

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY NOMLI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI

“ISSIQLIK TEXNIKASINING NAZARIY ASOSLARI”

fanidan tajriba ishlari to'plami

USLUBIY QO'LLANMASI

1-qism

Toshkent 2006

«Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami uslubiy qo'llanmasi. 1-qism. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh.- Toshkent, ToshDTU. 2006.- 50 b.

“Issiqlik texnikasining nazariy asoslari” fanidan bosim va harorat, issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanlik, issiqlik berilishi va kompressor mavzulari bo'yicha tajriba ishlari keltirildi.

ToshDTUning barcha yo'nalishlari bakalavriat talabalariga mo'ljallangan.

«Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» kafedrası

Abu Rayhon Beruniy nomli Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga binoan chop etildi.

Taqrizchilar:

O'zR FA Fizika-texnika instituti

“Selektiv qoplash va quyosh issiqlik qurilmalari” laboratoriya mudiri, prof.

ToshDTU IES kafedrası

dotsenti, t.f.n.

R.R.Avezov

X.A.Alimov

1 - tajriba 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 Nyuton (1 N), yuza esa m^2 bo'lgani uchun, bosim birligi $1 N/m^2$ – bu birlik Paskal (1 Pa)ga teng. 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 bar ishlatiladi, bu bosim atmosfera bosimiga yaqin bo'lgan bosimdir.

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

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

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

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

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

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

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Fizik atmosfera (1 atm) 0°C haroratda 760 mm sim.ust.-ga teng.

Bosim quyidagi turlarga bo'linadi:

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

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

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

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

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

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

Bosim o'lchash uchun quyidagi asboblarda ishlatiladi: atmosfera bosimi – barometrlarda, ortiqcha bosim – manometrlarda, siyraklanish bosimi – vakuummetlarda o'lchanadi.

Ishlash usuliga ko'ra asboblarda ikki turga bo'linadi:

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

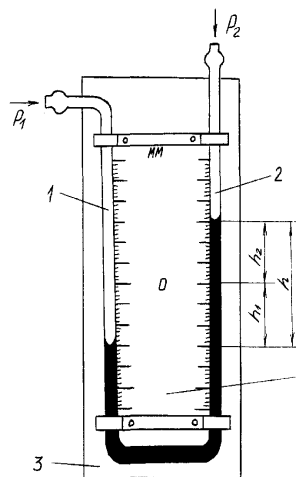
Prujinali manometrlar – bunda bosim prujining mexanik harakatga kelishi bilan aniqlanadi.

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

2. SUYUQLIK BILAN ISHLAYDIGAN ASBOBLAR

Bosim o'lchash asboblari eng soddasi suyuqlik bilan ishlaydigan manometrlardir, ular katta aniqlikda o'lchaydi. Bu manometrlarni o'lchash chegarasi shisha trubkalarni uzunligi va shishani qattiqligiga bog'liq, u kichik bosimlarni 200 kPa gacha o'lchaydi.

2.1. U – simon manometr - U–simon shishadan tuzilgan naycha bo'lib, ichiga suyuqlik to'ldirilgan, uning bir uchi bosim o'lchashi kerak bo'lgan idishda, ikkinchi uchi esa ochiq holda turadi va u atmosfera bosimi ostida bo'ladi (1.1-rasm). Agar idishdagi bosim atmosfera bosimidan katta bo'lsa, ochiq tomonidagi suyuqlik sathi 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.

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

bu yerda: h – suyuqlik sathlarining farqi, m;

ρ – suyuqlik zichligi, kg/m^3 ;

ρ_m – o'lchanadigan muhitning zichligi, kg/m^3 ;

g – erkin tushish tezlanishi, m^2/s .

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

$$P_{\text{ort}} = h \rho g, \quad \text{Pa}$$

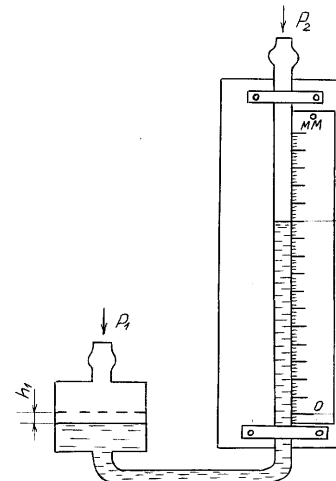
U-simon manometrlarda yana siyraklanish (vakuum) bosimini ham aniqlash mumkin. Bunda suyuqlik sathi vakuum o'lchanadigan tomonga ko'tariladi.

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 differensial manometr yoki difmanometr deyiladi.

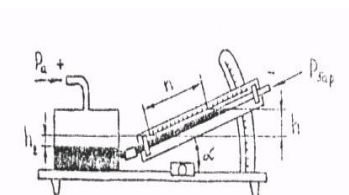
2.2. Chashkali manometr. U-simon manometrning kamchiligi suyuqlikni ikkita sathi o'lchanib, keyin farqi olinishidir, bu kamchilik chashkali (bir naychali) manometrlarda yo'q (1.2-rasm). Chashkali manometrlarni U-simon manometrlardan farqi shundaki, chashkali manometrning bir uchi naychadan ikkinchi uchi esa chashkasimon

idishdan iborat. Idishga suyuqlik (suv) shunday to'ldiriladiki, bunda suyuqlik sathi naychada 0 (nol)da turishi kerak.

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



1.2-rasm



1.3-rasm

2.3. Mikromanometr. Kichik bosimlarni (100 dan 200 kPa gacha) o'lchash uchun naychasi egilgan α burchak ostida bo'lgan chashkali manometr ishlatiladi (1.3-rasm). Bunda bosim $P = h \sin \alpha \rho g$, Pa bo'ladi,

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

Naycha burchak ostida bo'lgan holatda suyuqlikning sathi vertikal holatda turganga nisbatan birmuncha o'zgaradi, bu egilgan naychali mikromanometrlar bosimini 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. Naychasining o'zgarish burchaklari belgilab qo'yilgan bo'lib, 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 mikromanometr ga 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.

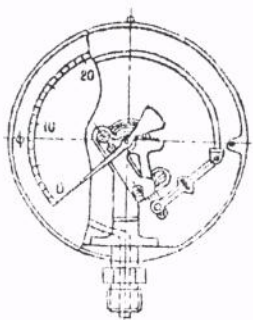
Bosim o'lchash uchun bitta naychali (Burdon naychasi yoki prujinali) manometrlar ko'p ishlatiladi.

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

3.1. Pujinali manometrlar

Pujinali manometrlarda asosiy element prujina - ko'ndalang kesimi yuzasi ellips shaklida bo'lgan metall dan 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. Naychani

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 naychani strelkaga ulangan uchi harakatga keladi va strelka ma'lum bir qiymatga o'zgaradi. Bu bosimning qiymati bo'ladi.



1.4-rasm

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

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

Monovakuummetrlarda nol qiymat shkalani 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 qiymat sonini harorat shkalalari ko'rsatib beradi. Harorat shkalalari Selsiy, Kelvin, Farengeyt va Reomor shkalalariga bo'linadi. Selsiy shkalasida asosiy reper nuqtalari qilib muzning erish nuqtasi 0°C va suvning qaynash nustasi 100°C deb qabul qilingan. Bu nuqtalardagi termometr ko'rsatkichining farqini 100 ga bo'lsak, Selsiy gradusi (°C) kelib chiqadi. Farengeyt shkalasida muzning erish harorati 32°F va suvning qaynash harorati 212°F deb qabul qilingan. Farengeyt shkalasida haroratlarning farqi 212-32=180°F teng. Shuning uchun 1°F $\frac{100}{180} = \frac{5}{9}$ °C ga teng bo'ladi va bunda

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32); \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 32.$$

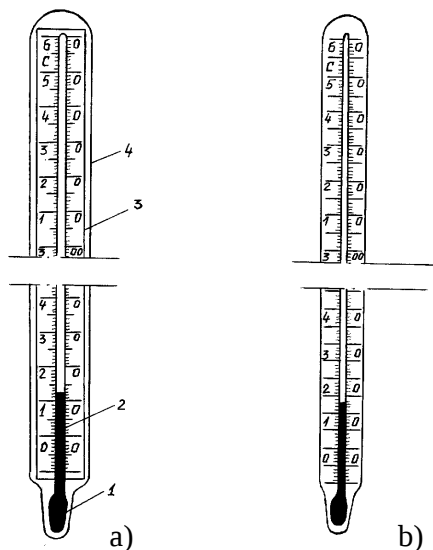
SI sistemasida mutlaq harorat Kelvin shkalasida o'lchanadi. Amalda esa har bir asbob Selsiy gradusida o'lchaydi. Shuning uchun ularning orasidagi bog'lanishni quyidagicha yozamiz.

$$T_K = t_{^{\circ}C} + 273,15.$$

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

- a) kengayish termometrlari;
- b) manometrik termometrlar;
- d) qarshilik termometrlari;
- e) termoelektrik pirometrlar;
- f) optik pirometrlar.

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

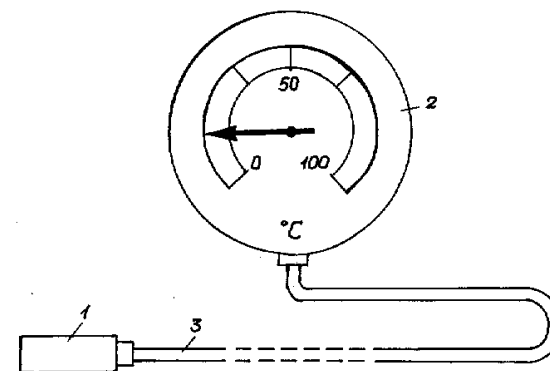


1.5-rasm.

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

Ichida ishchi jismning to'ldirilishiga asoslanib, manometrik termometrlar gazli va suyuqlikli bo'lishi mumkin. Manometrik termometr manometr 2, kapillar 3 va termoballon 1dan iborat.

Termoballon 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.



1.6-rasm

1.3. Qarshilik termometrlari. Qarshilik termometrlarining ishlashi esa harorat o'zgarishida qarshilikning 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 ifodalanadi:

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

bu yerda : R_t – $t^{\circ}C$ haroratdagi qarshilik, Om ;

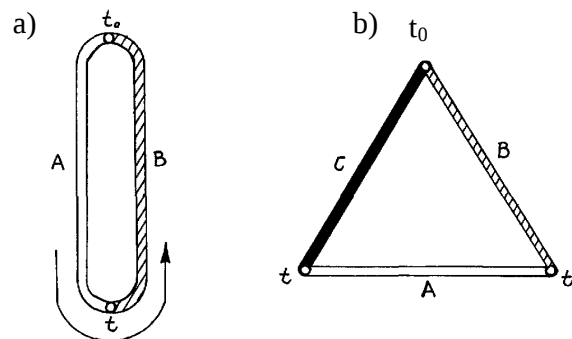
R_0 – $0^{\circ}C$ dagi qarshilik, Om ;

0,00428 – harorat koeffitsienti, $grad^{-1}$.

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

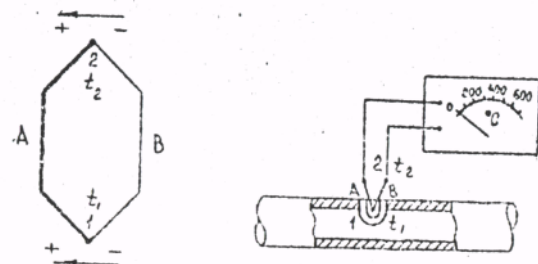
$$R_t = R_0 (1 + A t + B t^2),$$

bu yerda: A va B - o'zgarmas kattaliklar ($A=3,94 \cdot 10^{-3}$; $B= - 5,8 \cdot 10^{-7}$).



1.7-rasm

1.4. Termopara (termojuft). Termopara 2 xil metall qotishmasidan ishlangan A va B 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). Issiq va sovuq uchlarining orasida EYuK (elektr yurituvchi kuch) hosil bo'ladi (1.8-rasm).



1.8-rasm

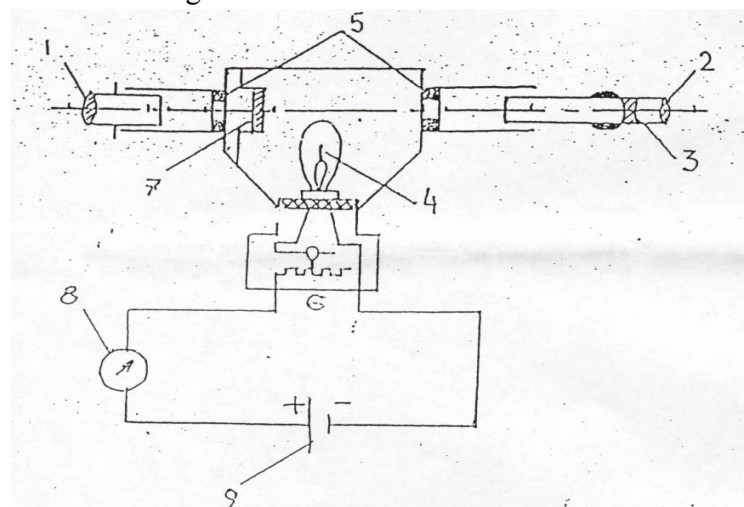
Termoparada elektr yurituvchi kuchni potentsiometr yoki millivoltmetr bilan o'lchanadi va EYuK qiymatini jadval yoki grafik yordamida $^{\circ}\text{C}$ ga aylantiriladi. Agar termoparaning sovuq uchi 0°C ga ega bo'lmay, xona haroratiga ega bo'lsa, EYuK ni $^{\circ}\text{C}$ ga aylantirishda xonaning haroratini qo'shish kerak. Termoparalar xrom (nikel bilan xrom qotishmasi)-kopel (nikel bilan mis qotishmasi) xrom-alumel (nikel bilan aluminiy qotishmasi) va boshqalar bo'lishi mumkin. Termopara 3500°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 ishlatiladi (1.9-rasm). "Yo'qoluvchan tolali" optik pirometrning ishlash usuli yonayotgan jismning yorug'ligi bilan shu asbob ichida joylashtirilgan lampaning volfram tolasini tarqatayotgan nurining yorug'ligi tenglashishiga asoslangan.

Optik pirometr quyidagi elementlardan tashkil topgan:

1-obyektiv; 2-okular; 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, volfram tolaning tarqatayotgan nuri yorug'ligi yonayotgan jismning tarqatayotgan nuri yorug'ligi bilan tenglashib qoladi. Bu esa o'lchanayotgan muhit haroratiga mos keladi. Shunda reostat orqali moslashni to'xtatib, shkaladan o'lchanayotgan muhitdagi jismning harorati necha gradusga tengligi yozib olinadi. Optik pirometr ikki shkalali qilib ishlangan. Agar 1400°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. TAJRIBA 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 usuli o'rganiladi.
2. Kompresordan keladigan havo quvurlaridagi kran (ventil)lar tekshiriladi.
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.
5. Differensial manometr yordamida bosimlar farqi o'lchanadi.
6. Mikromanometr va chashkali manometrlar ulangan kranlarni ochib, quvurdagi bosim o'lchanadi.
7. Vakuum nasosni ishlatib, vakuummetrda vakuum bosimi o'lchanadi va vakuum nasosini o'chirib, kranlar yopib qo'yiladi.
8. Haroratni o'lchaydigan asboblarning bilan tanishib, ularni chizib olib, ishlashini tushuntirib beriladi.
9. Xonaning haroratini har xil termometrlar bilan o'lchanadi va uni Kelvin shkalasida ifodalanadi.

IV. ISHNING HISOBOTI

Ishning hisobotida quyidagilar bo'lishi shart:

1. Manometrlarning qisqacha tavsifi.
2. Manometrlarning chizma tasviri.
3. Haroratni o'lchash uchun qanday usullar borligini so'zlab bering.
4. SI sistemasi va texnik sistemadagi harorat shkalasini aytib bering.

2 - tajriba ishi

BOSIM O'ZGARMAS BO'LGANDA HAVONING ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: To'g'ri oqimli kalorimetr usulida doimiy bosimda gazlarning hajmiy issiqlik sig'imini C_p' tajriba orqali aniqlashda bilimni oshirish.

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 rotametr 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 - rotametr - vaqt birligi ichida oqib o'tgan havoning miqdorini o'lchaydi. Shuning uchun bevosita o'zgarmas bosimda havoning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi hisoblanadi:

$$C_{pm}' \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{Q}{V_0(t_2 - t_1)}, \quad (1)$$

bu yerda:

- $C_{pm}' \Big|_{t_1}^{t_2}$ – o'zgarmas bosimda t_1 dan t_2 gacha harorat oralig'ida gi havoning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi, [kJ/nm³ °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 miqdori) havoning sarfi, nm^3/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):

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \quad (3)$$

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

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

$$C'_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{C'_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} \cdot 22,4}{M}, \quad (4)$$

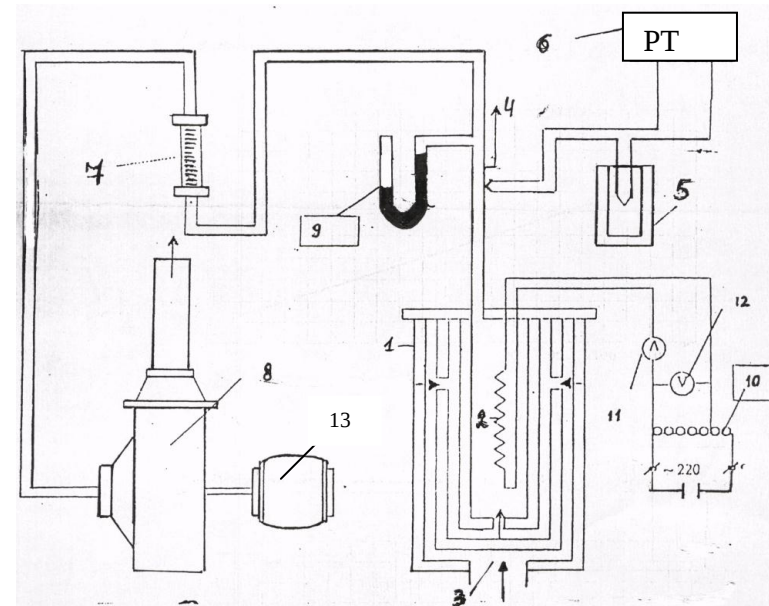
bu yerda: $C'_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2}$ – o'zgarmas bosimda o'rtacha massaviy issiqlik sig'imi, $\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$;

μ – havoning molekular og'irligi, $\mu = 29$; kg/kmol ;

22,4 – normal sharoitdagi hajm, nm^3/kmol .

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

Elektr isitgichli (2) atrofi izolyatsiya qilingan to'g'ri oqimli kalorimetr (2.1-rasm) (1) laboratoriya xonasida joylashgan va shu yerdan havo quvurchasi (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) potensiometr (6)ga ulanib o'lchanadi. Kalorimetrdan oqib o'tgan havoning miqdori rotametr (7) yordamida o'lchanadi. Kalorimetr ventilator (8) ga so'ruvchi quvur orqali ulangan, shuning uchun kalorimetrdagi havoning issiqlik sig'imi atmosfera bosimidan kichik bo'lgan bosimda aniqlanadi. Kalorimetrdagi vakuum bosim U -simon manometr (9) yordamida o'lchanadi. Chizmada yuqoridagilardan tashqari elektr dvigatel (13), LATR – laboratoriya avtotransformatori (10), ampermetr (11) va voltmetr (12) 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.



2.1-rasm

III. TAJRIBANI O'TKAZISH TARTIBI VA USULI

1. Ventilatorni ulash.
2. Isitgichni ulash va LATRni sozlab, kerakli t_2 haroratni yuzaga keltirish ($40-60^{\circ}\text{C}$).
3. Tajribani barqaror holatda o'tkazish. Buning uchun tajriba davomida (5-7 daqiqa) isitgichdagi kuchlanishni, t_2 haroratni va rotametr ko'rsatkichini o'zgarmas qilib saqlash kerak.
4. Kuchlanish U va tok kuchi I ning qiymatini yozish.
5. Potensiometr yordamida termo-EYuKning qiymatini o'lchab, t_2 haroratni aniqlash.
6. Rotametr ko'rsatkichini yozish.
7. U-simon manometr yordamida P_{vak} o'lchash.
8. Barometr bilan R_{bar} ni o'lchash.
9. Tajriba ikkita harorat oraliqlarida (masalan, t_1 dan $t_2=40^{\circ}\text{C}$ gacha va $t_2=50^{\circ}\text{C}$ gacha) o'tkaziladi.

IIY. TAJRIBA NATIJALARI JADVALI

N ^o	t_1 $^{\circ}\text{C}$	t_2 mV $/^{\circ}\text{C}$	U V	I A	R	V m^3/s	P_{VAK} mm suv ust.	P_{BAP} mm sim.ust.	P_{abs} atm
1									
2									
3									

Y. TAJRIBA NATIJALARINI 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 m^3/sek ga aylantirish kerak.

3. Kolorimetrdagi havoning mutlaq bosimini hisoblash

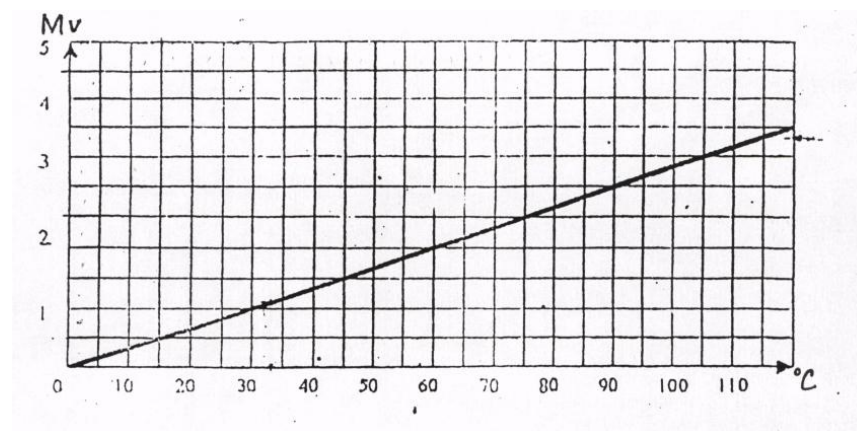
$$P_{\text{ABS}} = \frac{P_{\text{BAR}} \text{ mm sim.ust.}}{760} - \frac{P_{\text{VAA}} \text{ mm suv ust.}}{1,033 \cdot 10^4} \quad (6)$$

4. $C'_{pm}|_{t_1}^{t_2}$ qiymatini (1) va (4) ifodalar yordamida hisoblanadi.

5. Hisoblab topilgan $C'_{pm}|_{t_1}^{t_2}$ issiqlik sig'imining qiymatini havo uchun keltirilgan, chiziqli bog'liqliging tenglama yordamida hisoblangan qiymat bilan taqqoslash kerak:

$$C'_{pm}|_{t_1}^{t_2} = 0,9952 + 0,9349 \cdot 10^{-4} \cdot t, \quad \text{kJ/kg}^{\circ}\text{C} \quad (7)$$

$$t=t_1+t_2$$



2.2-rasm

3-tajriba ishi

IZOLYATSION MATERIALLARNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIENTINI PLITA USULI BILAN ANIQLASH

Ishning maqsadi: issiqlik o'tkazuvchanlik nazariyasidan olingan bilimlarni mustahkamlash va talabalarining tajriba o'tkazish malakasini oshirish.

Ishning natijasida, barqaror holatda yassi devor orqali issiqlik o'tkazish jarayoni o'rganilishi va marmarning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientini haroratga bog'liqligini topish kerak.

Vazifa:

1. Har xil haroratlarda marmarning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientini topish.
2. Bajirilgan ish yuzasidan hisobot yozish.

I. NAZARIY QISM

Qattiq jismlarda issiqlik uzatilishining jadalliligi harorat gradiyentiga va issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientiga bog'liq. Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti fizik kattalik bo'lib, materialning issiqlik o'tkazish qobiliyatini bildiradi.

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

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{s_1} - t_{s_2}) F, \quad \forall t \quad (1)$$

bu ifodada: t_{s_1}, t_{s_2} – namuna sirtlaridagi haroratlar, $^{\circ}\text{C}$;

λ – tekshirilayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti, Wt/m K ;

δ – tekshirilayotgan materialning qalinligi, m;

F – namuna sirtining yuzasi, m^2 ;

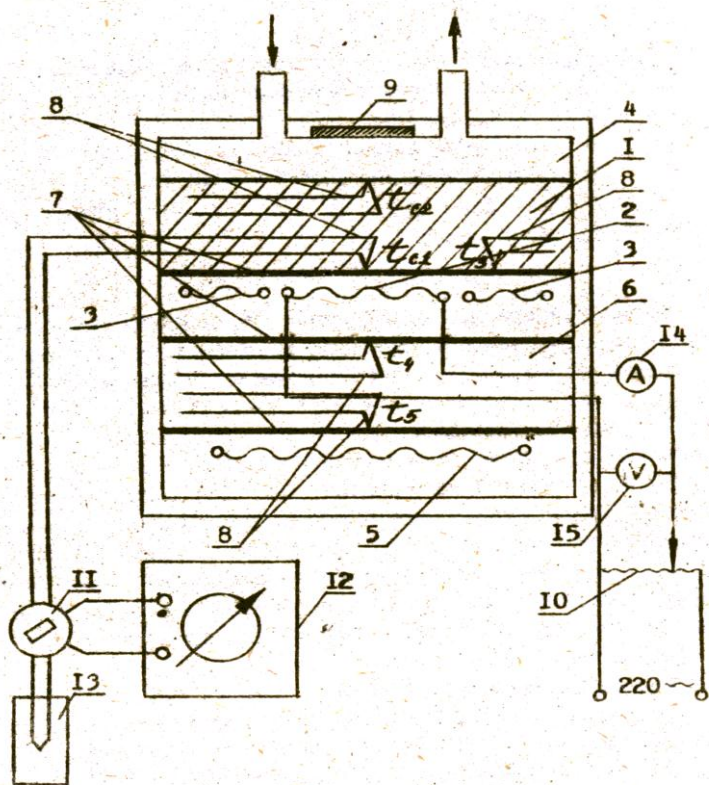
$Q, t_{s_1}, t_{s_2}, \delta, F$ larni o'lchab, ularning qiymatlarini (1) ifodaga qo'yib, λ qiymati aniqlanadi.

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

Izolyatsion materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti λ 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 qatlam 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 quvvatini shunday sozlash kerak-ki, $t_1 = t_3$ va $t_4 = t_5$ bo'lsin. Bu shartning bajarilishi asosiy isitgich

(2) dan chiqqan issiqlikning atrofga bekorga sarf bo'lmayotganidan dalolat beradi. Sovutgich (4) namunadan tayyorlangan ichi bo'sh diskdan iborat bo'lib, suv sirkulyatsiyasini hosil qilish uchun ichida to'siqlar bor. Yuk (9) sovutgichni namunaga bosib turadi.



3.1-rasm

λ 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.

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) moslama (pereklyuchatel) (11)ga ulangan. Termoparalarning elektr yurituvchi kuchi potensiometr (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_{s_2} ga teng deb qabul qilinadi.

III. TAJRIBA O'TKAZISH VA UNING NATIJALARINI ISHLAB CHIQUV

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 yo'l qo'ymaslik kerak. Barcha o'lchovlar barqaror issiqlik holatida amalga oshiriladi. Ushbu holat vaqt o'tishi bilan o'lchov asboblarning ko'rsatkichlari o'zgarmasligi bilan ifodalanadi va u qurilmada 30-40 daqiqalar o'tgach qaror topadi. Barqaror issiqlik holati qaror topgach, asbob ko'rsatkichlari yozib olinadi va keyingi holatga o'tiladi. Buning uchun tok kuchini o'zgartirish kerak. Qurilmaning ish holati kamida 4 marta o'zgartiriladi.

Tekshirilayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasidan (1) hisoblab topiladi:

$$\lambda = \frac{Q\delta}{(t_{s_1} - t_{s_2})F}, \quad \text{Vt/mK} \quad (2)$$

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

ΔU – kuchlanishning kamayishi, V.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining hisoblab topilgan qiymati tekshirilayotgan materialning o'rtacha haroratiga mos keladi.

$$t_{ort} = \frac{t_{s_1} + t_{s_2}}{2} \quad (4)$$

Har xil haroratlarda λ ning bir ²² nechta (4 tadan kam bo'lmasin) qiymatini aniqlab, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining materialning o'rtacha haroratiga bog'liqlik chizmasi chiziladi.

$$\lambda = f(t_0, r). \quad (5)$$

IV. ISH YUZASIDAN HISOBOT

Bajarilgan ish yuzasidan yozilgan hisobotda quyidagilar bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha mazmuni.
2. Tajriba qurilmasining chizma tasviri.
3. Asboblarning ko'rsatishini va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining aniqlangan va adabiyotlardagisi bilan solishtirilgan qiymatlarini yozish uchun jadval.
4. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining material haroratiga bog'liqlik chizmasi.

Asboblar ko'rsatishi va tajriba natijalari jadvali

[illegible]

Xromel-kopel termoparasi gradirovkasi

3.2-iadval

C	3.2-iadval										holat	№	ΔU V
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
10	065	0,72	0,78	0,85	0,91	0,98	1,05	1,11	1,18	1,24		1	
20	1,34	1,38	1,44	1,54	1,57	1,64	1,70	1,77	1,84	1,91			
30	1,98	2,05	2,12	2,18	2,25	2,32	2,38	2,45	2,52	2,59			
40	2,66	2,73	2,80	2,87	2,94	3,00	3,07	3,14	3,21	3,28		2	
50	3,35	3,42	3,49	3,56	3,63	3,70	3,77	3,84	3,91	3,98			
60	4,05	4,12	4,19	4,26	4,33	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69			
70	4,76	4,83	4,90	4,98	5,05	5,12	5,20	5,27	5,34	5,41		3	
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	9,03	9,10			
130	9,18	9,25	9,33	9,40	9,48	9,55	9,63	9,70	9,78	9,85			

4-tajriba ishi

QUVUR SHAKLIDAGI IZOLYATSION MATERIALLARNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

- «Issiqlik uzatilishi» fanining issiqlik o'tkazuvchanlik nazariyasiga oid bilimlarni mustahkamlash.
- Furye qonunini, quvur shaklidagi jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlarini aniqlash uchun tatbiq etilishini ko'rsatish.
- Talabalarda tajriba o'tkazish malakasini hosil qilish.

I. NAZARIY QISM

Issiqlik o'tkazuvchanlik, issiqlik uzatish usullaridan biridir. Issiqlik o'tkazuvchanlik deb, jism elementar zarrachalarining tebranma harakati tufayli issiqlikning uzatilishiga aytiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonuni – Furye qonunidir. Furye qonuniga asosan elementning dF izotermik sirt yuzasidan dτ vaqt ichida o'tgan issiqlik oqimi dQ harorat gradiyentiga to'g'ri proporsionaldir:

$$dQ = - \lambda \text{grad } t \, dF \, d\tau \quad (1)$$

Bu tenglamani integrallab silindrik qatlam uchun quyidagi ifodani yozamiz.

$$Q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{2\pi\lambda\ell} \ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (2)$$

Bu yerda: λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, Vt/mK;

t_1, t_2 – quvurning ichki va tashqi sirtlarining haroratlari, °C;

ℓ – quvurning uzunligi, m;

d_1, d_2 – quvurning ichki va tashqi diametrlari, mm.

Agar $\ell, d_1, d_2, t_1, t_2, Q$ o'lchansa, (2) tenglama orqali issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash mumkin. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti vaqt birligi ichida 1 m² izotermik sirt yuzasidan haroratlar o'zgarishi 1°C bo'lganda o'tgan issiqlik oqimiga teng. λ - har xil moddalar uchun har xil qiymatga ega va u moddaning tuzilishiga, hajmiy og'irligiga, namligiga, bosimi va haroratiga bog'liq bo'ladi.

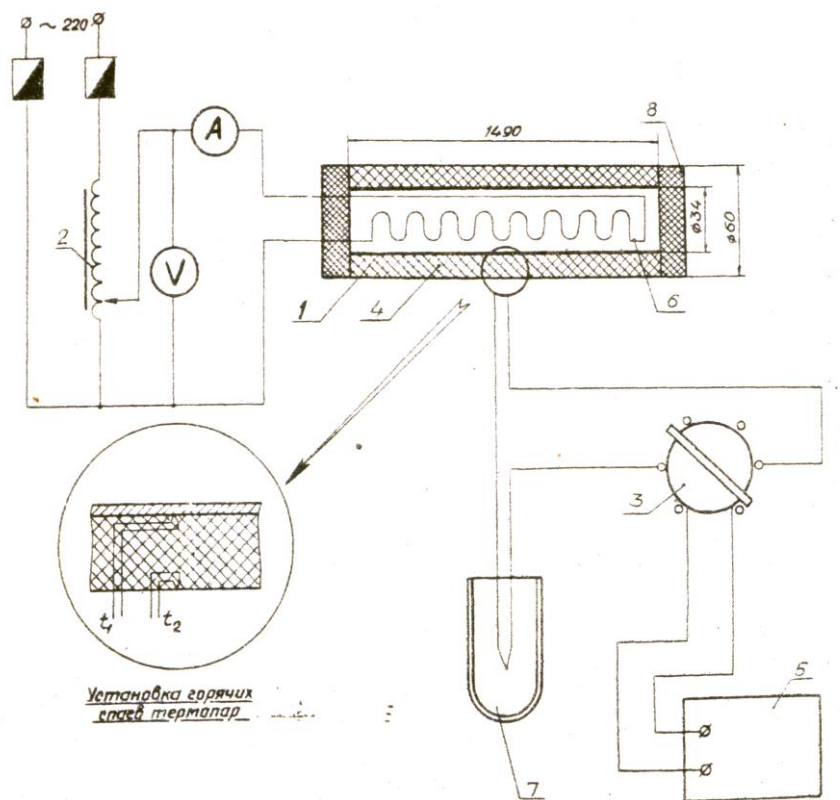
II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

4.1-rasmda tajriba qurilmasining chizma tasviri ko'rsatilgan. Qurilma izolyatsion material (4) (asbestosement)dan tayyorlangan uzunligi $\ell=1,49$ m, ichki diametri $d_1=34$ mm va tashqi diametri $d_2=60$ mm bo'lgan (1) quvurdan iborat. Quvurning ichiga elektr isitgich (6) joylashtirilgan. Tok kuchi laboratoriya avtotransformatori (2) bilan sozlanadi, ampermetr va voltmeter ko'rsatkichlari bo'yicha sarflangan quvvat aniqlanadi. Tekshirilayotgan materialning haroratlari oltita - mis konstantali termoparalar yordamida o'lchanadi, termoparalarning issiq uchlari izolyatsion qatlamning ichki va tashqi sirtlarining uchta nuqtasida joylashtirilgan. Termoparaning kavsharlangan sovuq uchini 0°C da saqlash uchun muz solingan Dyuar (7) idishiga solingan. Termoparalar moslama (3) orqali potensiometr PP-1(5)ga ulanadi. Potensiometrda o'lchanilgan issiqlik EYuKni graduslarga aylantirish uchun 2-ilova keltirilgan. Issiqlik oqimini bir o'lchamda ta'minlash uchun quvurning uzunligi diametriga qaraganda anchagina uzun olingan, quvurning ikkala tomoni izolyasiyalangan (8) va elektr isitgich quvur uzunligi bo'yicha bir xilda taqsimlangan.

III. TAJRIBA O'TKAZISH TARTIBI VA NATIJALARINI ISHLAB CHISISH

Tajriba ishining bayonini o'qib, tanishib chiqilgandan keyin, tajriba natijalarini yozish uchun 2-jadval tayyorlanadi.

O'lchov asboblari to'g'ri ulanganligini va Dyuar idishida muz bor yoki yo'qligini o'qituvchi yordamida tekshirib chiqqach, qurilmani elektr toki manbaiga ulash va tajriba o'tkazish mumkin. Barcha o'lchovlar barqaror issiqlik holatida amalga oshiriladi. Ushbu holat vaqt o'tishi bilan o'lchov asboblari ko'rsatkichlari o'zgarmasligi bilan ifodalanadi va u qurilmada 30-40 daqiqalar o'tgach qaror topadi. Barqaror issiqlik holati qaror topgach asbob ko'rsatkichlari yozib olinadi va keyingi holatga o'tiladi. Buning uchun tok kuchini o'zgartirish kerak.



4.1-rasm

Tekshirilayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{Q \ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi \ell (t_{10'r} - t_{20'r})} \quad (3)$$

Elektr qizdirgichdan ajralib chiqqan issiqlik oqimi Q quyidagi ifodadan aniqlandi:

$$Q = I \cdot \Delta U \quad (4)$$

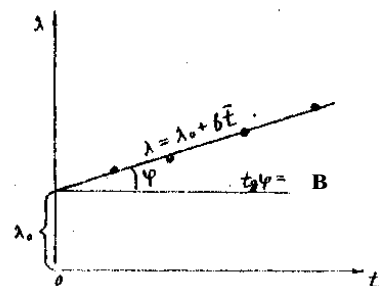
Bu ifodadan: I - tok kuchi, A;

ΔU - kuchlanishning pasayishi, V.

(3) tenglama yordamida hisoblab topilgan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati, quvurning o'rtacha harorati $t_{0'r}$ ga mos keladi. Shuning uchun asbest quvurining o'rtacha harorati (5) ifodadan aniqlanadi:

$$t_{0'r} = \frac{t_{10'r} + t_{20'r}}{2} \quad (5)$$

Hamma holat natijalari asosida topilgan $\lambda_1, \dots, \lambda_5$ va $t_{10'r}, \dots, t_{50'r}$ lar asosida, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining haroratga bog'liqlik chizmasi λ - t koordinat sistemasida chiziladi (4.2-rasm).



4.2-rasm

Asbestosement uchun $\lambda = f(t_{0'r})$ chizmasi tajriba to'g'ri o'tkazilsa, to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Bu to'g'ri chiziqning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$\lambda = \lambda_0 + B \cdot t_{0'r} \quad (6)$$

Chizmaning ordinata o'qi bilan kesishgan nuqtasidagi λ_0 ning qiymati asbestning 0°C dagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining

ini yozish uchun jadval

λ , Vt/ MK					
Δt , °C					
t_2 , °C					

1. Tajriba ishining qisqa bayoni;
2. Tajriba qurilmasining chizmasi;
3. Tajriba natijalari yozilgan jadval va ularning natijalarini ishlab chiqish;
4. Asbestosement uchun issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientining haroratga bog'liqlik chizmasi.

[illegible]

5-tajriba 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 koeffitsientining turli omillarga bog'liqligi aniqlanishi kerak.

VAZIFA:

1. Havoning erkin konveksiya sharoitida gorizontaal quvurning o'rtacha issiqlik berish koeffitsientini va uning harorat farqiga bog'liqligini aniqlash.
2. Tajriba natijalarini ishlash va ularni umumiy mezon ko'rinishiga keltirish.

I. 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 koeffitsienti Nyuton-Rixman qonuni bo'yicha aniqlanadi.

$$\alpha = \frac{Q_k}{F(t_{q.s} - t_m)}, \quad \text{Vt/m}^2 \cdot \text{K} \quad (1)$$

bu yerda: Q_k – qizdirilgan quvurdan konveksiya usulida berilayotgan issiqlik miqdori, Vt;

F – quvur sirti yuzasi, m^2 ;

$t_{q.s}$ – qattiq sirtning o'rtacha harorati, $^{\circ}\text{C}$;

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

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

Tajriba qurilmasi (5.1-rasm) nisbatan barqaror haroratli xonaga joylashgan. Diametri $d=32$ mm va uzunligi $\ell=1490$ mm bo'lgan gorizonta 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

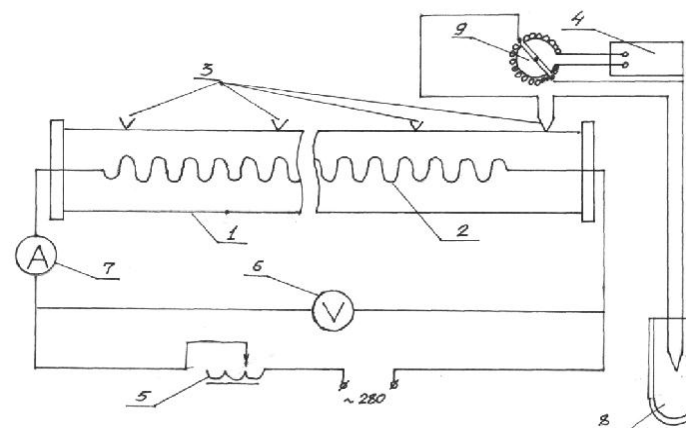
muz solingan Dyuar idishiga (8) tushirilgan. Termoparalarning elektr yurituvchi kuchlari laboratoriya potensimetri PP-63 (4) yordamida o'lchanadi. Termoparalarning EYuK qiymatini gradusga aylantirish uchun 4.1-jadvaldan foydalaniladi. Xonadagi havo harorati quvurlardan uzoqroqdagi simobli termometrlar yordamida o'lchanadi.

III. TAJRIBANI BAJARISH TARTIBI

Ishning nazariy asoslari va tajriba qurilmasi bayoni bilan tanishgach, kuzatishni yozib borish uchun jadvalni tayyorlash kerak (2-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'zgarmasligi bilan ifodalanadi va u qurilmada 30-40 daqiqalar o'tgach qaror topadi.

Barqaror issiqlik holati qaror topgach, shu barqaror holatda har 6-10 daqiqada barcha asboblarning 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.

IV. 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: $Q_0 = I \cdot \Delta U$ – quvur ichidagi elektr isitgichdan ajralgan to'liq issiqlik miqdori, Vt;

I – tok kuchi, A;

ΔU – kuchlanishning pasayishi, V;

Q_n – quvurdan nurlanish usulida issiqlik miqdorining ajralishi, Vt.

$$Q_n = C_k \left[\left(\frac{T_{q.s.}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right] F, \quad Vt \quad (3)$$

bu yerda: $T_{q.s.}$, T_m – tajriba quvuri sirtining va atrof-muhitning mutlaq harorati;

C_k – keltirilgan nurlanish koeffitsienti, $Vt/m^2 \cdot K^4$;

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

$$C_k = C = 4,25 \quad Vt/m^2 \cdot K^4.$$

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

(1) tenglikdan qurilmaning kamida to'rt holatda ishlashidagi α qiymatini hisoblab, grafik chizamiz.

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

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

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

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

Bu yerda: $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$ – Nusselt mezon;

$$Gr = \frac{g \beta \Delta t d^3}{\gamma^2} \quad \text{Grasgof mezon};$$

$$Pr = \frac{\gamma}{a} \quad \text{Prandtl mezon};$$

λ – havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $Vt/m \cdot K$;

a – havoning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti, m^2/s ;

γ – havoning kinematik qovushqoqlik koeffitsienti, m^2/s ;

Δt – haroratlar farqi, $^{\circ}C$;

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

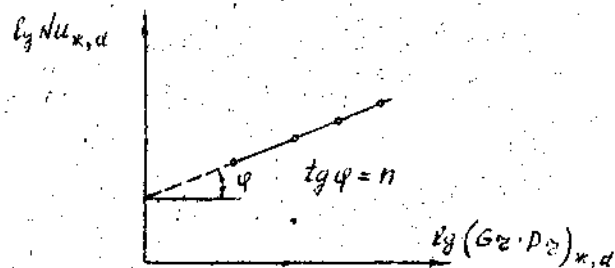
$g = 9,811$ – erkin tushish tezlanishi, m^2/s ;

Fizik parametrlar (λ , a , γ , β , 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:

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



5.2-rasm.

Daraja ko'rsatkich n to'g'ri chizisning va abssissa o'qiga burchak tangensining qiyaligi bo'yicha aniqlanadi, doimiylik C esa to'g'ri chiziqlarning istalgan nustasi uchun quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

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

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

V. BAJARILGAN ISH BO'YICHA HISOBOT

37

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 koeffitsientini haroratlar farqiga bog'liqlik grafigi va o'xshashlik mezonlari orasidagi bog'liqliklar.

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

5.1-jadval

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda \cdot 10^2, \text{ Wt/m K}$	$\alpha \cdot 10^6, \text{ m}^2/\text{s}$	$\gamma \cdot 10^6, \text{ m}^2/\text{s}$	Pr
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

38

termoparasi uchun haroratga o' tkazish

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

Asboblarning ko'rsatishi va tajriba natijalarini yozish uchun jadval

№ 3 jadval

t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	devor o'rt. harorati	havoning harorati	Haroratlar farqi $\Delta t = t_{\text{o's}} - t_{\text{h}}$	Q_H	Q_k	α
								$^{\circ}\text{C}$					
								mV					
								$^{\circ}\text{C}$					
								mV					
								$^{\circ}\text{C}$					
								mV					
								$^{\circ}\text{C}$					
								mV					
								$^{\circ}\text{C}$					
								mV					
								$^{\circ}\text{C}$					
								mV					

Kuch la- nish,				
Tok ku- chi,				
N ^o				

6 - tajriba ishi

CO - 7A KOMPRESSOR QURILMASI VA UNI SINOVDAN O'TKAZISH

Ishdan maqsad:

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

Quyidagilarni hisoblab topish kerak:

- a) kompressorning nazariy ishlab chiqarish quvvati, V_t , m^3/soat ;
- b) kompressorning haqiqiy ishlab chiqarish quvvati, V_t , m^3/soat .

I. KOMPRESSOR QURILMASINING TEXNIK TAVSIFI

Ishlab chiqarish quvvati	30 m^3/soat ;
Ishchi bosimi	6 kgs/sm^2 (6·105 Pa);
Silindr diametri	78 mm;
Porshen diametri	75 mm;
Silindrlar soni	2 ;
Porshenning harakat masofasi	85 mm;
Tirsakli valning aylanish tezligi	1000 marta/min;
Tirsakli valning aylanish yo'nalishi	soat strelkasi
(mexanik tomonidan)	yo'nalishiga qarshi;
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 marta/min;

Resiverning hajmi

22 litr.

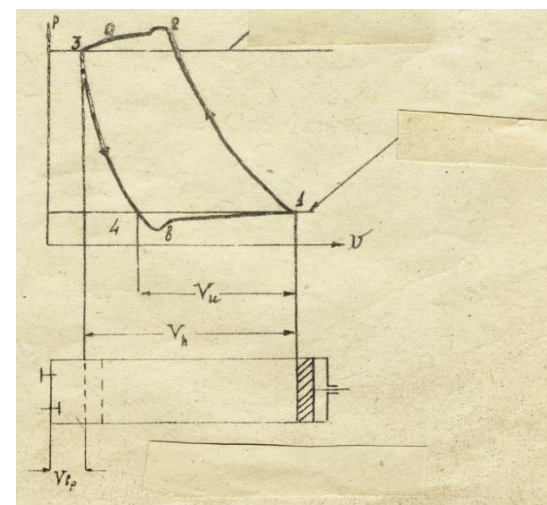
II. UMUMIY MA'LUMOTLAR

Kompressorlar deb, gazlarni 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 ishlov berishda; qurilishda: pardozlash ishlarini bajarishda, metall quymalarning sirtini qumli oqim bilan tozalashda va h.k.

Kompressorlar ikki turga bo'linadi:

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

Kompressor mashinalarining ishi termodinamik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, gazning siqilishidagi 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.



6.1-rasm

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

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

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

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

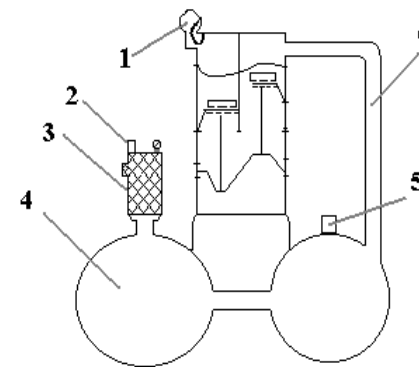
$$\lambda = \frac{V}{V_h} \quad (2)$$

Hajmiy FIK va uzatish koeffitsientlarining qiymatlari

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

III. 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 so'rish 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 so'rish klapani yopilib, tashqi havoning silindr bilan aloqasi uziladi (6.2-rasm). Porshenning yuqoriga qarab harakatlanishi davom etadi va silindrda havo haydash klapanini va haydash quvuridagi siqilgan havo qat'irligini yenguniga qadar siqiladi. Shu daqiqada haydash klapani ochilib, siqilgan havo porshen yordamida silindrdan silindr qopqogidagi haydash kamerasiga haydash 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 sozlagich (2) o'rnatilgan. Kompressordagi bosim me'yordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) o'rnatilgan.



6.2-rasm

CO-7A - oddiy harakatlanuvchi, havo bilan sovitiladigan, ikki silindrli bir pog'onali porshenli kompressor hisoblanadi. Kompressor karteri va silindrlar bloki cho'yandan quyilgan. Silindrlarni sovitish

uchun silindrlar blokiga halqali qirralar o'rnatilgan. Kompressor silindrlarning qopqog'i alluminiydan quyilgan bo'lib, sovitish uchun uning tashqi tomoni qirralar bilan jihozlangan. Qopqoqning ichki tomonidagi bo'shliq to'siq bilan ikki qismga, ya'ni so'rish va haydash bo'shliqlariga ajratilgan. Har bir silindr prujina lentasidan tayyorlangan so'rish va haydash klapanlari bilan ta'minlangan.

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

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

Yog'-namlik tozalagich - payvandlangan ballon 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 ballon tubiga oqib tushadi va to'kish teshigidan vaqti-vaqtida to'kib tashlanadi.

Bosim sozlagich - yordamida bosimni 2 dan 6 kg/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.

Ehtiyot klapani - 7 kgs/sm² 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) 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; d) havo bilan birga resiverga kirib qolgan suv va yog' zarrachalaridan tozalash uchun.

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

IV. KOMPRESSOR QURILMASINING SIQILGAN HAVO HAR XIL BO'LGANDA ELEKTR DVIGATEL SARF QILGAN QUUVATNI 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) 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 tajriba 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, ampermetr va voltmetrlarning ko'rsatishlari yozib qo'yiladi.
- f) Manometrning ko'rsatishi 2, 3, 4 atm ko'rsatguniga qadar ikkinchi taqsimlagich jo'mrakni asta-sekin yopish davom ettiriladi va bir vaqtning o'zida 2, 3, 4 atm. larda ampermetr va voltmetrlarning ko'rsatishlari yozib boriladi. Manometrning ko'rsatishini 4 atm.da oxirgi marta yozib olgach, elektr dvigatel to'xtatiladi.

Y.TAJRIBA NATIJALARINI YOZISH UCHUN JADVAL

Manometr ko'rsatayo- tgan havo bosimi	Elektr o'lchash asbob-larining ko'rsatishlari		Elektr dvigatelining (3) ifodadan hisoblab topilgan quvvati
	Tok kuchi, A	Kuchlanis h, 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 CHIQARISH QUVVATINI HISOBLASH

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

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

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:

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

bu ifodada: λ - uzatish koeffitsienti.

ADABIYOTLAR

1. Теплотехника. // Под ред. В.Н.Луканина. - М.: Высшая школа, 2000
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.. Теплопередача. - М.: Энергия, 1975.
3. Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники. –М.: Машиностроение, 2002
4. Баскаков А.П. Теплотехника. – М.:Энергоатомиздат, 1999
5. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm
6. 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
8. <http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm>

MUNDARIJA

1- tajriba ishi	Bosim va haroratni o'lchash asboblari	3
2- tajriba ishi	Bosim o'zgarmas bo'lganda havoning issiqlik sig'imini aniqlash	14
3- tajriba ishi	Izolyatsion materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini plita usuli bilan aniqlash	19
4- tajriba ishi	Quvur shaklidagi materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini plita usuli bilan aniqlash	26
5- tajriba ishi	Havoning erkin harakatlanishida gorizonta l quvurning issiqlik berishi	33

Muharrir: M.M.Botirbekova

