naychadagi suyuqlik sathi, mm.

Naycha burchak ostida bo'lgan holatda suyuqlikni sathi vertikal holatda turganga nisbatan bir muncha o'zgaradi, bu egilgan naychali mikromanometrlar bosimni katta aniqlikda o'lchashi mumkin.



Kichik bosimlarni katta aniqlikda o'lchash uchun laboratoriyalarda namuna asbob sifatida – MMN markali naychasini egilish burchagi o'zgarib turishi mumkin bo'lgan maxsus mikromanometrlar ishlatiladi.

Naychasini o'zgarish burchaklari belgilab qo'yilgan, ular quyidagi tuzatish koeffitsientlariga ega: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4. Bosim o'lchanganda suyuqlik sathi balandligi  $h$  shu tuzatish koeffitsientiga ko'paytirib olinadi (naycha qaysi burchakda bo'lsa).

MMN markali mikromanometrlarda ortiqcha bosimni ham, siyraklashish bosimini ham o'lchash mumkin. Buning uchun mikromanometrda o'rnatilgan kichkina kran holatini o'zgartirish kerak bo'ladi (asbobni tuzilishi bilan laboratoriya qurilmasida tanishish kerak).

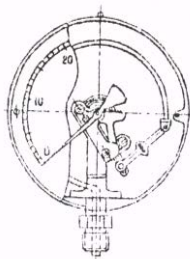
### 3. DEFORMATSIYA HISOBIGA ISHLAYDIGAN (PRUJINALI) ASBOBLAR

Deformatsiya hisobiga ishlaydigan (prujinali) asboblari- ishlash uslubi prujina elementining deformatsiyalanishiga asoslangan.

Bosim o'lchash uchun bitta naychali (Burdon naychasi yoki prujinali) manometrlar kup ishlatiladi.

Bu manometrlarda 0,05 dan to 1000 MPa ga teng bo'lgan bosimlarni o'lchash mumkin.

#### 3.1. Prujinali manometrlar.



#### 1.4-rasm. Prujinali manometrlarda asosiy element

prujina - ko'ndalang kesimi yuzasi ellips shaklida bo'lgan metallardan tayyorlangan naychadan iborat bo'lib, u yoy shaklida egilgan bo'ladi, bu Burdon naychasi deyiladi (1.4-rasm). Uning bir uchi uzatuvchi tishli mexanizmga ulangan, mexanizmga esa strelka o'rnatilgan. Naychanning ikkinchi uchi manometr korpusiga mahkamlangan bo'lib, u bosim o'lchaydigan idishga o'rnatish uchun rezbadan iborat.

Bu naychaga bosim ta'sir etganda, tuzilishi ellips shaklida bo'lgani uchun u to'g'rilanishga harakat qiladi, bunda naychanning strelkaga ulangan uchi harakatga keladi va strelka ma'lum bir qiymatga o'zgaradi. Bu bosimning qiymati bo'ladi.

Manometrik prujina latundan yoki mis qotishmalaridan va katta bosimlar uchun po'latdan tayyorlanadi.

Bunday asboblarda ham manometr, vakuummetr va monovakuummetr bo'lib ishlashi mumkin. Ortiqcha bosimning o'lchaydigan manometrlarda naychanning uchi soat strelka yo'nalishi bo'yicha o'rnatilgan bo'ladi, vakuum bosimni o'lchovchi vakuummetrlarda naychanning uchi soat strelkasi yo'nalishiga teskari o'rnatilgan bo'ladi, shuning uchun vakuummetrlarda shkalaning qiymatlari o'ngdan chapga qarab yoziladi.

Monovakuummetrlarda nol qiymat shkalaning eng yuqori qismida bo'ladi, uning o'ng tomoni manometrik qiymat, chap tomoni esa vakuummetrik qiymatdir.

## II. HARORATNI O'LCHASH ASBOBLARINING TUZILISHI VA ISHLASH USULI

### 1. NAZARIY QISM

Ishchi jismning harorati uning qiziganlik darajasini ifodalaydi. Haroratning qiymati soni harorat shkalalari ko'rsatib beradi. Harorat shkalalari Selsiy, Kelvin, Farengeyt va Reomer shkalalariga bo'linadi. Selsiy shkalasida asosiy reper nuqtalari qilib muzning erish nuqtasi  $0^{\circ}\text{C}$  va suvning qaynash nuqtasi  $100^{\circ}\text{C}$  deb qabul qilingan. Bu nuqtalardagi termometr ko'rsatgichining farqini 100 ga bo'lsak Selsiy gradusi ( $^{\circ}\text{C}$ ) kelib chiqadi. Farengeyt shkalada muzning erish harorati  $32^{\circ}\text{F}$  va suvning qaynash harorati  $212^{\circ}\text{F}$  deb qabul qilingan. Farengeyt shkalasida haroratlarning farqi  $212-32=180^{\circ}\text{F}$  teng. Shuning uchun  $1^{\circ}\text{F}$   $\frac{100}{180} = \frac{5}{9}^{\circ}\text{C}$  ga teng bo'ladi va bunda  $t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32)$

$$t^{\circ}\text{C} = 9/5t^{\circ}\text{C} + 32.$$

SI sistemasida mutloq harorat Kelvin shkalasida o'lchanadi. Amalda esa har bir asbob Selsiy gradusida o'lchab beradi. Shuning uchun ularning orasidagi bog'lanishni quyidagicha yozamiz.  $T\text{ K} = t^{\circ}\text{C} + 273,15.$

Harorat o'lchaydigan asboblarning ishlashiga asoslanib quyidagi guruhlarga bo'linadi:

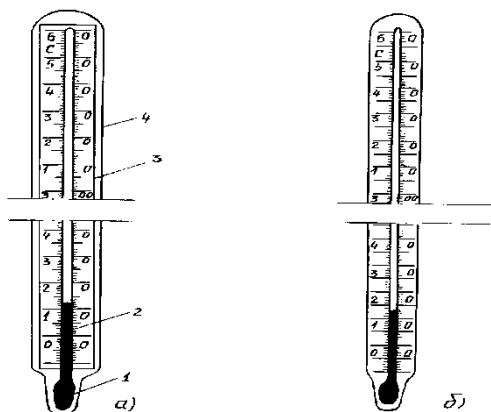
- a) kengayish termometrlari;
- b) Manometrik termometrlar;
- d) qarshilik termometrlari;
- e) termoelektrik pirometrlar;
- g) optik pirometrlar.

**1.1. Kengayish termometrlar.** Suyuqlik termometrlarning ishlashi termometrda suyuqlikning issiqdan kengayishiga asoslangan. Bu termometrlarda haroratni o'lchash Selsiy shkalasi bo'yicha olib boriladi. Shishali suyuqlik termometrlarni to'ldirish uchun simob, toluol, etil spirti va boshqalar ishlatiladi. Konstruktiv jihatidan termometrlar ikkiga bo'linadi: naychali va taxtachaga shkala o'rnatilgan termometrlar (1.5-rasm). Bu termometrlar  $-32^{\circ}\text{C}$  dan  $600^{\circ}\text{C}$  gacha haroratni o'lchash uchun ishlatiladi.

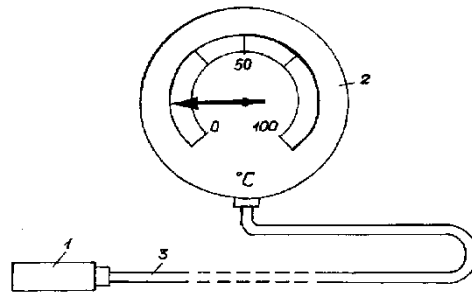
**1.2. Manometrik termometrlar.** Manometrik termometrlarning ishlashi shu asbob ichiga solingan suyuqlikning bosimini o'zgartirishiga asoslangan (1.6-rasm).

Ichida ishchi jismni to'ldirilishiga asoslanib manometrik termometrlar gazli va suyuqlikli bo'lishi mumkin. Manometrik termometr manometr 2, kapilyar 3 va termoballondan 1 iborat.

Termobalon harorati o'lchanmoqchi bo'lgan muhitga qo'yilishi natijasida uning ichidagi gazning bosimi va hajmi o'zgarib boradi. Bu esa uning naychasiga ta'sir etib strelkani harakatga keltiradi.



1.5-rasm



1.6-rasm

**1.3. Qarshilik termometrlari.** Qarshilik termometrlarining ishlashi esa harorat o'zgarishida qarshilikni o'zgarishiga asoslangan. Amalda misli va platinali qarshilik termometrlari keng ko'lamda ishlatiladi (1.7-rasm).

Misdan ishlangan qarshilik termometrlari uchun haroratga bog'liqlik quyidagicha ifodalandi:

$$R_t = R_0 ( 1 + 0,00428 t ) ,$$

bu yerda :  $R_t - t$  °C haroratidagi qarshilik, Om ;

$R_0 - 0$  °C dagi qarshilik, Om ;

0,00428 – Harorat koeffitsiyenti, grad<sup>-1</sup>.

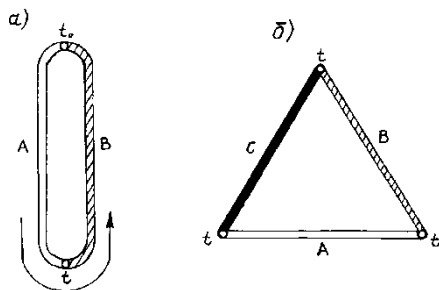
Platinadan ishlangan qarshilik termometrlari uchun haroratga bog'liqlik quyidagi ifodalanadi:

$$R_t = R_0 ( 1 + A t + V t^2 ) ,$$

bu yerda: A va V - o'zgarimas kattaliklar

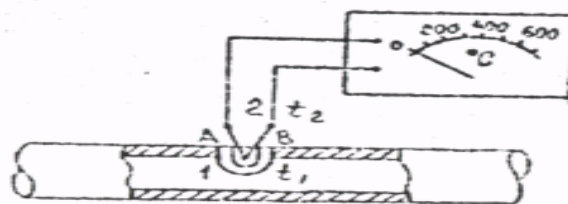
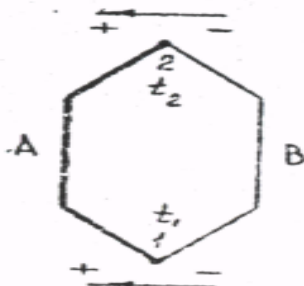
(  $A = 3,94 \cdot 10^{-3}$  ;  $V = - 5,8 \cdot 10^{-7}$  ).

1.7-rasm.



**1.4. Termopara (termojuft).** Termopara 2 xil metall qotishmasidan ishlangan A va V elektrodning kavsharlangan zanjiridan iborat, Haroratni o'lchash uchun uning bir uchi (issiq uchi) o'lchanishi kerak bo'lgan

jismga ulanadi, ikkinchi (sovuq) uchi esa muz solingan Dyuar idishiga solinadi (ya'ni 0 °C da bo'ladi). Issik va sovuq uchlarining orasida EYuK (elektr vurituvchi kuchi) hosil bo'ladi. (1.8-rasm).



## 1.8-rasm

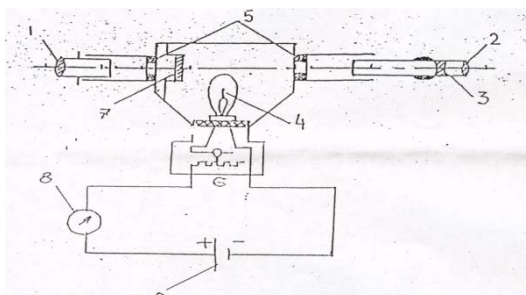
Termoparada elektr yurituvchi kuchni potentsiometr yoki millivoltmetr bilan o'lchanadi va EYuK qiymatining jadval yoki grafik yordamida  $^{\circ}\text{C}$  ga aylantiriladi. Agar termoparaning sovuq uchi  $0^{\circ}\text{C}$  ga ega bo'lmay, xona haroratiga ega bo'lsa EYuK ni  $^{\circ}\text{C}$  ga aylantirishda xonaning haroratini qo'shish kerak. Termoparalar xrom (nikel bilan xrom qotishmasi)-kopel (nikel bilan mis qotishmasi) xrom-alyumel (nikel bilan alyuminiy qotishmasi) va boshqalar bo'lishi mumkin. Termopara  $3500^{\circ}\text{C}$  gacha bo'lgan haroratni o'lchaydi.

**1.5. "Yo'qoluvchan tolali" optik pirometr.** Pirometr deb atalishiga asosiy sabab, bu turdagi asboblarda asosan yonayotgan jismning yorug'ligi va volfram tolaning nuri bog'liqligiga asoslanib ishlaydi (1.9-rasm). "Yo'qoluvchan tolali" optik pirometrning ishlash usuli yonayotgan jismning yorug'ligi bilan shu asbob ichida joylashtirilgan lampaning volfram tolasining tarqatayotgan nurining yorug'ligi tenglashishiga asoslangan.

Optik pirometr quyidagi elementlardan tashkil topgan:

1 – obyektiv; 2-okulyar; 3- qizil svetofiltr; 4-volfram tola; 5-teleskop; 6- reostat; 7-nur yutuvchi oyna; 8-o'lchagich asbob; 9-yoqish bloki.

Qiziyotgan jismning haroratini o'lchash uchun asbobning teleskopini shu muhitga qaratiladi. Reostat bilan volfram tolaning cho'g'lanishi moslab turiladi. Shunda moslash davomida xuddi volfram tola yo'qolgandek bo'ladi, bu esa volfram tolaning tarqatayotgan nurini yorug'ligi yonayotgan jismning tarqatayotgan nurini yorug'ligi bilan tenglashib qoladi. Bu esa o'lchanayotgan muhit haroratiga mos keladi. Shunda reostat orqali moslashni to'xtatib, shkaladan o'lchanayotgan muhitdagi jismni harorati necha gradusga tengligi yozib olinadi. Optik pirometr ikki shkalali qilib ishlangan. Agar  $1400^{\circ}\text{C}$  dan yuqori haroratlarni o'lchash kerak bo'lsa, u holda pirometrik lampa oldiga nur yutuvchi oyna qo'yiladi va haroratni yuqori shkaladan o'lchanadi. Optik pirometr bilan muhit oralig'i  $0,7 - 6\text{ m}$  gacha bo'lishi shart. O'lchash oralig'i  $800^{\circ}\text{C} - 6000^{\circ}\text{C}$ .



## 1.9-rasm

### **III. LABORATORIYA ISHINI BAJARISH TARTIBI.**

Ko‘rib chiqilgan asboblarning laboratoriya qurilmasiga o‘rnatilgan.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi quyidagilardan iborat:

1. Suyuqlik bilan ishlaydigan va mexanik manometrlarning 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.
3. Differentsial manometr yordamida bosimlar farqi o‘lchanadi.
4. Mikromanometr va chashkali manometrlar ulangan kranlarni ochib quvurdagi bosim o‘lchanadi.
5. Vakuum nasosni ishlatib, vakuummetrda vakuum bosim o‘lchanadi va vakuum nasosni o‘chirib, kranlar yopib qo‘yiladi.
6. Haroratni o‘lchaydigan asboblarning bilan tanishib, ularni chizib olib, ishlashini tushuntirib berish.
7. Xonaning haroratini har xil termometrlar bilan o‘lchab olish va uni Kelvin shkalasida ifodalash.

### **IV. ISHNING HISOBOTI**

1. Ishni hisobotida quyidagilar bo‘lishi shart:
2. Manometrlarni qisqacha tavsifi.
3. Manometrlarning chizma tasviri.
4. Haroratni o‘lchash uchun qanday usullar bor?
5. SI sistemasi va texnik sistemasidagi harorat shkalasini aytib bering.

### **V. NAZORAT SAVOLLARI.**

1. Suyuqlik manometrlari haqida nimani bilasiz?
2. Harorat nima va u molekullarning o'rtacha kinetik energiyasi bilan qanday bog'langan?
3. Qanday harorat o'lchash asboblari bilasiz?
3. Shishali termometrlarning ishlash prinsipini aytib bering va ularning o'lchash diapazoni qanday?
4. Termoelektrik termometrlar haqida nimalarni bilasiz?
5. Pirometrlar haqida so'zlab bering.

## **Laboratoriya ish № 2**

### **HAVONING ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH**

**Ishning maqsadi:** To'g'ri oqimli kalorimetr usulida doimiy bosimda gazlarning hajmiy issiqlik sig'imi  $S_R$  tajriba orqali aniqlashda bilimni oshirish.

Ishning davomiyligi – 4 soat.

### **I. NAZARIY QISM**

Gazlarning issiqlik sig'imini aniqlash usullaridan biri – to'g'ri oqimli kalorimetr usulidir. Bu tajriba ishida to'g'ri oqimli kalorimetr qo'llaniladi. Tekshirilayotgan modda (havo) kalorimetr orqali uzluksiz oqib turadi. Kalorimetrga kirishda moddaning harorati  $t_1$  o'lchanadi. Kalorimetr ichiga isitgich o'rnatilgan bo'lib, uning yordamida issiqlik  $Q$  beriladi va chiqishda moddaning  $t_2$  harorati o'lchanadi. Kalorimetrdan chiqishda kalorimetr orqali oqib o'tgan moddaning miqdorini o'lchash uchun rotometr o'rnatiladi.

Qurilma ishlatilganda o'rnatilgan holatda vaqt birligi ichida moddaning sarfi, kirish va chiqishdagi haroratlari va isitgich quvvati o'zgarmaydi. Bu holatda o'zgarmas bosimda olingan o'lchamlar havoning o'rtacha issiqlik sig'imini aniqlash imkonini beradi.

Kalorimetrdan chiqishda o'rnatilgan asbob – rotometr – vaqt birligi ichida oqib o'tgan havoning hajmini o'lchaydi. Shuning uchun bevosita o'zgarmas bosimda havoning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi hisoblanadi:

$$C'_{Pm} \int_{t_1}^{t_2} = \frac{Q}{V_0(t_2 - t_1)}, \quad (1)$$

bu yerda:  $C'_{Pm} \int_{t_1}^{t_2}$  - o'zgarmas bosimda  $t_1$  dan  $t_2$  gacha harorat oralig'idagi havoning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi, [kJ/nm<sup>3</sup> °C];

- Q - kalorimetrdagi elektr isitgichdan vaqt birligida havoga berilgan issiqlik miqdori, kVt;  
 $(t_2-t_1)$  - havoning haroratlar farqi,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $V_0$  - normal sharoitga keltirilgan (1 sekundda kalorimetrdan o'tgan havoning hajmi) havoning sarfi,  $\text{nm}^3/\text{sek}$ .

Kalorimetr isitgichidan ajralgan issiqlikning bir qismi atrof muhitga yo'qoladi. Ko'p tajribalarning natijalari shuni ko'rsatadiki, bu ishda isitgichning 70% quvvati havoni qizdirish uchun sarflanadi, bunda:

$$Q=0,7 \cdot I \cdot U \cdot 10^{-3}, \quad \text{kVt}, \quad (2)$$

bu yerda: U va I – isitgichning kuchlanishi (V) va tok kuchi (A).

Hajmni normal sharoitga keltirish uchun ideal gaz nisbatlaridan foydalanamiz (bunda tekshirilayotgan havoning bosimi atmosfera bosimiga yaqin va harorati xona haroratidan yuqori va uni ideal gaz deb hisoblash mumkin):

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0} \quad (3)$$

Bu yerda tenglamaning chap qismi tajribada olingan havoning parametrlari, o'ng qismi esa normal sharoitdagi parametrlardir ( $P_0=1 \text{ atm}$ ,  $T_0=273^{\circ}\text{K}$ ).

Olingan hajmiy issiqlik sig'iminin massaviy issiqlik sig'imiga ma'lum nisbat bo'yicha qayta hisoblash kerak:

$$C_{Pm} \int_{t_1}^{t_2} = \frac{C'_{Pm} \int_{t_1}^{t_2} \cdot 22,4}{M}, \quad (4)$$

bu yerda:  $C_{Pm} \int_{t_1}^{t_2}$  - o'zgarmas bosimda o'rtacha massaviy issiqlik sig'imi  $\text{kJ/kg } ^{\circ}\text{C}$ ;

$\mu$  – havoning molekulyar og'irligi,  $\mu=29$ ;  $\text{kg/kmol}$ ;  
 $22,4$  – normal sharoitdagi hajm,  $\text{nm}^3/\text{kmol}$ .

## II. LABORATORIYA QURILMASINING BAYONI.

Elektr isitgichli (2) atrofi izolyatsiya qilingan to'g'ri oqimli kalorimetr (2.1-rasm) (1) laboratoriya xonasida joylashgan va shu yerdan havo quvurcha (3) yordamida kiradi. Kalorimetrga kirishdagi havoning harorati xonadagi termometr orqali o'lchaniladi, chiqishdagi harorat  $t_2$  termopara (4) (uning sovuq uchi Dyuar idishi (5) da joylashgan) potentsiometr (6)ga ulanib o'lchanadi. Kalorimetrdan oqib o'tgan havoning miqdori rotametr (7) yordamida o'lchaniladi.



Kalorimetr ventilyator (8) ga suruvchi quvur orqali ulangan, shuning uchun kalorimetrda havoning issiqlik sig‘imi atmosfera bosimidan kichik bo‘lgan bosimda aniqlanadi. Kalorimetrda vakuum bosim U-simon manometr (9) yordamida o‘lchaniladi. Chizmada yuqoridagilardan tashqari elektrodvigatel (10), LATR (11), ampermetr (12) va voltmeter ko‘rsatilgan. Qurilmada qo‘llanilayotgan kalorimetr shunday ishlanganki, bunda havo chizmada ko‘rsatilgan yo‘llar orqali harakatlanib, issiqlikning yo‘qolishini qisman ushlab qoladi va kalorimetr markaziga yuboriladi.

### III. LABORATORIYANI O‘TKAZISH TARTIBI VA USULI.

1. Ventilyatorni ulash.
2. Isitgichni ulash va LATRni sozlab kerakli  $t_2$  haroratni qilish (40-60<sup>0</sup>C).
3. Tajribani o‘rnatilgan holatda o‘tkazish. Buning uchun tajriba davomida (5-7 minut) isitgichdagi kuchlanishni,  $t_2$  haroratni va rotametr ko‘rsatkichini o‘zgarimas qilib saqlash kerak.
4. Kuchlanish U va tok kuchini J ni qiymatini yozish.
5. Potentsiometr yordamida termo-EYuKni qiymatini o‘lchab,  $t_2$  haroratni aniqlash.
6. Rotametr ko‘rsatkichini yozish.
7. U-simon manometr yordamida  $R_{VAK}$  o‘lchash.
8. Barometr bilan  $R_{BAR}$  ni o‘lchash.
9. Tajriba ikkita harorat oraliqlarida (masalan,  $t_1$  dan  $t_2=40^0C$  gacha va  $t_2=50^0C$  gacha) o‘tkaziladi.

### IV. LABORATORIYA NATIJALARI JADVALI

№	$t_1$ °C	$t_2$ mv/ <sup>0</sup> C	U V	I A	R	V m <sup>3</sup> /s	$R_{VAK}$ mm.suv. u	$R_{BAR}$ mm.s m.u	$R_{AB}$ s atm
1									
2									
3									

### V. LABORATORIYA NATIJALARNI HISOBLASH TARTIBI

1. Grafik yordamida (2.2-rasm)  $t_2$  haroratni aniqlash.
2. Rotametr ko'rsatkichi bo'yicha havoning sarfini hisoblash:

$$V=1,4+0,0474 \cdot R \quad \text{m}^3/\text{soat}, \quad (5)$$

Keyin bu qiymatni  $\text{m}^3/\text{sek}$  ga aylantirish kerak.

3. Kalorimetrdagi havoning mutloq bosimini hisoblash

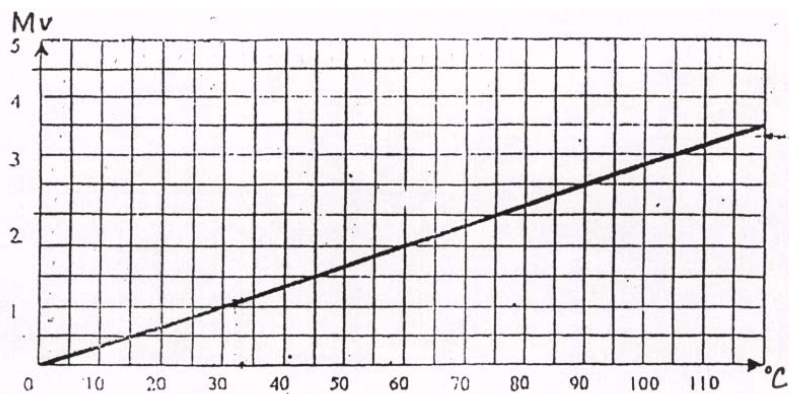
$$R_{\text{ABS}} = \frac{P_{\text{БАР}}^{\text{ММ.СМ.УС.}}}{760} - \frac{P_{\text{БАР}}^{\text{ММ.СВ.УС.}}}{1,033 \cdot 10^4} \quad (6)$$

4.  $C_{Pm} \int_{t_1}^{t_2}$  qiymatini (1) va (4) ifodalar yordamida hisoblanadi.

5. Hisoblab topilgan  $C_{Pm} \int_{t_1}^{t_2}$  issiqlik sig'iminin qiymatini havo uchun keltirilgan, chiziqli bog'lqligi tenglama yordamida hisoblangan qiymat bilan taqqoslash kerak:

$$C_{Pm} \int_{t_1}^{t_2} = 0,9952 + 0,9349 \cdot 10^{-4} \cdot t, \quad \text{kJ/kg}^0\text{C} \quad (7)$$

$$t = t_1 + t_2$$



2.2-rasm

## VI. NAZORAT SAVOLLARI.

1. Kalorimetr asbobi bilan nimani o'lchanadi.?
2. Kalorimetr tuzilishini tushuntiring?
3. Rotametr asbobi nima?

## 4-laboratoriya ishi

# QUVUR SHAKLIDAGI IZOLYATSION MATERIALLARNING ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.

**Ishning maqsadi:** Issiklik o‘tkazuvchanlik nazariyasidan olingan bilimlarni mustahkamlash va talabaarning tajriba o‘tkazish malakasini oshirish.

Ishning natijasida, barqaror rejimda yassi devor orqali issiqlik o‘tkazish jarayoni o‘rganilishi va marmarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koefitsiyentini haroratga bog‘likli topish kerak.

Quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqilgandan keyingina ishni bajarishga ruxsat beriladi:

## I. NAZARIY ASOSLAR

Qattiq jismlarda issiqlik uzatilishining jadalligi harorat gradientiga va issiklik o‘tkazuvchanlik koefitsiyentiga bog‘liq. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koefitsiyenti fizik kattalik bo‘lib, materialning issiqlik o‘tkazish qobiliyatini bildiradi.

Har xil materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koefitsiyenti har xil bo‘lib, materialning tuzilishiga, zichligiga, namligiga va haroratiga bog‘liq. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koefitsiyentini tajribada aniqlash usullaridan biri, cheklanmagan yassi qatlam usulidir. Barqaror issiqlik holatida material qatlami orqali o‘tayotgan issiqlik oqimi, issiqlik o‘tkazuvchanlik tenglamasidan topiladi:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{c_1} - t_{c_2}) F \quad , \quad Vt \quad (1)$$

bu ifodada:  $t_{c_1}, t_{c_2}$  - namuna sirtlaridagi haroratlar,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\lambda$  - tekshirilayotgan materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koefitsiyenti,  $\text{Vt/m K}$ ;

$\delta$  - tekshirilayotgan materialning qalinligi,  $\text{m}$ ;

$F$  – namuna sirtining yuzasi,  $\text{m}^2$ ;

$Q, t_{c_1}, t_{c_2}, \delta, F$  larni o‘lchab, ularning qiymatlarini (1) ifodaga qo‘yib,  $\lambda$  qiymati aniqlanadi.

## II. LABORATORIYA QURILMASINING BAYONI

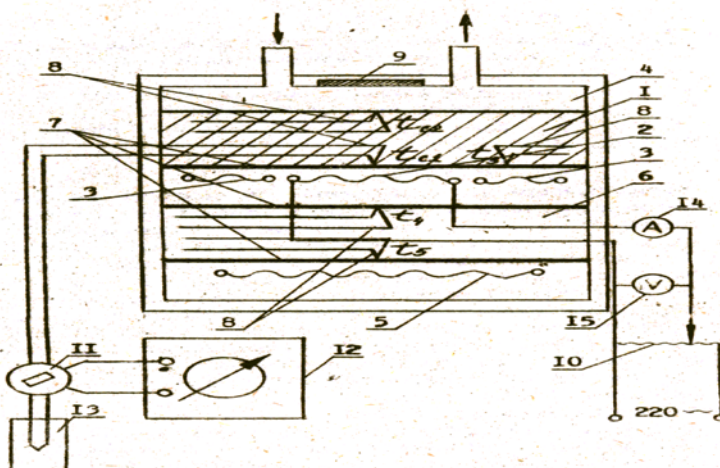
Izolyatsion materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koefitsiyenti  $\lambda$  aniqlanadigan qurilmaning chizma tasviri 3.1-rasmda tasvirlangan. Tekshirilayotgan namuna (I), disk shaklida marmardan tayyorlangan bo‘lib, diametri  $d_1 = 240 \text{ mm}$ , qalinligi  $\delta = 30 \text{ mm}$ . Namuna, asosiy (2) ga

yon kompensatsion (3) elektr isitgichlar bilan sovutgich (4) oralig'iga siqib joylashtirilgan. Elektr isitgich (2) dan chiqqan issiqlik namunadan o'tib, sovutgich (4) ga uzatiladi. Yon tomondagi kompensatsion elektr isitgich (3) namunaning qizdirilish sharoitini, cheklanmagan yassi qatlam sharoitiga yaqinlashtiradi. Bunda namuna o'rta qismining harorat maydoni (asosiy isitgich tagida), cheklanmagan yassi katlam harorat maydonidan deyarlik farq qilmaydi va uning yuzasini bir xil haroratli yuza deyish mumkin. Namuna o'rta qismining diametri  $d = 140 \text{ mm}$  va uning yuzasi  $F = 0,015 \text{ m}^2$ . Isitgich (2) dan ajralib chiqqan issiqlikning hammasi namuna o'rta qismidan o'tishi uchun kompensatsion isitgich (3) dan boshqa yana quyi himoya isitgich (5) ham o'rnatilgan. Asosiy isitgich (2) bilan quyi himoya isitgich oralig'ida izolyatsiya qatlami (6) bor. Asosiy isitgichning ikkala tomonida va quyi himoya isitgichda bir xil haroratli yuza hosil qilish uchun, metall disklar (7) o'rnatilgan bo'lib, ularga termoparalar qalaylab yopishtirilgan.

Elektr isitgichlar (3) va (5) ning kuvvatini shunday sozlash kerakki,  $t_1 = t_3$  va  $t_4 = t_5$  bo'lsin. Bu shartning bajarilishi asosiy isitgich (2) dan chikkan issiqlikning atrofga bekorga sarf bo'lmayotganidan dalolat beradi. Sovutgich (4) namunadan tayyorlangan ichi bo'sh diskdan iborat bo'lib, suv tsirkulyatsiyasini hosil qilish uchun ichida to'siqlar bor. Yuk (9), sovutgichni namunaga bosib turadi.

$\lambda$  ning qiymatini to'g'ri aniqlash uchun, tekshirilayotgan namuna bilan sovutgich va isitgichlar orasida havo qatlami bo'lmasligi kerak. Biri-biriga tegib turuvchi yuzalar orasidagi tirqishni yo'q qilish uchun, oraliqlarga tekshirilayotgan material (marmar) ning kukuni joylashtiriladi.

(3.1rasm)



Elektr isitgichlar o'zgaruvchan tok manbaidan alohida Elektr isitgichlar o'zgaruvchan tok manbaidan alohida ta'minlanadi va ularning quvvatlari mustaqil ravishda reostatlar (10) yordamida sozlanadi. Asosiy isitgich (2) sarf qilgan quvvatni aniqlash uchun, uning zanjiriga voltmetr (15) va ampermetr (14) lar ulangan. Termoparalar (8) moslamaga (11) ulangan. Termoparalarning elektr yurituvchi kuchi potentsiometr (12) yordamida o'lchanadi. Termoparalarning sovuq uchi Dyuar idishi (13) ga joylashtirilgan. Sovutgich (4) suv bilan sovutiladi va uning harorati termopara yordamida nazorat qilib turiladi. Ishda bu harorat namuna yuqori sirtining haroratiga  $t_{c_2}$  ga teng deb qabul qilinadi.

### III. LABORATORIYA O'TKAZISH VA UNING NATIJALARINI ISHLAB CHIQISH.

Tajriba qurilmasi bilan tanishib, qurilma bayonini o'rganib chiqilgandan so'ng asboblarning ko'rsatishini yozish uchun jadval tayyorlanadi. O'qituvchi rahbarligida qurilmaning ishga tayyorligi tekshiriladi va uni ishga tushiriladi. Bunda, issiqlikning atrofga bekor ketishiga yul qo'ymaslik kerak. Barcha o'lchovlar barqaror issiqlik holatida amalga oshiriladi. Ushbu holat vaqt o'tishi bilan o'lchov natijalarining ko'rsatkichlari o'zgarmasligi bilan ifodalanadi va u holatda 30-40 minutlar o'tgach qaror topadi. Barqaror issiqlik holati topgach asbob ko'rsatkichlari yozib olinadi va keyingi holatga o'tiriladi. Buning uchun tok kuchini o'zgartirish kerak. Qurilmaning ish holatida kamida 4 marta o'zgartiriladi. Tekshirilayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentidan (1) hisoblab topiladi:

$$\lambda = \frac{Q\delta}{(t_{c_1} - t_{c_2})F} \quad \text{Vt/mK} \quad (2)$$

$\lambda$	V	t	M	k				
$\Delta t$	$t_0$	S						
Q	V	t						
$t_5$	$t_0$	C						
	m	v						
$t_4$	$t_0$	C						
	m	v						
$t_3$	$t_0$	C						
	m	v						

$t_2$	$^0 C$				
	$m v$				
$t_1$	$^0 C$				
	$m v$				
$I A$					
$\Delta U B$					
№		1	2	3	
Rejim	23	1			o'rtacha

Issqlikning miqdori asosiy elektr isitgichda elektr energiyasining sarf bo'lishidan aniqlanadi:

$$Q = I \cdot \Delta U, \quad Vt \quad (3)$$

bu ifodada:  $I$  - tok kuchi,  $A$ .

$\Delta U$  - kuchlanishning kamayishi,  $V$ .

Issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining hisoblab topilgan qiymati tekshirilayotgan materialning o'rtacha haroratiga mos keladi.

$$t_{yp} = \frac{t_{c_1} + t_{c_2}}{2} \quad (4)$$

Har xil haroratlarda  $\lambda$  ning bir nechta (4 tadan kam bo'lmasin) qiymatini aniqlab, issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining materialning o'rtacha haroratiga borliqlik chizmasi chiziladi.

$$\lambda = f(t_{o,r}). \quad (5)$$

#### IV. ISH YUZASIDAN HISOBOT

Bajarilgan ish yuzasidan yozilgan hisobotda quyidagilar bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha mazmuni.
2. Tajriba qurilmasining chizma tasviri.
3. Asboblar ko'rsatishini va issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining aniqlangan va adabiyotlardagisi bilan solishtirilgan qiymatlarini yozish uchun jadval.
4. Issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining material haroratiga bog'liqlik chizmasi.

## V. NAZORAT SAVOLLARI

1. Issiqlik uzatish usullari qaysilar?
2. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonuni nimalardan iborat?
3. Bir jinsli yassi devor orqali issiqlik o'tkazuvchanlikni tushuntiring?
4. Silindrik devor va sharsimon devor orqali aissiqlik o'tkazuvchanlikning farqi?

### 4-laboratoriya ishi

## HAVONING ERKIN HARAKATLANISHIDA GORIZONTAL QUVURNING ISSIQLIK BERISHI

Ishning maqsadi: 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 koeffitsiyentining turli omillarga bog'liqligi aniqlanishi kerak.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

### II. NAZARIY QISM

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 koeffitsiyenti Nyuton-Rixman qonuni bo'yicha aniqlanadi.

$$\alpha = \frac{Q_K}{F(t_{K.C} - t_M)}, \quad \text{Vt/m}^2 \cdot \text{K} \quad (1)$$

bu yerda:  $Q_K$  – qizdirilgan quvurdan konvektsiya usulida berilayotgan issiqlik miqdori, Vt;

$F$  – quvur sirti yuzasi,  $\text{m}^2$ ;

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

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

### **III. LABORATORIYA QURILMASINING BAYONI**

Laboratoriya qurilmasi (5.1-rasm) nisbatan barqaror haroratli xonaga joylashgan. Diametri  $d=32$  mm va uzunligi  $l=1490$  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 izolyatsiyalangan. 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 potentsiometri PP-63 (4) yordamida o'lchanadi. Termoparalarning EYuK qiymatini gradusga aylantirish uchun 4.1-jadvaldan foydalaniladi. Xonadagi havo harorati quvurlardan uzoqroqdagi simobli termometrlar yordamida o'lchanadi.

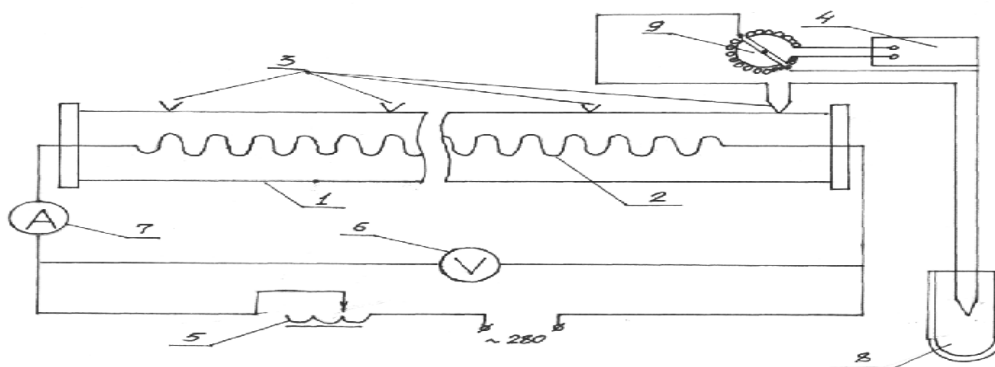
### **IV. LABORATORIYANI BAJARISH TARTIBI**

Ishning nazariy asoslari va tajriba qurilmasi bayoni bilan tanishgach, kuzatishni yozib borish uchun bayonnoma shaklini tayyorlash kerak (2-ilova) va o'lchov asboblari to'g'ri ulanganligini tekshirib ko'rish lozim. Sxemani o'qituvchi bilan tekshirgach, laboratoriyani 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 asboblari ko'rsatkichlarini 3-4 marta yozib olish lozim. Qurilmaning ish holati kamida 4 marta o'zgartiriladi. Qurilmani ulash va uning ish holatini o'zgartirish o'qituvchi bilan amalga oshiriladi.





5.1- rasm.

## V. HISOBLASH TARTIBI

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

$$Q_K = Q_0 - Q_N, \quad Vt \quad (2)$$

bu yerda:  $Q_0 = I \Delta U$  – quvur ichidagi elektr isitgichdan ajralgan to‘liq issiqlik miqdori, Vt;

$I$  – tok kuchi, A;

$\Delta U$  – kuchlanishni pasayishi, V;

$Q_N$  - quvurdan nurlanish usulida issiqlik miqdorining ajralishi, Vt.

$$Q_N = S_K \left[ \left( \frac{T_{K.C.}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_M}{100} \right)^4 \right] F, \quad Vt \quad (3)$$

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

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

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

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

Tajriba quvuri haroratini hisoblash uchun sakkizta nuqtada o‘lchangan qiymatdan o‘rtachasini olamiz.

(1) tenglikdan qurilmaning kamida to‘rt rejimda ishlashidagi  $\alpha$  qiymatini hisoblab grafik chizamiz.

$$\alpha = f(t_{k.s} - t_s) \quad (4)$$

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

Laboratoriya natijalarini boshqa quvurlarga ham tatbiq qilish uchun hisoblash natijalarini me'zon bog'liqliklar yordamida umumlashtirish lozim bo'ladi.

$$Nu_{S,d} = f(Gr \cdot Pr)_{S,d}, \quad (5)$$

Bu yerda:  $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$  - Nusselt me'zoni;

$$Gr = \frac{g \beta \Delta t d^3}{\gamma^2} - \text{Grasgof me'zoni};$$

$$Pr = \frac{\gamma}{a} - \text{Prandtl me'zoni};$$

$\lambda$  - havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti,  $\text{Wt/m K}$ ;

$a$  - havoning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$\gamma$  - havoning kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$\Delta t$  - haroratlar farqi;  $^{\circ}\text{C}$

$$\beta = \frac{1}{t_M + 273} - \text{havoning hajmiy kengayish koeffitsiyenti, K}^{-1};$$

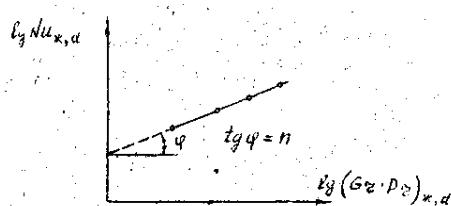
$$g = 9,811 - \text{erkin tushish tezlanishi, m}^2/\text{s};$$

Fizik parametrlar ( $\lambda$ ,  $a$ ,  $\gamma$ ,  $\beta$ ,  $Pr$ ) 5.1-jadvaldan xonadagi havoning harorati bo'yicha olinadi.

Qurilmaning har bir holatiga olingan o'xshashlik mezonlari qiymatlarini logarifmik koordinatalar sistemasidagi grafikka kiritiladi (5.2-rasm).

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

$$Lg Nu_{S,d} = lg C + n lg(Gr, Pr)_{S,d} \quad (6)$$



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

$$S = \frac{Nu_{c,d}}{(Gr \cdot Pr)_{c,d}} \quad (7)$$

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

## VI. BAJARILGAN ISH BO'YICHA HISOBOT

Ish bo'yicha hisobot tarkibi quyidagicha bo'lishi lozim:

1. Ishning qisqacha ta'rifi;
2. Qurilmaning chizma tasviri;
3. O'lchov natijalari bayoni;
4. Issiqlik berish koeffitsiyentini haroratlar farqiga bog'liqlik grafigi va o'xshashlik me'zonlari orasidagi bog'likliklar.

5.1-jadval

$R = 1,01 \cdot 10^5$  'a bo'lgandagi quruq havoning fizik xossalari

5.2-jadval

Mis-konstanta termoparasi uchun gradurovkasi

	3	4	5	6	7	8	9
	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54
	1,70	1,74	1,78	1,81	1,85	1,89	1,93
	2,09	2,13	2,17	2,22	2,27	2,32	2,36
	2,56	2,61	2,66	2,71	2,76	2,80	2,85
	3,05	3,10	3,14	3,19	3,24	3,29	3,34
	3,54	3,58	3,63	3,68	3,73	3,78	3,83
	4,02	4,07	4,12	4,17	4,22	4,26	4,31
	4,51	4,56	4,60	4,65	4,70	4,75	4,80
	4,99	5,04	5,09	5,14	5,19	5,23	5,28
	5,48	5,52	5,57	5,62	5,67	5,72	5,77



$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda \cdot 10^2$ Bm/M.K	$\alpha \cdot 10^6$ M <sup>2</sup> /c	$\nu \cdot 10^6$ M <sup>2</sup> /c	$P_2$
0	2,44	18,8	13,28	0,707
10	2,51	20,0	14,16	0,705
20	2,59	21,4	15,06	0,703
30	2,67	22,9	16,00	0,701
40	2,76	24,3	16,96	0,699
50	2,83	25,7	17,95	0,698
60	2,90	27,2	18,97	0,696
70	2,96	28,6	20,02	0,694
80	3,05	30,02	21,09	0,692
90	3,13	31,9	22,10	0,690
100	3,21	33,6	23,13	0,688
110	3,28	35,2	24,29	0,687
120	3,34	36,8	25,45	0,686
140	3,49	40,3	27,80	0,684
160	3,64	43,9	30,09	0,682

6. Ishni bajarish tartibini aytib bering.

### 5-laboratoriya ishi KOMPRESSOR QURILMASI VA UNI SINOVDAN O‘TKAZISH

#### Ishdan maqsad:

1. Quyida keltirilgan SO-7A nusxali Kompessor qurilmasining ta‘rifi bilan tanishish.
2. Kompessor qurilmasining bosimi havo quvurida qarshilik har xil bo‘lganda elektr dvigateli sarf qilgan quvvatni tajriba yo‘li bilan aniqlash.

1. Quyidagilarni hisoblab topish kerak:

- a) Kompessorning nazariy ishlab chiqarish quvvati,  $V_m$ , m<sup>3</sup>/soat;
- b) Kompessorning haqiqiy ishlab chiqarish quvvati,  $V$ , m<sup>3</sup>/soat.

Ishning davomiyligi 3 soat.

#### I. KOMPRESSOR QURILMASINING TEXNIK TAVSIFI

Ishlab chiqarish quvvati	30 m <sup>3</sup> /soat;
Ishchi bosimi	6 kgs/sm <sup>2</sup> (6* 10 <sup>5</sup> ‘a);
Silindr diametri	78 mm;
porshen diametri	75 mm;
Silindrlar soni	2 ;
porshenning xarakat masofasi	85 mm;

Tirsakli valning aylanish tezligi	1000 marta/min;
Tirsakli valning aylanish yoʻnalishi (mexanik tomonidan)	soat strelkasi yunalishiga qarshi;
Yogʻ sarfi	40 g/soat dan koʻp emas;
Bosimni sozlash chegarasi	2+6 kgs/sm <sup>2</sup> ;
Elektr dvigatelining turi	AOL2-32-2;
Quvvati	4 kVt ;
Valning aylanish soni	2880 marta/min;
Resiverning hajmi	22 litr.

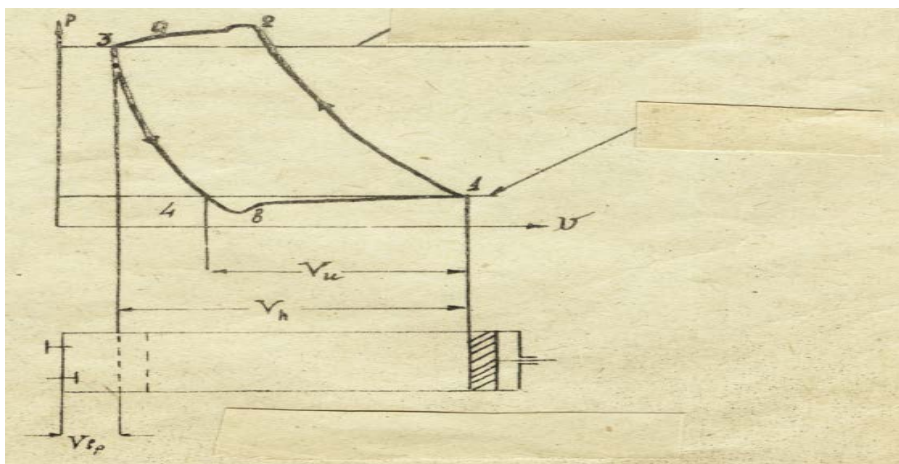
## II. UMUMIY MA'LUMOTLAR

Kompressorlar deb, gazlarning shu jumladan havoni 3 atm dan yuqori boʻlgan bosim bilan siqish uchun xizmat qiluvchi mashinalarga aytiladi. Kompressorlarda olinadigan siqilgan havo, texnikaning turli sohalarida keng qoʻllaniladi. Masalan, siqilgan havoda ishlovchi bolgʻalarda; metallurgiya sanoatida: oʻchoqlarga havo purkashda, metallarga katta bosim ostida qurilishda: ardozlash ishlarini bajarishda, metall quymalarning sirtini qumli oqim bilan tozalashda va h.k.

Kompressorlar ikki turga boʻlinadi:

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

Kompressor mashinalarining ishi termodinamik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, gazning siqilishidagi haqiqiy jarayon bilan ideal jarayonlarning farqi shundaki, haqiqiy jarayonda zararli hajm va boshqa yoʻqotishlar hisobga olinadi, ideal jarayonda esa hisobga olinmaydi. Porshenli kompressorning indikator diagrammasini koʻrib chiqamiz.



Qaydashdagi bosim  
chizigʻi

## 6.1-rasm

Porshenli kompressorning ishlash jarayonining 6.1-rasmda porshenli Kompressorning haqiqiy indikator diagrammasi ko'rsatilgan. Bu diagrammada 1-2 chizig'i. Kompressorning surish va haydash klapanlari yopiq bo'lganda gazning siqilishini tasvirlaydi. Silindrdagi gaz bosimi, haydash quvuridagi bosimdan bir oz oshgach (nuqta 2) , haydash klapani ochiladi va gaz silindrdan haydab chiqariladi (2A3 chizig'i). Porshen chap tomonga eng ko'p chiqqan holatida ya'ni 3-nuqtada, haydash klapani yo'iladi va yana o'ng tomonga harakatlanayotganda, haydash klapani yo'lib, "zararli" hajmda qolib ketgan gazning kengayishi sodir bo'ladi. (3-4 chizig'i). Silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan bir oz kamaygach, surish klapani ochilib, silindr havoga to'ladi. (4v1-chizig'i) so'ngra hamma jarayonlar shu tariqa qaytarilaveradi. Shuni eslatib o'tish kerakki, 4-v-1 va 2-A-3 chiziqlari bilan ifodalangan jarayonlar termodinamik jarayonlar bo'la olmaydi, chunki havo surilganda va haydalganda amalda uning holati o'zgaraydi, balki silindrdagi havoning miqdori o'zgaradi xolos. Shuning uchun 12A34V1 yopiq chiziq termodinamik tsiklni ifoda qilmaydi.

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

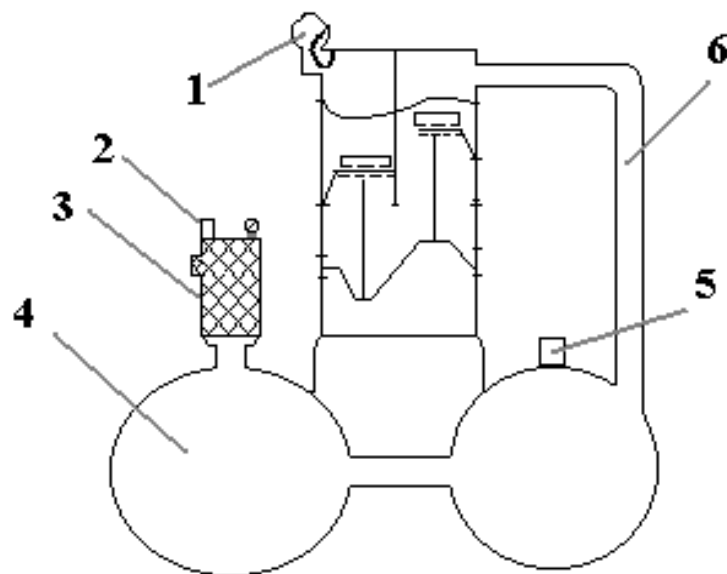
$$\eta_v = \frac{V_u}{V_h} \quad (1)$$

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.

$$\lambda = \frac{V}{V_h} \quad (2)$$

Hajmiy F.I.K. va uzatish koeffitsiyentlarining qiymatlari

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



### III. KOMPRESSOR SO-7A VA UNDAGI HAVO YO‘LINING CHIZMA TASVIRI

Porshen pastga harakatlenganda, 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 harakatlenganda, silindrdagi havo atmosfera bosimiga nisbatan katta bosim bilan siqiladi, natijada surish klapani yopib, tashqi havoning silindr bilan aloqasi uziladi (6.2-rasm). Porshening yuqoriga qarab harakatlanishi davom etadi va silindrda havo haydash klapanini va haydash quvuridagi siqilgan havo qarshiligini yengguniga qadar siqiladi. Shu daqiqada haydash klapani ochilib, siqilgan havo porshen yordamida silindrdan silindr qopqog‘idagi haydash kamerasiga haydab chiqariladi, va haydash quvuri (6) orqali resiver (4) ga, so‘ngra undan yog‘ namlik tozalagichga (3) kelib tushadi. Havo yog‘ namlik tozalagichdan ikkita taqsimlanuvchi kran orqali iste‘molchiga yuboriladi. Yog‘ namlik tozalagichda bosimni kuzatish uchun manometr va siqilgan bosimni sozlash uchun bosim (2) sozlagich o‘rnatilgan. Kompresordagi bosim me‘yordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) o‘rnatilgan.

SO-7A - oddiy harakatlanuvchi, havo bilan sovutiladigan, ikki silindrli bir pog‘onali porshenli Kompresor hisoblanadi. Kompresor



karteri va silindrlar bloki cho'yandan quyilgan. Silindrlarni sovutish uchun silindrlar blokiga halqali qirralar o'rnatilgan. Kompresor silindrlarning qopkog'i alyuminiydan qo'yilgan 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 tayyorlangan surish va haydash klapanlari bilan ta'minlangan.

Shatunlar - shtamplash usuli bilan po'latdan tayyorlangan. Quyi kallachasiga babbitli quyma o'rnatilgan bo'lib, yuqori kallachasiga esa, bronza lentasidan tayyorlangan vtulka siqib qo'yilgan. Porshenlar alyuminiy qotishmasidan qo'yilgan bo'lib, ularning har birida ikkita zichlash va ikkita yog' sidirish porshen halqalari bor. Tirsakli val po'latdan qo'lida tayyorlangan 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 halqalari bilan to'ldirilgan stakan bor. Yog'-namlik tozalagichning vazifasi iste'molchiga 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 bosimning 2 dan 6 kg/sm gacha sozlash mumkin. Ortiqcha siqilgan havoni chiqarib yuborish yo'li bilan kerakli bosim saqlanadi.

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

Ehtiyot klapani -  $7 \text{ kgs/sm}^2$  ga moslab sozlangan bo'lib, bosimni me'yordan oshib ketmasligi uchun xizmat qiladi.

Resiver – tuzilishi jihatidan bir-biriga tutashtirilgan ikkita po'lat quvuridan iborat bo'lib, quyidagilarni amalga oshirish uchun xizmat qiladi:

a) Kompresor 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 qo'yiladi. Moy sathi moy ulchagich yordamida aniqlanadi. Moy sathi moy o'lgachidagi yuqori va pastki belgilar oralig'ida bo'lishi kerak. Moylash uchun kompressor moyi ishlatiladi. Elektr dvigatel 'odshi'niklariga vaqti-vaqti bilan tavot va shunga o'xshash quyuc moy tiqiladi. Kompressor to'siq bilan o'ralgan dvigatel yordamida ishga tushiriladi.

#### **IV. KOMPRESSOR QURILMASINING SIQILGAN HAVO HAR XIL BO'LGANDA ELEKTR DVIGATEL SARF QILGAN QUUVATNI LABORATORIYA 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) Asboblar 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.
- d) Bosim sozlagichni laboratoriya davomida o'zgartirmaydigan ma'lum bosimga moslab qo'yib, elektr dvigatel ishga tushiriladi.
- e) Manometrning ko'rsatishi 1 atm. ni ko'rsatguncha, ikkinchi taqsimlagich jo'mrak asta-sekin yopiladi. Bosim 1 atm. ga yetgach, am'ermetr va voltmetrlarning ko'rsatishlari yozib qo'yiladi.
- d) Manometrning ko'rsatishi 2, 3, 4 atm ko'rsatguniga qadar ikkinchi taqsimlagich jo'mrakni asta-sekin yopish davom ettiriladi va bir vaqtning o'zida 2, 3, 4 atm. larda am'ermetr va voltmetrlarning ko'rsatishlari yozib boriladi. Manometrning ko'rsatishini 4 atm.da oxirgi marta yozib olgach, elektr dvigatel to'xtatiladi.

#### **V. LABORATORIYA NATIJALARINI YOZISH UCHUN JADVAL**

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

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

$$W = 1,73 \cdot I \cdot U \cdot \cos\varphi, \quad (Vt) \quad (3)$$

bu ifodada: I – tok kuchi, A

U – tok kuchlanishi, V

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

## VI. KOMPRESSOR ISHLAB CHIQUARISH QUVVATINI HISOBLASH

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

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

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:

$$V = V_m \cdot \lambda = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n \cdot \lambda, \quad m^3/\text{soat} \quad (5)$$

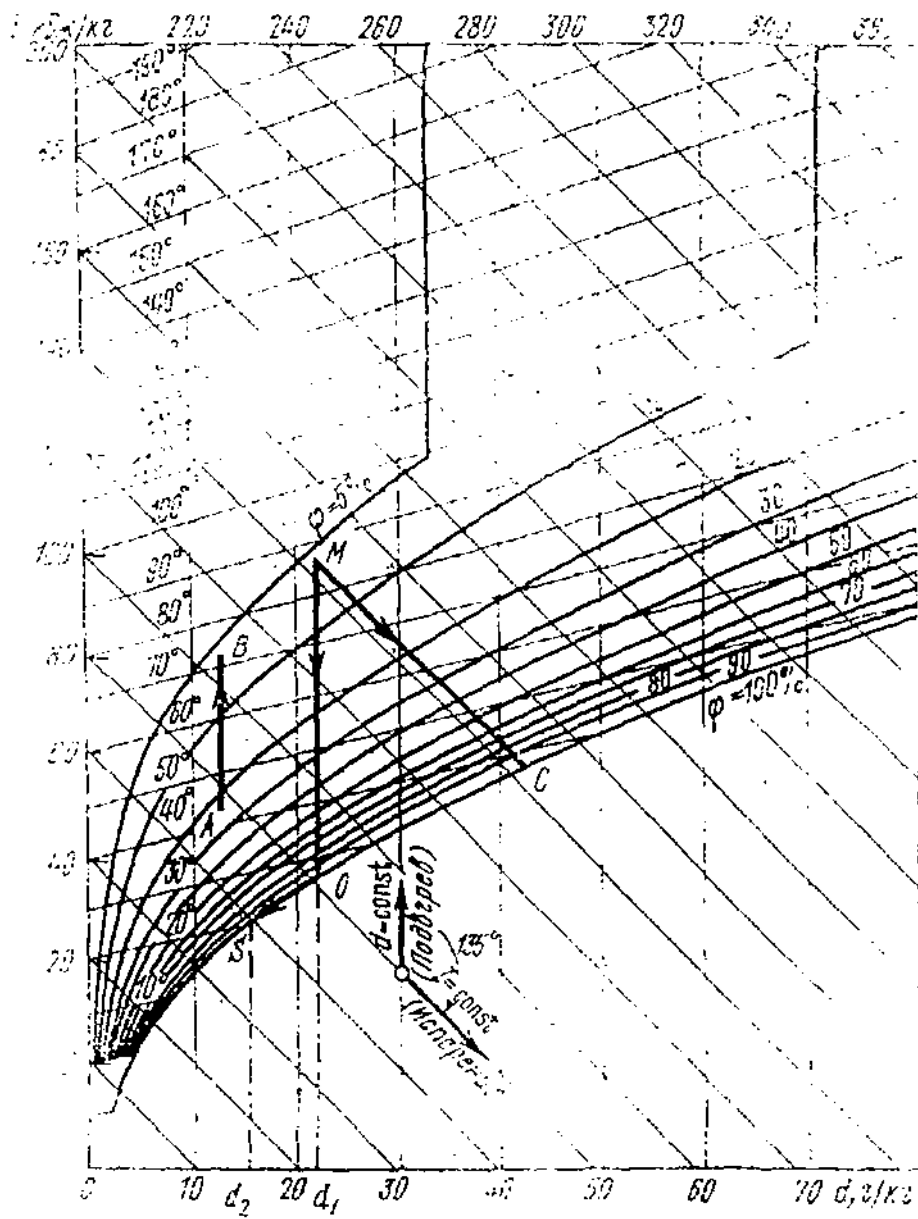
bu ifodada:  $\lambda$  - uzatish koeffitsiyenti.

**1-Ilova**

Psixrometrik jadval

Quruq termometrning ko'rsatkichi	Quruq va ho'l termometrlar ko'rsatkichining farqi, °C					
	0	1	2	3	4	5
	Nisbiy namlik, %					
1.						
2.						
3.	100	86	70	-	-	-
4.	100	86	72	56	-	-
5.	100	86	72	60	44	-
6.	100	87	72	60	47	34
7.	100	87	75	61	48	37
8.	100	89	77	63	50	40
9.	100	89	77	64	53	41
10.	100	89	78	66	54	44
11.	100	89	78	67	56	46
12.	100	90	78	67	57	48
13.	100	90	80	68	58	50
14.	100	90	80	71	60	50
15.	100	90	80	71	61	54
16.	100	90	81	71	62	55
17.	100	90	81	72	64	56
18.	100	91	82	73	65	58
19.	100	91	82	74	65	59
20.	100	91	83	74	66	59
21.	100	91	83	75	67	60
22.	100	92	83	76	68	61
23.	100	92	84	76	69	61
24.	100	92	84	77	69	62
25.	100	92	84	77	70	63
26.	100	92	85	78	72	64
27.	100	92	85	78	71	65
28.	100	93	85	78	72	66
29.	100	93	86	79	72	66
30.	100	93	86	79	73	67

Nam havoning I-d diagrammasi



## ADABIYOTLAR

1. Теплотехника. / pod red. Lukanina V.N. - М.: Вышняя школа, 2000
2. Isachenko V.P., Osipova V.A., Sukomel A.S. Теплопередачи. Энергия.; М. 1975.
3. Lyashkov V.I. Теоретические основы теплотехники. – М.:Mashinostroenie –1, 2002
4. Baskakov A.P. Теплотехника энергоатомиздат, 1999
5. [http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot\\_lit.htm](http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm)
6. [http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product\\_no=854](http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854)
7. [http://www.books.rosteplo.ru/show\\_book.php?isbn=5-7046-0512-5&catid=2](http://www.books.rosteplo.ru/show_book.php?isbn=5-7046-0512-5&catid=2)
8. <http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm>

Muharrir: Sidikova K.A.  
Musohhih: Toshpo‘latova Sh.A.

**Qaydlar uchun**



<b>1</b>	laboratoriya ishlarini boshqarish qoidalari .....	4
<b>2</b>	laboratoriya ishlarini bajarishda xavfsizlik texnikasiga oid ko'rsatmalar.....	5
<b>1</b>	laboratoriya ishi. Bosim va haroratni o'lchash asboblari.....	13
<b>2</b>	laboratoriya ishi. Havonining hajmiy issiqlik sig'imi aniqlash.....	17
<b>3</b>	laboratoriya ishi. Quvur shaklidagi izolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash.....	21
<b>4</b>	laboratoriya ishi. Gorizantal quvurnining issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash.....	28
<b>5</b>	laboratoriya ishi. Kompresor tuzulishi va ishlash prinsipi..	36
<b>6</b>	Foydalanilgan adabiyotlar.....	37