

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**"TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI"
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

I.R. Nuritov, M.O. Amonov, K.E. Usmonov

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK UZATISH ASOSLARI

FANIDAN LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI BAJARISH UCHUN

O'QUV QO'LLANMA

**TOSHKENT
2024**

**Ushbu o'quv qo'llanma „TIQXMMI“ - Milliy tadqiqot universiteti
rektorining 2024 yil 04 maydagi 140 a/f-sonli buyrug'i asosida nashr
etishga ruxsat berilgan.**

Ro'yxatga olish raqami 140 a/f-019

Mazkur o'quv qo'llanmada “Issiqlik texnikasi”, “Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari”, “Termodinamika”, “Issiqlik texnikasi va issiqlikdan qishloq xo'jaligida foydalanish” fanlari bo'yicha yopiq idishdagi gazning parametrlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash, bosim farqini o'lchash, issiqlik izolyatsiya materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini va issiqlik uzatish koeffitsiyentlarini aniqlash, porshenli kompressorning asosiy qismlarini va uning ishlash prinsipini o'rganish, issiq va sovuq suvlarining ish parametrlarini o'lchash, radiatsiya orqali issiqlik uzatishni, quritilayotgan materialning massasi va haroratini o'lchash hamda quritish vaqtini tajriba yo'li bilan aniqlashga bag'ishlanadi. O'quv qo'llanma 61020200-Mehnat muhofazasi va texnik xavfsizligi, 60810100-Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish, 60112400-Professional ta'lim (Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish), 60711000-Muqobil energiya manbalari (qayta tiklanuvshi energiya), 60722900-Texnika va texnologiyalarning texnik ekspirtizasi va marketingi, 60710600-Elektr energetikasi, 5410500-Qishloq xo'jaligi mahsulotlarni saqlash va dastlabki ishlash texnologiyasi (mahsulot turlari bo'yicha) bakalavr ta'lim yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

Tuzuvchilar: **I.R.Nuritov**- “Traktorlar va avtomobillar” kafedrasida dotsenti, t.f.n.
M.O.Amonov- “Traktorlar va avtomobillar” kafedrasida dotsenti.
K.E.Usmonov- “Traktorlar va avtomobillar” kafedrasida dotsenti, t.f.f.d. (PhD)

Taqrizchilar: **H.T.Umirov** - “Traktorlar va avtomobillar” kafedrasida dotsenti, t.f.n.
T.N.Holmurodov - ToshDAU, Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish kafedrasida dotsenti, p.f.n.

I.R. Nuritov, M.O. Amonov, K.E. Usmonov
“Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari” fanidan
laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun
O'quv qo'llanma. -T.: “TIQXMMI” MTU, 2024. 145 bet.

**©. “TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI (“TIQXMMI” MTU), 2024**

KIRISH

Respublikamizning ravnaqi ko'p jihatdan Oliy yurtlarda yetishtirib berilayotgan mutaxassislarning bilim va saviyasiga chambarchas bog'liq. Respublikamizdagi energetik manbalaridan to'g'ri foydalanish, issiqlik energetik qurilmalarining samaradorligini oshirish masalalarini fan va texnika yutuqlari asosida o'rganish injenerlar zimmasiga yuklatiladi.

“Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari” fani bakalavr va magistrnlarni tayyorlashda umummuhandislik bo'lim fanlaridan, maxsus fanlarni o'rganishga o'tishda eng muhim vazifani bajaruvchi zarur fandır. Bu fan talabalarga ixtisoslik fanlarini chuqur o'zlashtirishga, qay yo'l bilan ishlab chiqarish intensivligini oshirish va texnologik qurilmalardan unumli foydalanish mumkinligini o'rgatadi.

Bunda asosiy e'tiborni ko'rilayotgan jarayonlarning fizik mohiyatiga va obyektning asosiy tavsiflariga qaratish lozim bo'ladi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi jarayonlarida turli dvigatellar, gaz trubinali va sovutish qurilmalari hisoblarida, yoqilg'i energiya zahiralari iqtisod qilish, atrof-muhitni himoyalash muammolari, noan'anaviy va tiklanuvchan energiya manbalaridan keng foydalanishga qo'yilayotgan qat'iy talablardan bo'lajak mutaxassis termodinamika va issiqlik massa almashinuvi asosiy qonunlaridan foydalangan holda amaliy vazifalarni to'g'ri shakllantirishda zarur bo'lgan bilimlar bilan qurollantiradi.

Bundan tashqari, issiqlik mashinalari, sovutkichlar va issiqlik texnik qurilmalari asosida yotgan issiqlik energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish va aksincha, issiqlikning uzatilish usullarini, issiqlikning qishloq xo'jaligida olinishi, yoqilg'i energetik resurslardan hamda noan'anaviy va tiklanuvchan energiya manbalaridan qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining har xil maqsadlarida tejamkorlik bilan foydalana olishi, issiqlikni qishloq xo'jaligida qo'llanishini amaliy jihatdan qamrab oladigan qonunlar hamda prinsiplarning nazariy va amaliy bilimlarini shakllantirishdan iborat.

O'quv qo'llanmada keltirilgan jarayonlar nazariy asoslari, ularni hisoblash usullari va samarador qurilmalar bilan jihozlash prinsiplari ushbu fan asosini tashkil etadi. Ushbu uslubiy ko'rsatma zamonaviy texnika va uning rivojlanish istiqbollari hisobga olgan holda malakali mutaxassislarni sifatli tayyorlashda uzluksiz mukammallashtirishga xizmat qiladi.

Mazkur o'quv qo'llanmada zamonaviy mashinalar, texnologik jarayonlar va texnik qurilmalarning aksariyatida issiqlikni hosil qilish, undan foydalanish va issiqlik uzatish jarayonlari keng qo'llaniladi.

I.EKSPERIMENTAL YO‘L BILAN TERMODINAMIKA JARAYONLARNI TEKSHIRISH BO‘YICHA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI

1.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o‘z ichiga olgan ko‘rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo‘yicha tushuntirish ishlaridan o‘tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo‘yicha to‘liq ko‘rsatma olgan keyin o‘qituvchi yoki mas‘ul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joy begona narsalar bilan to‘lib ketmasligi kerak. Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxsxilab tekshirib ko‘ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko‘rinadigan shikastlar bo‘lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo‘lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog‘liq bo‘lmagan begona narsalar bilan shug‘ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasi elektr tokida ishlaganligi sababli yolg‘iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo‘lsa, birinchi yordam ko‘rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilganidan so‘ng ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o‘zaro ulangan simlarni himoyalanmagan hollarda;
- b) o‘rnatish paneli va himoya qopqoqlari ochiq holatda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan ishlaganligi sababli o‘qituvchining ruxsatisiz qurilmani o‘chirish va yoqish taqiqlanadi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriya qurilmasini yerlash (заземление) holati to‘liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil qilmasdan turib qurilmadagi o‘lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta‘minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan biror kishini elektr toki

urishi holati ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast yetkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

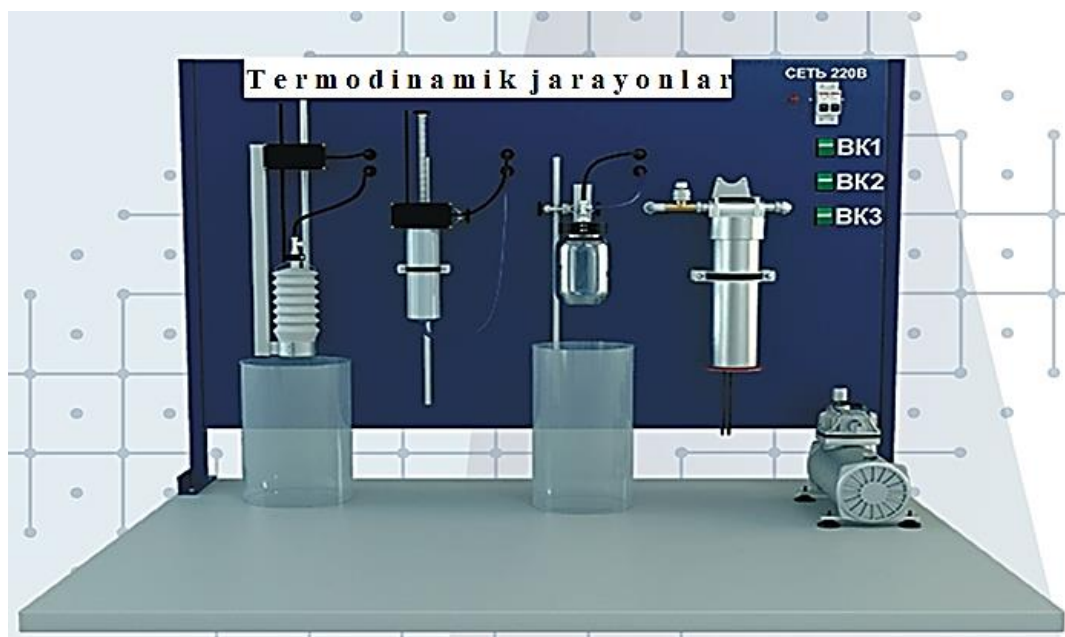
laboratoriya qurilmasidagi jihozlardan tutun chiqqanda, kompressorning ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda **“To‘xtatish”** tugma yordamida qurilma darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qat‘iy rioya qilgan holda o‘chirilishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugaganligi haqida xabar berishlari kerak.

1.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma‘lumotlar

Laboratoriya stendi alohida jarayonlarni o‘rganishga mo‘ljallangan to‘rtta mustaqil qurilmadan iborat.



1.1-rasm. laboratoriya qurilmasining umumiy ko‘rinishi

MeasLAB dasturining asosiy menyusidan siz tegishli dasturni tanlashingiz kerak bo‘ladi.

Tajriba vaqtini tiklash uchun siz **“Qayta tiklash”** tugmasini faollashtirishingiz kerak.

Kompyutyerda parametrlarni ishlatish, tartibga solish va o‘lchash haqida ma‘lumotlarni **“Dasturiy ta‘minot bilan ishlash bo‘yicha qo‘llanma”** sidan, olishingiz mumkin.

Boshqaruv bloki:

220 V elektr tarmoq — stendni quvvat manbaiga ulash;

BK 1 - havo kompressorini yoqish, BK (1.9-rasm);

BK2 - isitgichni yoqish, ЭН;

BK3 - elektromagnit klapani yoqish, ЭК.

Eslatma: Vertikal paneldagi indikator chiroq laboratoriya stendining yoqilganligini bildiradi.

Favqulodda vaziyat tugmachasi “**To‘xtatish**” bosilgan holatda bo‘lishi kerak. Buning uchun uni soat yo‘nalishi bo‘yicha aylantiring (“**To‘xtatish**” tugmachasida ko‘rsatilgan yo‘nalishi bo‘yicha).

Diqqat! 60 °C dan yuqori bo‘lmagan haroratli issiq suv shisha idishlarga quyung.

1.3. Izoterma jarayonni o‘rganish

Ishning maqsadi: o‘zgarmas haroratda yopiq idish ichidagi gazning parametrlarini o‘zaro bog‘liqligini aniqlash.

Ishning vazifalari

1. Boyle-Mariott qonunini eksperimental usul bilan tekshirish.
2. Gazni izotermik siqish ishini aniqlash.
3. Izotermik jarayonning grafigini tuzish.

Umumiy ma’lumot

Izotermik - bu termodinamik tizimda $T=const$ doimiy haroratda sodir bo‘ladigan jarayon (1.2-rasm).

Izotermik jarayon gazni o‘rab turgan jismlarning harorati doimiy bo‘lishi, gazning hajmi va bosimi shu qadar sekin o‘zgarish sharti bilan amalga oshiriladiki, har qanday vaqtda gazning harorati atrofdagi haroratdan farq qilmasligi kerak.

Ko‘rib chiqilayotgan gazni ideal deb hisoblash mumkin bo‘lganda, berilgan qonunlar to‘g‘ri ekanligini aniqlashtirish muhimdir.

Ideal gaz - bu quyidagi talablarga javob beradigan haqiqiy gaz modeli:

-gaz joylashgan idishning hajmiga nisbatan barcha gaz molekulalarining hajmini e‘tiborsiz qoldirish mumkin;

- molekulalar elastik to‘qnashuvlar orqali energiya almashadi;

- molekulalarni o‘zaro to‘qnashuv vaqtlarida ta‘sir kuchlarini e‘tiborsiz qoldirish mumkin.

Ideal gazning holati quyidagi parametrlar bilan tavsiflanadi: bosim P, hajm V, harorat T, moddaning miqdori $\nu = t/M$.

Ideal gazning bu parametrlarini o‘zaro bog‘liqligini Mendeleyev Klapeyron tenglamasi yordamida aniqlanadi:

$$P * V = \frac{m}{M} R * T \quad (1.1)$$

bu yerda m - massa, M - gazning molyar massasi, R - universal gaz doimiysi.

Bu tenglamaning natijasi Boyl-Mariott qonunidir:

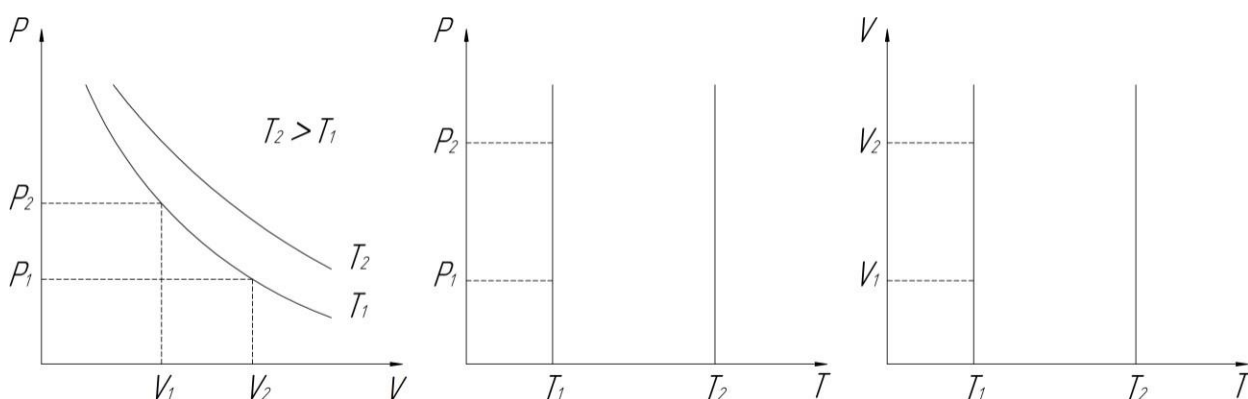
Doimiy harorat va massadagi gaz bosimi, hajmining qiymatlari o‘zgarmas doimiy bo‘ladi:

$$P V = const. \quad (1.2)$$

Demak, agar 1 indeks gazning dastlabki holatiga, 2 indeks esa yakuniy holatga tegishli miqdorlarni bildirsa, yuqoridagi formulani quyidagicha yozish mumkin.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Xususan, Boyl Mariott qonuni siyrak gazlarga nisbatan yuqori aniqlik bilan qanoatlantiriladi. Agar gaz juda siqilgan bo‘lsa, unda bu qonundan sezilarli o‘zgarishlar kuzatiladi.



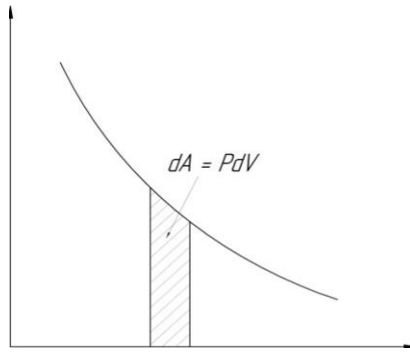
1.2-rasm - Izotermik jarayonlar

Gaz va atrof-muhit o‘rtasidagi issiqlik almashinuvi doimiy harorat farqida amalga oshirilgan sharoitda izotermik jarayon sodir bo‘lishi mumkin. Buning uchun kengaytirish (siqish) jarayoni juda sekin bo‘lishi kerak.

Kuchlarning o‘zaro ta’sirida tashqi jismlar tomonidan termodinamik tizimga uzatiladigan energiya sistemada bajarilgan ish deyiladi.

Gazning muvozanatli kvazstatik jarayonda uning hajmini o‘zgartirishning elementar ishi (1.3-rasm) ifoda bilan aniqlanadi:

$$dA = PdV \quad (1.3)$$



1.3-rasm. PV - diagrammasida izotermik jarayondagi elementar ish.

Sistemadan ish bajarganda, gaz kengayadi va bosimning pasayishi bilan birga hajm ortadi. Sistemaga ustida ish bajarganda, gaz siqiladi va bosimning oshishi bilan birga hajm kamayadi.

$dT=0$, bo'lgani uchun izotermik jarayonda ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi, ya'ni:

$$dU = \frac{m}{M} C_v dT = 0 \quad (1.4)$$

Shuning uchun termodinamikaning birinchi qonuniga muvofiq, jarayon davomida gazga berilgan barcha issiqlik Q gazning tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishiga sarflanadi, ya'ni:

$$dA = dQ \quad (1.5)$$

Gazning izotermik kengayish (siqilish) ishini quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

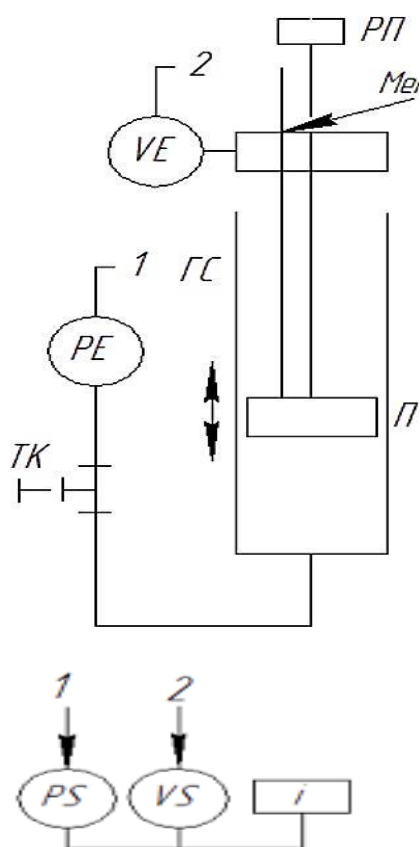
$$Q_{1-2}=A_{1-2}=\int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (1.6)$$

Mendeleyev- Klapeyron (1.1) tenglamasi yordamida, bu ifodani o'zgartiramiz,

$$P = \frac{m RT}{M V}$$

ekanligini hisobga olgan holda quyidagi tenglamani olamiz:

$$A_{1-2}=\frac{m}{M} RT \int_{V_1}^{V_2} P \frac{dV}{V} = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{m}{M} RT \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (1.7)$$



Belgilanishi	Nomlanishi
ГC	geometrik idish
П	Porshen
PП	Harakatlanuvchi dastagi
TK	Uchtalik klaponi
VE	Hajm datchigi
PE	Bosim datchigi

1.4-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi.

O'lchanishi kerak bo'lgan parametrlar: 1- idish ichidagi bosim; 2 - hajm.

Laboratoriya qurilmasining sxemasi 1.4-rasmda ko'rsatilgan va geometrik ГC idishini (shaffof plastik silindr) yagona konstruksiyadan tashkil topgan hajm o'zgarishini hisobga olivchi datchikni o'z ichiga oladi. Hajm o'zgarishi uning ichidagi porshenni П oldinga siljitish orqali o'zgartiriladi, PП harakatlantirish uchun tutqichni qo'lda aylantirish orqali amalga oshiriladi. Gaz bosimi bosim datchigi orqali o'lchanadi u vakuum shlangi orqali geometrik idishga ulangan.

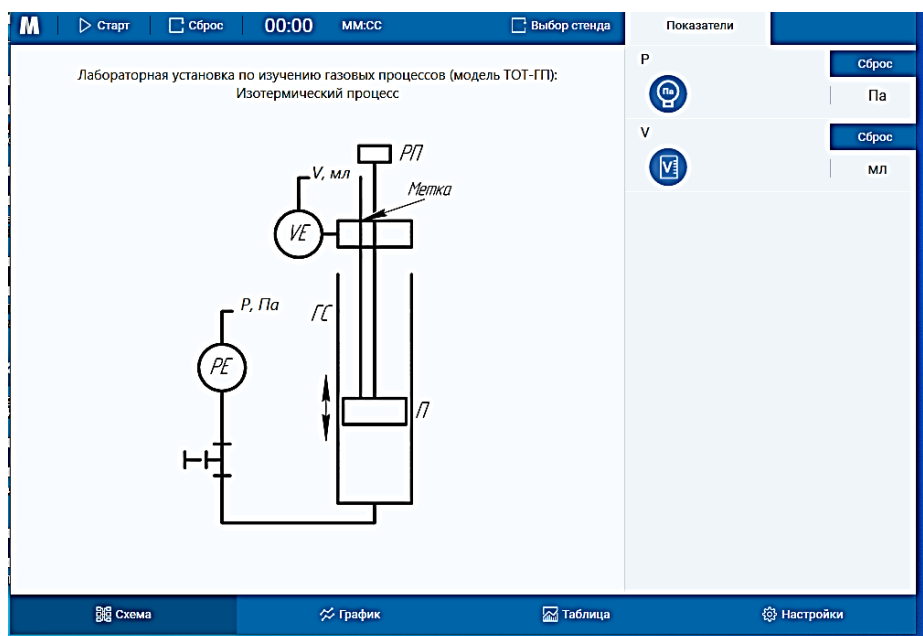
Porshenni harakatlantiruvchi vintning dastagini bir xilda aylantirish sharti bilan idishning ichidagi gazning harorati idish devorlaridagi atrof-muhit haroratiga teng bo'lishi ta'minlanadi. Aniqroq natijalarga erishish uchun siz ГC geometrik idishini xona haroratidagi suvga tushirishingiz mumkin.

Laboratoriya ishni bajarish ketma-ketligi

1. 1.4-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadiga asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklga 1.1-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.
4. Avtomatik quvvat manbai BA, “Tarmoq 220 V” (Сеть 220В) ni yoqing.
5. Dasturni yoqing **MeasLAB** Programsi Dasturidan “**Изотермик jarayon**” (“**Изотермический процесс**”) yozilgan soʻzni ustiga kursorni (strelkani) qoʻyib kompyuter sichqonichasidaning chap tomon tugmasini bosishingiz bilan dastur ishga tushiriladi.



Kompyuter ekranida yuqoridagi rasm koʻrinadi. Kompyuter ekranidagi “**старт**” soʻzi ustiga kursorini (strelkani) qoʻyib, sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan maʼlumotlar olish boʻyicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, jadval, soʻzlarini ustiga kursorini (strelkani) qoʻyib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari boʻyicha maʼlumotlar olishga erisiladi.

6. Hajm datchigini sozlang. TK Uchtalik klaponni oching, 1.4-rasm (atmosfera havosi bilan ulang) va porshenni oʻrta holatga oʻtkazing, shunda porshen chizigʻidagi belgi hajm datchigi toʻgʻri keladi. Kompyuter ekranidagi “**Tashlab yuborish**” (“**Сброс**”) yozilgan soʻzni ustiga kompyuter ekranidagi kursorni (strelkani) qoʻyib sichqonchani chap tomonni bosing.

7. Uchtalik klaponni oxirigacha yoping.

8. ПП harakatlanuvchi dastagi tutqichini sekin burab, porshenni tushirish bilan porshenni holatini boshqa joyga oʻtkazing. Porshenni harakatlanayotganda havo parametrlari oʻzgaradi.

9. Porshenni harakatini 5-10 ta nuqtada oʻlchovlarni bajaring. Geometrik idishdagi bosim 100 kPa dan oshmasligi kerak.

10. Avtomatik quvvat manbai BA, “Tarmoq 220 V” (Сеть 220В) ni tarmoqdan o‘chiring.

O‘lchov natijalarini qayta ishlash

Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalangan holda:

1. Idishdagi gazning massasini quyida keltirilgan formulaga muvofiq hisoblang:

$$m = \frac{P_1 V_1 M}{RT_1}$$

bu yerda P_1, V_1, T_1 , mutloq (absolyut) bosim, hajm va atrof-muhit haroratining boshlang‘ich qiymatlari;

$$p = p_{\text{atm}} + p_{\text{ortiq}},$$

tekshirilayotgan hajmdagi mutloq (absolyut) bosim atmosfera bosimi (p_{atm}) va germetik idishning bo‘shlig‘idagi ortiqcha bosim (p_{ortiq}) yig‘indisiga teng;

$T = t + 273,15$, absolyut harorat;

m - gazning massasi;

M - gazning molyar massasi (havo uchun, $M = 0,029$ kg / mol);

$R = 8.31$ (j/ mol*K) - universal gaz doimiysi.

2. Havoni siqishning umumiy ishini hisoblang:

$$A_{1-n} = \frac{m}{M} RT \ln \frac{P_n}{P_1}$$

2. Kuzatishlar natijalari asosida izotermik jarayonning $P=f(V)$ grafigi tuziladi, tenglama konstantasini aniqlang va hisoblangan jarayon egri chizig‘ini chizing.

O‘lchov va hisoblash natijalari 1.1-jadvalda keltirilgan

1.1-jadval

№	V, ml	p_{ortiq} , kPa	P, Pa	m, kg	A, dJ
1					
2					
3					
....					
i=n					

Hisobot shakli

1. Qisqacha nazariy qoidalarni keltirig.
2. Laboratoriya qurilmasining sxemasi va uning ishlash jarayonini keltiring.
3. O‘lchov va hisoblash natijalari.
4. Jarayon grafiklari.
5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Doimiy haroratda sodir bo'ladigan termodinamik jarayon qanday nomlanadi?
2. Boyle-Mariot qonunini tuzing.
3. Sizga ma'lum bo'lgan harorat shkalalarini sanab o'ting. Bir harorat shkalasidan ikkinchisiga o'zgartish qanday amalga oshiriladi?
4. Izotermik jarayonda nima uchun ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi?
5. Agar gaz haqiqiy gaz sifatida qabul qilinsa, uning ichki energiyasi o'zgaradimi?
6. Nima uchun gazning izotermik kengayish (siqilish) jarayoni juda sekin kechishi kerak?
7. Izotermik jarayonda gazning ichki energiyasida qanday o'zgarishlar yuz beradi?
8. Agar geometrik idishdagi havo harorati ko'tarilsa, izoterma konstantasi qanday bo'ladi? Keyin izotermik jarayonning diagrammasi qanday ko'rinishga ega bo'ladi?

1.4. Izobarik jarayonini o'rganish

Ishning maqsadi: o'zgarmas bosimdagi yopiq idishdagi gazning parametrlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash.

Ishning vazifalari

1. Gey-Lyusak qonunini eksperimental usul bilan tekshirish.
2. Gazni isitish uchun sarflangan issiqlik miqdorini aniqlash.
3. Izobar jarayonning grafiklarini qurish.

Umumiy ma'lumot

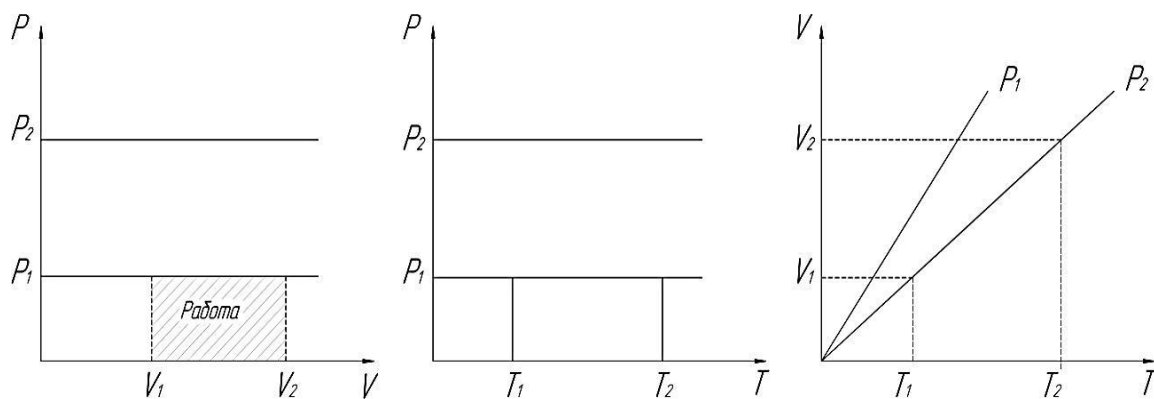
Izobarik - bu termodinamik jarayon bo'lib, unda bosim o'zgarmas $p = const$ (1.5-rasm). Agar gazga issiqlik berilganda, uning bosimi o'zgarmasdan kengaysa, u holda berilgan barcha issiqlik entalpiyaning o'zgarishiga sarflanadi.

$$dQ = dI + VdP, \quad (1.8)$$

yoki $P = const$ bo'lganda

$$dQ_p = dI = C_p T, \quad (1.9)$$

bu yerda c_p - o'zgarmas bosimdagi havoning issiqlik sig'imi.



1.5-rasm. Izobar jarayonlar.

Agar ishchi gaz sifatida ishlatiladigan havo past bosimda bo'lsa, uni ideal gaz deb hisoblash mumkin, uning holati Mendeleev-Klapeyron tenglamasi bilan tavsiflanadi.

Ideal gazlar uchun izobar jarayoni Gey-Lyussak qonuni bilan ifodalanadi:

Gazni o'zgarmas bosimi va o'zgarmas massasi, kengayish natijasida egallagan gaz hajmini, uning haroratiga nisbati o'zgarmas bo'lib qoladi

$$\frac{V}{T} = \text{const}, \quad \text{yoki} \quad \frac{\Delta V}{\Delta T} = \text{const} \quad (1.10)$$

Agar gazga ma'lum hajmda issiqlik berilsa va shu bilan birga uning hajmi o'zgaradi, shunday qilib uning bosimi o'zgarmaydi. Bosim o'zgarmaydigan tarzda oshirilsa, u holda izobarik kengayish jarayoni amalga oshiriladi. Agar bir vaqtning o'zida ΔV va ΔT qayd etilgan bo'lsa, u holda jarayon egri chizig'ini qurish mumkin, (1.10) tenglama yordamida aniqlanadi va hisoblash natijalariga asoslangan holda jarayon egri chizig'i ko'riladi.

Tajriba qurilmasi yordamida amalga oshiriladi, uning devorlarining elastik xususiyatlari ichki va tashqaridagi kichik bosim farqi ta'sirida uning hajmini ma'lum chegaralarda o'zgartirishga imkon beradi.

Amaldagi qurilmada suv idishga solingan 80°C haroratli issiq suvliniga germetik qobirg'ali idish botirish mumkin.

Ushbu qurilmada foydalanib, o'zgarmas $p = \text{const}$ bo'lgan holda berilgan gaz massasi va hajmining haroratga bog'liqligini ko'rsatish mumkin (Gey-Lyussak qonuni). Tekshirish uchun gazning hajmi va haroratini ikki holatda doimiy bosimda o'lchash va tenglikni tekshirish kerak

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (1.11)$$

Shuning uchun issiqlik berilganda gaz kengayadi va hajmi ortadi, issiqlik chiqarilganda esa gaz siqiladi va hajmi kamayadi.

Isitish (sovutish) paytida, P bosimida bajarilgan ishni hisoblash mumkin, formula 1.3, 1.5, ga qarang.

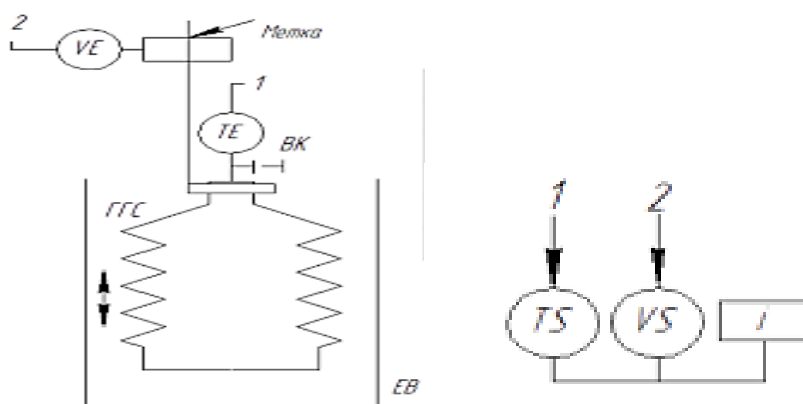
$$A = P(V_2 - V_1) \quad (1.12)$$

$$\Delta Q = \Delta U + A \quad (1.13)$$

bu yerda ΔU - ichki energiyaning o'zgarishi.

O'lchovlarni amalga oshirayotganda, gaz harorati germetik idishning butun hajmida bir xil bo'lishi va o'zi ma'lum bir issiqlik sig'imiga ega bo'lgan harorat datchigi orqali kuzatish mumkinki, atrofdagi gaz bilan muvozanatga kelish uchun ma'lum vaqt o'tadi. Buning uchun gaz haroratining o'zgarishi yetarlicha sekin amalga oshirilishi kerak.

Tajribadagi gaz issiq suv bilan isitiladi. Gaz bilan germetik qobirg'ali idish tekshirilayotgan issiq suvga botirganda germetik qobirg'ali idish devorlarining tez isishiga olib keladi. Germetik qobirg'ali idish ichidagi gaz haroratining bir xil taqsimlanishini o'rnatish ancha sekinroq amalga oshadi. Gaz haroratini tenglashtirishning sensor datchik yordamida kuzatiladi. Eksperimental natijalarning buzilishiga yo'l qo'ymaslik uchun gaz germetik qobirg'ali idish havoda sovutilganda so'ng ma'lumotlarni yozib olish kerak.



Belgilanishi	Nomlanishi
ГГС	Germetik qobirg'ali idish
EB	Suv idishi
BK	Havo klapani
VE	Hajm datchigi
TE	Hrorat dachigi

1.6-rasm. Sxematik diagramma

O'lchanadigan parametrlar:

1 - idish ichidagi harorat; 2 – hajm.

Izobarik jarayonni namoyish qilish qurilmasining sxemasi 1.6-rasmda keltirilgan. Germetik qobirg‘ali idish (qobirg‘ali yon yuzasiga ega bo‘lgan shaffof plastik silindrsimon idish) bo‘lib, u hajmni o‘zgartirish datchigi bilan birgalikdagi konstruksiyaga ega. Qurilmaga o‘rnatilgan elementlari harakatlanichi asosini vertikal o‘qi bo‘ylab siljitish imkoniyati ega. Silindrning asosiy hajmini o‘zgarish datchiki bilan mustahkam o‘rnatilgan bo‘lib qovurg‘ali devor silindrining hajmi ro‘yxatga olinadi.

Laboratoriya ishni bajarish ketma-ketligi

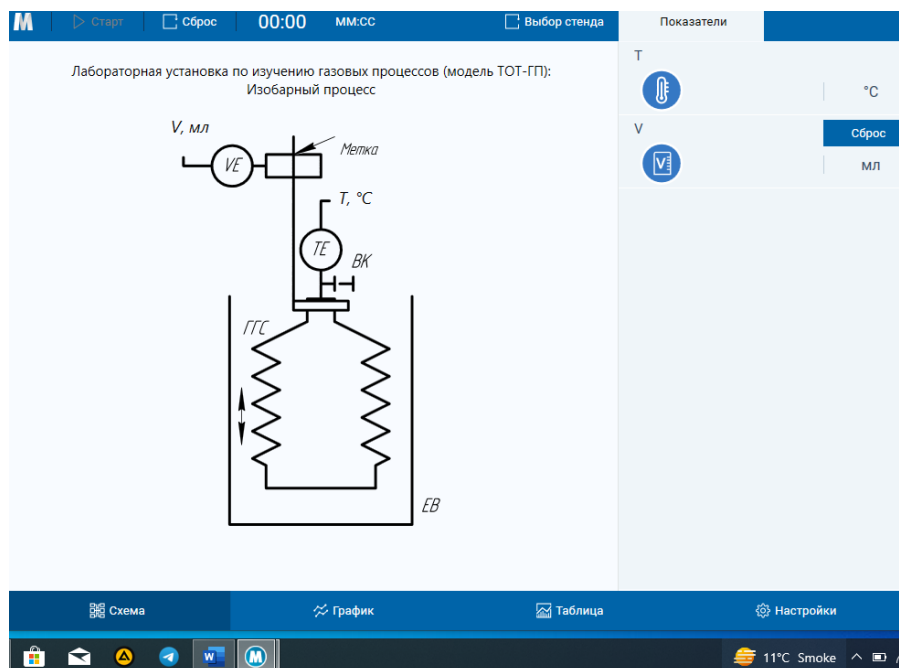
1. 1.6-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma’lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 1.2-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

4. Avtomatik quvvat manbai BA, “Tarmoq 220 V” (Сеть 220В) ni yoqing.

5. Dasturni yoqing MeasLAB Programsi Dasturnidan “**Izotermik jarayon**” (“**Изобарный процесс**”) yozilgan so‘zni ustiga kursorni(strelkani) qo‘yib kompyuter sichqonichasidagi chap tomon tugmasini bosishingiz bilan dastur ishga tushiriladi.



Kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompyuter ekranidagi “start” so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema,

grafik, jadval soʻzlarini ustiga kursorini (strelkani) qoʻyib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari boʻyicha maʼlumotlar olishga erisiladi.

6. EB shisha idishga 80 °C oshmagan haroratdagi issiq suv quyung.

7. BK klapanidan havo chiqarib yuboring. Qovirgʻali Silindrni ehtiyotkorlik bilan oxirgi egallagan hajmigacha siqing. Kompyuter ekranidagi **“Qayta oʻrnatish”** (**“Сброс”**) tugmasini bosing.

8. BK klapani mahkam joylashtiring. Idishning germetik holatida ekanligiga ishonch hosil qiling (hajm koʻrsatkichi oʻzgarish boʻlishi kerak).

9. Germetik idishni issiq suvga botiring.

10. Harorat sezilarli darajada oʻzgarishini toʻxtatgandan soʻng, havo rezervuarini (Germetik idishni) issiq suv idishidan olib tashlang. Idishdagi havo sovib keta boshlaydi, shu bilan birga uning parametrlari oʻzgaradi.

11. Germetik idishni har bir hajmini oʻzgarishi uchun oʻlchov natijalarini 1.2-jadvalga kiriting.

12. Haroratni sezilarli oʻzgarishi toʻxtatgandan soʻng, oʻlchashni toʻxtating.

13. Qurilmani oʻchirish tugmasi BA, **“Tarmoq 220 V”** (**Сеть 220В**) bilan oʻchiring.

Eslatma:

Tajribalar oxirida BK klapaning yechib oling, qovirgʻali idishning tanasini biroz choʻzing, BK klapani joyiga soling va keyingi tajribalargacha shu holatda qoldiring.

Oʻlchov natijalarini qayta ishlash

Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, idishdagi gazning massasini hisoblang

$$m = \frac{P_1 V_1 M}{RT_1}$$

bu yerda P_1, V_1, T_1 , bosim, hajm va haroratning mutloq boshlangʻich qiymatlari;

$$P = P_{\text{atm}}$$

Oʻrganilayotgan hajmdagi P_{atm} mutloq bosim atmosfera bosimiga teng (P_{atm});

$$T = t + 273,15$$

T- absolyut harorat;

m - gazning massasi;

M - gazning molyar massasi (havo uchun, $M = 0,029 \text{ kg / mol}$);

R = 8.31 - universal gaz doimiysi, ($\text{J / mol} \cdot \text{K}$);

2. Umumiy kengayishdagi ishlarini hisoblang

$$A_{1-n} = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_1}{V_n}$$

3. Yuqoridagi ifodaga asoslanib, formula bo'yicha havoni isitish uchun sarflangan issiqlikning umumiy miqdorini aniqlang

$$Q = mc_p(t_2 - t_1)$$

bu yerda c_p - doimiy bosimdagi gazning issiqlik sig'imi (havo uchun $c_p = 1,007$ kD/(kg *K)).

Olingan qiymatlarni 1.2- jadvalga kiriting.

Kuzatishlar natijalari asosida $T=f(V)$, izobar jarayonning grafigi chiziladi, tenglama konstantasini aniqlang va hisoblangan jarayon egri chizig'ini chizing.

O'lchov va hisoblash natijalari 1.2-jadvalda keltirilgan

1.2-jadval

No	V, ml	t, °C	T, K	m, kg	A, dJ	Q, dJ
1						
2						
3						
....						
i=n						

Hisobot shakli

1. Qisqacha nazariy qoidalar.
2. Laboratoriya qurilmasining sxemasi va uning ishlash jarayonini keltiring.
3. O'lchov va hisoblash natijalari.
4. Jarayon grafiklar.
5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Izobar jarayonning ta'rifi.
2. Termodinamik diagrammalarda izobar jarayonning tasviri.
3. Issiqlik dvigatellari sikllarida izobar jarayondan foydalanish.
4. Nima uchun bu ishda havo sovutish jarayonini izobarik deb hisoblash mumkin?
5. Gaz parametrlarini aniqlashda Gey-Lyusak qonunidan foydalanish uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?

1.5. Izoxorik jarayonini o'rganish

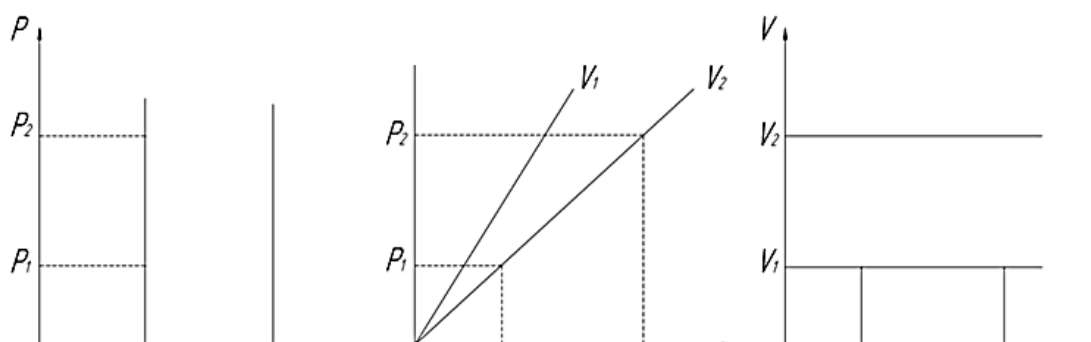
Ishning maqsadi: o'zgarmas hajmga ega bo'lgan yopiq idishdagi gaz parametrlarini o'z-aro bog'liqligini aniqlash.

Ishning vazifalari

1. Charlz qonunini tadqiqot yo'li bilan tekshirish.
2. Jarayon egri chiziqlarini (P - T) koordinatalarida chizing.

Umumiy ma'lumot

Izoxorik - Ishchi jismning hajmi o'zgarmas holda bajariladigan termodinamika jarayoni **izoxorik jarayon** deyiladi. (1.7-rasm).



1.7-rasm - Izoxorik jarayonlar

O'zgarmas hajmga ega bo'lgan mustahkam yopiq idishdagi gazga issiqlik berilganda, izoxorik jarayon sodir bo'ladi va gaz ish bajarmaydi. Izoxorik jarayon davomida gazga berilgan issiqlik uning ichki energiyasini oshirish uchun sarflanadi.

$$=0$$

$$Q = \Delta U + P\Delta V$$

$$Q = \Delta U = C_V \Delta T$$

Kichkina bosim va past harorat davrida gazning holati Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi bilan asoslangan holda yoziladi va harorat unchalik katta bo'lmagan darajada o'zgarganligi sababli jarayon kvazistatik muvozanatli bo'lib chiqadi.

Ideal gazlar uchun Sharil qonunini quyidagicha yozamiz:

Ideal gazning bosimi uning termodinamika haroratiga proporsional ravishda o'zgaradi (real gazlar Sharil qonuniga bo'ysinmaydi)

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

Ushbu ishni hisoblashda taqqoslash usulidan foydalaniladi. Agarda jarayon izoxor bo'lsa P/T nisbatlari o'zgarmas bo'lib qoladi.

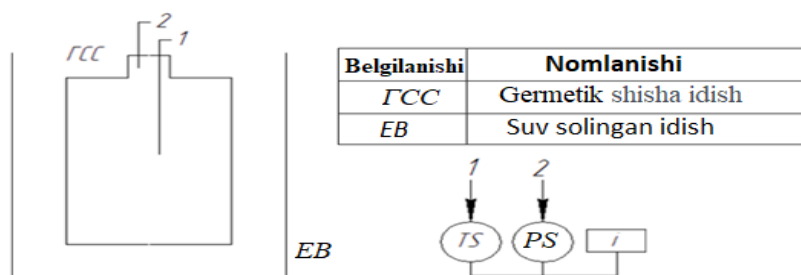
Gaz bosimining P ning harorat t ga bog'liqligi (Celsiy gradusida) formula bilan ifodalanadi

$$P = P_0(1 + \alpha t)$$

bu yerda P_0 - 0 °C haroratda gaz bosimi;

α -gaz bosimining harorat koeffitsiyenti. Harorat koeffitsiyentining nazariy qiymati $1/273 = 0,0037$ ga teng.

Jarayon davomida bosim va haroratning o'zgarishini qayd qilib, (P-T) koordinatalarda egri chiziq qurish va hisoblangan natijalariga asosan egri chiziqni qurish orqali o'zgarimas ekanligini aniqlash mumkin.



1.8-rasm. Sxematik diagramma

O'lchanishi lozim bo'lgan parametrlar:

1 - idish ichidagi harorat; 2 - idish ichidagi bosim.

Izoxorik jarayonni o'rganish uchun (1.8-rasm) keltirilgan ΓCC muhrlangan shisha idishidir. Shisha idish qopqog'ida harorat va bosim datchiklariga, ularni o'zgarishi haqida ma'lumotlarni berish uchun sezuvchi element o'rnatilgan.

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

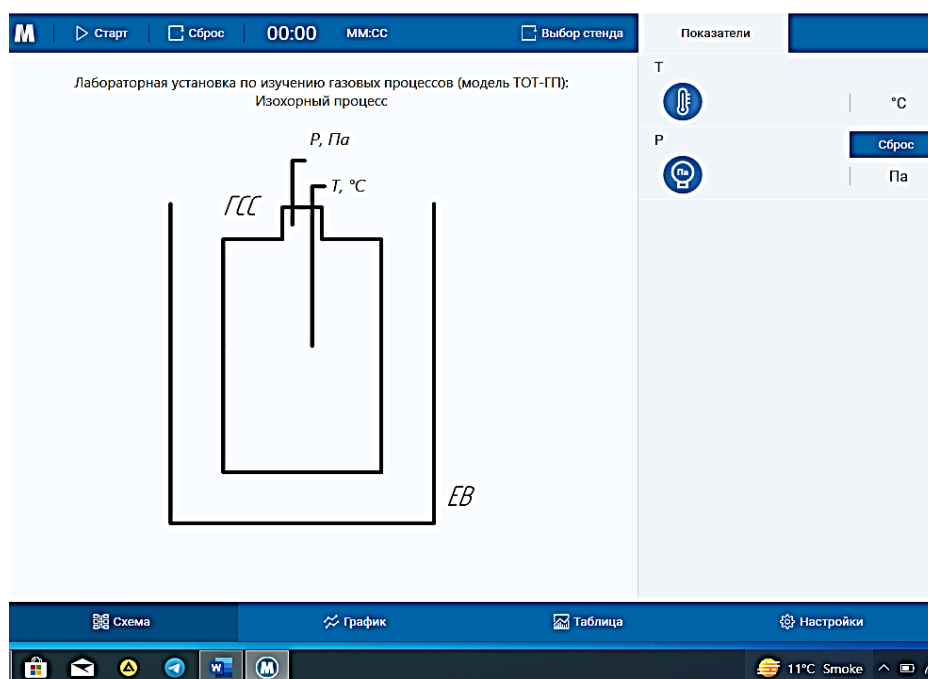
1. 1.8-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 1.3-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. Qurilmadagi avtomatik quvvat manbai BA, "Tarmoq 220 V" (Сеть 220В) ni yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing MeasLAB Programsi Dasturnidan "**Изохорик jarayon**" ("**Изохорический процесс**") yozilgan so'zni ustiga kursorni(strelkani) qo'yib kompyuter sichqonichasidagi chap tomon tugmasini bosishingiz bilan dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranida rasm ko'rinadi.



Kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompyuter ekranidagi “start” so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, jadval, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisiladi.

6. EB shisha idishiga 60 °C dan yuqori bo‘lmagan haroratdagi issiq suv quyung.

7. ГСС muhrlangan shisha idishini 3-5 daqiqa davomida issiq suvga botiring. (bu vaqt idish devorlarni va uning ichidagi havoni to‘liq isitish uchun kerak).

8. Harorat sezilarli darajada o‘zgarishni to‘xtatgandan so‘ng, idishni issiq suvdan olib tashlang.

9. Idish atrofdagi havo bilan aloqa qilish tufayli soviydi, natijada idish ichidagi havo parametrlari o‘zgaradi. O‘lchov natijalari 1.3-jadvalga kiritilgan.

10. Idish harorati o‘zgarishi taxminan xona haroratiga teng bo‘lishi bilanoq sezilarli darajada o‘zgarishi to‘xtaydi va o‘lchovlarni to‘xtating.

11. Avtomatik quvvat manbai BA, “Tarmoq 220V” (Сеть 220В) ni tarmoqdan o‘chiring.

Olingan natijalarini qayta ishlash

Mutloq(absolyut) bosim va haroratni hisoblang:

- tekshirilayotgan hajmdagi bosim atmosfera bosimi (P_{atm}) va muhrlangan idishning ichidagi ortiqcha bosim (P_{ortiq}) yig‘indisiga teng.

$$P = P_{atm} + P_{ortiq}$$

mutloq(absolyut) harorat,

$$T = t + 273,15$$

$\frac{P}{T}$ nisbatlarini har bir isitilgan nuqtalardagi hisoblanadi.

Tajriba natijalari asosida (P-T) koordinatalarda jarayon egri chizig'i tuziladi. Jarayon tenglamasidagi konstantaning o'rtacha qiymati hisoblab chiqiladi va taxminiy jarayon egri chizig'i grafikda chiziladi.

Olingan natijalari va hisoblash 1.3-jadvalda keltirilgan

1.3-jadval

№	τ, c	P_{ortiq}, Pa	$t, ^\circ C$	P, Pa	P / T
1					
2					
3					
....					
i=n					

Hisobot shakli

1. Qisqacha nazariy qoidalar.
2. Laboratoriya qurilmasining sxemasi va uning ishlash jarayonini keltiring.
3. O'lchov va hisoblash natijalari.
4. Jarayon grafiklar.
5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Izoxorik jarayonga ta'rif bering.
2. Ideal gazlar uchun qaysi qonun izoxorik jarayonni tavsiflaydi?
3. Ideal va real izoxorik jarayonlarni o'rganishda qanday farq bor?
4. Tajribada qanday kattaliklar o'lchanadi?
5. Charlz tenglamasini keltiring.
6. Gaz bosimining harorat koeffitsiyentining fizik ma'nosi nima va u nima uchun juda muhim?
7. (V - T) va (P - V) koordinatalarida izoxorik jarayonni ko'rsating.
8. Tajribada gaz issiq suvda qizdirilganda ish bajaradimi?

1.6. Politropik jarayonlar tadqiqot etish mo'ljallangan qurilma bo'yicha ma'lumotlar

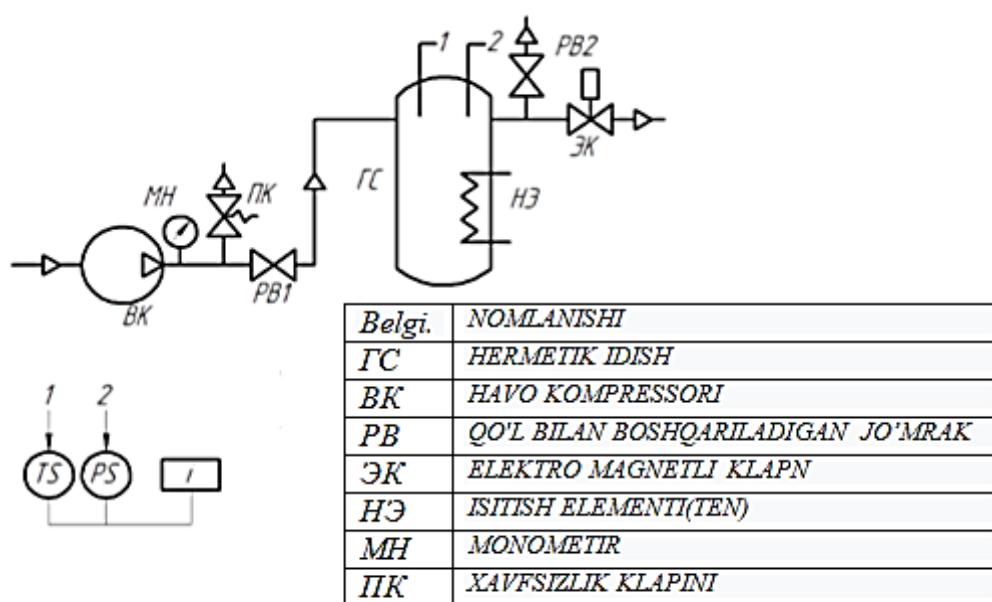
Gaz qonunlarini o'rganish uchun universal laboratoriya qurilmasi (1.9-rasm) tadqiqot maqsadlariga javob beradi va quyidagilarga olish imkon beradi:

-politropik izojarayonlarning asosiy xususiyatlarini (izotermik, izoxorik, izobar va izoetropik) o'rganish;

-politropik kursatkichning qiymatlarini, ishchi jismning parametrlarini va termodinamik jarayonning funksiyalarini, shu jumladan bevosita kuzatishdan yashiringanlarini, xuddi shuningdek bir lahzali harorat, ichki energiyaning o'zgarishi, entropiya o'zgarishi va boshqalarni;

-talabalarni termodinamik jarayonlarni boshqarish va boshqarishning zamonaviy usullari bilan tanishtirish.

200 kPa ortiqcha bosim chegarasiga o'rnatilgan BK havo kompressor qurilma (1.9-rasm) berilgan. Kompressorda MH bosim o'lchagichi va o'rnatilgan bosimni boshqaruvchi IIK xavfsizlik klapan bilan jihozlangan. Qurilmaga shuningdek, 2000 ml hajmli zanglamaydigan po'latdan yasalgan germetik idishni ΓC old panelga H Θ isitish elementi bilan o'rnatilgan, tiqin jo'mragi PB2, ortiqcha bosim ΞK jo'mrak orqali chiqarib tashlash mumkin. Idishdagi havo harorati va bosimni o'lchovchi dachiklarini o'z ichiga oladi. Tadqiqot davridagi datchiklarning ko'rsatkichlaridagi ma'lumotlarni doimiy ravishda kompyuter tizimida yozib boriladi va avtomatik qayta ishlanadi.



1.9-rasm. Sxematik diagramma

Bu ishda, adiabatik jarayon tez amalga oshadi, taxminan, sekundning o'ndan bir qismi atrofda atmosferaga ortiqcha bosimni tez chiqishi bilan erisxiladi.

1.7. Idish ichidagi gazning bosim, harorat va hajmining o'zgarishi

Ishning maqsadi va vazifalari: gazning bosimi, harorati va hajmini o'zgarishi o'lchash.

Umumiy ma'lumot

Gazning bir termodinamika holatdan ikkinchi termodinamika holatga o'tishi, ya'ni gaz holatini o'zgarishining ketma - ketligi **termodinamik jarayon** deyiladi.. Qoidaga ko'ra, har bir jarayonda **V, P, T** jismlar holatining barcha uchta parametri - hajm, bosim va harorat o'zgaradi.

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

1. 1.9-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 1.4-jadvalni tayyorlang.

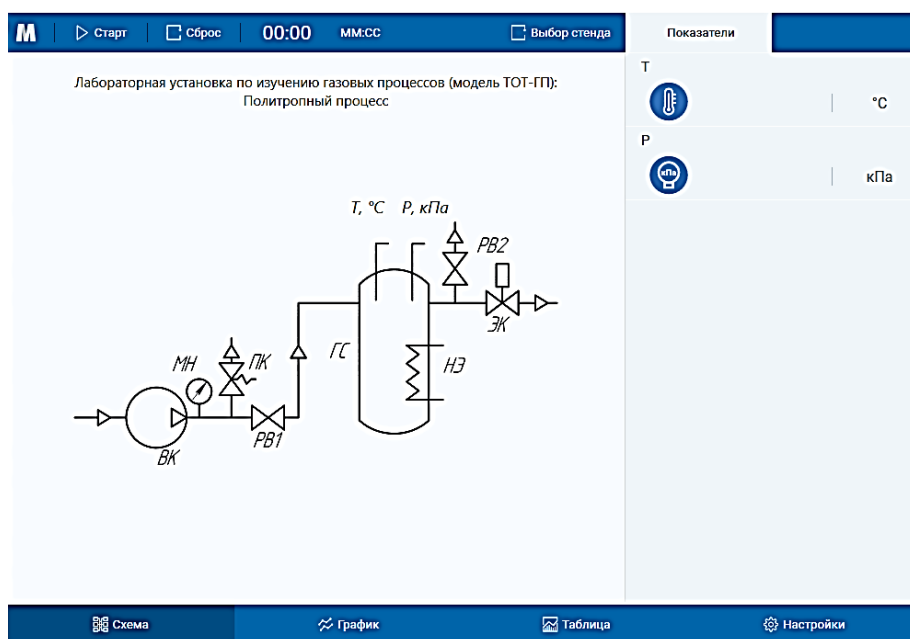
2. Havo kompressoridagi "Start" tugmasi yoqilgan bo'lishi kerak. PB2 jo'mrakni yoping.

3. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

4. Qurilmadagi avtomatik quvvat manbai BA, "Tarmoq 220 V" (Сеть 220В) ni yoqing.

5. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

6. Dasturni yoqing MeasLAB Programsi Dasturnidan "**Politropik jarayon**" ("**Политропный процесс**") yozilgan so'zni ustiga kursorni(strelkani) qo'yib kompyuter sichqonchasidagi chap tomon tugmasini bosishingiz bilan dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranida rasm ko'rinadi. Kompyuter ekranidagi "start"



soʻzi ustiga kursorini (strelkani) qoʻyib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan maʼlumotlar olish boʻyicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, soʻzlarini ustiga kursorini (strelkani) qoʻyib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari boʻyicha maʼlumotlar olishga erisiladi.

7. PB1 joʻmrakni oching. BK3 kaliti yordamida ЭК elektr joʻmragini qisqa vaqt ichida yoqing.

8. ЭК elektr- magnit klapan yopiq boʻlishi kerak, BK3 oʻchirilgan.

9. Tadqiqotni boshlang va jarayon parametrlarini yozishni boshlang.

10. BK kompressorini BK1 kaliti bilan ishga tushiring.

11. Bosim 180-200 kPa ga yetganda, kompressorni BK1 kaliti bilan oʻchiring, PB1 joʻmragini yoping.

12. Bosim va harorat parametrlarini 1.4-jadvalga yozing.

13. Oʻlchovlar oxirida va natijalarni 1.4-jadvalga kiritishda ЭК (BK3) va PB2 nazorat joʻmragi yordamida havoni chiqarib yuboring.

14. Qurilmani avtomatik BA “Tarmoq 220 V” orqali oʻchiring.

Qabul qilingan natijalarni qayta ishlash

Hajmi V boʻlgan idishdagi gazning tegishli bosimlarda massasini hisoblang ($P_0 \dots P_4$)

$$m_i = \frac{P_1 V_1 M}{RT_1}$$

bu yerda P_1, T_1 - bosim va haroratning mutloq (absolyut) qiymatlari;

m - gazning massasi, M - gazning molyar massasi (havo uchun, $M = 0,029$ kg / mol);

R - 8,31 J / (mol* K) - universal gaz doimiysi.

Oʻlchov va hisoblash natijalari 1.4-jadvalda keltirilgan

1.4-jadval

№	Holat parametri				
	t, °C	T, K	P _{ortiq} , kPa	P, kPa	m,kg

Hisobot shakli

1. Qisqacha nazariy qoidalar.
2. Laboratoriya qurilmasining sxemasi va uning ishlash jarayonini keltiring.
3. O'lchov va hisoblash natijalari.
4. Jarayon grafiklar.
5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Politirop jarayonga ta'rif bering.
2. Tajribada qanday kattaliklar o'lchanadi?
3. Politirop jarayonga gazning bosimi, harorati va hajmini o'zgarishi ko'rsating.
4. Politirop jarayonga gaz ish bajaradimi?

1.8. Politirop jarayonini o'rganish

Ishning maqsadi: politropikni jarayonning termodinamik tahlil qilish va o'rganish.

Ishning vazifalari

1. Politropik indeksni aniqlash.
2. Ishchi suyuqlikdan chiqarilgan issiqlik miqdorini aniqlash.
3. P-V va T-S diagrammalarida jarayonlarni qurish.

Umumiy ma'lumot

Ideal gazlarning termodinamik jarayonlari orasida politropik jarayonlar ajralib turadi, ularning aksariyati issiqlik dvigatellari va qurilmalarida amalga oshiriladi, chunki ularni tenglamaga bo'ysungan holda yetarli aniqlik bilan politropik deb hisoblash mumkin.

$$PV^n = const \quad (1.14)$$

bu yerda n - politropik indeks, jarayon uchun $-\infty$ dan $+\infty$ gacha bo'lgan istalgan qiymat konstantasini qabul qilishi mumkin. Bundan kelib chiqadiki, politropik jarayon gazning solishtirma issiqlik sig'imi o'zgarmagan holda qoladigan termodinamik jarayondir. Politropik jarayonning cheklovchi alohida hodisalari izotermik, adiabatik, izobarik va izoxorik jarayonlardir.

Politrop jarayoni (ilgari aytib o'tganimizdek), eng umumiy termodinamika jarayoni bo'lib, boshqa jarayonlar uning xususiy hollaridir. Buning isboti uchun politrop ko'rsatkichi " n " ga xususiy qiymatlar beramiz, ya'ni:

1) agar $n = 0$ bo'lsa, u holda $p \mathcal{G}^0 = const$, chunki $\mathcal{G}^0 = 0$ bo'ladi, yoki $p = const$ **izobarik jaryonga** aylanadi.

2) agar $p \mathcal{G}^\infty = const$ yoki $n = \infty$ bo'lganda izoxor, $\mathcal{G} = const$ bo'lib, **izoxorik jarayon tenglamasiga** aylanadi.

3) Agar $n = 1$ bo'lsa, $p \mathcal{G} = const$ **izotermik jarayon**.

4) Agar $n = k$ bo'lsa, $p \mathcal{G}^k = const$ bo'lib, mos ravishda **adiabatik jarayonning tenglamalari** holiga aylanadi.

Izoprotsesslardan tashqari, atrof-muhit bilan issiqlik energiyasi almashmasdan sodir bo'ladigan adiabatik jarayonlar katta qiziqish uyg'otadi, ular uchun $n = k$.

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

bu yerda c_v - o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'imi,

c_p - o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi.

Issiqlik sig'imi jismlarning asosiy termofizik xususiyatlaridan biridir. Gazlar uchun bu ularga issiqlik ta'minoti miqdori, usuli va tezligiga bog'liq. Har qanday politropik jarayonda bu oson uch kattalik bo'yicha hisoblanadi - politropik n ning o'zi ko'rsatkichi, o'rganilayotgan gazning o'zgarmas hajmdagi izoxorik issiqlik sig'imi c_v va uning issiqlik sig'imi c_p o'zgarmas bosimdagi nisbati bo'yicha.

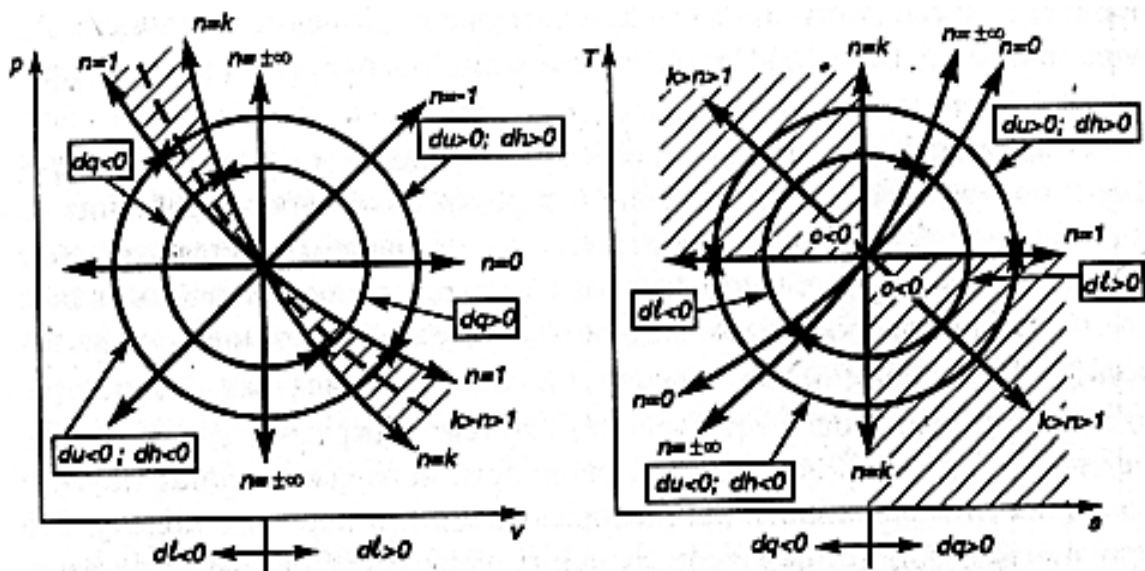
$$C_p = C_v \left(\frac{n-k}{n-1} \right) \quad (1.15)$$

bu yerda c_v - gazning o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi, normal sharoitda havo uchun $0,72 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ga teng;

c_p - havo uchun $1 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ga teng o'ziga xos izobar issiqlik sig'imi,

$k = c_p / c_v$ - havo uchun $1,4$ ga teng adiabatik indeks.

Termodinamik jarayonlarni tahlil qilish uchun P-V va T-S diagrammalaridan keng foydalaniladi (1.10-rasm). Bunda P-V diagrammasidagi izoxorik ($n = \infty$, $c = c_v$) va izobarik ($n = 0$, $c = c_p$) jarayonlar mos diagrammalarning o'qlariga parallel chiziqlar bilan, izotermik ($n = 1$, $c = \infty$) tasvirlangan va adiabatik (yoki boshqacha tarzda $n = k$ va $c = 0$ bilan izentropik) T-S diagrammasidagi o'qlarga parallel. Bunday holda, P-V diagrammasidagi jarayon egri chizig'i ostidagi maydon termodinamik jarayonning ishiga mos keladi va T-S diagramma jarayonga jalb qilingan issiqlik miqdori.



1.10-rasm. P-V va T-S dagi politropik jarayonlarning xulosa grafiklari koordinatalar.

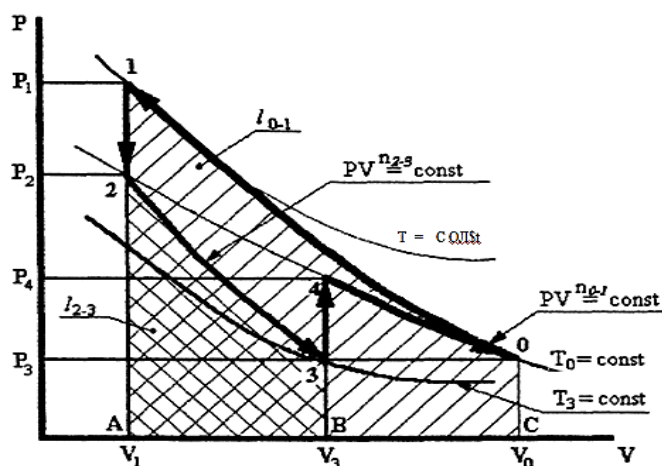
Diagrammalardan ijobiy yoki salbiy ish, issiqlik bilan ta'minlash yoki olib tashlash, ichki energiya va ishchi jismning entalpiyasining ortishi yoki kamayishi bilan jarayonlar sodir bo'lgan sohalarni aniqlash oson. Bu zonalarning chegaralari mos ravishda izoxora, adiaba va izoterm hisoblanadi. Shunday qilib, 1.10 rasmda shtrixlangan qismlar manfiy issiqlik sig'imi bo'lgan politropik jarayonlarga to'g'ri keladi, ular uchun $k > n > 1$.

Ushbu jarayonlar ishchi jismni siqish va kengaytirish uchun issiqlik mashinalarda katta amaliy ahamiyatga ega. Jismganda tashqi ish salbiy bo'lib, ish jismidan issiqlik chiqariladi. Biroq, ichki energiyaning o'zgarishi ijobiydir, chunki gazni siqish uchun bajarilgan ish, chiqarilgan issiqlikdan kattaroqdir.

Kengayish vaqtida ham kiruvchi issiqlik, ham ishchi jismning ichki energiyasi hisobiga ijobiy ish bajariladi va uning harorati pasayadi.

Politropik jarayonlarni o'rganish quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- ishchi jismning asosiy parametrlari o'rtasida eksperimental bog'liqliklarni o'rnatish;
- olingan ma'lumotlarni qayta ishlash, jarayonning matematik modelini tanlash, uning ideal gazlarning molekulyar-kinetik nazariyasiga muvofiqligini baholash va politropik ko'rsatgichini aniqlash;
- termodinamik funksiyalarni hisoblash va P-V diagrammasida jarayonlarni qurish.



1.11-rasm. P-Vdiagrammasidagi havo parametrlarini o‘zgartirishga misol

Labaratoriya ishining bajarilish ketma-ketligi

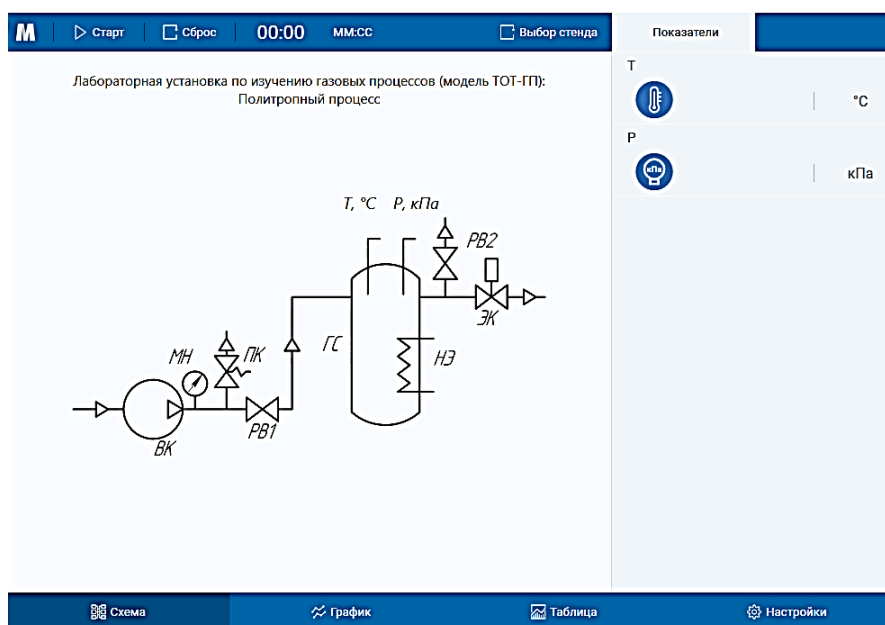
1. 1.9-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma’lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 1.5-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

4. Qurilmadagi avtomatik quvvat manbai BA, “Tarmoq 220 V” (Сеть 220В) ni yoqing.

5. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

6. Dasturni yoqing MeasLAB Programsi Dasturnidan “**Politropik jarayon**” (“**Политропный процесс**”) yozilgan so‘zni ustiga kursorni(strelkani) qo‘yib kompyuter sichqonichasidagi chap tomon tugmasini bosishingiz bilan dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi.



Kompyuter ekranidagi “старт” so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisxiladi.

7. PB1 jo‘mrakni oching. BK3 kaliti yordamida ЭК elektr- magnit klapan jo‘mragini qisqa vaqt ichida yoqing.

8. ЭК elektr- magnit jumrak yopiq bo'lishi kerak, BK3 o‘chirilgan.

9. Tadqiqotni boshlang va jarayon parametrlarini yozishni boshlang

10. BK kompressorini BK1 kaliti bilan ishga tushiring.

11. BK2 kalitini bosib BK kompressorini ishga tushiring, bu holda politropik havoni siqish (0—1) jarayoni sodir bo‘ladi, 1.11-rasm, bunda bosim $P_3 = P_0$ dan P_1 ga va harorat T_1 dan T_0 gacha ko‘tariladi.

12. Bosim 180-200 kPa ga yetganda, BK 2 kaliti bilan kompressorni o‘chiring, PB1 jumraknini yoping va 1-2 izoxorik jarayonni kuzating, bunda germetik idishdagi havo T_1 dan T_0 gacha sovutiladi, bosim esa P_1 dan P_2 gacha kamayadi.

13. Keyinchalik, BK3 kaliti bilan ЭК elektro-magnit klapanini yoqing, tankdagi bosim keskin pasayadi, 2-3 jarayon. Natijada, tankdagi harorat T_0 dan T_z gacha tushadi. Tizimdagi bosim $P_3 = P_0$ ga teng bo‘lishi bilanoq, BK3 ni o‘chirib, ЭК elektr-magnit klapanini yoping.

14. BK2 tugmachasi yordamida isitgichni yoqing, havoning 3-4 izoxorik isishi jarayonini kuzating, bunda germetik idishdagi harorat T_3 dan T_0 gacha, bosim esa P_3 dan P_4 gacha ko‘tarilishi kerak.

15. Keyin, PB2 asosiy chiqarish jo‘mragini sekin ochib, 4-0 jarayonni kuzating, bunda havoni drossellash bilan, bosim P_4 dan $P_3 = P_0$ gacha kamayadi, entalpiya va harorat doimiy bo‘lib qoladi.

16. Qurilmani avtomatik BA “Tarmoq 220 V” orqali o‘chiring.

Eslatma:Keyingi tajribalarni o‘tkazishda isitish elementi TЭH va FC ning muhrlangan idishidagi havo xona haroratiga yaqin haroratgacha sovishi kerak. Buning uchun siz tizimni tozalashingiz kerak:

- PB1 kranini oching;

- kompressorni BK1 kaliti bilan yoqing, bosim 200-220 kPa ga yetganda, bu bosimni germetik holatda ushlab turish uchun PB2 jo‘mrakni biroz oching.

17. 1.5-jadvalga barcha chegara parametrlarini kiriting va hisob-kitoblarni amalga oshiring.

18. Nazorat savollariga javob bering va bajarilgan ishlar yuzasidan mustaqil xulosalar chiqaring.

Olingan natijalarni qayta ishlash

Hajmi V bo'lgan idishdagi gazning tegishli bosimlarda massasini hisoblang ($P_0 \dots P_4$)

$$m_i = \frac{P_1 V_1 M}{RT_1}$$

bu yerda P_1, T_1 - bosim va haroratning mutloq (absolyut) qiymatlari;

m - gazning massasi, M - gazning molyar massasi (havo uchun, $M = 0,029$ kg / mol);

R - 8,31 J / (mol* K) - universal gaz doimiysi.

U holda molyar massa quyidagiga teng bo'ladi

$$\vartheta = \frac{m}{M}$$

Har bir chegara nuqtasi uchun tadqiqot etiladigan jarayonlarini natijalari 1.5-jadvalda qayd eting.

Turli jarayonlar uchun politropik ko'rsatgichini hisoblang

$$n_i = \frac{\ln \left(\frac{P_{i-1}}{P_i} \right)}{\left(\frac{V_i}{V_{i-1}} \right)}$$

O'lchov va hisoblash natijalari 1.5-jadvalda keltirilgan

1.5-jadval

Holat parametri	Jarayon nuqtasi va raqamlari					
	0	1	2	3	4	0
t, °C						
T, K						
P_{ortiq} , kPa						
P, kPa						
m, kg						
	jarayon					
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-0	0-1
n						

Hisobot shakli

1. Ishning maqsadi va vazifalari.
2. Qisqacha nazariy qoidalar.
3. Laboratoriya qurilmasining sxemasi va uning ishlash jarayonini keltiring.
4. O'lchov va hisoblash natijalari.
5. Jarayon grafiklar.
6. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Qanday jarayon politropik deb ataladi?
2. Asosiy izoprotsesslar uchun politropik ko'rsatkichlar qanday?
3. Qaysi jarayonlarda ichki energiyaning o'zgarishi ortadi va qaysilarida kamayadi?

1.9. Ichki energiya va entropiya bajargan ishini aniqlash

Ishning maqsadi: ichki energiya va entropiyani aniqlash bajargan ishni aniqlash

Ishning vazifalari

1. Bajargan ishni aniqlash.
2. Ichki energiya va entropiyaning o'zgarishi.

Umumiy ma'lumot

Termodinamik hisoblarda ishchi jism holatining asosiy parametrlari (P, V, T) bilan bir qatorda Q, A, U, I, S holat funktsiyalari qo'llaniladi.

Q - qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori, kJ

$$Q = m c_p (T - T_0) \quad (1.16)$$

ΔU - ichki energiyaning o'zgarishi, kJ

$$\Delta U = m c_v (T - T_0) A \quad (1.17)$$

A - siqish yoki kengaytirishdagi bajarilgan ishi, kJ

$$A = m \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2) \quad (1.18)$$

bu yerda R - gaz doimiysi, havo uchun 0,287 kJ/(kg K) ga teng.

ΔI - entalpiya o'zgarishi, J

$$\Delta I = m c_p (T - T_0) \quad (1.19)$$

ΔS - holat funktsiyasi sifatida entropiyaning o'zgarishi, uning differensial son jihatdan berilgan issiqlik miqdorining tizim haroratiga nisbatiga teng, kJ / K.

$$\Delta S = m \cdot c \cdot \ln(T/T_0) \quad (1.20)$$

Birinchi ikkita termodinamik funksiyani ifodalashda issiqlik sig‘imlarining qiymatlari, politropik ko‘rsatkich kabi, butun politropik jarayon davomida o‘zgarmagan holda, ishchi jism ichki energiyasini o‘zgartirishga sarflangan issiqlikning tarmoqlanish koeffitsiyentining doimiyligini ekanligini ko‘rsatadi, ishchi jism termodinamik jarayonlarni o‘rganishni sezilarli darajada osonlashtiradi.

$$\psi = \frac{\Delta U}{Q} = \frac{n-1}{n-k} \quad (1.21)$$

Bunday holda, nazariy termodinamikaning asosiy qoidalari qo‘llaniladi, ularga quyidagilar kiradi:

-termodinamikaning birinchi qonuni, ishchi jismga berilgan issiqlik Q , uning ΔU ichki energiyasini o‘zgartirishga va A tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishga, sarflanadi (hajmni o‘zgartirish ishi)

$$Q = \Delta U + A, \text{ kJ} \quad (1.22)$$

va ishchi jismning holati tenglamasi, ideal gaz uchun quyidagi shaklga ega:

$$PV = \nu RT, \quad (1.23)$$

bu yerda P - mutloq(absolyut) bosim, Pa;

V - ishchi jism egallagan hajm, m^3 ;

ν - ishchi jismning molyar massasi, mol;

R - gaz doimiysi, J/(kg K);

T - mutloq(absolyut) harorat, K.

Labaratoriya ishining bajarilish ketma-ketligi

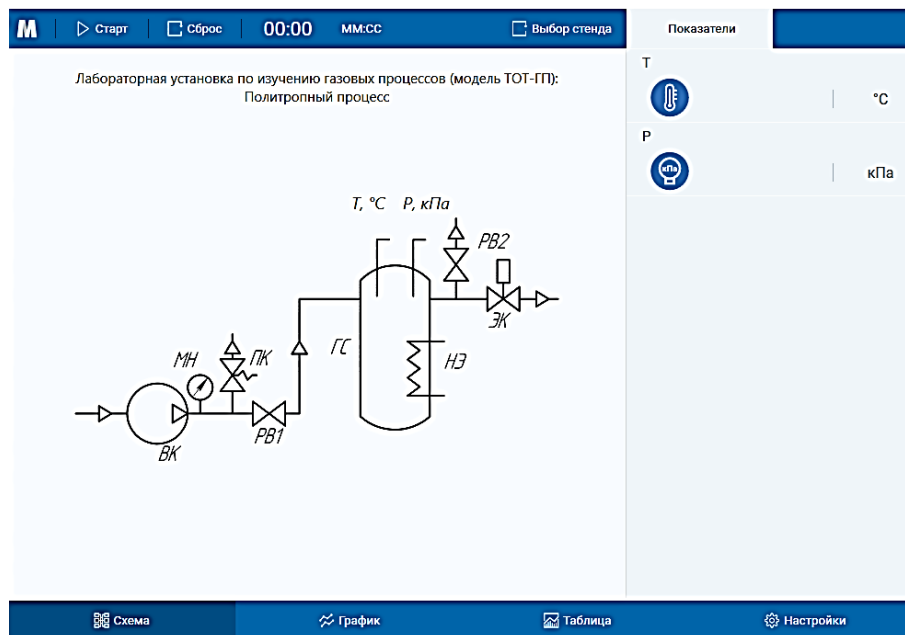
1. 1.9-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma’lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 1.6-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

4. Qurilmadagi avtomatik quvvat manbai BA, “Tarmoq 220 V” (Сеть 220В) ni yoqing.

5. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

6. Dasturni yoqing MeasLAB Programsi Dasturnidan “**Politropik jarayon**” (“**Политропный процесс**”) yozilgan so‘zni ustiga kursorni(strelkani) qo‘yib kompyuter sichqonichasidagi chap tomon tugmasini bosishingiz bilan dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi.



Kompyuter ekranidagi “start” so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisiladi.

7. PB1 jo‘mrakni oching. BK3 kaliti, ЭК elektr-magnit klapan jo‘mragini qisqa vaqt ichida yoqing.

8. ЭК elektr-magnit klapan jo‘mragini yopiq bo‘lishi kerak, BK3 o‘chirilgan.

9. Sinov va jarayon parametrlarini olishni boshlang.

10. BK1 kalitini bosib BK kompressorini ishga tushiring, bu holda politropik havoni siqish jarayoni (0-1) sodir bo‘ladi, bunda bosim $P_3 - P_0$ teng bo‘lagan holda P_1 bosimigacha oshadi, harorat esa T_0 dan T_1 gacha ko‘tariladi.

11. Bosim 180-200 kPa ga yetganda, BK 2 kaliti bilan kompressorni o‘chiring, PB1 jumrakni yoping va 1-2 izoxorik jarayonni kuzating, bunda germetik idishdagi havo T_1 dan T_0 gacha sovutiladi, bosim esa P_1 dan P_2 gacha kamayadi.

12. Keyinchalik, BK3 kaliti bilan EC elektr-magnit klapanini yoqing, idishdagi bosim keskin pasayadi, 2-3 jarayon. Natijada, tankdagi harorat T_0 dan T_3 gacha tushadi. Tizimdagi bosim $P_3 = P_0$ ga teng bo‘lishi bilanoq, BK3 ni o‘chirib, EC elektr-magnit klapanini yoping.

13. BK2 kaliti yordamida isitgichni yoqing, havoning 3-4 izoxorik isishi jarayonini kuzating, bunda idishdagi harorat T_3 dan T_0 gacha, bosim esa P_3 dan P_4 gacha ko‘tariladi.

14. Keyin, PB2 asosiy chiqarish jo‘mragini sekin ochib, 4-0 jarayonni kuzating, bunda havoni drossellash bilan, bosim P_4 dan $P_3 = P_0$ gach kamayadi, entalpiya va harorat doimiy bo‘lib qoladi.

15. Qurilmani avtomatik BA “Tarmoq 220 V” orqali o‘chiring.

Eslatma:

Keyingi tajribalarni o‘tkazishda isitish elementi TƏH va ΓC ning muhrlangan idishdagi havo xona haroratiga yaqin haroratgacha sovishi kerak. Buning uchun siz tizimni tozalashingiz kerak:

- PB1 ning ochiq qirralari,

- kompressorni BK1 kaliti bilan yoqing, bosim 200-220 kPa ga yetganda, muhrlangan idishda bu bosimni ushlab turish uchun PB2 jo‘mrak biroz oching

16. 1.6-jadvalga barcha chegara parametrlarini kiriting va hisob-kitoblarni amalga oshiring.

17. Nazorat savollariga javob bering va bajarilgan ishlar yuzasidan mustaqil xulosalar chiqaring.

Olingan natijalarni qayta ishlash

1. Hajmi V bo‘lgan idishdagi gazning tegishli bosimlarda massasini hisoblang ($P_0 \dots P_4$)

$$m_i = \frac{P_1 V_1 M}{RT_1}$$

bu yerda P_1, T_1 - bosim va haroratning mutloq (absolyut) qiymatlari;

m - gazning massasi, M - gazning molyar massasi (havo uchun, $M = 0,029$ kg / mol);

$R = 8,31$ J / (mol* K) - universal gaz doimiysi.

2. U holda molyar massa quyidagiga teng bo‘ladi

$$\vartheta = \frac{m}{M}$$

Har bir chegara nuqtasi uchun tadqiqot etiladigan jarayonlarini natijalari 1.5-jadvalda qayd eting.

3. Turli jarayonlar uchun politropik ko‘rsatgichini hisoblang

$$n_i = \frac{\ln \left(\frac{P_{i-1}}{P_i} \right)}{\left(\frac{V_i}{V_{i-1}} \right)}$$

4. Siqish ishini hisoblang

$$A_i = \frac{\nu R}{n_i - 1} (T_{i-1} - T_i)$$

O'rganilayotgan jarayonda havoning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang

$$c = c_v \frac{n-k}{n-1}$$

bu yerda $c_v = 0,72 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ havoning solishtirma izoxorik issiqlik sig'imi;
 k - havo adiabatik koeffitsiyenti 1,4 ga teng.

5. Silindrning devorlari orqali chiqarilgan issiqlik miqdorini hisoblash

$$Q = m * c * (t_i - t_{i-1}) \quad (j)$$

bu yerda c - joriy jarayon uchun issiqlik sig'imi.

6. Havoning ichki energiyasining o'zgarishi

$$\Delta U = m * c_v * (t_i - t_{i-1})$$

O'lchov va hisoblash natijalari 1.6-jadvalda keltirilgan

1.6-jadval

Holat parametri	Jarayon nuqtasi raqami					
	0	1	2	3	4	0
t, °C						
T, K						
P _{ortiq} , kPa						
P, kPa						
m, kg						
	jarayon					
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-0	0-1
n						
Q, J						
ΔU, J						
A, J						

Hisobot shakli

1. Ishning maqsadi va vazifalari.
2. Qisqacha nazariy qoidalar.
3. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va tavsifi.
4. Tadqiqot hisoboti.
5. Jarayon grafiklar.
6. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Politropik jarayonning issiqlik sig'imini aniqlash uchun tenglamani yozing va undan barcha asosiy politropik jarayonlarning issiqlik sig'imini qanday olish mumkin.

2. Ideal gazning ichki energiyasi qanday jarayonlarda ortadi va qaysi kamayadi?

3. Silindrning devorlari orqali chiqarilgan issiqlik miqdorini nimalarga bog'liq bo'ladi?

4. Gazni siqish ishini nimalarga bog'liq bo'ladi?

1.10. Tatqiqotda etish jarayonida olingan ma'lumotlarni taqqoslash

Ishning maqsadi: o'zgarmas hajmdagi harorat va bosim o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash.

Ish vazifalari

1. Tadqiqot qilish bilan Charl qonunini tekshirish.

2. Olingan ma'lumotlarni tajriba bilan solishtiring.

Umumiy ma'lumot

Ideal gazlar uchun izoxorik jarayon Charlz qonuni bilan ifodalanadi:

Ideal gazning bosimi uning termodinamika haroratiga proporsional ravishda o'zgaradi (real gazlar Sharil qonuniga bo'y so'nmaydi)

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

Ushbu ishda tajribalar jarayonida harorat T va bosim P ni o'zgarishini olingan ma'lumotlarni solishtirish usulidan foydalanamiz. Agar jarayon izoxorik bo'lsa, u holda P / T nisbati o'zgarmas bo'lib qolishi kerak.

O'lchov va hisoblash natijalari 1.7-jadvalda keltirilgan

1.7-jadval

№	1.5- laboratoriya ishi			1.8- laboratoriya ishi		
	T, K	P, Pa	P/T	T, K	P, Pa	P/T
1						
2						
3						
i-n						

Olingan natijalarni qayta ishlash

1.5 va 1.8 laboratoriya ishida olingan eksperimental ma'lumotlar uchun mutloq(absolyut) bosim va haroratni hisoblang (faqat 1-2 izoxorik jarayon uchun):

- tekshirilayotgan hajmdagi mutloq(absolyut) bosim (P) atmosfera bosimi ($P_{\text{atmosfera}}$) va muhrlangan idish bo'shlig'idagi ortiqcha bosim (P_{ortiq}) yig'indisiga teng.

$$P = P_{\text{atmosfera}} + P_{\text{ortiq}}$$

mutloq(absolyut) harorat,

$$T = t + 273,15$$

Har bir nuqta uchun P/T nisbatini hisoblang. 7.1- jadvalga ma'lumotlarni kiriting.

Hisobot shakli

1. Ishning maqsadi va vazifalari.
2. Qisqacha nazariy qoidalar.
3. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Ideal gazlar uchun qaysi qonun izoxorik jarayonni tavsiflaydi?
2. Tajribada qanday kattaliklar o'lchanadi?
3. Charlz tenglamasini keltiring.

II.LABORATORIYA SHAROITIDA VENTILASYON TIZIMLARINI O‘RGANISH

2.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o‘zichiga olgan ko‘rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo‘yicha tushuntrish ishlari o‘tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo‘yicha to‘liq ko‘rsatma olgan o‘qituvchi yoki ma‘sul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joy begona narsalar bilan to‘lib ketmasligi kerak. Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxsxilab tekshirib ko‘ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko‘rinadigan shikastlar bo‘lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo‘lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog‘liq bo‘lmagan begona narsalar bilan shug‘ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasini elektr tokida ishlaganligi sababli yolg‘iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo‘lsa, birinchi yordam ko‘rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilingda ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o‘zaro ulangan simlarni himoyalanmagan hollarda;
- b) o‘rnatish paneli va himoya qopqoqlari ochiq hollarda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan ishlaganligiga tufayli o‘qituvchining ruxsatisiz qurilmani o‘chirish va yoqish ruxsat etxilmaydi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriyasi qurilmasini yerlash holati to‘liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil qilmasdan turib qurilmadagi o‘lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta‘minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan bor kishini elektr toki urishi, kuyish yoki

boshqa holatlarda ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast yetkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

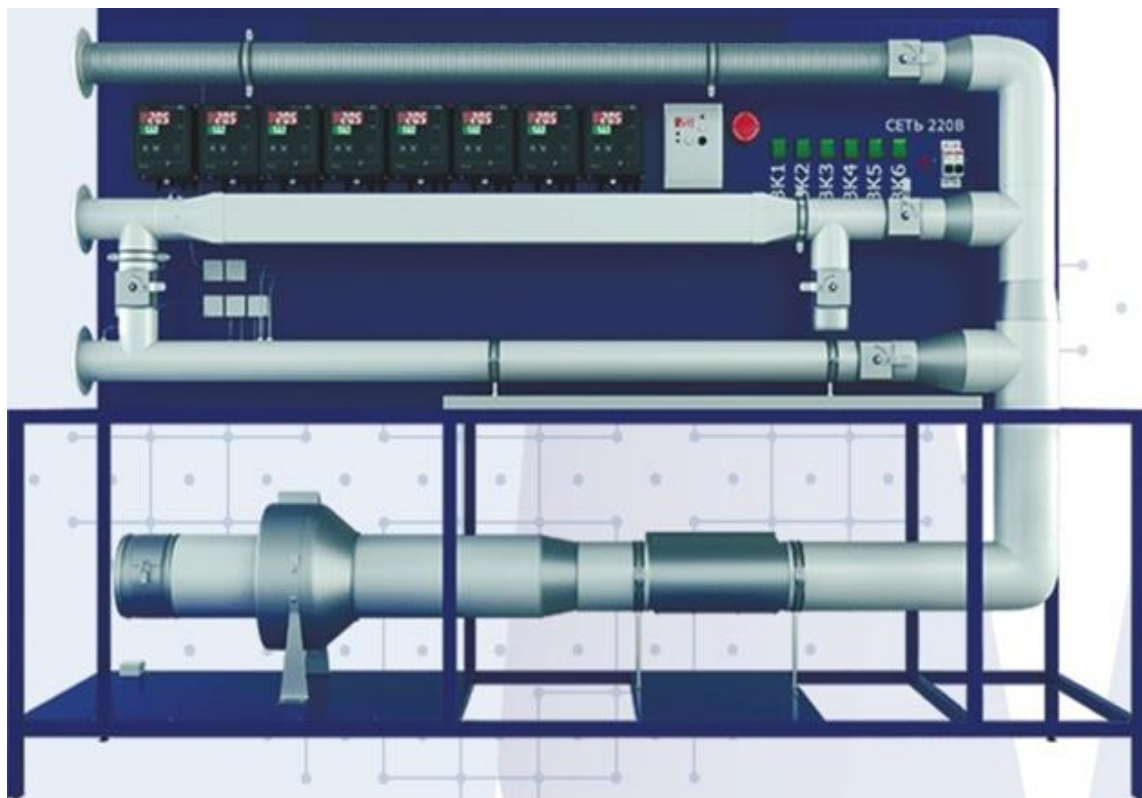
laboratoriyasi qurilmasidagi jihozlardan tutun chiqqanda, uskunada ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda stendning vertikal panelining chetlarida joylashgan **“To‘xtatish”** tugma yordamida qurilmani darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qat‘iy rioya qilgan holda o‘chirilishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugashi haqida xabar berishlari kerak.

2.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma‘lumotlar

1-rasmda **“Ventilyatsiya tizimlari”** laboratoriya stendining umumiy ko‘rinishi ko‘rsatilgan. Stendlar shunday ishlab chiqilganki, alohida elementlarni ishga tushirish orqali turli xil havo shamollatish tizimlari, havo kanallari va qurilmalarining ishlashini tekshirish mumkin.



2.1-rasmda. **“Ventilyatsiya tizimlari”** laboratoriya qurilmasining umumiy ko‘rinishi

Har bir laboratoriya ishda, ishni bajarish uchun qanday ketma-ketlikda amalga oshirish kerakligini tavsiflovchi ish ketma-ketligi bo‘limi mavjud. Har bir laboratoriya uchun ushbu bo‘limni diqqat bilan o‘qing.

Laboratoriya stendining sxemasi 2.1-rasmda ko‘rsatilgan.

Qurilma o‘lchash va nazorat qilish moslamalari bilan jihozlangan, ular yordamida siz jihozning ish rejimlarini boshqarishingiz mumkin (2.2-rasmga qarang).

Qurilma avtomatik boshqariladigan o‘chirib yoqish moslamasi yordamida yoqiladi, QF1 HL1 indikator chirog‘i yoritilgan bo‘lsa stendda elektr quvvat mavjudligini bildiradi.

Kanal ventilyatori BK1 kaliti bilan yoqiladi. Regulator (PCI) yordamida siz kanalni kerakli quvvatini (maksimal 100%, minimal 15%) sozlashingiz mumkin, shuningdek qurilmaning o‘zida joylashgan aylanma boshqaruv kaliti yordamida va kompyuter yordamida ham. “Kanal” tugmasi yordamida almashtirish amalga oshiriladi.

BK2 kaliti yordamida elektr isitgichi yoqiladi.

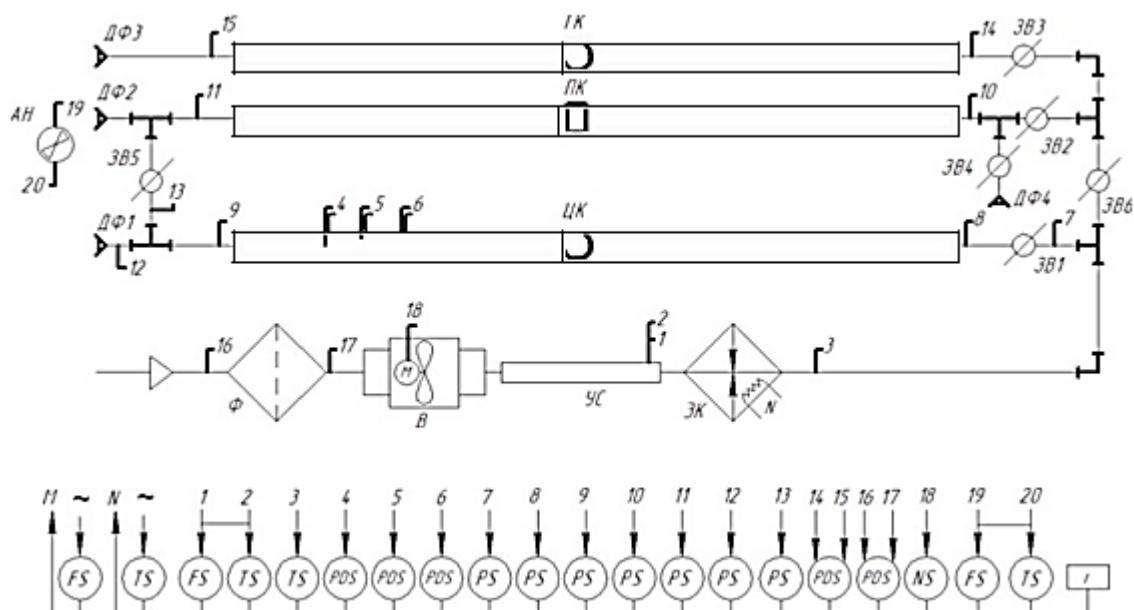
Diqqat! Isitgichni faqat ventilyator yoqilganda yoqish mumkin (haddan tashqari issiqlikdan himoya qilish).

Quvvat regulyatori (PH1) isitgichning isitish quvvatini boshqarish uchun mo‘ljallangan. Quvvatni oshirish uchun boshqaruv tugmachasini soat yo‘nalishi bo‘yicha aylantiring.

Barcha o‘lchangan parametrlar raqamli ko‘rsatkichi laboratoriya stendi bilan old panelda bilan qiymatlar ko‘rsatiladigan kompyuter ekranida ko‘rsatiladi. Kompyuter ekranidagi virtual tugmalar yordamida: T - harorat, p - bosim, v- tezlik, siz tegishli parametrlarni grafik ko‘rsatish rejimiga o‘tishingiz mumkin.

Kompyutyerda ishlash, tartibga solish va parametrlarni o‘lchash haqida ko‘proq ma‘lumotni “Dasturiy ta‘minot bilan ishlash bo‘yicha qo‘llanma” da olishingiz mumkin.

Barcha tajribalar barqaror holatda o‘tkazilishi kerak.



<i>belgilanishi</i>	<i>Nomlanishi</i>
Φ	<i>Havo filtri</i>
<i>K</i>	<i>Elektr isitgich</i>
<i>B</i>	<i>Ventilator</i>
<i>C</i>	<i>Stabilizatsiya bo'limi</i>
<i>B</i>	<i>Havo roslagichi</i>
<i>K</i>	<i>Silindrsimon kanal $\Phi 100$</i>
<i>K</i>	<i>To'rtburchak kanal 110x55</i>
<i>K</i>	<i>gofrirovka qilingan kanal $\Phi 100$</i>
<i>H</i>	<i>Anemometr</i>
<i>N</i>	<i>Elektr isitgich</i>
Φ	<i>Diffuzor sozlanishi</i>

2.2-rasm.PAXP-BC laboratoriya stendining sxemasi

- FS - havo oqimi tezligi.
- TS - harorat o'lchagichi.
- PS - bosim o'lchagichi.
- PDS - differentsial bosim o'lchagichi.
- NS - quvvat o'lchagichi.

2.3.Bosim va oqim tezliklarini aniqlash usullari o'rganish

Ishning maqsadi: tizimning turli nuqtalarida bosim va oqim tezligini tadqiqot qilish bilan asboblarni o'rganish.

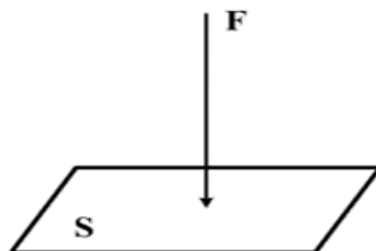
Ish vazifalari

1. Bosim va bosim farqini o'lchash asboblari haqida ma'lumotni o'rganish.
2. Pitot naychasining qurilmasi va maqsadi bilan tanishish.

Umumiy ma'lumot

Umumiy holatda bosim deganda kuchning normal komponentining kuch ta'sir qiladigan maydonga nisbati chegarasi tushuniladi (2.3-rasm). Kuchlarning bir xil taqsimlanishi bilan bosim kuchining normal qiymatini, ushbu kuch ta'sir qiladigan maydonga bo'lingan qiymatiga teng.

Bosim texnologik jarayonlarning eng muhim parametrlaridan biridir. Texnologik jarayonning oqimi bosim qiymatiga bog'liq. Bosim birligining qiymati tanlangan birliklar tizimiga bog'liq (1-ilovaga qarang).



2.3- rasm. Bosim deganda kuchning normal komponentining kuch ta'sir qiladigan maydonga nisbati chegarasi.

Mutloq va ortiqcha bosimni farqlang. Absolyut bosim P_a , noldan o'lchanadigan bosim. Ortiqcha bosim P_i - absolyut o'rtasidagi farq bosim va barometrik bosim P_b (ya'ni, atmosferasining havo ustunining bosimi) [5]:

$$P_i = P_a - P_b \quad (2.1)$$

Agar mutloq bosim barometrik bosimdan kam bo'lsa, u holda

$$P_B = P_b - P_a, \quad (2.2)$$

bu yerda P_B - vakuum bosimi.

Bosim birliklari 1-ilovada keltirilgan.

O'lchangan bosim turiga ko'ra bosimni o'lchash asboblari quyidagilarga bo'linadi:

- manometrlar - absolyut va ortiqcha bosimni o'lchash uchun;
- "Vakuum o'lchagichlar - kamdan-kam uchraydigan (vakuum) o'lchash uchun;
- bosim va vakuum o'lchagichlar - ortiqcha bosim va vakuumni o'lchash uchun;
- past bosim o'lchagichlari- kichik ortiqcha bosimlarni o'lchash uchun (40 kPa gacha);
- Tyagomer(kichik bosim o'lchagichlari)- kichik razryadlarni o'lchash uchun (minus 40 kPa gacha);

- Tyagonaporomer- past bosim va kichik ortiqcha bosimlarni o‘lchash uchun;
- differensial bosim o‘lchagichlari - bosim farqini o‘lchash uchun
- barometrlar - atmosfera havosining barometrik bosimini o‘lchash uchun [5].

Ishlash printsiptiga ko‘ra bosim o‘lchash asboblari quyidagilarga bo‘linadi:

- o‘lchangan bosimni suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi bilan muvozanatlash asosida suyuq bo‘lganlar uchun;
- turli elastik elementlarning deformatsiya kattaligi yoki ular tomonidan ishlab chiqilgan kuch bilan bosimni o‘lchaydigan deformatsiya (elastik) bo'yicha;
- porshnli bosim o‘lchagichlarda;
- bosimning qandaydir elektr miqdoriga aylanishiga yoki bosim ostida materialning elektr xususiyatlarining o‘zgarishiga asoslanganligi bo‘yicha [5].

So‘nggi yillarda elektr bosim o‘lchagichlari tobora ko‘proq foydalanilmoqda. Ularni batafsil ko‘rib chiqaylik.

Qurilmalarning ishlash printsipti bosimni o‘lchash bilan bog‘liq bo‘lgan elektr miqdorlarini o‘lchashga asoslangan [35]. Elektr manometrlarining sezuvchi elementlari bevosita bosimning funksional jihatdan bosim bilan bog‘liq bo‘lgan ba‘zi elektr miqdoriga aylanishini hosil qiladi. Har xil turdagi bosim sig‘imiga ega bo‘lgan bosim datchiklari, piezoelektrik va boshqalar mavjud.

Sig‘imi bosim datchikli kondensatorlar, konvertor plitalar orasidagi masofani o‘zgartirishiga asoslangan bo‘lib, kondensator sig‘im o‘zgartirish usulidan foydalanadi. Ma‘lumki, ilk bor bosim sig‘imli datchikli o‘tkazgichlari, keramika yoki silikon sig‘imli va elastik metall membranadan foydalangan holda ishlab chiqarilgan. Bosim o‘zgarganda, elektrodli membrana deformatsiyalanadi va sig‘im o‘zgaradi.

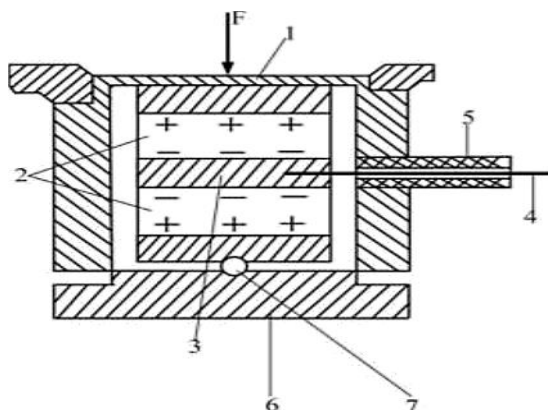
Keramika yoki kremniydan tayyorlangan elementda plitalar orasidagi bo‘shliq odatda yog‘ yoki boshqa organik suyuqlik bilan to‘ldiriladi (2.4-rasm).



2.4-rasm. Sig‘imli keramik bosim o‘tkazgich

Ikki kvarts plitalari bilan piezoelektrik bosim datchik shaklda ko‘rsatilgan. 7 [23]. O‘lchangan bosim datchik korpusining pastki qismi bo‘lgan membrana 1 ga

ta'sir qiladi. Kvarts plitalari 2 ularning orasiga o'rnatilgan metall ajratgichlar 3. O'rta bo'shliq 3 izolyatsion materialning ekranlangan yengidan 5 o'tuvchi chiqish 4 ga ulanadi. Qopqoq 6 korpusga ulangan va bosimni shar 7 orqali plitalarga o'tkazadi, buning natijasida o'lchangan bosim kvarts plitalari yuzasiga teng taqsimlanadi.



2.5-rasm. Piezoelektrik bosim sensori

Kvarts plitalari odatda o'lchash pallasida salbiy potensialni qabul qilishga joylashtirilgan. Datchikga ijobiy potensial qo'llaniladi. Zaryad oqishini kamaytirish uchun juda yuqori sifatli izolyatsiya talab qilinadi. Xuddi shu maqsadda kvarts plitalarining yuzasi ehtiyotkorlik bilan sayqallanadi. Ikkita (va ba'zan ko'proq) plitalardan foydalanish chiqish EYUK ni oshiradi, chunki plitalarning chiqish signallari qo'sxiladi [23].

Piezoelektrik sensor elektr kondensatorlarga o'xshaydi. Mexanik kuch ta'sirida paydo bo'lgan q elektr miqdori pyezoelektrik elementning yuzlarini va unga ulangan o'tkazgichlarni U kuchlanishiga zaryad qiladi, bu quyidagicha aniqlanadi.

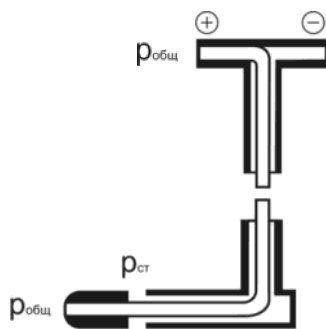
$$U = \frac{q}{C} \quad (2.3)$$

bu yerda C - o'tkazgichlar orasidagi sig'im (shu jumladan, pyezoelektr elementining sig'imi).

Pito-Prandtl naylari quvurlardagi gazlarning oqim tezligini o'lchash uchun ishlatiladi [7]. Bosim nayi ikkita nayidan iborat - ichki va tashqi naylardan iborat (2.6-rasm).

Uchidan oqim tomon o'xirilgan ichki trubka statik va (dinamik) tezliklardagi bosimlarning yig'indisiga teng bo'lgan umumiy bosimni qabul qiladi. Bosim trubkasi har doim quvur liniyasining o'qi bo'ylab o'rnatiladi, uning ochiq uchi oqimga qaragan. Umumiy va statik bosim o'rtasidagi farq bilan tezlikni (dinamik) bosimni aniqlash mumkin, odatda p_{ck} bilan belgilanadi.

Bosim farqini o‘lchash uchun quvurlarning uchlari tezlik bosimi p_{ck} qiymatini ko‘rsatadigan differentsial bosim o‘lchagichga ulanadi.



2.6-rasm - Pitot-Prandtl trubkasi (sxemasi)

Ikki bosim o‘rtasidagi farqni ko‘rsatadigan bosim o‘lchagichlari differensial bosim o‘lchagichlari yoki qisqacha differensial bosim o‘lchagichlari deb ataladi. Tezlik bosimini (ba‘zan juda kichik qiymatlarga ega) aniqroq o‘qish uchun odatda u shaklidagi bosim o‘lchagichning o‘ng tizzasi e‘gimli trubka shaklida, chap tomoni esa idish shaklida bo‘ladi. Ushbu tartibga solishda differentsial bosim o‘lchagichlari mikromanometrlar deb ataladi [19].

Mikromanometrlar odatda rangli spirt bilan to‘ldiriladi va mm suv ustuniga o‘lchanadi.

Formuladan

$$\Delta p = \frac{w^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.4)$$

tezlikni ushbu kesimda aniqlashingiz mumkin

$$w = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad (2.5)$$

bu yerda Δp - bosim farqi;

ρ - mos keladigan haroratdagi havo zichligi.

Shuni ta‘kidlash kerakki, 2.5 formula bo‘yicha hisoblangan w tezligi faqat o‘lchash nuqtasiga tegishli hisoblanadi.

Laboratoriya ishni bajarish ketma-ketligi

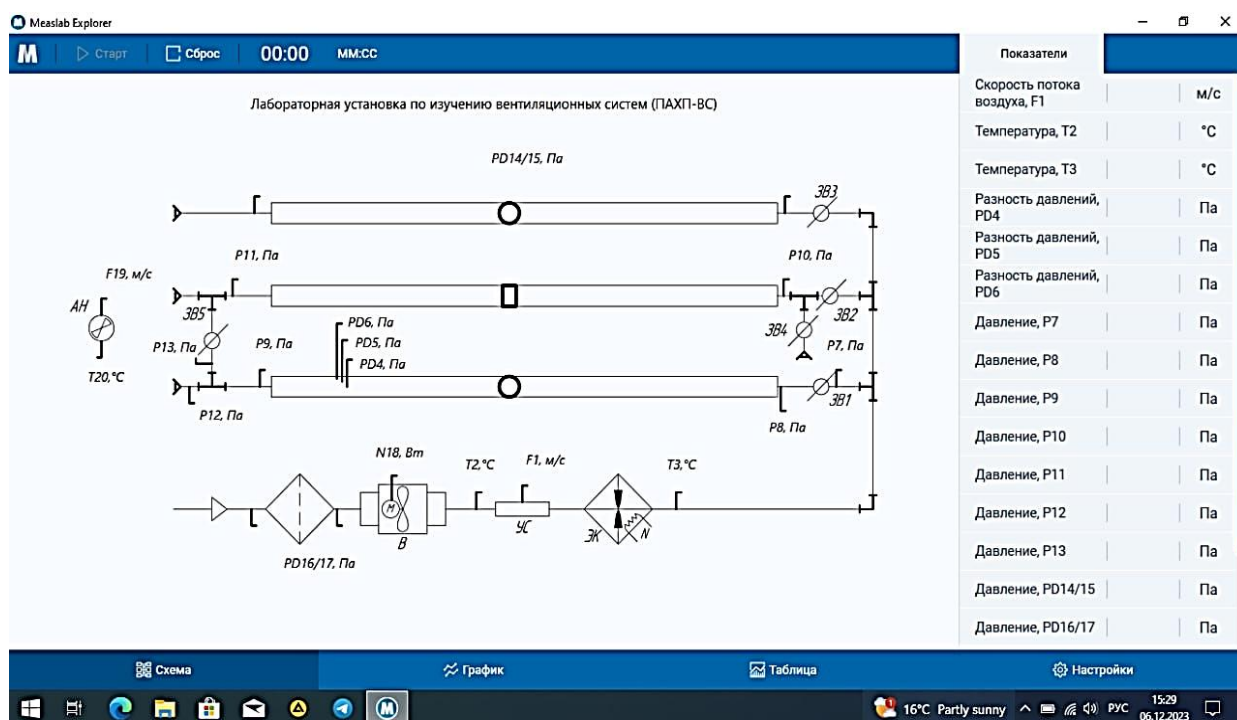
1. 1.9-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma‘lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 1.6-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. QF1, “Tarmoq 220 V” avtomatik quvvat manbayini yoqing.

5. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

6. Dasturni yoqing MeasLAB Programsi Dasturnidan, kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompyuter ekranidagi “старт” so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisiladi.



5. Stenddagi barcha quvur qopqoqlarini yoping. 3B1 quvur qopqoqlarini va ДФ1 diffuzorini, soat miliga teskari burab to‘liq oching.

6. BK1 kalit bilan ventilyatorni yoqing. Quvvatni boshqarish tugmachasini PC1 soat yo‘nalishi bo‘yicha to‘xtaguncha aylantiring. Ventilyator asta-sekin maksimal aylanish sonini oladi. Ushbu ish rejimi ventilyatorning maksimal havo oqimiga mos keladi.

7. Stenddagi faollashtirilganda old panelning raqamli ko‘rsatkichlarida “Boshlash” tugmasi bosilganda barcha o‘lchangan parametrlarning bir lahzali qiymatlarini aks ettiradi, siz parametrlarning grafik ko‘rinishiga ham o‘tishingiz mumkin.

8. ДФ1 diffuzer pardasini asta-sekin yopib, datchiklarning ko‘rsatkichlarini kuzatib boring. Natijalarni 2.1-jadvalga yozing.

9. Qurilmani avtomatik QF1, orqali o‘chiring (“Тармоқ 220 V”).

Olingan natijalarni qayta ishlash

9- Nuqtadagi datchik aslida bosimning tegish nuqtasidagi bosim va atmosfera bosimi o'rtasidagi bosim qiymatlari farqini ko'rsatadi, ya'ni bosim o'lchagichga o'xshash ortiqcha bosim miqdorini ko'rsatadi.

O'lchovlar va hisob-kitoblar natijalari 2.1-jadvalda keltirilgan

2.1-jadval

N_0	9- nuqtadagi bosim (P_9)	Filtrdagi bosim farqi Δp , Pa
1		
2		
3		

Hisobot shakli

1. Ishning maqsadi va vazifalari.
2. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va tavsifi.
3. Tadqiqot o'tkazish usuli.
4. O'lchov natijalari jadvali.
5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Sezuvchan element turiga ko'ra bosimni o'lchash uchun asboblar tasnifi.
2. "Bosim" tushunchasiga ta'rif bering. Bosimning o'lchov birliklari va ular orasidagi bog'liqlik.
3. Elektron bosim o'lchagichlarning xususiyati nimada?
4. Kapasitiv bosim o'lchagichning ishlash prinsipini tushuntiring?
5. Pyzoelektrikning datchikini sxemasini chizing va ishlash prinsipini tushuntiring?
6. Qaysi havo yuqori zichlikka ega - butunlay quruq havo yoki nam havo?

III. ISSIQLIK IZOLYATSION MATERIALLARNING ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIGINI O‘RGANISH BO‘YICHA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI

3.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o‘zichiga olgan ko‘rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo‘yicha tushuntrish ishlari o‘tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo‘yicha to‘liq ko‘rsatma olgan o‘qituvchi yoki mas‘ul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joy begona narsalar bilan to‘lib ketmasligi kerak.

Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxsilab tekshirib ko‘ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko‘rinadigan shikastlar bo‘lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo‘lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog‘liq bo‘lmagan begona narsalar bilan shug‘ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasini elektr tokida ishlaganligi sababli yolg‘iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo‘lsa, birinchi yordam ko‘rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilingda ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o‘zaro ulangan simlarni himoyalanmagan hollarda;
- b) o‘rnatish paneli va himoya qopqoqlari ochiq hollarda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan Ishlaganligiga tufayli o‘qituvchining ruxsatisiz qurilmani o‘chirish va yoqish ruxsat etxilmaydi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriyasi qurilmasini yerlash holati to‘liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil kilmasdan turib qurilmadagi o‘lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta‘minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan bor kishini elektr toki urishi, kuyish yoki

boshqa holatlarda ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast yetkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

laboratoriyasi qurilmasidagi jixozlardan tutun chiqqanda, uskunada ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda stendning vertikal panelining chetlarida joylashgan “To‘xtatish” tugma yordamida qurilmani darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qat‘iy rioya qilgan holda o‘chirilishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugashi haqida xabar berishlari kerak.

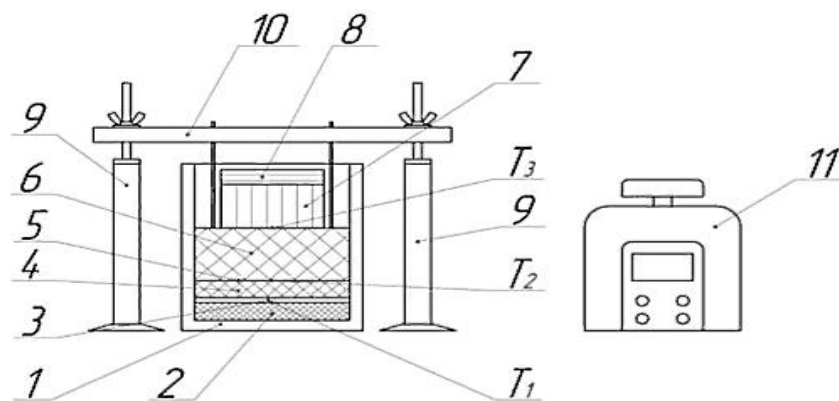
3.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma‘lumotlar

Laboratoriya stendining umumiy ko‘rinishi va sxemasi (3.1 va 3.2-rasm)

keltirilgan bo‘lib quyidagilardan iborat: Silindrdan iborat **qobiq** (1) bog‘lovchi mexanizmni(10) tayanch ustunlari (9). Issiqlik o‘tkazmaydigan materialga (2) isitish moslamasi (3) avtomatik transformator ulagichi(11).



3.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining umumiy ko‘rinishi



3.2-rasm - . Laboratoriya stendining sxemasi: 1 - **qobiq**, 2 - issiqlik o'tkazmaydigan material, 3 - isitish moslamasi, 4 - issiqlik o'tkazuvchanligi ma'lum bo'lgan material (po'lat 3, qalinligi $\delta = 20$ mm), 5 - termojuftli disk, 6 - sinov material, 7 - radiator, 8 - ventilyator, 9 - tayanch ustunlari, 10 -) bog'lovchi to'sin, 11 - elektron ko'rsatkich

Issiqlik o'tkazuvchanligi ma'lum bo'lgan material (4) sinov namunasi siqib turadi, termojuftli disk (5) va sinovdan o'tayotgan materialni (6), (7) - radiator, (8) - ventilyator yuqoridan bosib turiladi. Termojuftlar T_1 isitish moslamasiga pastdan, T_2 - yuqoridan, T_3 - radiator diskining ostidan o'rnatilgan. Avtotransformator qurilmasida strelkali (elektron ko'rsatkich) ko'rsatkich orqali kuchlanish roslanadi va dastur orqali pragramada qayd etiladi.

Isitgichning kuchlanishi Avtotransformator orqali 25 V gacha bo'lgan cheklangan oraliqda roslanadi. Jarayonni roslash va isitgichga beriladigan kuchlanishni aniqlikda berilishini klemani "**chiqish**" joyiga multimetir ulanadi. Termojuft signallari real vaqtda TPM 200 o'lchagichda ko'rsatiladi.

O'lchanadigan parametrlar:

T_1 - namunaning issiq sirtining harorati, $^{\circ}\text{C}$;

$T_2(t_s)$ - 4-namunaning sovuq yuzasi va 5 issiq yuzasidagi harorat, $^{\circ}\text{C}$;

$T_3(t_i)$ - 5-namunaning sovuq yuzasi harorati, $^{\circ}\text{C}$;

N - isitgichning quvvati, Vt .

Boshqaruv bloki:

Tarmoq 220V - stendning quvvat manbayini yoqish;

BK1 - ventilyator yoqsh uchun ulagich, 7;

Isitgichning harorati 3 (T_1) avtomatik boshqaruvchi tomonidan tartibga solinadi.

Elektr isitgichi quvvatni "**Ishga tushirish**" ("**Старт**") yordamida yoqiladi.

Isitish moslamasining quvvatini % esa roslagich yordamida o'rnatiladi.

Isitgich sirtining harorati $T_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ga yetganda, isitish avtomatik ravishda o'chadi, sirtining harorati $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ga tushguncha.

Eslatma: Vertikal paneldagi indikator chiroq yoqilganligini stend elektr tarmog'iga ulanganligini anglatadi.

Favqulodda vaziyat tugmachasini tekshiring "To'xtatish" ("Сtop") bosilgan holatda bo'lishi kerak. Buning uchun uni soat yo'nalishi bo'yicha aylantiring (o'qning yo'nalishi tugmachada ko'rsatilgan).

3.3.Qattiq materiallarning issiqlik o'tkazishini aniqlash

Ishning maqsadi: tadqiqot qilish yo'li bilan materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash.

Ish vazifalari

1.issiqlik izolyatsiya materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlarini o'lchashning statsionar usuli bilan tanishish.

2. avtomatlashtirilgan o'quv laboratoriya stendida issiqlik o'tkazuvchanlik o'lchovlarini o'tkazish.

Asosiy ma'lumotlar

Nazariy jihatdan asoslaganda eng sodda bo'lgan issiqlik o'tkazuvchanligini o'lchashning statsionar usullari boshqa usullarga qaraganda avvalroq rivojlana boshladi va hozirgi vaqtda zamonaviy nazorat va o'lchash vositalaridan foydalanish tufayli ancha mukammallikka erishdi. Ularning yordami bilan turli xil materiallar o'rganiladi: metallar, yarim o'tkazgichlar, issiqlik izolyatorlari, tolalar, kukunlar, suyuqliklar va gazlar.

Qattiq issiqlik o'tkazmaydigan materiallar, metall bo'lmagan suyuqliklar va gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligini o'rganish uchun, asosan, sinov namunasi plastinka, quvur yoki ichi bo'sh shar shakliga ega bo'lgan namuna orqali oqadi, va bir o'lchovli issiqlik oqim uchun sharoitlar ta'minlangan usullardan foydalaniladi. Bir o'lchovli issiqlik oqimi bilan tekislik-parallel plitani ko'rib chiqaylik, plitalar oqim chiziqlari yuzasiga perpendikulyar. Bunday devor orqali issiqlik o'tkazuvchanligi bilan issiqlik uzatish issiqlik oqim zinchligi Furiye qonuniga muvofiq sodir bo'ladi:

$$q = \lambda \frac{t_1 - t_2}{\delta}, \quad (\text{Vt/m}^2) \quad (3.1)$$

bu yerda λ - sinov materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, (Vt / (m K));

t_1, t_2 - yon yuzalarning harorati, ($^{\circ}\text{C}$);

δ - sinov materialining qalinligi, m.

Formula (3.1) agar λ koeffitsiyenti haroratga bog‘liq bo‘lmagan o‘zgarimas deb qabul qilingan bo‘lsa, bu kichik harorat o‘zgarishi uchun to‘g‘ri keladi. Umumiy holda, materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentining haroratga bog‘liqligini hisobga olish kerak.

Ma’lumki, ko’pgina issiqlik o‘tkazmaydigan materiallarda kichik harorat oralig‘idagi (50°S gacha) materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti yetarli darajada aniqlikda bo’ladi.

Tajribada namunalardan foydalanganda namunaga kiradigan issiqlik oqimining bir qismi tashqi muhitga tarqaladi, bu tajribada hisobga olinishi kerak.

Agar namunalar past zichlikdagi havo g‘ovakli materiallardan tayyorlangan bo‘lsa yoki gazlar yoki suyuqliklar o‘rganilsa, u holda kontakt qarsxiliklarning ta’sirini etiborsiz qoldirish mumkin.

Hozirgi vaqtda materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanligini o‘lchash uchun statsionar tekis qatlam usulining ko‘plab turli amaliy sxemalari ma’lum.

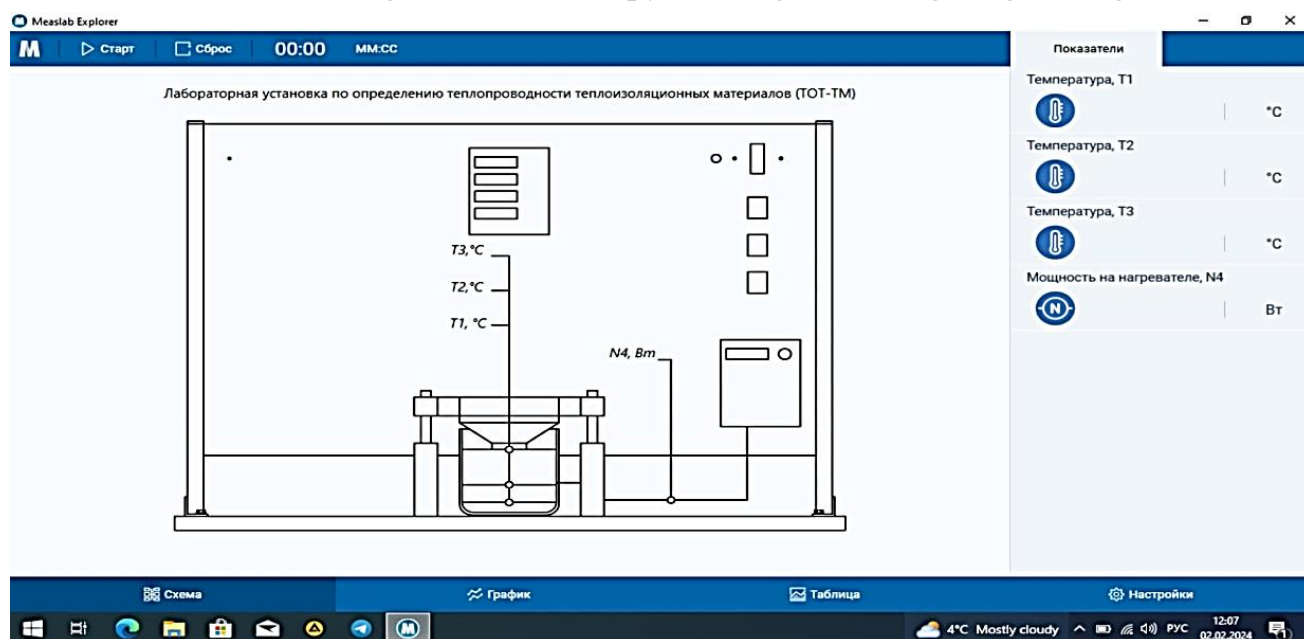
Ishni bajarish tartibi

1. 3.1-rasm va 3.2-raslarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma’lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 3.1-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

5. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.



6. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompyuter ekranidagi **“Ishga tushirish”**(**“срапр”**) so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisxiladi.

5. “BK1” ulagich bilan LATRni yoqing, kuchlanishni 20 V gacha chiqaring.

6. 10-15 daqiqa davomida T_1 – T_3 harorat sensorlarining raqamli ko‘rsatkichlari va kompyuter o‘lchash tizimining old panelidagi ko‘p kanalli osiloskopning o‘qishlaridagi o‘zgarishlarni kuzating.

7. O‘zgarmas harorat o‘rnatilguncha (statsionar rejim) kuting va haroratlarni va hisoblangan quvvatni 3.1-jadvalga kuting.

8. Keyinchalik, avtotransformatorning kuchlanishini ketma-ket 30 V ga, keyin 40 V ga o‘tkazing va 5, 6-bosqichlarni takrorlang.

9. « **Olingan natijalarni qayta ishlash**» bo‘limiga muvofiq hisob-kitoblarni bajaring.

10. Uch rejimli λ (t) grafisini tuzing, bunda $\underline{t} = \frac{t_i - t_s}{2}$

11. Jadvallarda keltirilgan tadqiqot natijalariga asoslangan holda sinov o‘tkazilayotgan materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlang.

12. Nazorat savollariga javob bering va laboratoriya ishi yuzasidan mustaqil xulosalar chiqaring.

Olingan natijalarni qayta ishlash

1. Namuna uchun koeffitsiyent

$$K = \frac{\delta}{2 \cdot F}, \text{ m}^{-1}$$

bu yerda F - namuna sirtining yuzasi,

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ m}^2$$

δ - namunaning qalinligi, m.

$d = 0,11$ m - namunaning diametri.

1. Isitgichdan chikayotgan issiqlik oqimi

$$Q = \frac{U^2}{R}, \text{ Vt}$$

bu yerda U - isitgichga beriladigan kuchlanish voltmetr ko'rsatgichi bilan LATR o'rnatiladi, V;

R - isitgichning qarxiligi, R - 24,8 om.

3. Har bir rejim uchun issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyentini hisoblang:

$$\lambda = K \frac{Q}{t_i - t_s}, \quad V_T / (m \cdot K)$$

bu yerda t_i, t_s - mos ravishda issiq va sovuq tomonlardagi namuna yuzalarining o'rtacha harorati, °C;

Namuna termostatik qobiqda ekanligini hisobga olsak, vakuum bilan to'ldirilgan, keyin radial yo'qotishlarni etiborsiz qoldirish mumkin.

Jarayon parametrlari quyidagi 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

№	F, m ²	Q, Vt	t _i , °C	t _s , °C	t̄, °C	λ, V _T /(m K)
1						
2						
3						

Nazorat savollari

1. Statsionar bo'lmagan issiqlik o'tkazuvchanligi masalasini to'liq matematik shakllantirishga nimalar kiradi?
2. Tayoq muntazam qizdirilganda harorat vaqt o'tishi bilan qaysi qonunga muvofiq o'zgaradi?
4. Qaysi materiallar uchun barqaror holat tezroq sodir bo'ladi?
5. Statsionar bo'lmagan issiqlik o'tkazuvchanligini universal tavsiflash uchun qanday umumlashtirilgan koordinatalar qo'llaniladi?

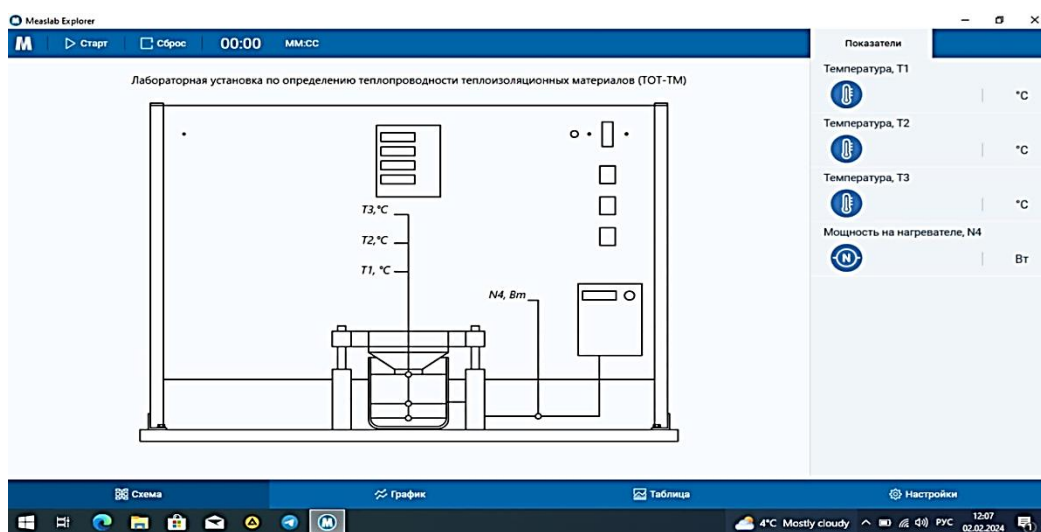
3.4.Issiqlik o'tkazuvchanlik koefsientini tajriba yo'lida aniqlash

Ishning maqsadi va ish vazifalari: materialning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyentini, issiqlik oqim zinchligi, issiqlik oqimining yo'qotilishini, avtomatlashtirilgan o'quv laboratoriya stendida eksperimental yo'l bilan aniqlash

Ishni bajarish tartibi

1. 3.1-rasm va 3.2-rasmlarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 3.1-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.
3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.
5. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.
6. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturidan**, kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompyuter ekranidagi **“Ishga tushirish”**(**“Старт”**) so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisiladi.



4. Qanot gaykalarini burang, ventilyatorni (8) radiator (7) bilan ehtiyotkorlik bilan chiqarib oling, issiqlik o‘tkazmaydigan material namunasini (6) o‘rnating, ventilyatorni radiator bilan o‘rnating va mahkamlang.

5. Ventilyatorni **BK1** ulagich bilan yoqing.

6. **“Ishga tushirish”** (**“Старт”**) ulagichi yordamida isitish quvvati roslagich bilan isitgichni yoqing. Quvvatni 15% ga o‘rnating.

Diqqat: Temperatura 80 °C dan oshmasligi kerak.

7. 10-15 daqiqa davomida T_1 - T_3 harorat sensorlarining raqamli ko‘rsatkichlari va kompyuter o‘lchash tizimining old panelidagi ko‘rsatkichlari o‘zgarishini kuzating.

8. Statsionar rejimni o‘rnatishda harorat va isitish quvvati qiymatlarini o‘lchang. 3.2-jadvalga qiymatlarni kiriting.

9. Quvvatni 20% ga o‘zgartiring va 7, 8- da ko‘rsatilgan ishni bajarish ketma-ketligini takrorlang.

10. Keyin 25% ga o‘rnating. 7, 8- da ko‘rsatilgan ishni bajarish ketma-ketligini takrorlang. Stabil holatda olingan qiymatlarni 3.2-jadval jadvalga kiriting.

11. “**Tarmoq**” (“**Сеть**”) avtomatik ulagich bilan stendni o‘chiring.

12. «**Olingan natijalarni qayta ishlash**» bo‘limiga muvofiq hisob-kitoblarni bajaring.

13. Uch rejim uchun $\lambda(t)$ grafigini tuzing, bunda - $t = \frac{t_i - t_s}{2}$

14. Nazorat savollariga javob bering va laboratoriya ishi yuzasidan mustaqil xulosalar chiqaring.

Olingan natijalarni qayta ishlash

Isitgichdan o‘ziga xos issiqlik oqimi zinchligi Vt/m^2 (parametrlarning belgilanishiga, “**Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar**” bo‘limiga qarang.)

$$q = \lambda_p \frac{t_1 - t_2}{\delta_p}$$

bu yerda $\delta_p = 0,02$ m - po‘lat namunasining qalinligi;

$\lambda_p = 18$ $Vt / (m * K)$ - po‘lat namunasining issiqlik o‘tkazuvchanligi.

Issiqlik izolyatsiyalovchi materialning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $Vt/(m * K)$:

$$\lambda_{ii} = \frac{q * \delta_{ii}}{t_i - t_s}$$

bu yerda $\delta_{ii} = 0,05$ m - issiqlik izolyatsiyalovchi materialning qalinligi.

Issiqlik oqimining yo‘qotilishi, Vt .

$$Q_n = Q_n - Q_m$$

$$Q_n = N$$

Q_n - isitgich tomonidan uzatiladigan issiqlik, Vt .

Namunaga berilgan issiqlik oqimining, Vt .

$$Q_m = q * F$$

bu yerda F - namuna sirtining yuzasi, m^2 .

$$F = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$d = 0,1$ m - namunaning diametri.

O‘rtacha haroratni aniqlang

$$t = \frac{t_i + t_s}{2}$$

Eksperimental va hisoblangan ma'lumotlar 3.2-jadvalda keltirilgan.

3.2-jadval

№	N, BT	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$q, \text{Vt/m}^2$	$\lambda_{ii}, \text{Vt/(m K)}$	Q_m, Vt	Q_n, Vt	$\underline{t}, ^\circ\text{C}$
1									
2									
3									

Hisobot shakli

1. Ishning maqsadi va vazifalari.
2. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va tavsifi.
3. Tadqiqot o'tkazish usuli.
4. O'lchov natijalari jadvali.
5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Isitgichdan o'ziga xos issiqlik oqimi zinchligi qanday parametirlarga bog'liq?
2. Issiqlik oqimining yo'qotilishi qanday aniqlanadi?
3. Issiqlik izolyatsiyalovchi materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti nimalarga bog'liq?

IV. TABIIY VA MAJBURIY KONVEKSION SHARTLARIDA SUYUQLIK OQIMIDA ISSIQLIK O‘TKAZISHINI O‘RGANISH

4.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o‘zichiga olgan ko‘rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo‘yicha tushuntrish ishlari o‘tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo‘yicha to‘liq ko‘rsatma olgan o‘qituvchi yoki mas‘ul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joy begona narsalar bilan to‘lib ketmasligi kerak. Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxsxilab tekshirib ko‘ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko‘rinadigan shikastlar bo‘lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo‘lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog‘liq bo‘lmagan begona narsalar bilan shug‘ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasini elektr tokida ishlaganligi sababli yolg‘iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo‘lsa, birinchi yordam ko‘rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilingda ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o‘zaro ulangan simlarni himoyalanmagan hollarda;
- b) o‘rnatish paneli va himoya qopqoqlari ochiq hollarda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan ishlaganligi tufayli o‘qituvchining ruxsatisiz qurilmani o‘chirish va yoqish ruxsat etxilmaidi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriyasi qurilmasini yerlash holati to‘liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil kilmasdan turib qurilmadagi o‘lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta‘minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan bor kishini elektr toki urishi, kuyish yoki

boshqa holatlarda ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast etkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

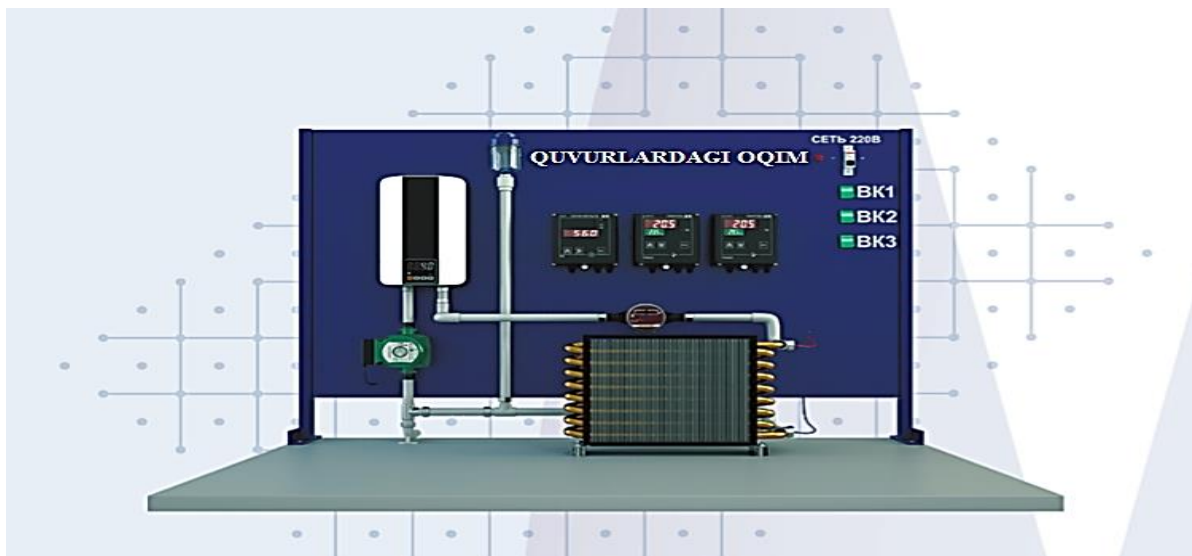
laboratoriyasi qurilmasidagi jihozlardan tutun chiqqanda, uskunada ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda stendning vertikal panelining chetlarida joylashgan **“To‘xtatish”** tugma yordamida qurilmani darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qat‘iy rioya qilgan holda o‘chirilishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugashi haqida xabar berishlari kerak.

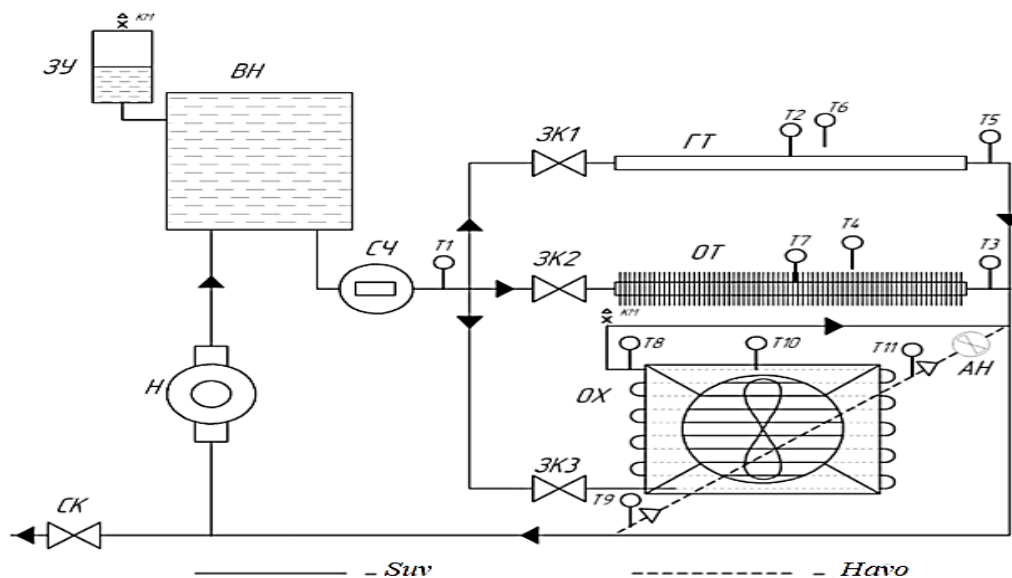
4.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma‘lumotlar

Laboratoriya stendining umumiy ko‘rinishi 4.1-rasmda keltirilgan, elektr isitkich BH, aylanma nasos H, bitta gorizonta trubka ΓT , bitta gorizonta qovurg‘ali trubka OT va havo sovutgichli OX apparati.



4.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining umumiy ko‘rinishi

Issiqlik tashuvchisi sifatida suv (termofizik xususiyatlar, 2-ilova), antifriz (termofizik xususiyatlar, 3-ilova) yoki propilen glikolning glikol (termofizik xususiyatlar, 4-ilova) ishlatilishi mumkin.



4.2-rasm. Laboratoriya qurilmasining shartli sxematik

BH - elektr isitgich, ma'lum bir harorat bilan boshqariladigan dastur asosida 3,5 kVt quvvatgacha kuchlanish berish bilan boshqariladi;

3Y – Mayevskiy krani bilan to'ldirish moslamasi(KM);

ГТ - silliq mis quvur,

- ichki diametri $d_i = 18$ mm;
- tashqi diametri $d_t = 19$ mm;
- quvur uzunligi $L = 600$ mm.

OT – qovurg'ali mis quvur,

- mis quvurining ichki diametri $d_{id} = 16$ mm;
- mis quvurining tashqi diametri $d_{td} = 19$ mm;
- alyuminiy quvurning tashqi diametri $d_{tAl} = 19$ mm;
- qovurg'alar bo'ylab tashqi diametri $d_{tashi} = 39$ mm;
- quvur uzunligi $L = 600$ mm;
- qovurg'alar oralig'i $u = 3$ mm;
- qovurg'aning qalinligi $\delta_p = 0,4$ mm.

OX – havo yordamida sovutich radiatori;

СЧ- issiq suv oqimini o'lchagichi;

AH - aneometr (ko'chma havo oqimi sensori);

H - uchta kalit pozitsiyasiga ega aylanma nasosi (minimal, o'rtacha va maksimal suv oqimi);

PB – roslovchi ventel;

3K - suv oqimini o'chirish yoki yoqish uchun jo'mrak;

CK - suyuqlikni almashtirish uchun drenaj jo‘mrangi;

T1 – t_k - dastlabki suv harorati;

T2 – t_{ch} - silliq quvurning yuzasiga chiqishidagi suv harorati;

T3 – t_{qqch} - qovurg‘ali quvur chiqishidagi suvning harorati;

T4 – t_{qqyh} , qovurg‘ali quvurning yuzasiga bevosita yaqin joylashgan havo harorati;

T5 – t_{chh} - silliq quvurning chiqishidagi suvning harorati;

T6- t_{sqh} - silliq quvurdagi yuzasiga bevosita yaqin joylashgan havo harorati;

T7 – t_{qtyah} - qovurg‘ali quvurning yuzasiga yaqin atrofdagi havo harorati

T8 - t_{hschh} - havo sovutgichining chiqishidagi suv harorati;

T9 - t_{sk}^{kh} - havo sovutgichga kirish joyidagi havo harorati;

T10 – t_{sd} - havo sovutgich devorining harorati;

T11 - t_{sk}^{kh} - havo sovutgichining chiqishidagi havo harorati;

V - suv sarfi, l/min;

w_{ht} - havo tezligi, m/s.

Eslatma: Vertikal paneldagi indikator chiroq yoqilganligi qurilma elektr tokiga ulanganligini bildiradi.

Suyuqlikdan havoga issiqlik o‘tkazuvchanligini oshirish qovurg‘ali quvurdagi qovurg‘alarni sonini oshirish yordamida amalga oshiriladi. Harorat PT100 harorat sensorlari va raqamli hisoblagich - MB110-8A, raqamli impuls hisoblagichi yordamida suyuqlik oqimi o‘lchanadi.

Boshqaruv bloki:

Tarmoq 220V - stendning quvvat manbayini yoqing;

BK1 - nasos yoqiladi;

BK2 - suv isitgichi yoqiladi;

BK3 - sovutgich ventilyatorini yoqiladi.

OX havo sovutgichining ventilyatori BK3 ulagich bilan yoqiladi va tezlikni regulyatorini soat yo‘nalishi bo‘yicha aylantirib ish holatiga aylantirish kerak. Regulyatordan foydalanib, ventilyatorini aylanish sonini o‘rnatishingiz mumkin (lavozim: maksimal 9, 1 - minimal aylanishlar).

Favqulodda vaziyat tugmachasini tekshiring “To‘xtatish” bosilgan holatda bol‘ishi kerak. Buning uchun uni soat yo‘nalishi bo‘yicha aylantiring (o‘qning yo‘nalishi tugmachada ko‘rsatilgan).

4.3. Silliq quvurda oqa yotgan issiq suvdan tashqi atmosferaga ajralib chiqayotgan issiqlik oqimini o'rganish

Ishning maqsadi va vazifalari: quvurda oqayotgan issiq suvdan tashqi atmosferaga ajralib chiqayotgan issiqlik oqimini o'rganish.

Asosiy ma'lumotlar

Issiqlik uzatishning asosiy harakteristikasi Q , J/s qiymati bo'lib, u vaqt birligida o'tkaziladigan issiqlikning mumkin bo'lgan miqdorini ko'rsatadi va issiqlik tashuvchilarning termofizik xususiyatlariga (yopishqoqlik, issiqlik o'tkazuvchanligi, zichlik, issiqlik sig'imi), hamda ularning harakat rejimiga bog'liqdir. Issiqlik o'tkazuvchanligining kattaligiga muhim ta'sir issiqlik uzatish yuzasining tuzilishi xususiyatlari (o'lchamlari, materiali, sirt holati) va sirt ustidagi isitish va isitiladigan muhit o'rtasidagi o'rtacha harorat farqi bilan amalga oshiriladi.

$$Q = M c_p (t_k - t_{ch}) \quad (4.1)$$

bu yerda M – suv massasining oqim tezligi, kg / s;

c_p - o'rtacha haroratdagi suvning issiqlik sig'imi, kJ / (kg K);

t_k va t_{ch} - boshlang'ich va oxirgi suv harorati, °C.

Laboratoriya ishning bajarish ketma-ketligi

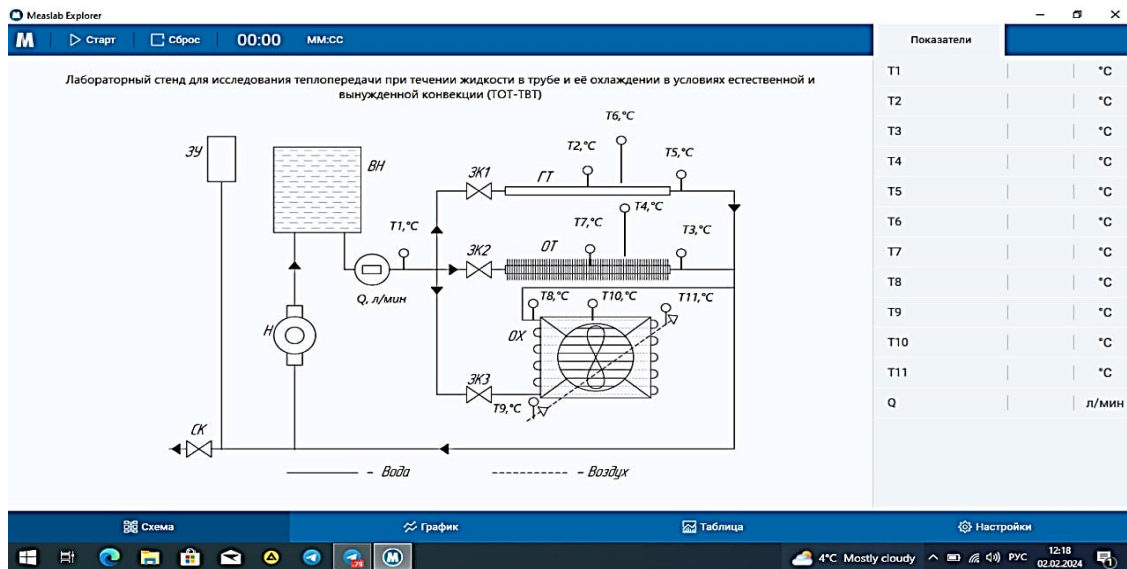
1. 4.1-rasm va 4.2-raslarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 4.1-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

5. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

6. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko'rinadi. Kompyuter ekranidagi **“Ishga tushirish”**(**“crapt”**) so'zi ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma'lumotlar olish bo'yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so'zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo'yicha ma'lumotlar olishga erisxiladi.



6. ЗК1 сув oqimini o‘chirish yoki yoqish uchun jo‘mrakni oching, ЗК2, ЗК3 ni yoping.

7. BK1 ulagich bilan nasosni ishga tushiring va nasosdagi kalit va ЗК1 сув oqimini o‘chirish yoki yoqish uchun jo‘mrakgi (ЗК2 va ЗК3 yopiq bo‘lishi kerak) yordamida issiqlik tashuvchining minimal oqim tezligini o‘rning.

8. Dasturda “Start” tugmasi bilan kompyuter o‘lchash tizimini yoqsangiz, old panelning raqamli ko‘rsatkichlari barcha datchiklar tomonidan o‘lchangan vaqt birligidagi haroratlarni va ularning vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi grafiklarini ko‘rsatadi.

9. 20-30 soniyadan so‘ng, BK2 ulagichdan foydalanib, isitgichni holatini boshqarish rejimida yoqing.

10. TC4 roslagichidan foydalanib, haroratni 40-60°C oralig‘ida o‘rning (sensirda << –tanlangan qiymatni oshirish,>> – kamaytirish uchun mo‘ljallangan, qiymat avtomatik ravishda saqlanadi).

Eslatma: tizimdagi harorat 70 ° C dan oshmasligi kerak.

11. Tizimdagi harorat belgilangan rejimga yetgandan so‘ng, silliq quvurda sinov jarayonini amalga oshiring.

12. Belgilangan сув oqimida (V, l/min), termojuftlarning t_k va t_{chiq} ko‘rsatkichlarini oling. O‘lchov natijalarini 4.1-jadvalga yozing.

13. Nasosning ish rejimlarini o‘zgartirish orqali сув oqimini miqdorini o‘zgartiring, BK1. Ko‘rsatkichlarni barqaror holatda oling, natijalarni 4.1-jadvalga kiriting.

14. Qurilmani o‘chiring.

15. Olingan natijalarni qayta ishlash.

O'lchov natijalarini qayta ishlash

1. Suvning massa oqimini aniqlang

$$M = V * \rho$$

bu yerda V - suvning hajmli oqim tezligi, m³/s;

ρ - suvning o'rtacha haroratida qo'llash jadvaliga muvofiq olingan zichlik, kg/m³.

2. Suv tomondan tashki atmosferaga chiqayotgan issiqlik oqimini hisoblang

$$Q = M c_p (t_k - t_{ch})$$

izoh: t_k va t_{ch} -larni qiymatlarini hisoblashda T_2 va T_6 larda ko'rsatilgan qiymatlar olinadi.

O'lchov va hisoblash natijalari 4.1-jadvalda keltirilgan.

4.1-jadval

No	V, l/min	M, kg / s	t_k , °C	t_{ch} , °C	Q, kJ
silliqlik quvur					
1					

Hisobot shakli

1. Ishning maqsadi va vazifalari.
2. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va tavsifi.
3. Tadqiqot o'tkazish usuli.
4. O'lchov natijalari jadvali.
5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Issiqlik miqdori qanday birliklarda o'lchanadi?
2. Hajm oqimini massa oqimiga qanday aylantirish mumkin?

4.4. Bitta quvurda suyuqlikning laminar harakat rejimidagi issiqlik o'tkazishini o'rganish

Ishning maqsadi: issiqlik berish mexanizmini va quvurdagi suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlaydigan mezonlarni o'rnatish.

Ishning vazifalari:

1. Tadqiqot yo'li bilan quvurdagi laminar suyuqlik oqimi uchun issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlash.

2. Termofizik xususiyatlarning issiqlik almashinish jarayoniga taʼsirini oʻrganish

Umumiy maʼlumot

Konvektiv issiqlik uzatish jarayonini hisoblashdagi asosiy muammo issiqlik berish koeffitsiyentini α aniqlashdir.

Konvektiv issiqlik uzatishni hisoblashning zamonaviy usullari devor yuzasi yaqinidagi harakatlanuvchi suyuqlikning nozik chegara qatlami nazariyasiga asoslanadi. Ular eng oddiy holatlar uchun nazariy yechimlarni olish imkonini beradi. Amalda issiqlik berish koeffitsiyentlari koʻplab tajribalarni umumlashtirish natijasida olingan oʻlchovsiz oʻxshashlik mezonlari yordamida aniqlanadi:

Reynold kriteriyasi laminar va turbulent oqimlarning inersiya kuchlari va ichki ishqalanish kuchlari nisbati bilan tavsiflaydi.

$$Re = \frac{W \cdot d_3}{\nu} \quad (4.2)$$

bu yerda W - muhitning xarakterli tezligi, m/s;

ν - kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti, m^2/s ;

d_3 - ekvivalent diametr, m.

Quvurlarda issiqlik berish. Hozirgi vaqtda dumaloq quvurlarda issiqlik berish eng yaxshi oʻrganilgan. Dumaloq boʻlgan kesimdagi quvurlarda issiqlik berish hisoblash koʻpincha diametri dumaloq boʻlgan koʻndalang kesimdagi baʼzi ekvivalent quvurlarda bir xil qiymatni aniqlashga imkon beradi.

$$d_3 = \frac{4V}{F} = \frac{4f}{P} \quad (4.3)$$

bu yerda f - trubaning koʻndalang kesimi, m;

P - kesimning namlangan perimetri.

Ekvivalent yoki gidravlik diametr d_3 , shunday qilib, quvurdagi suyuqlik V hajmining toʻrt barobar nisbati, yuzasiga F . Dumaloq quvurlar uchun $d_3 = d_i$ holda issiqlik berish hisoblanganda taxminan d_3 yaqinlashadi. Ushbu usulni qoʻllashning aniq chegaralari oʻrnatilmagan. Biroq, baʼzi eksperimental tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, bunday hisoblash har doim ham emas, ammo lekin suyuqlikning laminar oqimda qoniqarli natijalar beradi. Shunga qaramay, turbulent harakatning koʻproq buzilishi tufayli toʻrtburchaklar (aspekt nisbati $a/b - 1 \div 40$) va uchburchak kesimlardagi kanallarda issiqlik uzatish koeffitsiyentining taxminiy hisobi ekvivalent diametr yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Suyuqligining laminar harakatida issiqlik berish koeffitsiyenti bizga maʼlum boʻlgan tenglamalar yordamida hisoblanadi [22]:

-qiymatlarda $(Pe d_3 / L) \geq 20$; $Pe = w * d_3 / a$ - Pekle raqami,

$$Nu = 3,66.$$

-Agar $(Pe * d_3 / L) < 20$ (4.4)

$$Nu = 1,4 \left(Re \frac{d_3}{L} \right)^{0,4} Pr^{0,3} \quad (4.5)$$

bu yerda Nu- Nussel kriteriyasi

$$\alpha_{hisob} = \frac{Nu * d_i}{\lambda_s} \quad (4.6)$$

bu yerda $d_3 = d_i$ -trubaning ichki diametri (dumaloq quvur uchun), m;

λ_s - ishchi suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligi, $W/(m K)$,

Pr - Prandtl kriteriyasi.

Prandtl kriteriyasi yordamida, issiqlik texnikasi va termodinamik jarayonlarning intensivligi nisbatini aniqlanadi.

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha_s} \quad (4.7)$$

bu yerda α_s - muhitning issiqlik tarqalish koeffitsiyenti, m^2/s .

Suvning issiqlik tarqalish koeffitsiyenti 4.2-jadvalda keltirilgan.

4.2-jadval

$t, ^\circ C$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\alpha_s * 10^6, m^2/s$	0,13056	0,1361	0,1416	0,1472	0,1472	0,1553	0,1611	0,1611	0,1633	0,1666	0,1694

Laboratoriya ishning bajarish ketma-ketligi

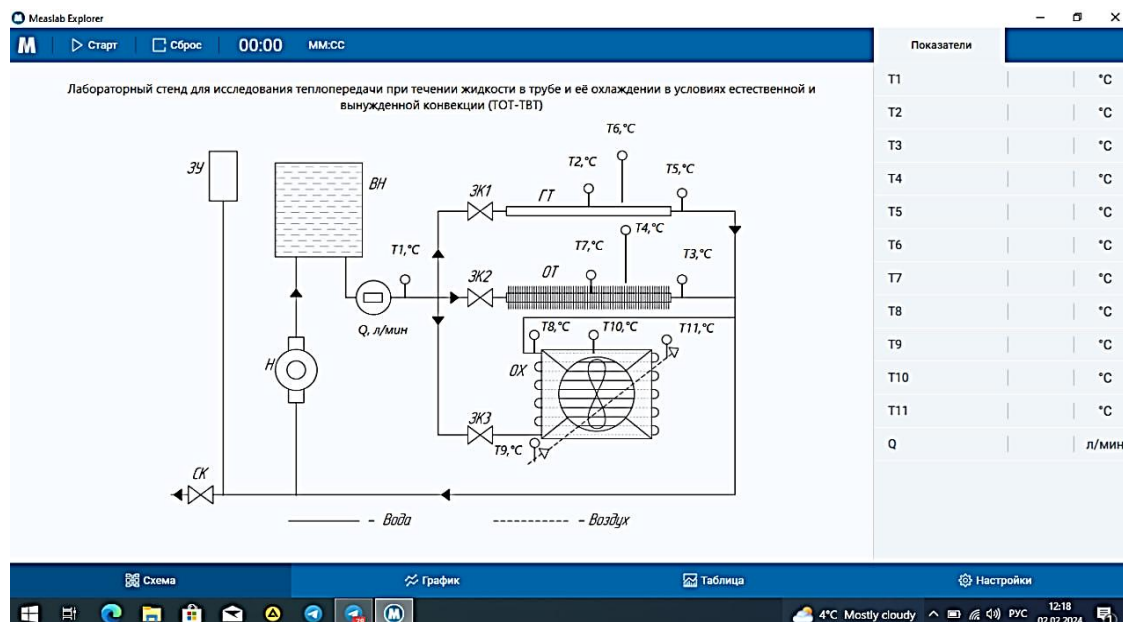
1. 4.1-rasm va 4.2-raslarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 4.3-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B "Tarmoq 220 V"** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko'rinadi. Kompekrandagi **"Ishga tushirish"** (**"старт"**) so'zi ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma'lumotlar olish bo'yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so'zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo'yicha ma'lumotlar olishga erisiladi.



6. ЗК1 jo'mrak oching, ЗК2, ЗК3 jo'mraklarni yoping.

7. BK1 ulagich bilan nasosni ishga tushiring va nasosdagi kalit naminal rejimga qo'yiladi va ЗК1 jo'mrakdan ochiq holda qo'yilib (ЗК2 va ЗК3 yopiq bo'lishi kerak) issiq issiqlik tashuvchining minimal oqim tezligini o'rnatish.

8. Dasturdagi "Ishga tushirish" ("Старт") tugmasini bosish orqali kompyuterni o'lchash tizimini yoqsangiz, old panelning raqamli ko'rsatkichlari barcha datchiklar tomonidan o'lchangan haroratlarning qiymatlarini va ularning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi grafiklarini ko'rsatadi.

9. 20-30 soniyadan so'ng, pozitsion nazorat rejimida isitgichni yoqish uchun BK2 ulagich dan foydalaning.

10. TC4 regulyatoridan foydalanib, haroratni $40 \div 60^{\circ}\text{C}$ ichida o'rnatish (tugmalar <<- tanlangan qiymatni oshirish uchun ishlatiladi, >> - kamaytirish uchun ishlatiladi, qiymat avtomatik ravishda saqlanadi).

Diqqat: tizimdagi harorat 70°C dan oshmasligi kerak.

11. Harorat belgilangan rejimga yetgandan so'ng, silliq quvurda sinov ishlarini amalga oshiring.

12. Termojuftlarning t_n ko'rsatkichlarini oling t_k , t_{ch} , $t_o'r$, t_{sqh} , va suv oqimi ($V, l/min$). O'lchov natijalarini 4.3-jadvalga yozing.

13. Qurilmani o'chiring.

14 Olingan natijalarni qayta ishlash.

O'lchov natijalarini qayta ishlash

Biz quvur uchun hisob-kitoblarni amalga oshiramiz. Parametrlarni belgilash uchun "Laboratoriya stendining tavsifi" 4.1-bo'limiga qarang.

Suyuqlik tezligini hisoblang

$$W_{\text{ж}} = \frac{4V}{\pi d_{\text{id}}^2}$$

Quvurdagi suyuqlikning o'rtacha haroratini hisoblang

$$t_{\text{or}} = \frac{t_k - t_{\text{ch}}}{2}$$

Barcha termofizik xususiyatlar standart jadvallarda o'rtacha haroratda 1- ilovadan olinadi.

Formular (4.4 va 4.7) yordamida Reynold kriteriyasi va Prandtl koeffitsiyentini hisoblaymiz.

Nussel kriteriyasi formulalar (4.5) yordamida suyuqlik oqimi rejimiga muvofiq hisoblaymiz.

(4.6) formula yordamida issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlaymiz (α_{hisob}) hisoblangan

O'lchov parametrlari natijalari 4.3-jadvalda keltirilgan.

4.3-jadval

№	Ko'rsatkichlar				
	$v, \text{m}^3/\text{s}$	$t_k, \text{°C}$	$t_{\text{ch}}, \text{°C}$	$t_{\text{or}}, \text{°C}$	$t_{\text{sqh}}, \text{°C}$
1					
2					
3					

Hisoblangan parametrlarning qiymatlari 4.4-jadvalda keltirilgan.

4.4-jadval

№	$W_s, \text{m}^3/\text{s}$	$t_{\text{or}}, \text{°C}$	$\lambda_s, \text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Re	$\alpha_s, \text{m}^2/\text{s}$	Pr	Nu	$\alpha_{\text{hisob}}, \text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
silliqlik quvur									
1									
2									

Hisobot shakli

1. Ishning maqsadi va vazifalari.
2. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va tavsifi.
3. Tadqiqot o'tkazish usuli.
4. O'lchov natijalari jadvali.

5. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Issiqlik berish koeffitsiyentining fizik ma'nosi nima?

2. Quvurda harakatlanuvchi suyuqlik tomondan issiqlik berish koeffitsiyentini qanday usullar bilan oshirish mumkin?

3. Quvurlardagi suyuqlik harakatining rejimlari qanday va ular qanday farqlanadi?

4. Ekvivalent diametr nima va uni qanday aniqlash mumkin?

4.5. Bitta quvur ichida suyuqlikning turbulent rejimda harakatlanishidagi issiqlik berishni aniqlash

Ishning maqsadi: turbulent rejimda issiqlik berish mexanizmini va quvurdagi suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlaydigan mezonlarni o'rnatish.

Ishning vazifalari:

1. Quvurlardagi suyuqlik oqimining turbulent rejimida issiqlik berish koeffitsiyentini tadqiqot yo'li bilan aniqlash.

2. Quvurning tashqi yuzasiga qarab konvektiv issiqlik berish intensivligini taqqoslash.

3. Issiqlik berish jarayoniga termofizik xususiyatlarning ta'sirini o'rganish.

Umumiy ma'lumot

Reynold kriteriyasi laminar va turbulent oqimlarning inersiya kuchlari va ichki ishqalanish kuchlari nisbati bilan tavsiflaydi.

$$Re = \frac{W \cdot d_3}{\nu} \quad (4.8)$$

bu yerda W - muhitning xarakterli tezligi, m/s;

ν - kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti, m²/s;

d_3 - ekvivalent diametr, m,

$$d_3 = \frac{4V}{F} = \frac{4f}{P}$$

bu yerda f – quvurning ko'ndalang kesimi, m;

P - ko'ndalang kesmaning namlangan kesimi.

Suyuqligining laminar harakatida issiqlik berish koeffitsiyenti bizga ma'lum bo'lgan tenglamalar yordamida hisoblanadi [8]:

turbulent rejim uchun ($Re \geq 10000$)

$$Nu = 0,021 Re_s^{0,8} Pr_s^{0,43}, \quad (4.9)$$

bu yerda Nu - Nussel kriteriyasi (mezoni).

Issqlik berish koeffitsiyenti quyidagi formula yordamida hisoblanadi.

$$\alpha_{\text{hisob}} = \frac{Nu \cdot d_{id}}{\lambda_i} \quad (4.10)$$

bu yerda $d_3 = d_{id}$ -trubaning ichki diametri (dumaloq quvur uchun), m;

λ_i - ishchi suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligi, W/(m K),

Pr - Prandtl kriteriyasi (mezoni).

Prandtl kriteriyasi yordamida, issiqlik texnikasi va termodinamik jarayonlarning intensivligi nisbatini aniqlanadi.

$$Pr = \frac{V}{\alpha_s} \quad (4.11)$$

bu yerda α_s - muhitning issiqlik tarqalish koeffitsiyenti, m^2/s .

4.5-jadvalda suvning issiqlik tarqalish koeffitsiyenti keltirilgan

4.5-jadval

t, °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
α_i * 10^6 , m^2/s	0,1305	0,1361	0,1416	0,1472	0,1472	0,155	0,1611	0,1611	0,163	0,1666	0,1694

Laboratoriya ishning bajarish ketma-ketligi

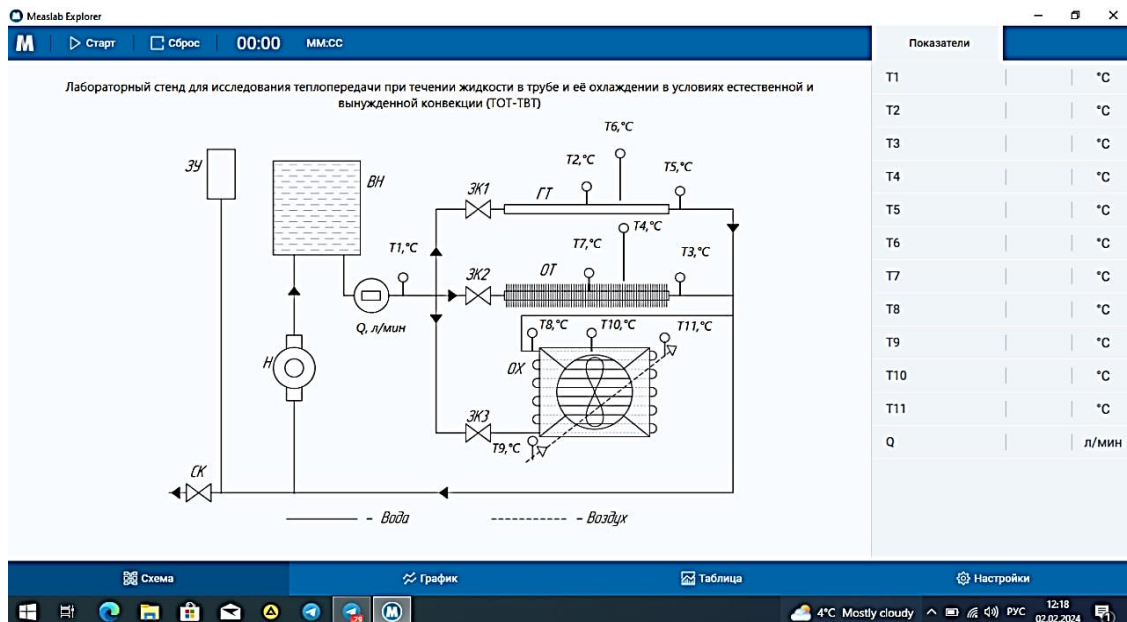
1. 4.1-rasm va 4.2-rasmlarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 4.6-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko'rinadi. Kompekrandagi **“Ishga tushirish”**(**“старт”**) so'zi ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma'lumotlar olish bo'yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so'zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo'yicha ma'lumotlar olishga erisiladi.



6. ЗК1 joʻmrak oching, ЗК2, ЗК3 joʻmraklarni yoping.

7. BK1 ulagich bilan nasosni ishga tushiring va nasosdagi kalit nominal rejimga qoʻyildi va ЗК1 joʻmrakdan ochiq holda qoʻyilib (ЗК2 va ЗК3 yopiq boʻlishi kerak) issiq issiqlik tashuvchining minimal oqim tezligini oʻrning.

8. Dasturdagi “Ishga tushirish” (“Старт”) tugmasini bosish orqali kompyuterni oʻlchash tizimini yoqsangiz, old panelning raqamli koʻrsatkichlari barcha datchiklar tomonidan oʻlchangan haroratlarning qiymatlarini va ularning vaqt oʻtishi bilan oʻzgarishi grafiklarini koʻrsatadi.

9. 20-30 soniyadan soʻng, pozitsion nazorat rejimida isitgichni yoqish uchun BK2 ulagichdan foydalaning.

10. TC4 regulyatoridan foydalanib, haroratni $40 \div 60^{\circ}\text{C}$ ichida oʻrning (tugmalar \ll - tanlangan qiymatni oshirish uchun ishlatiladi, \gg - kamaytirish uchun ishlatiladi, qiymat avtomatik ravishda saqlanadi).

Diqqat: tizimdagi harorat 70°C dan oshmasligi kerak.

11. Harorat belgilangan rejimga yetgandan soʻng, silliq quvurda sinov ishlarini amalga oshiring.

12. Termojuftlarning t_n koʻrsatkichlarini oling t_k , t_{ch} , t_o , t_{sqh} , va suv oqimi ($V, l / \text{min}$). Oʻlchov natijalarini 4.3-jadvalga yozing.

13. Qurilmani oʻchiring.

14 Olingan natijalarni qayta ishlash.

Oʻlchov natijalarini qayta ishlash

Biz quvur uchun hisob-kitoblarni amalga oshiramiz. Parametrlarni belgilash uchun “Laboratoriya stendining tavsifi” 4.1-boʻlimiga qarang.

Suyuqlik tezligini hisoblang

$$W_{\text{ж}} = \frac{4V}{\pi d_{\text{id}}^2}$$

Quvurdagi suyuqlikning o'rtacha haroratini hisoblang

$$t_{\text{or}} = \frac{t_{\text{k}} - t_{\text{ch}}}{2}$$

Barcha termofizik xususiyatlar standart jadvallarda o'rtacha haroratda 1- ilovadan olinadi.

Formulalar (4.8 va 4.11) yordamida Reynold kriteriyasi va Prandtl ko'effitsiyentini hisoblaymiz.

Nussel kriteriyasi formulalar (4.9) yordamida suyuqlik oqimi rejimiga muvofiq hisoblaymiz.

(4.10) formula yordamida issiqlik berish ko'effitsiyentini aniqlaymiz (α_{hisob}) hisoblangan

4.6-jadvalda silliq quvur uchun o'lchangan parametrlar keltirilgan

4.6-jadval

№	v, l/min t, °C				
	Ko'rsatkichlar				
	v, m ³ /s	t _k , °C	t _{ch} , °C	t _{or} , °C	t _{sqh} , °C
1					
2					
3					

4.7-jadvalda hisoblangan parametrlarning qiymatlari keltirilgan

4.7-jadval

№	W _s , m/s	t _{or} , °C	λ _s , Vt/(m*K)	σ, m ² /s	Re	α _s , m ² /s	Pr	Nu	α _{hisob} , Vt/(m ² *K)
silliq quvur									
1									
2									

Hisobot shakli

1. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va tavsifi.
2. Tadqiqot o'tkazish usuli.
3. O'lchov natijalari jadvali.

4. Olingan natijalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Issiqlik uzatish koeffitsiyentining fizik ma'nosi nima?

2. Yon tomondan issiqlik uzatish koeffitsiyentini oshirish usullari qanday suyuqlik quvurda harakat qiladimi?

3. Quvurlardagi suyuqlik harakatining rejimlari qanday va ular qanday farqlanadi?

4. Ekvivalent diametr nima va uni qanday aniqlash mumkin?

4.6. Gorizontalar uchun issiqlik uzatish koeffitsiyentini aniqlash

Ishning maqsadi: issiqlik uzatish mexanizmini o'rganish.

Ishning vazifalari:

1. Yagona gorizontalar uchun issiqlik uzatish koeffitsiyentini aniqlash.

2. Issiqlik uzatish jarayoniga termofizik xususiyatlarning ta'sirini o'rganish.

Umumiy ma'lumot

Umuman olganda, harakatlanuvchi muhitda sodir bo'ladigan konvektiv issiqlik almashinuvi ikkita mexanizmning birgalikdagi ta'siri bilan bog'liq – tashqi muhit bilan aloqada bo'lgan haqiqiy konvektiv o'tkazuvchanlik va issiqlik o'tkazuvchanlik. Shunday qilib, u suyuqlik muhitining bir haroratli hududdan boshqa harorat muhitiga o'tishi va suyuqlikning izotermik bo'lmagan chegara qatlamidagi mikrozarxalarning termal harakati tufayli amalga oshiriladi. Elektro'otkazuvchanligi bo'lmagan muhitlar uchun konvektiv uzatish intensivligi odatda issiqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan katta bo'ladi, laminar oqimda faqat muhit oqimiga ko'ndalang yo'nalishda issiqlik uzatish uchun muhim rol o'ynaydi.

Suyuq metallar harakatida issiqlik o'tkazuvchanligining roli kattaroqdir. Bunday holda, issiqlik o'tkazuvchanligi suyuqlik harakati yo'nalishi bo'yicha issiqlik uzatishga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Turbulent oqimda oqim bo'ylab issiqlik uzatish jarayonida asosiy rolni suyuqlik oqimi bo'ylab turbulent girdoblarning pulsatsiyalanuvchi harakati rol o'ynaydi. Shunga qaramay, konvektiv issiqlik uzatish jarayonlarida issiqlik o'tkazuvchanligining ishtiroki, bu jarayonlarda harakatlanuvchi muhitning termofizik xususiyatlari, uning yopishqoqligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqlik sig'imi va zichligi sezilarli darajada ta'sir qilishiga olib keladi.

Konvektiv issiqlik uzatishda hal qiluvchi rolni suyuqlik yoki gaz tanasi bilan aloqada bo'lgan massa o'tkazishning intensivligi ko'p jihatdan muhit harakatining

tabiatiga, ya'ni uning harakat rejimi (laminar oqim yoki turbulent) tezligiga bog'liq. Agar muhitning harakati qandaydir tashqi qo'zg'atuvchining (nasos, ventilyator, kompressor va boshqalar) ta'siridan kelib chiqsa, unda bunday harakat majburiy deyiladi va bu holda sodir bo'ladigan jarayon majburiy konveksiya deb ataladi. Agar muhitning harakati faqat undagi bir xil bo'lmagan harorat maydonining mavjudligi bilan bog'liq bo'lsa, unda bunday harakat erkin, issiqlik almashinuvi jarayoni esa erkin yoki tabiiy konveksiya deb ataladi. Bizning holatda, biz trubaning tashqi silliq yoki qovurg'ali yuzasi orqali tinch havo muhitidagi quvurda harakatlanadigan qizdirilgan suyuqlikning majburiy oqimidan issiqlikning o'tkazilishini ko'rib chiqamiz. Amalda, majburiy va erkin konveksiyani hisobga olish kerak bo'lgan holatlar ham mavjud.

Texnologiyada ikkita harakatlanuvchi sovutish suvi o'rtasida issiqlik almashinuvi ularni ajratib turadigan mustahkam devor issiqlik uzatish deb ataladi va quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- harakatlanuvchi issiq suyuqlikdan devorga issiqlik uzatish;
- devorning issiqlik o'tkazuvchanligi,
- devordan sovuqroq harakatlanuvchi muhitga issiqlik uzatish.

Issiqlik uzatishning intensivligi K koeffitsiyenti bilan tavsiflanadi, son jihatdan suyuqliklar orasidagi harorat farqi $1 K$ bo'lgan vaqt birligida devor yuzasi birligi orqali o'tkaziladigan issiqlik miqdoriga teng; o'lchov birligi $K \cdot Vt / (m^2 \cdot K)$. R ning qiymati, K koeffitsiyentining teskarisi, issiqlik o'tkazuvchanlikka termik qarshiligi deb ataladi. Misol uchun, bir qavatli devor uchun

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (4.12)$$

bu yerda α_1 va α_2 - issiq suyuqlikdan devor yuzasiga va devor yuzasidan sovuq muhitga issiqlik berish koeffitsiyentlari;

δ - devor qalinligi;

λ - materialining issiqlik o'tkazuvchanligi.

Ko'p qatlamli devor orqali issiqlik uzatish jarayonini hisobga olsak, shuni ta'kidlash kerakki, issiqlik uzatishning har bir bosqichida, issiqlik uzatish jarayoni yoki issiqlik o'tkazuvchanligi bo'ladimi, har bir qatlamli devor o'zining issiqlik qarshiligiga ega bo'ladi. Shunday qilib, masalan, ish paytida hosil bo'lgan quvurlar yuzasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan cho'kindi qo'shimcha issiqlik qarshiligini yaratadi va issiqlik o'tkazuvchanligiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi.

Issiqlik uzatish koeffitsiyenti ichki yoki tashqi issiqlik almashinuvi yuzasiga, tegishli bo'lishi mumkin, quyida keltirilgan ifodada ichki qismga tegishli

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_2} \frac{F_{iyu}}{F_{tyu}}} \quad (4.13)$$

bu yerda $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}$ - ifloslanishni hisobga olgan holda ko'p qatlamli devorning termal qarshiligi;

δ_d - devor qalinligi;

λ_d - quvur devori materialining issiqlik o'tkazuvchanligi;

δ_{if} - ifloslanish qatlamining qalinligi;

$\lambda_{ifio't}$ - ifloslanishning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

F_{iyu} - quvurning ichki yuzasi;

F_{tyu} - quvurning tashqi yuzasi.

Odatda, amaliy hisob-kitoblarni amalga oshirishda δ_{if} va $\lambda_{ifio't}$ qiyin, $\frac{\delta_{if}}{\lambda_{ifio't}} = (1,7 \div 3,4) * 10^{-4}$, (m²*K)/Vt ni olish tavsiya etiladi.

Amalda uchraydigan aksariyat hollarda **K** koeffitsiyenti tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Bunda olingan natijalar o'xshashlik nazariyasi usullari bilan qayta ishlanadi.

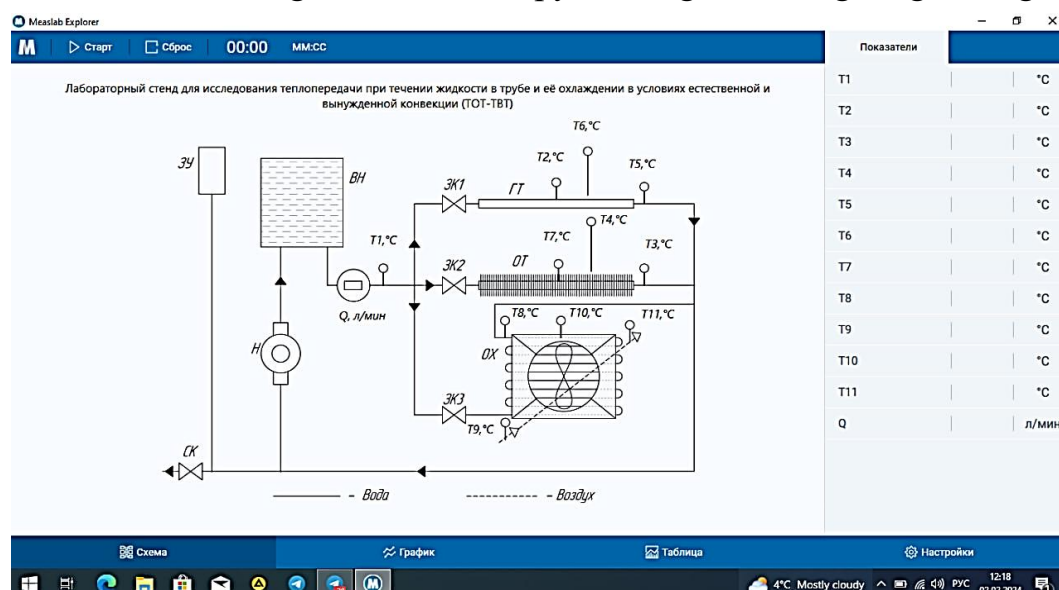
Laboratoriya ishning bajarish ketma-ketligi

1. 4.1-rasm va 4.2-raslarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 4.6-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.



5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompyuter ekranidagi **“Ishga tushirish”** (“**старт**”) so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma‘lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma‘lumotlar olishga erisxiladi.

6. 3K1 jo‘mrak oching, 3K2, 3K3 jo‘mraklarni yoping.

7. BK1 ulagich bilan nasosni ishga tushiring va nasosdagi kalit naminal rejimga qo‘yiladi va ZK1jo‘mrakdan ochiq holda qo‘yilib (3K2 va 3K3 yopiq bo‘lishi kerak) issiq issiqlik tashuvchining minimal oqim tezligini o‘rnating.

8. Dasturdagi **“Ishga tushirish”** (“**Старт**”) tugmasini bosish orqali kompyuterni o‘lchash tizimini yoqsangiz, old panelning raqamli ko‘rsatkichlari barcha datchiklar tomonidan o‘lchangan haroratlarning qiymatlarini va ularning vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi grafiklarini ko‘rsatadi.

9. 20-30 soniyadan so‘ng, pozitsion nazorat rejimida isitgichni yoqish uchun BK2 ulagichdan foydalaning.

10. TC4 regulyatoridan foydalanib, haroratni $40\div 60^{\circ}\text{C}$ ichida o‘rnating

(tugmalar <<- tanlangan qiymatni oshirish uchun ishlatiladi, >> - kamaytirish uchun ishlatiladi, qiymat avtomatik ravishda saqlanadi).

Diqqat: tizimdagi harorat 70°C dan oshmasligi kerak.

11. Harorat belgilangan rejimga yetgandan so‘ng, silliq quvurda sinov ishlarini amalga oshiring.

12. Termojuftlarning t_n ko‘rsatkichlarini oling $t_k, t_{ch}, t_o'r, t_{sqh}$, va suv oqimi ($V, l / \text{min}$). O‘lchov natijalarini 4.8-jadvalga yozing.

13. Nasosning ish rejimlarini almashtirish va valfning holatini sozlash orqali suv oqimini o‘zgartiring, 3K1. Ko‘rsatkichlarni barqaror holatda oling. 4.11 jadvalga kiriting.

14. 3K2 o‘chirish klapanini oching, 3K1, 3K3 ni yoping.

15. Statsionar rejimda suv harakatining turli rejimlarida qovurg‘ali quvurda tajriba o‘tkazing. Termojuftlar va suv oqimining ko‘rsatkichlarini oling ($V, l / \text{min}$). O‘lchov natijalarini 4.9-jadvalga yozing.

16. Etilen glikol yoki antifriz yordamida ushbu usulga muvofiq tajriba o‘tkazing. Hisoblashda 2 va 3-ilovalar keltirilgan termofizik xususiyatlardan foydalaning.

17. Qurilmani o‘chiring.

18. Olingan natijalarni qayta ishlash.

O‘lchov natijalarini qayta ishlash

Biz quvur uchun hisob-kitoblarni amalga oshiramiz. Parametrlarni belgilash uchun **“Laboratoriya stendining tavsifi”** 4.1-bo‘limiga qarang.

Suyuqlik tezligini hisoblang

$$W_{\text{ж}} = \frac{4V}{\pi d_{\text{id}}^2}$$

Quvurdagi suyuqlikning o‘rtacha haroratini hisoblang

$$t_{\text{o'r}} = \frac{t_k - t_{\text{ch}}}{2}$$

Suyuqlikning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti (λ_s) va kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti (ν) 1-ilovaning standart jadvallarida o‘rtacha haroratdan aniqlanadi.

Reynol kriteriyasi (mezonini) va Prandtl koeffitsiyentini 4.8 va 4.11 formulalar bo‘yicha hisoblaymiz

Nussel kriteriyasi (mezonini) formulalar bo‘yicha suyuqlik oqimi rejimiga muvofiq hisoblaymiz (**qarang:** 4.5 va 4.6 laboratoriya ishida keltirilgan).

Suvning massa oqimini aniqlang

$$M = V * \rho_s$$

bu yerda V - suvning hajm birligidagi oqim tezligi, m^3/s ;

ρ_s - suvning o‘rtacha haroratida bog‘liq ravishda jadvaliga muvofiq olinadigan zichlik, kg/m^3 .

suv tomondan beriladigan issiqlik oqimini quyidagicha hisoblaymiz

$$Q = M c_s (t_k - t_{\text{ch}})$$

Suvdan quvur devorigacha bo‘lgan harorat farqini aniqlang

$$\Delta t = t_{\text{o'r}} - t_t$$

bu yerda $t_{\text{o'r}}$ - suvning o‘rtacha harorati.

$t_t = \frac{t_{\text{io'r}} - t_{\text{so'r}}}{2}$ issiqlik va sovuqlik tashuvchilarning o‘rtacha harorati,

$t_{\text{io'r}} = \frac{t_k - t_{\text{ch}}}{2}$ issiqlikni tashuvchi apparat ichidagi o‘rtacha harorat,

$t_{\text{so'r}} = \frac{t_{\text{kh}} - t_{\text{chh}}}{2}$ sovuqlikni tashish apparat ichidagi o‘rtacha harorat.

Suv tomondan eksperimental issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlaymiz

$$\alpha_{eiuk} = \frac{q_s}{\Delta t_s}, \text{ bu yerda } q_s = \frac{Q_s}{F_{iyu}}$$

bu yerda $F_{iyu} = \pi * d_{id} * L$ - quvurning ichki yuzasi, m^2

L - quvur uzunligi, m .

Havodan tomondan issiqlik berish koeffitsiyentini eksperimental yo‘l bilan aniqlaymiz

$$\alpha_{ehavo} = \frac{q_{havo}}{\Delta t_{havo}} = \frac{q_w}{\Delta t_{sqh}}, \text{ bu yerda } \Delta t_{sqh} = t_d - t_{havo}$$

$q_{havo} = q_s$ - chunki issiqlik almashinuvining har bir qismida o‘ziga xos issiqlik oqimi zinchligi q doimiy bo‘ladi.

Silliqlik quvur uchun issiqlik uzatish koeffitsiyentini aniqlang

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{es}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{ehavo}} * \frac{d_t}{d_{id}}}$$

bu yerda δ - quvur devorining qalinligi;

λ - devor materialining issiqlik o‘tkazuvchanligi 5-ilovadagi jadvaldan tanlandi.

Qovurg‘ali quvur uchun hisob-kitoblarni amalga oshiramiz.

Qovurg‘ali quvur uchun issiqlik uzatish koeffitsiyentini aniqlang

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{es}} + \frac{\delta_{qm}}{\lambda_{qm}} + \frac{\delta_{dAI}}{\lambda_{dAI}} + \frac{1}{\alpha_{ehavo}} * \frac{F_t}{F_i}}$$

bu yerda δ_{qdq} , λ_{qdq} - quvur devorining qalinligi va mis quvur issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

δ_{dAI} , λ_{dAI} - quvur devorining qalinligi va alyuminiyning quvur issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

F_t - qovurg‘ali quvurning tashqi yuzasi.

$$F_t = F_i + 2F_p,$$

bu yerda $F_i = \pi * d_{iAI} * (L - n * \delta_p)$ - tashqi qovurg‘alar orasidagi quvur yuzasi;

$$F_p = \left(\frac{\pi d_t^2}{4} - \frac{\pi d_{iAI}^2}{4} \right) * n - \text{qovurg‘alar yuzasi};$$

$$n = \frac{L_p}{u} - \text{qovurg‘alar soni};$$

L_p - qovurg‘ali quvurni qovurg‘ali qismining uzunligi;

δ_p - qovurg‘alarning qalinligi.

Olingan natijalar 4.10 va 4.11 jadvalda qayd etiladi.

Olingan issiqlik uzatish va issiqlik berish koeffitsiyentlarini solishtiring. Natijalarni tahlil qiling. Xulosa tuzing, nazorat savollariga javob bering.

4.8-jadvalda silliq quvur uchun o'lgangan parametrlar keltirilgan

4.8-jadval

№	Harakatlar rejimi	Ko'rsatkichlar				
		V, l / min	t _{kh} , °C	t _{chh} , °C	t _{o'r} , °C	t _{sqh} , °C
1	laminar					
2	o'tish					
3	turbulent					

4.9-jadvalda qovurg'ali quvur uchun o'lgangan parametrlar keltirilgan

4.9-jadval

№	Harakatlar rejimi	Ko'rsatkichlar				
		V, l / min	t _{kh} , °C	t _{chh} , °C	t _{o'r} , °C	t _{sqh} , °C
1	laminar					
2	o'tish					
3	turbulent					

4.10-jadvalda hisoblangan parametrlarning qiymatlari keltirilgan

4.10-jadval

№	W _s , m/s	t _{o'r} , °C	λ _s , Vt/(m*K)	ν, m ² /s	Re	α _s , m ² /s	Pr	Nu	α _{hisob} , Vt/(m ² *K)	W _s , m/s
silliq quvur uchun o'tish (1) va turbulent (2) rejimlar uchun										
1										
2										
qovurg'ali quvur uchun o'tish (3) va turbulent (4) rejimlar uchun										
3										
4										

4.11-jadvalda hisoblangan parametrlarning qiymatlari keltirilgan

4.11-jadval

N_o	<i>M</i>, kg/s	<i>Q</i>, J/s	Δt_i, °C	<i>q</i>, Vt/m²	α_{ekis}, Vt/(m²*K)	<i>K</i>, Vt/(m²*K)
silliqlik quvur, laminar (1), o'tish (2) va turbulent (3) rejimlar uchun						
1						
2						
3						
qanotli quvur, laminar (4), o'tish (5) va turbulent (6) rejimlar uchun						
4						
5						
6						

Hisobot shakli

1. Laboratoriya ishining qisqacha tavsifi.
2. O'rnatish sxemasi.
3. O'lchov va hisob-kitoblarning natijalari.
4. Natija va xulosalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Issiqlik uzatish koeffitsiyentining fizik ma'nosi nima?
2. Issiqlik berish koeffitsiyenti va issiqlik uzatish koeffitsiyenti o'rtasidagi farq nima?
3. Majburiy aylanma jarayoni bilan issiqlik uzatishning qovurg'ali quvurlarga energiya tejalishiga ta'siri qanday?
4. Quvurda harakatlanuvchi suyuqlik tomondan issiqlik uzatish koeffitsiyentini oshirish usullari qanday?
5. Nima uchun issiqlik uzatishning har bir alohida qismida solishtirma issiqlik oqimi bir xil bo'lishini tushuntiring.
6. Umumiy issiqlik qarxiligi nima va u nimani ko'rsatadi?

V. PORSHENLI KOMPRESSORNI ISHLASH JARAYONINI O‘RGANISH BO‘YICHA LABARATORIYA MASHG‘ULOTLARI

5.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o‘z ichiga olgan ko‘rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo‘yicha tushuntrish ishlari o‘tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo‘yicha to‘liq ko‘rsatma olgan o‘qituvchi yoki mas‘ul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joyda begona narsalar bo‘lmasligi kerak.

Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxshilab tekshirib ko‘ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko‘rinadigan shikastlar bo‘lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo‘lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog‘liq bo‘lmagan begona narsalar bilan shug‘ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasini elektr tokida ishlaganligi sababli yolg‘iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo‘lsa, birinchi yordam ko‘rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilingda ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o‘zaro ulangan simlarni himoyalanmagan hollarda;
- b) o‘rnatish paneli va himoya qopqoqlarini oching hollarda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan Ishlaganligiga tufayli o‘qituvchining ruxsatisiz qurilmani o‘chirish va yoqish ruxsat etxilmaidi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriyasi qurilmasini yerlash holati to‘liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil qilmasdan turib qurilmadagi o‘lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta‘minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan bor kishini elektr toki urishi, kuyish yoki

boshqa holatlarda ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast yetkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

laboratoriyasi qurilmasidagi jihozlardan tutun chiqqanda, uskunada ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda stendning vertikal panelining chetlarida joylashgan **“To‘xtatish”** tugma yordamida qurilmani darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

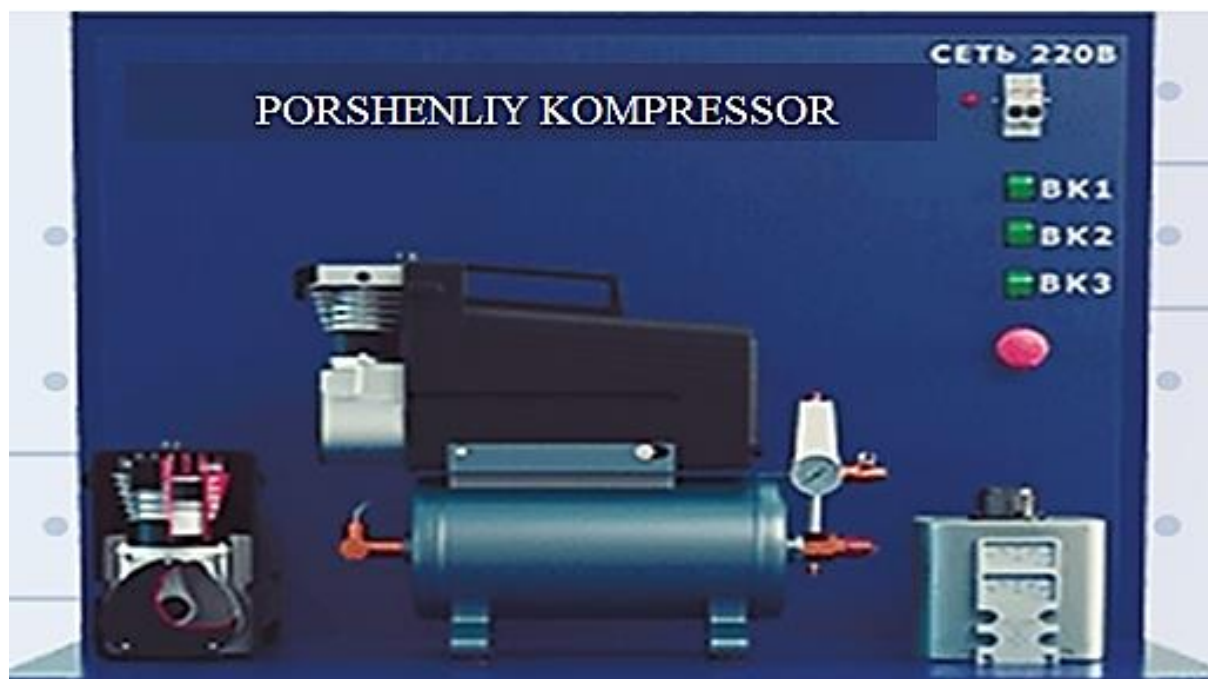
Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qat’iy rioya qilgan holda o‘chirilishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugashi haqida xabar berishlari kerak.

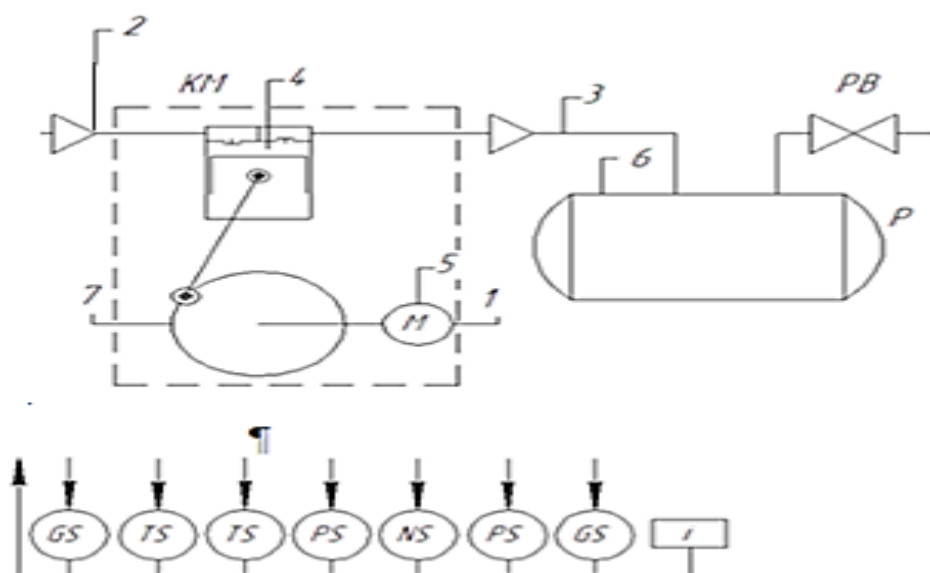
5.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar

Havo kompressorida dvigatel M tirsakli val bilan birlashgan holda porshenni harakatga keltiradi. Porshen esa porshen barmog‘i orqali shatun bilan tirsakli valga birikkan bo‘ladi. Siqilgan havo atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bosim sensori(datchik) 4 kompressor silindridagi bosimni o‘qiydi.

Laboratoriya qurilishining umumiy ko‘rinishi 5.1-rasmda kektirilgan.



5.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining umumiy ko‘rinishi



Belgilar	Nomlanishi
KM	Kompressor
P	Siqilgan havo idishi
PB	Havoni chiqarib yuborish uchun jo'mrak
M	Elektr motori

5.2-rasm. Laboratoriya qurilishining shartli chizmasi

Optik qo'shimcha aylanishlar o'lchagich 1 porshenning holatini va shunga mos ravishda tirsakli valning aylanishlar sonini o'lchaydi. LATR (sozlanishi mumkin bo'lgan laboratoriya avtotransformatori) yordamida elektr motorining kerakli aylanish tezligini o'rnatish mumkin.

O'lchangan parametrlar, 5.2-rasm:

1 - elektr motorining aylanishlar sonining roslagichi;

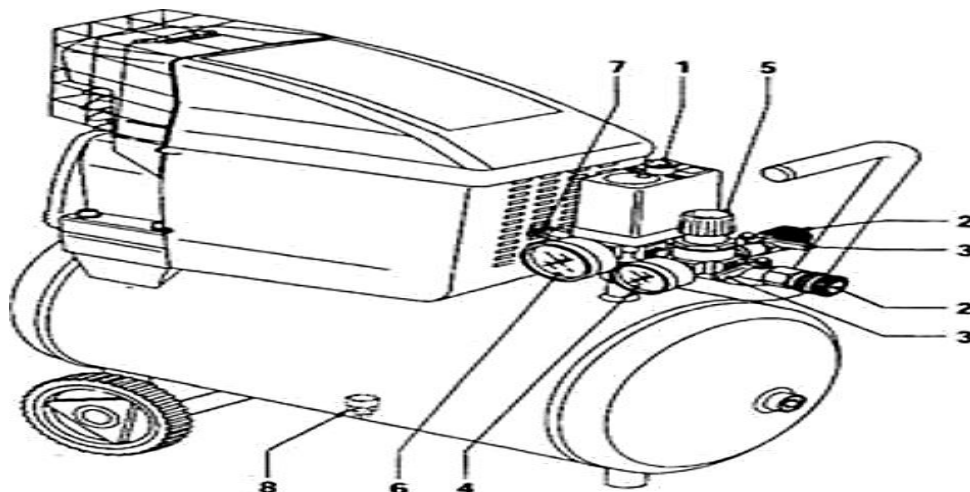
2 (T_0), 3 (T_k) – kompressorga kirish joyida atrof-muhit havosining harorati va kompressordan chiqishidagi havo harorati, °C;

4 (P_k) - kompressor silindridagi havo bosimi (mutloq), kPa;

5 (N_{el}) - kompressorni harakatga keltirishdagi sarflangan quvvat, Vt;

6 - siqilgan havoni qabul qiluvchi idish ichidagi bosimni o'lchagichi (nisbiy), kPa;

7 (n) – tirsakli valning aylanishlar soni, ail/min.



5.3-rasm. Porshenli havo kompressorining asosiy elementlari: 1- kalit ("ON / OFF"), 2 - havo shlangi bilan ulanish trubkasi, 3 - siqilgan havo uzatuvchi jo'mrak, 4 - bosim o'lchagich, 5- reduktor tutqichi, 6 –siqilgan havoni qabul qiluvchi idish ichidagi bosimni o'lchagich, 7 – xavfsizlik klapani, 8 – siqilgan havoni qabul qiluvchi idish ichida kondensatni to'kib tashlaydigan jo'mraklar.

5.3. Porshenli kompressorning ish prinsipi va blok ichidagi konstruktiv parametrlarini o'rganish

Ishning maqsadi: Porshenli havo kompressor haqida olingan nazariy bilimlarni, uning ishlash jarayonining o'rganish bilan mustahkamlash.

Ishning vazifalari

1. Havo kompressorlarining asosiy turlarini va ularning tasnifini o'rganing.
2. Porshenli kompressorning asosiy qismlarini va uning ishlash prinsipini o'rganish.

Umumiy ma'lumot

Ishlash prinsipiga ko'ra kompressorlar ikki sinfga bo'linadi:

- hajmi ish prinsipiga ko'ra (Porshenli, vintli, aylanuvchi, spiralli). Ushbu toifadagi mashinalarning ishchi organlari ishchi moddaning ma'lum hajmini so'rib oladi, yopiq hajm tufayli uni olib tashlaydi va keyin uni havo kamerasiga haydaydi.

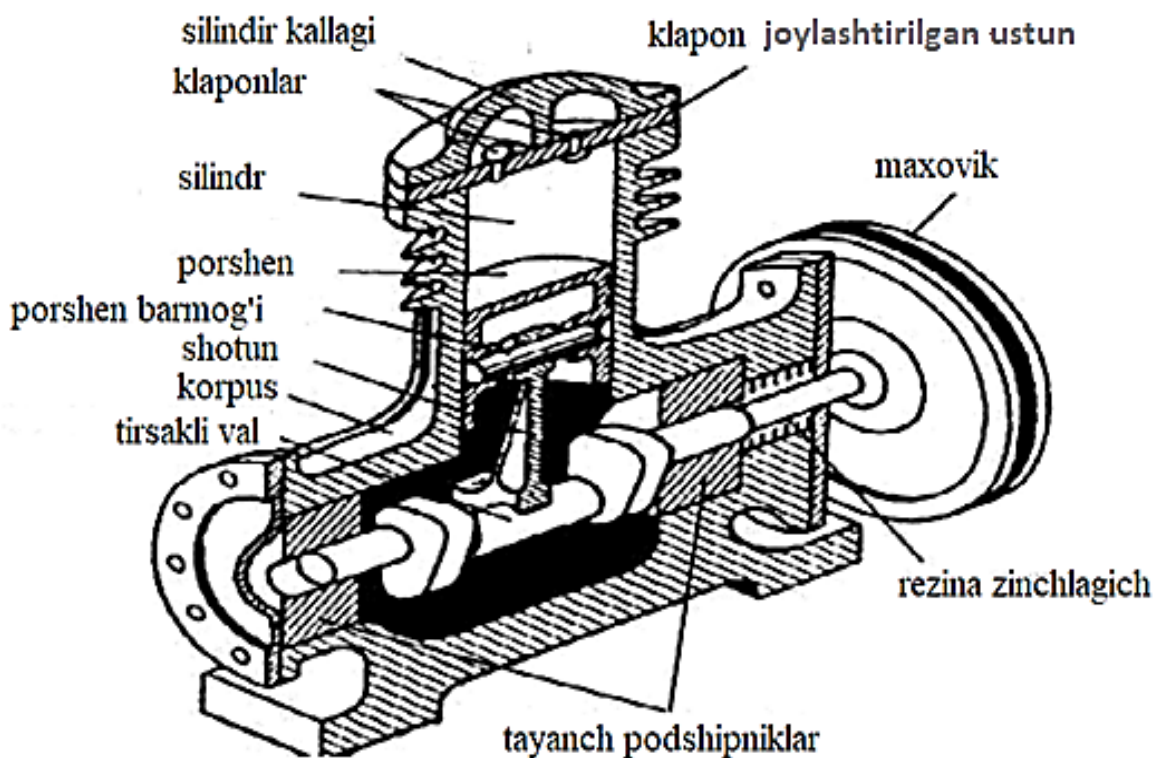
Ushbu mashinalar ishlash prinsipiga ega bo'lib, unda ish jarayonlari qa'tiy ketma-ketlikda, takrorlanadi. Dinamik ish prinsipi (markazdan qochma, o'qli), bunda ishchi modda kompressorning oqim qismi bo'ylab doimiy ravishda harakatlanadi, oqimning kinetik energiyasi esa potensial energiyaga aylanadi.

Porshenli kompressorlar silindrlarning joylashishiga ko'ra bo'linadi; (5.4-rasm), gorizontal, vertikal burchakli, V, W va VV - shaklli, radial. Bug'ning silindrlardan o'tish usuliga ko'ra, ular bug'ning butun jarayon davomida bir yo'nalishda harakatlanishi bilan to'g'ridan-to'g'ri va balki to'g'ridan-to'g'ri emasga

bo‘ladi. Bir va ko‘p silindrli silindrlar soni bo‘yicha (12 silindrgacha) va bitta va ko‘p bosqichli siqish bosqichlari soni bo‘yicha.

Yuqori nuqtasining mavjudligi, V_c , (silindrning yuqori chetidan klapan plitasigacha bo‘lgan masofa), shuningdek, suruvchi Δp_0 va chiqaruvchi klapanlardagi Δp_k gidravlik qarxilik (5.5-rasm), bug‘ va silindr devorlari orasidagi issiqlik almashinuvi va kompressorning qismlarida ishqalanish kompressor quvvatini kamaytiradi va jarayon tirsakli valning har bir aylanishi bilan takrorlanadi kompressor ish bajarishi uchun sarflanadigan energiyasini oshiradi. Kompressorning barcha hajmdagi yo‘qotishlarini hisobga oluvchi koeffitsiyenti λ bilan belgilanadi.

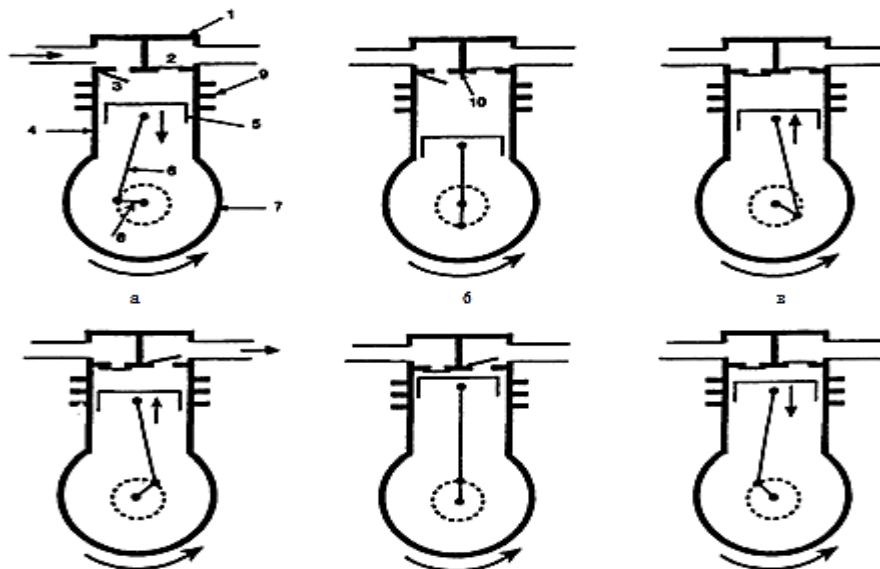
Kompressorning ishlash jarayenni ko‘rib chiqing, 5.5- rasm. “a” rasmda porshen pastga siljiydi, silindr ichidagi bosim pasayadi va kiritish trubkasidagi bosimga qaraganda kamroq bo‘ladi. So‘rish klapan 3 ochildi, porshen pastki chekka nuqtaga o‘tgandan so‘ng (5.5- rasmda “b”), silindrdagi havoni siqib, teskari yo‘nalishda harakatlana boshlaydi, kiritish klapani yopiladi.



5.4-rasm. Porshenli kompressor qurilmasining tuzilishi

Bu vaqtda chiqarish klapani 2 yopiq qoladi, chunki silindrdagi bosim chiqarish quvuridagi bosimdan past va chiqarish klapanining qarxiligini yengish uchun hali ham yetarli emas (sxema “s”). “g” sxemada silindrdagi bosim nafaqat chiqarish quvuridagi bosimga teng bo‘lmay, balki chiqarish klapanining qarxiligini yengib, uni ochish uchun bosim kuchi klapanining qarxiligi kuchidan oshib ketadi.

Siqilgan havo porshen yuqori nuqtaga yetguncha silindrdan chiqariladi (sxema “d”). Konstruktiv sabablariga ko‘ra, kompressor qismlari ish paytida qiziydi, porshen yuqori nuqtasiga yotganda, klapanlar joylashgan plita bilan aloqa qilmaydi /ushbu holat uchun bo‘shliqni ta‘minlash kerak (odatda 1 mm dan kam). Ushbu bo‘shliqqa mos keladigan geometrik bo‘shliq **o‘lik hajm** deb ataladi, unda havo egallagan ma‘lum hajm qoladi. Porshen teskari yo‘nalishda harakatlana boshlaganda, ya‘ni tushishi bilan o‘lik hajmdagi havo kengayishni boshlaydi va silindrdagi bosim tushirish quvuridagi bosimdan pastga tushadi.



5.5-rasm. Porshenli kompressorning ishlash jarayoni: 1 – Silindr kallagi; 2 – chiqarish klapani; 3 – kiritish klapani; 4 - silindr bloki; 5 - porshen; 6 - shatun; 7- karter; 8 –tirsakli val; 9 - sovutish qavurg‘lari; 10 –oralik ajratuvchi to‘siq va porshen 5 pastga tushganda, havo silindrni to‘ldiradi.

Silindr ichida porshen pastga xarakatlanganda silindr ichidagi bosim tashqi atmosfera bosimidan pasayadi, havoni kiritish klapan 3 ochildiladi (sxema “a”), shu bilan yangi aylanish jarayonini ta‘minlaydi

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

1. Ko‘rsatmalarni o‘rganing, hisobot shaklini tayyorlang (hisobot shakliga qarang), o‘lchov natijalarini qayd etish uchun 5.1-jadval tayyorlang.
2. Kesilgan kompressorda silindr boshini burab, uni klapan joylashtirilgan ustun bilan birga chiqarib oling (bir-birining ustiga joylashgan 2 dona), 5.4-rasmga qarang.

Eslatma: Agar silindr boshi va klapan plitalari alohida olib tashlansa, klapan plitalari harakatlanishi mumkin.

3.Silindrning (porshen) diametrini o'lchang va porshenni harakatlantirish uchun kompressor valini aylantirib porshen yo'lini o'lchang.

O'lchov natijalar 5.1-jadvalga kiritilgan.

5.1-jadval

Kompressor turi	Silindr diametri, D, m	Porshen yo'li, S, m	Silindrlar soni, Z

Hisobot shakli

1. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va qisqacha tavsifi.
2. O'lchov natijalari jadvali.
3. Natija va xulosalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari.

1. Havo kompressorining asosiy tarkibiy qismlari va uning ishlash printsipti nimadan iborat?
2. Porshenli kompressorlarning qanday turlari mavjud?

5.4.Kompressor valining har xil aylanishlar sonida, kompressor silindri ichidagi bosimining o'zgarishini tadqiqot yo'li bilan aniqlash

Ishning maqsadi va vazifalari: porshenli havo kompressorini sinash bo'yicha nazariy bilimlarni mustahkamlash.

Umumiy ma'lumot

Ideal kompressorning indikator diagrammasi.

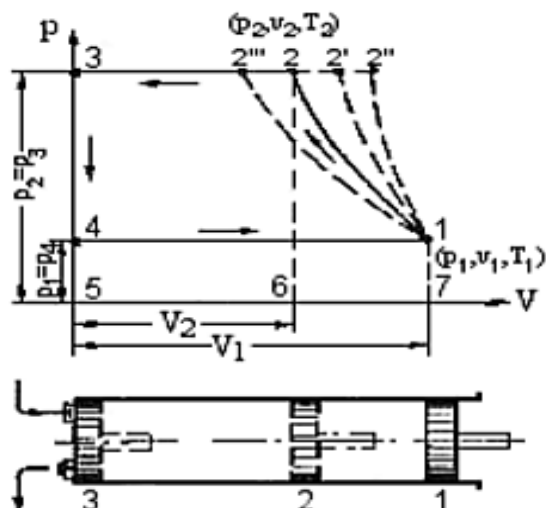
Porshenli kompressorning ideal aylanishini ko'rib chiqishda quyidagi shartlar qabul qilinadi:

1. Gaz oqimining harakatiga qarsxilik yo'q (shu jumladan klapanlarda).
2. Kritish va chiqarish quvurlarida gazning bosimi va harorati o'zgarmas.
3. Gazni so'rish davridagi bosim va harorat, shuningdek, gazni silindrdan chiqarish vaqtida o'zgarmaydi.
4. Kompressor silindrida o'lik hajm (zararli) joy yo'q.
5. Ishqalanish tufayli quvvat yo'qotilmaydi va gaz oqib chiqmaydi.

Ideal siklning indikator diagrammasi 5.6-rasmda ko'rsatilgan. Gazni porshen bilan siqish jarayoni 1-2 egri chiziqlar bilan tavsivirlanadi. Izotermik jarayon bilan bu 1-2 " egri chiziq, adiabatik jarayon 1-2" va politropik 1-2 yoki 1-2" bo'ladi. 1-2 politropik jarayonni hisobga olsak, siklning bu davrida gaz hajmi V_1 dan V_2 gacha

kamayib, bosim p_1 dan p_2 ga, harorat esa T_1 dan T_2 gacha o'zgarishini ko'ramiz. Keyinchalik 2-3 quvur liniyasiga gaz uzatiladi. Bu davrda gazning bosimi va harorati o'zgarmay qoladi (p_2 va T_2). Gazning butun hajmi V_2 chiqish quvuriga o'tadi. 3-4 davr mobaynida silindrdagi bosim so'rishdagi bosimgacha pasayadi. quvur liniyasi (p_1), chiqarish klapani yopiladi va porshenning o'ngga harakatlanishi bilan kritish klapan oxciladi. So'rish davri 4-1 chiziq bilan tavsivirlanadi. Bu yerda gazning bosimi va harorati p_1 va T_1 ga teng, va silindrga V_1 hajmiga teng gaz kiradi.

Bir sikl davomida kompressor silindridagi kritish bosimi p_1 dan tushirish bosimi p_3 gacha bo'lgan gazni siqish ishi 1-2-3-4 nuqtalarini bog'laydigan chiziqlar bilan cheklangan indikator diagrammasining maydoni bilan tavsivirlanadi. Ideal jarayon bo'lsa, barcha samarasiz energiya yo'qotishlari chiqarib tashlansa, sarflangan energiya foydali energiyaga teng bo'ladi. Shunday qilib, bu holda indikator diagrammasi sarflangan va foydali ishlarning miqdorini beradi.



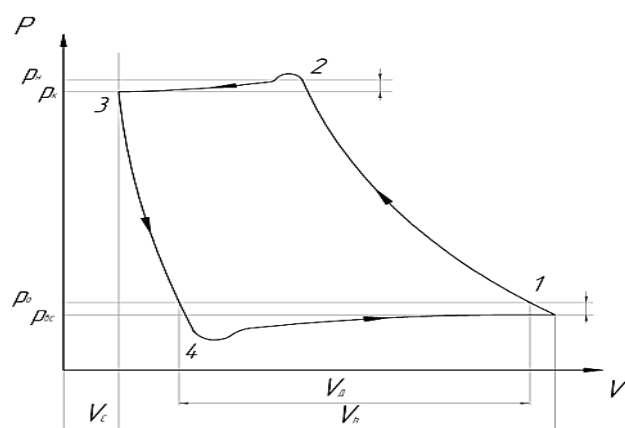
5.6-rasm. Ideal holatda ishlaydigan bir porshenli kompressorning diagrammasi

Izotermik jarayonda gaz qizdirilmasdan siqiladi va adiabatik yoki politropik jarayonga qaraganda pastroq haroratda chiqadi.

Kompressor faqat gazni siqish va harakatlantirish uchun mo'ljallanganligi sababli, uning haroratini oshirish ishning foydali qismi emas. Shuning uchun izotermik jarayon (gazni isitmasdan) foydaliroqdir. Bu jarayonda gazni p_1 bosimidan p_2 bosimgacha kamroq energiya sarflanadi (5.6-rasmga qarang, 1-2'''-3-4 maydoni eng kichik).

Biroq, izotermik jarayonni amalga oshirish qiyin va kompressorlar politropik yoki adiabatik jarayonda ishlaydi.

Haqiqiy kompressorda haqiqiy siqish jarayoni quyidagi sikil bo‘yicha sodir bo‘ladi (5.7-rasm). Porshen yuqori nuqtadan pastki nuqtaga o‘tganda, kirish bosimi ostida (4-nuqta), teskari kengayish jarayoni 3-4 ostida bo‘shatiladi. Kirish klapani ochildi va havo silindrga kiradi, kiritish jarayoni 4-1. Bu vaqtda porshen yuqoriga ko‘tariladi va siqish zonasidagi bosim ortadi. U kiritish kanalidagi bosimidan oshib ketishi bilan, kirish klapani yopiladi (1- nuqta). Bosim ko‘tarilishda davom etadi, 1-2 jarayon, u tushirish bosimidan oshib ketguncha (2- nuqta). kiritish klapani ochildi va siqilgan havo tushirish liniyasiga kiradi, chiqarish jarayoni 2-3, porshen yuqori nuqtaga yetguncha, silindrdagi bosim juda tez tushadi va chiqarish klapani yana yopiladi (3- nuqta).



5.7-rasm. Kompessorning haqiqiy indikator diagrammasi

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

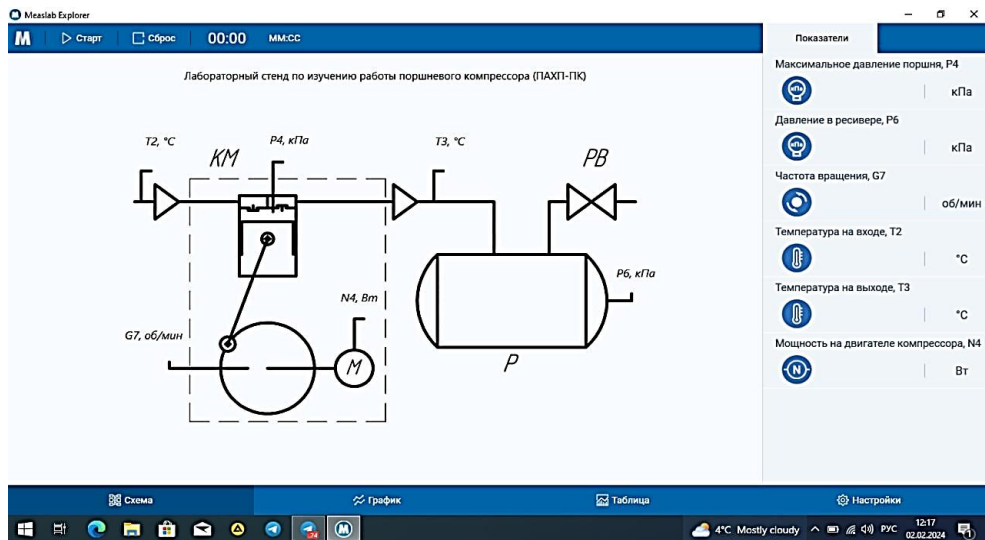
1. 5.1-rasm va 5.2-rasmlarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma’lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 5.1-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturidan**, kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompekranidagi **“Ishga tushirish”**(**“старт”**) so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, tablitsa, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisxiladi.



4. Kompressorni yoqish uchun BK1 ulagichidan foydalaning.
5. LATR dan foydalanib, ish kuchlanishini 75V ga o'rnatib, PB esa to'liq ochiq bo'lishi kerak.
6. PB ni 50 ± 5 kPa qabul qilgichdagi bosimga va havo kompressorining barqaror holatiga erishish uchun sozlash orqali parametrlarni o'lchab, 5.1- jadvalga kiriting.
7. Ishlash kuchlanishini o'zgartiring va tajribalarni takrorlang. Natijalarni 5.1- jadvalga yozing.
8. Tajribalar oxirida kompressorni o'chiring.
9. O'lchangan va hisoblangan parametrlar uchun ishchi indikator diagrammasini tuzing, 5.7- rasmga qarang.

O'lchov va hisoblash natijalari 5.1-jadval keltirilgan.

5.1-jadval

№	U, B	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t_k, ^\circ\text{C}$	P_0, kPa	P_k, kPa
	75				
	80				
	85				

Hisobot shakli

1. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va qisqacha tavsifi.
2. O'lchov natijalari jadvali.
3. Natija va xulosalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari.

1. Porshenli kompressorda sodir bo'ladigan nazariy ish jarayonlarini p-V koordinatalarida tasvirlang.
2. Porshenli kompressorning haqiqiy ish jarayonlarini p-V koordinatalarida tasvirlang.
3. Nazariy ko'rsatkichlar jadvalining haqiqiydan farqi nimada?

VI. HAR XIL KONSTRUKSIYALI ISSIQLIK ALMASHTIRGICH APPARATLARINING TADQIQOT QILISH BO‘YICHA LABARATORIYA MASHG‘ULOTI

6.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o‘z ichiga olgan ko‘rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo‘yicha tushuntrish ishlari o‘tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo‘yicha to‘liq ko‘rsatma olgan o‘qituvchi yoki mas‘ul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joyda begona narsalar bo‘lmasligi kerak.

Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxsilab tekshirib ko‘ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko‘rinadigan shikastlar bo‘lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo‘lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog‘liq bo‘lmagan begona narsalar bilan shug‘ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasini elektr tokida ishlaganligi sababli yolg‘iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo‘lsa, birinchi yordam ko‘rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilingda ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o‘zaro ulangan simlarni himoyalangan hollarda;
- b) o‘rnatish paneli va himoya qopqoqlari ochiq hollarda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan Ishlaganligiga tufayli o‘qituvchining ruxsatisiz qurilmani o‘chirish va yoqish ruxsat yetxilmaidi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriyasi qurilmasini yerlash holati to‘liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil kilmasdan turib qurilmadagi o‘lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta‘minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan bor kishini elektr toki urishi, kuyish yoki

boshqa holatlarda ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast yetkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

laboratoriyasi qurilmasidagi jihozlardan tutun chiqqanda, uskunada ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda stendning vertikal panelining chetlarida joylashgan **“To‘xtatish”** tugma yordamida qurilmani darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

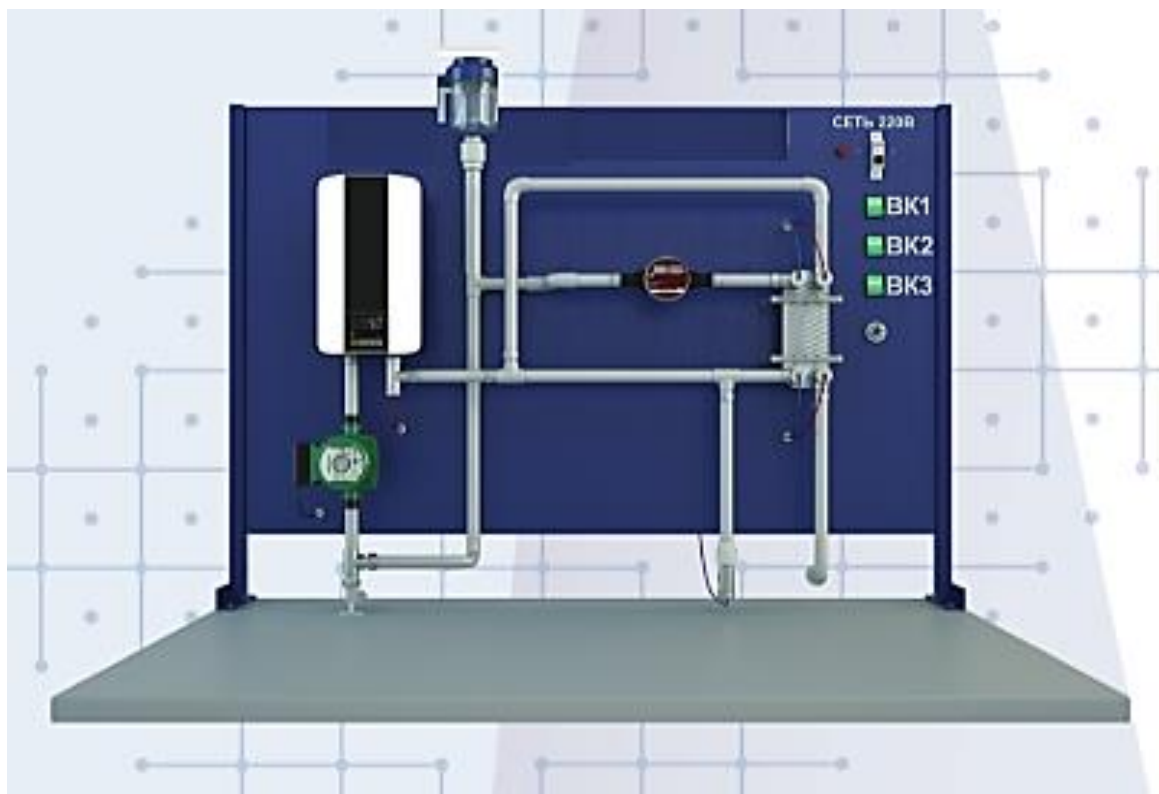
Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qa‘tiy rioya qilgan holda o‘chirilishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugashi haqida xabar berishlari kerak.

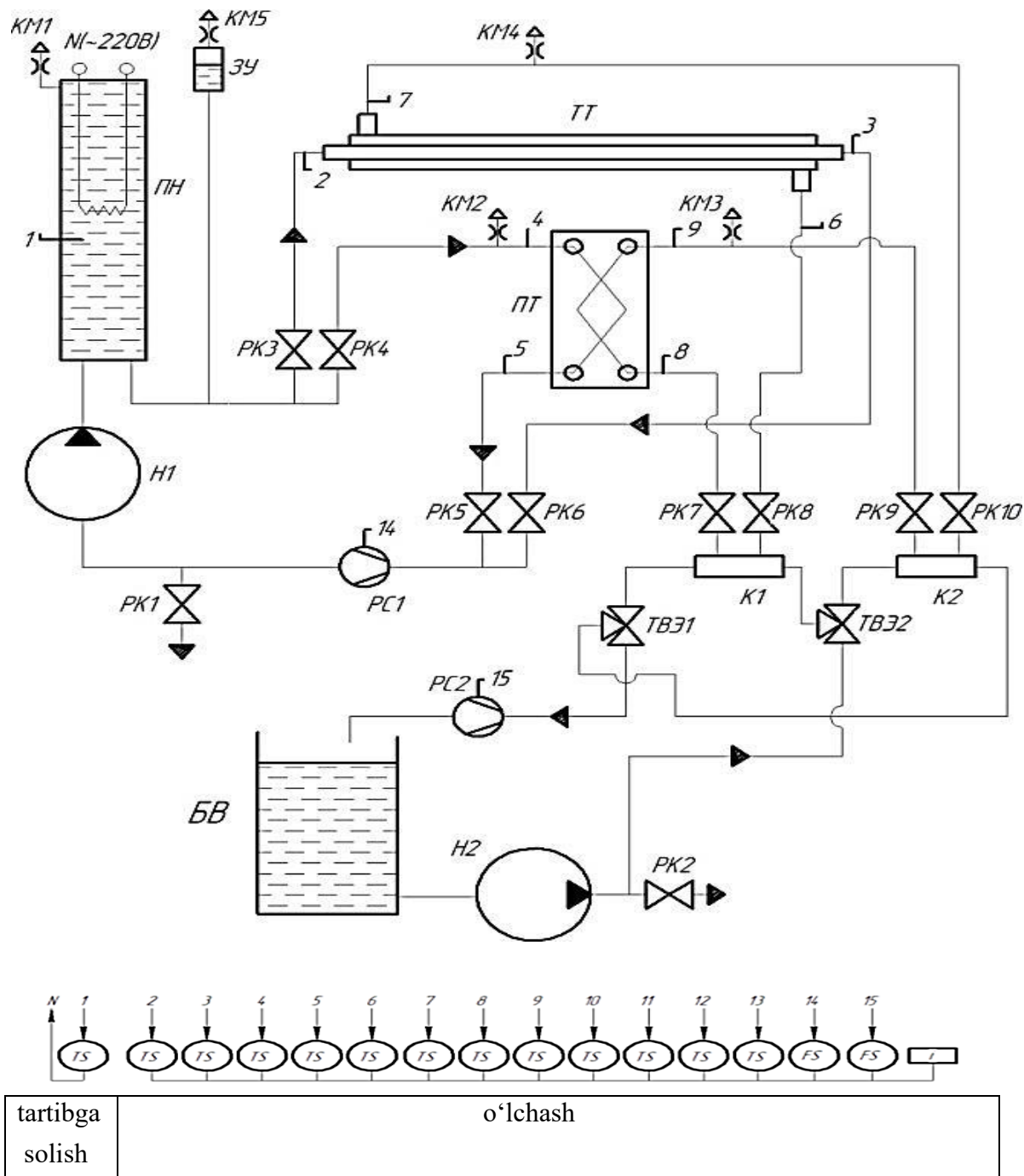
6.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma‘lumotlar

Laboratoriya qurilmasining asosiy elementlari (6.2-rasm) , “quvur ichidagi-quvur” issiqlik almashtirgich TT bo‘lib, issiq sovutish suvi ichki truba orqali oqadi va sovuq sovutish suvi halqali bo‘shliqda va IIT plastinka issiqlik almashtirgichi apparati orqali harakatlanadi.

Laboratoriya qurilishining umumiy ko‘rinishi 6.1-rasmda keltirilgan.



6.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining umumiy ko‘rinishi



Belgilar	Nomlanishi	Belgilar	Nomlanishi
ПН	To'g'ri oqimli isitish	H1	Issiq suv nasosi
N	Elektr isitgich (TЭH)	H2	Sovuq suv nasosi
ТТ	Quvur ichidagi quvurli issiqlik almashtirgich	PK	Sozlash jo'mragi
ПТ	Plastinkali issiqlik almashtirgich	PC1	Issiq suv oqimining hisoblagichi
ББ	Suv idishi	PC2	Sovuq suv oqimining hisoblagichi
K	Kollektor	TBЭ	Elektro matorining uch xil tezligda rostlovchi turtgich
3Y	Suv quyish uchun muljallangan qurilma	KM	Moyever jo'mragi

6.2-rasm. Laboratoriya qurilmasining shartli sxemasi

BH - ma'lum bir dastur asosida haroratni boshqaruvchisi bilan jihozlangan isitgich bo'lib, uning quvvatini 3,5 kVtgacha o'zgartirish imkoniyatiga ega; 3Y - to'ldirish moslamasi;

KM – Moyever jo'mragi.

TT «quvur ichidagi- quvur» issiqlik almashtirgich:

-ichki quvurning tashqi diametri $d = 12,7$ mm;

-ichki quvur devorining qalinligi 0,5 mm;

-quvurlar soni $l = 1$ dona;

-ichki quvur materiali - mis M3p;

-ichki quvurning ishchi uzunligi = 650 mm;

-tashqi quvurning ichki diametri $D_{BH} = 16,4$ mm.

ПТ - plastinkali issiqlik almashtirgich:

- plastinkalar soni - 12 dona;

-plastinka devor qalinligi $\delta = 0,45$ mm;

-plastinkalar orasidagi masofa - 1,4 mm;

-plastinka kengligi - 73 mm;

-plastinka balandligi - 192 mm;

-issiqlik almashinuvi maydoni - 0,12 m²;

-plastinkaning materiali AISI 316.

CЧ1 – issiq suv oqimining hisoblagichi;

CЧ2 – sovuq suv oqimining hisoblagichi;

H1 – issiqlik tashuvchining uch holatda(maksimal, minimal, o'rtacha) aylantirish imkoniga ega bo'lgan suv nasosini;

H2 –sovuqlik tashuvchining uch holatda(maksimal, minimal, o'rtacha) aylantirish imkoniga ega bo'lgan suv nasosini;

PB – rostlovchi jo'mrak;

3K - uch yo'lini yopish jo'mragi;

CK – to'kish jo'mragi;

PX - sovuq suv idishi;

T2 - «quvur ichidagi quvur» turidagi issiqlik almashtirgich apparatining kirish nuqtasidagi issiqlik tashuvchining harorati;

T3-«quvur ichidagi quvur» turidagi issiqlik almashtirgich apparatining chiqish nuqtasidagi issiqlik tashuvchining harorati;

T4 -plastinka issiqlik almashtirgichga kirish joyidagi issiqlik tashuvchining harorati;

T5-plastinka issiqlik almashtirgichga chiqish joyidagi issiqlik tashuvchining harorati;

T6- «quvur ichidagi quvur» turidagi issiqlik almashtirgich apparatining chiqish nuqtasidagi issiqlik tashuvchining harorati va shunga mos ravishda plastinka issiqlik almashtirgichga kirish joyidagi harorati, to'g'ri oqimli ulanish sxemasi bilan (yoki "quvur ichidagi quvur" turidagi issiqlik almashtirgichga kirish joyidagi sovuq issiqlik tashuvchining harorati qarama-qarshi ulanish sxemasi bilan).

T7- «quvur ichidagi quvur» turidagi issiqlik almashtirgich apparatining chiqish nuqtasidagi issiqlik tashuvchining harorati va shunga mos ravishda plastinka issiqlik almashtirgichga kirish joyidagi harorati, qarama-qarshi ulanish sxemasi bilan (yoki to'g'ri oqimli ulanish sxemasi bilan "quvur ichidagi quvur" tipidagi issiqlik almashtirgichga kirish joyidagi sovuq issiqlik tashuvchining harorati).

T8-plastinka issiqlik almashtirgichining chiqishidagi issiqlik tashuvchining harorati, to'g'ri oqimli ulanish sxemasi bilan (yoki teskari oqim bilan bog'lanish sxemasi bilan plastinka issiqlik almashtirgichgaga kirish joyidagi issiqlik tashuvchining harorati).

T9-plastinka issiqlik almashtirgichining chiqishidagi issiqlik tashuvchining harorati, qarama-qarshi oqim ulanish sxemasi bilan (yoki to'g'ri oqimli ulanish sxemasi bilan plastinka issiqlik almashtirgichga kirish joyidagi issiqlik tashuvchining harorati).

Issiqlik tashuvexilarning haroratini o'lchash uchun harorat o'lchagichlari ishlatiladi, ular 6.2-rasmdagi laboratoriya stendining sxemasiga muvofiq o'rnatiladi. Issiq suvi oqimining yo'nalishi barcha tajribalarda doimiy bo'lib qoladi. 3K1 va 3K2 lar uch tomonlama klapanlarining o'rnini o'zgartirib, issiqlik tashuvchisi harakat yo'nalishini ikkala issiqlik almashtirgich (TT va IT) uchun birgalikda to'g'ri oqim yoki qarama-qarshi oqimga o'zgartirishi mumkin. To'g'ri oqim qarama-qarshi oqimni almashtirish old panelda o'rnatilgan almashtirish o'chirib yoqqich yordamida amalga oshiriladi.

Harorat o‘lchov asboblari joylashish ketma-ketligi.

1-jadval

Rejim nomi	Issiq kontur				Sovuq kontur			
	TT kirish harorat o‘lchagichi	TT chiqish harorat o‘lchagichi	ITT kirish harorat o‘lchagichi	ITT chiqish harorat o‘lchagichi	TT kirish harorat o‘lchagichi	TT chiqish harorat o‘lchagichi	ITT kirish harorat o‘lchagichi	ITT chiqish harorat o‘lchagichi
To‘g‘ri oqim	T2-t _{1H}	T3-t _{1K}	T4-t _{1H}	T5-t _{1K}	T6- t _{2H}	T7- t _{2K}	T8- t _{2H}	T9- t _{2K}
Teskari oqim					T7- t _{2H}	T6- t _{2K}	T9- t _{2H}	T8- t _{2K}

Boshqaruv bloki:

Tarmoq 220V - stendning quvvat manbayini yoqing;

BK 1 - IIT isitgichini yoqing;

BK2 - nasosni yoqing, H1;

BK3 nasosining faollashishi, H2;

***Eslatma:** Vertikal paneldagi ko‘rsatkich chirog‘i yongan bo‘lsa qurilmada elektr energiya mavjudligini ko‘rsatadi.*

Favqulodda “To‘xtatish” tugmasi bosilgan holatda bo‘lishi kerakligini tekshiring. Buning uchun uni soat yo‘nalishi bo‘yicha aylantiring (o‘qlar yo‘nalishi tugmachada ko‘rsatilgan).

6.3.Issiq va sovuq suvi kirish chiqishdagi harorati va sarfini aniqash

Ishning maqsadi: issiq va sovuq suvlarining ish parametrlarini o‘lchash usullarini o‘rganish

Ish vazifalari

1. Oqim sarfini o‘lchash.
2. Issiqlik almashtirgich apparatidagi kirish va chiqish joylarida haroratni o‘lchash.

Umumiy ma‘lumot

Haroratni o‘lchash

Haroratni o‘lchaydigan qurilma termometr deb ataladi (“grekcha so‘zdan olingan bolib termos- issiq, metron-o‘lchovi degan manoni anglatadi”). Kontaktli va kontaktsiz termometrlar mavjud.

Kontaktli termometr tadqiqot qilinadigan ob‘yekt tanasi bilan aloqa qiladi. Issiqlik muvozanatida termometrning harorati o‘rganilayotgan obektning haroratiga

teng bo'ladi. Biroq, termometrning o'zi o'lchagan haroratini olish kerak bo'ladi, agar ob'ekt bilan aloqa qilish yomon bo'lsa, unda sezilarli xatolik yuz berishi mumkin. Xatolikning yana bir manbai katta o'lchamli termometrlardir. Termometrning issiqlik sig'imi ob'yektning issiqlik sig'imidan ancha kam bo'lishi kerak.

Termometr o'lchovlari aniq va bir-biri bilan taqqoslanadigan bo'lishi uchun termometr qurilmasini shkalasining termometrlarni tekshirish mumkin bo'lgan ikkita nuqtaga asoslangan bo'lishi kerak.

Shved fizigi va astronomi Selsiy nomini olgan va "C" da ko'rsatilgan eng ko'p qo'llaniladigan shkala. Bu shkala deyarli butun dunyoda 200 yildan ko'proq vaqt davomida qo'llanilgan. Bu qulay, sodda va amalidir. O'lchovi ikki doimiy nuqtaga asoslanadi: normal bosimdagi suvning muzlash nuqtasi (0 °C) va qaynash nuqtasi (100 °C).

Farengeyt shkalasida °F belgilanadi, muz, oddiy tuz va ammiak aralashmasining harorati eng past doimiy nuqta sifatida qabul qilinadi. Keyin bu shkala bo'yicha suvning muzlash nuqtasi 32, suvning qaynash nuqtasi esa 212 °C dir.

6.3-rasmda °F dan °C gacha konvertatsiya qilish sxemasini ko'rsatadi. Farengeyt shkalasi bo'yicha suvning muzlash va qaynash nuqtalari o'rtasida 180 °, Selsiy bo'yicha esa atigi 100 °. Bu shuni anglatadiki, bir daraja Farengeyt 100/180 yoki 5/9 daraja Selsiyga teng. Aksincha, Selsiy darajasi Farengeytning 9/5 qismiga teng.

Oddiy misol sifatida, ko'rib chiqamiz, Selsiy shkalasi bo'yicha 68 °F nimaga mos kelishini topamiz. Avvalo, shuni ta'kidlaymizki, bu ikki shkaladagi nol nuqtalar bir-biriga to'g'ri kelmaydi. Bundan tashqari, yuz grad shkalasi bo'yicha suvning muzlash nuqtasidan (0 °C dan yuqori) boshlab amalga oshirilishini hisobga olish kerak. Shunday qilib, birinchi qadam Farengeyt termometrining ko'rsatkichidan 32 °C ni olib tashlashdir:

$$68^{\circ}-32^{\circ}=36^{\circ}\text{F}$$

Keyin biz 36 °F daraja ekvivalentini topamiz:

$$36^{\circ}\text{ dan }5/9\text{ yoki }20^{\circ}\text{C gacha}$$

Selsiy shkalasi bo'yicha haroratni o'lchashda, har qanday gaz bosimining doimiy hajmdagi haroratga bog'liqligi quyidagi shaklga ega:

$$p=p_0(1+\alpha t), \quad (6.1)$$

bu yerda p_0 - 0 °C da gaz bosimi;

p - t haroratda gaz bosimi;

α - termal bosim koeffitsiyenti, teng

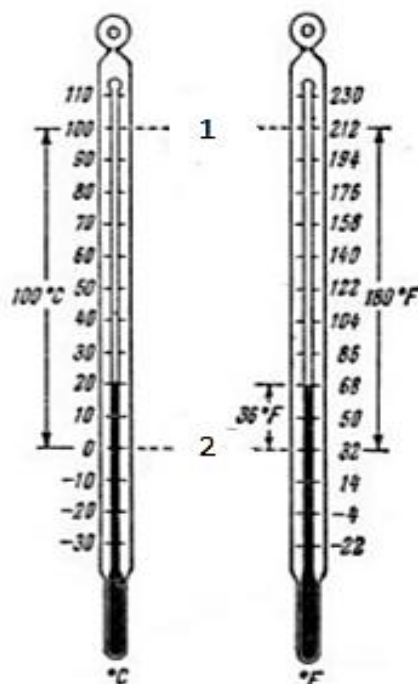
$$\alpha = \frac{1}{273,15} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

(6.1) ifodadan kelib chiqadiki, agar modda harorat-273,15 $^\circ\text{C}$ gacha bo'lsa gazsimon holatda qoladi, bu haroratda uning bosimi nolga aylanishi kerak. Bu harorat yangi harorat shkalasining boshlang'ich nuqtasi sifatida tanlangan - mutloq nol va mutloq shkala bo'yicha harorat birligi sifatida 1 $^\circ\text{C}$ ga teng kelvin (K) olingan. Selsiy shkalasi bo'yicha t haroratning Selsiy shkalasi bo'yicha mutloq noldan o'lchangan va mutloq harorat deb ataladigan Kelvindagi T harorati o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$T=t+T_0 \quad (6.2)$$

bu yerda T belgisi 0°C haroratga mos keladigan va $273,15 \text{ K}$ ga teng mutloq haroratni bildiradi.

Termometrlardagi harorat shkalalarining chegaralari termometrlarning qo'llanilishiga bog'liq.

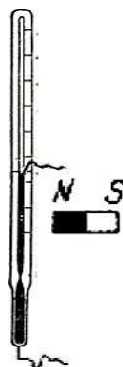


6.3-rasm.Haroratni Farengeytdan Selsiyga aylantirish sxemasi.

1-bug'lanish nuqtasi; 2-muzga aylanish nuqtasi.

Kimyoviy va texnik termometrlar simob bo'lishi kerak, ular nisbatan yuqori haroratni o'lchash uchun mo'ljallangan. Simob termometrlari tibbiyotda ham qo'llaniladi, chunki ularning aniqlik darajasi yuqoridir.

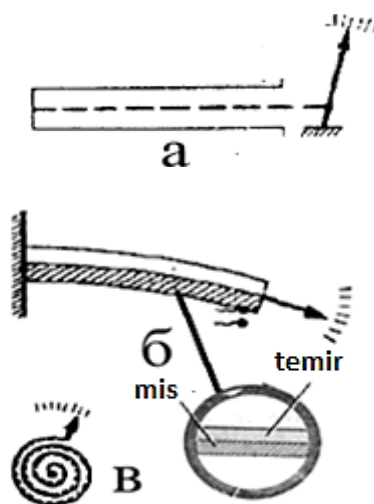
Faqat haroratni o‘lchash uchun emas, balki uni tartibga solish uchun ham qo‘llaniladigan simob termometri kontakt deb ataladi (6.4-rasm), chunki unga ingichka aloqa simi kiritilgan. Harorat ko‘tarilgach, simob kontaktlarni yopadi. Yuqori kontaktning holati magnit bilan o‘zgartirilishi mumkin. Termometrda elektr tokining oqim kichik bo‘lishi kerak va agar yuqori elektr tokining oqim kuchini tartibga solish zarur bo‘lsa, rele ishlatiladi.



6.4-rasm. Kontaktli termometr

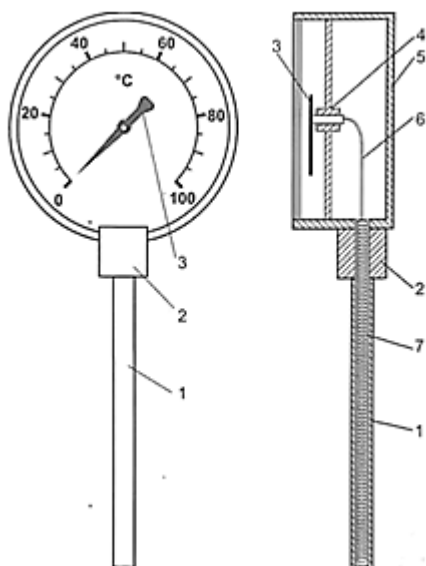
Ba‘zan dilatometrik termometr qattiq sterjen kengaytmadan foydalanadi (6.5-rasm, a).

Biroq, ko‘pincha bimetalik plastinka tayyorlanadi - turli xil termal kengayish koeffitsiyentlariga ega bo‘lgan ikkita moslashuvchan metall plitalar yopishtiriladi yoki bir-biriga mahkamlanadi (6.5-rasm 6, c). Qizdirilganda, bimetalik plastinka egiladi.



6.5-rasm. Dilatometrik termometrlarning ishlash printsiipi.

Bimetalik termometrning qurilmasi 6.6-rasmda ko‘rsatilgan.



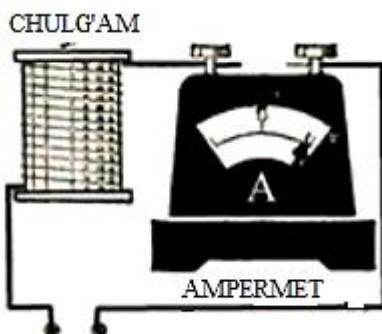
6.6-rasm. Bimetal termometr

Bimetalik termometr himoya qobig‘i 1, o‘rnatish gardishi 2, o‘q 3, podshipnikli shkala 4, korpus 5, aylanishni uzatish uchun kabel 6, bimetalik spiral 7. Harorat o‘zgariganda, bimetalik spiraldan burilish yoki ocxilganda, spiralning pastki uchi qobiq 1 ga mahkamlanadi, shuning uchun spiralning yuqori uchi harorat o‘zgarishiga mutanosib burchak orqali aylanadi. Kabel 6 orqali aylanish burchagi joriy haroratni ko‘rsatadigan strelka 3 ga uzatiladi.

Elektr chiqishi bo‘lgan harorat datchiklari elektr termometrlaridir: qarsxilik termometrlari va termojuftlar. Metall qarsxilik termometri - bu simli chulg‘am (6.7-rasm), uning harorat oshishi bilan qarsxiligi ortadi:

$$R = R_0 (1 + \alpha t).$$

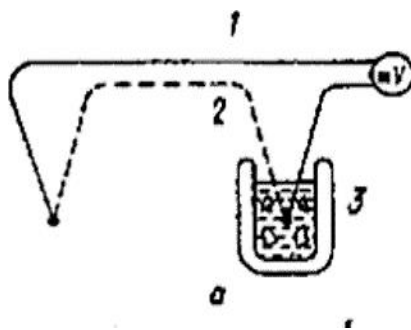
Oksidlanishga qarsxilik ko‘rsatish uchun diametri 0,1 mm dan kam bo‘lgan ingichka platina sim (platina termometr) olinadi. Qarsxilik o‘zgarishiga bog‘liq holda o‘lchanadi, uning shkalasi harorat o‘zgarish darajasida shkalalangan bo‘ladi.



TOK MANBAYI

6.7-rasm.Qarsxilik termometri

Termojuftlar, qarsxilik termometrlaridan farqli o‘laroq, faol elektr harorat dachigi hisoblanadi. 6.8-rasmda ikki xil metallardan, ular orasidagi ikkita birikmadan iborat termojuft sxemasi ko‘rsatilgan (barcha simlar payvandlangan) va potentsial farqni o‘lchaydigan qurilma (millivoltmetr, potansiyometr, raqamli qurilma). Agar yopiq kontaktlarning zanglashiga olib keladigan ikkita o‘xshash bo‘lmagan metallarning 1 va 2 tutashuvlarining T_1 va T_2 haroratlari bir xil bo‘lmasa, unda elektr toki aylanadi.



6.8-rasm. Termojuft yordamida o‘lchashning sxemasi

Bir bog‘lanish tekshirilayotgan ob‘yekt bilan termal aloqaga keltiriladi, ikkinchisi doimiy haroratda saqlanadi, masalan, muz erigan idishda. EYuK bo‘ladi, bu ulanish harorati farqiga mutanosibdir:

$$E = \alpha (T_1 - T_2),$$

bu yerda α Kelvin darajasi uchun mikrovoltlarda o‘lchanadi va termo- EYuK koeffitsiyenti deb ataladi.

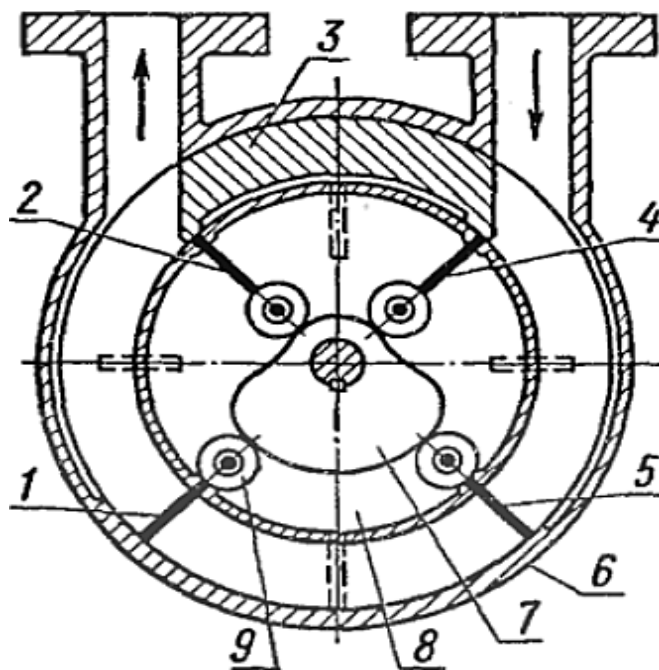
Agar simlar bir xil bo‘lsa, u holda oraliq nuqtalardagi haroratlar rol o‘ynamaydi. O‘lchov qurilmasining ichidagi sim odatda mis bo‘ladi. Shuning uchun, agar termojuft simlaridan biri ham mis bo‘lsa, u holda qurilma terminallarining harorati muhim emas. Agar termojuft ikkita mis bo‘lmagan simlardan tashkil topgan bo‘lsa, u holda termojuftni qurilmaning mis simiga ulaydigan ikkala ulanishning haroratini nazorat qilish kerak.

Oqim o‘lchovi. Oqim tezligi - vaqt birligida quvur orqali o‘tadigan suyuqlik miqdori bilan belgilanadigan jismoniy miqdor. Moddaning miqdori hajm birliklarida o‘lchanganda hajm oqimi Q ni va massa birliklarida o‘lchanganda M massasini farqlang.

Eshkakli (plastinka) aylanuvchi hisoblagich (oqim o‘lchagich) ning ishlash printsipi va dizayni 6.9-rasmda ko‘rsatilgan. O‘lchangan suyuqlik korpusning 6 va rotorning 8 silindrsimon sirtlari bilan chegaralangan bo‘shliqda harakat qiladi. Rotorning ichida qo‘zg‘almas trubka 7 bo‘lib, uning ustiga to‘rtta rolikka 9

mahkamlangan pichoqlar 1, 2, 4 va 5. Kirish trubkasi orqali pichoq 5 ga kiruvchi suyuqlik bosimi rotorning aylanishiga sabab bo‘ladi va hisoblash ko‘rsatkichiga uzatiladi. Roliklar kamerada aylanadi, pichoqlar navbat bilan rotorning tashqarisida va ichida joy egallaydi. Shunday qilib, rotorning to‘liq aylanishi uchun silindr va rotorning hajmlari o‘rtasidagi farqga teng suyuqlik miqdori hisoblagichdan o‘tadi.

Qo‘shimcha 3 suyuqlikning kirish joyidan va chiqishiga joyidan to‘sqinlik qiladi.



6.9-rasm Oqim o‘lchagich

Aylanadigan hisoblagichlarni ishlab chiqarishda rotorlarning harakatlanish qulayligiga va hisoblagich orqali hisobga olinmagan kamaytirishga alohida etibor beriladi. Harakatning qulayligi (mexanizmdagi past ishqalanishning sifat ko‘rsatkichi va shunga mos ravishda hisoblagichda past bosimning yo‘qolishi) rotorli qurmanlarni rotorli podshipniklarga o‘rnatish orqali ta‘minlanadi. Oqishning kamayishi ehtiyotkorlik bilan ishlov berish va juftlashadigan yuzalarni o‘zaro moslashtirish orqali erisxiladi.

Aylanadigan hisoblagichlarni o‘qish xatosi odatda normal oqimning 10-100% ichida 1% dan oshmaydi.

Aylanadigan hisoblagichga qo‘shimcha ravishda optokupllar o‘rnatilgan bo‘lib, u impuls hisoblagichi bilan birgalikda vaqt birligidagi hisoblagichning aylanishlar sonini hisoblash va ularni suyuqlik oqimi tezligiga aylantirish imkonini beradi.

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

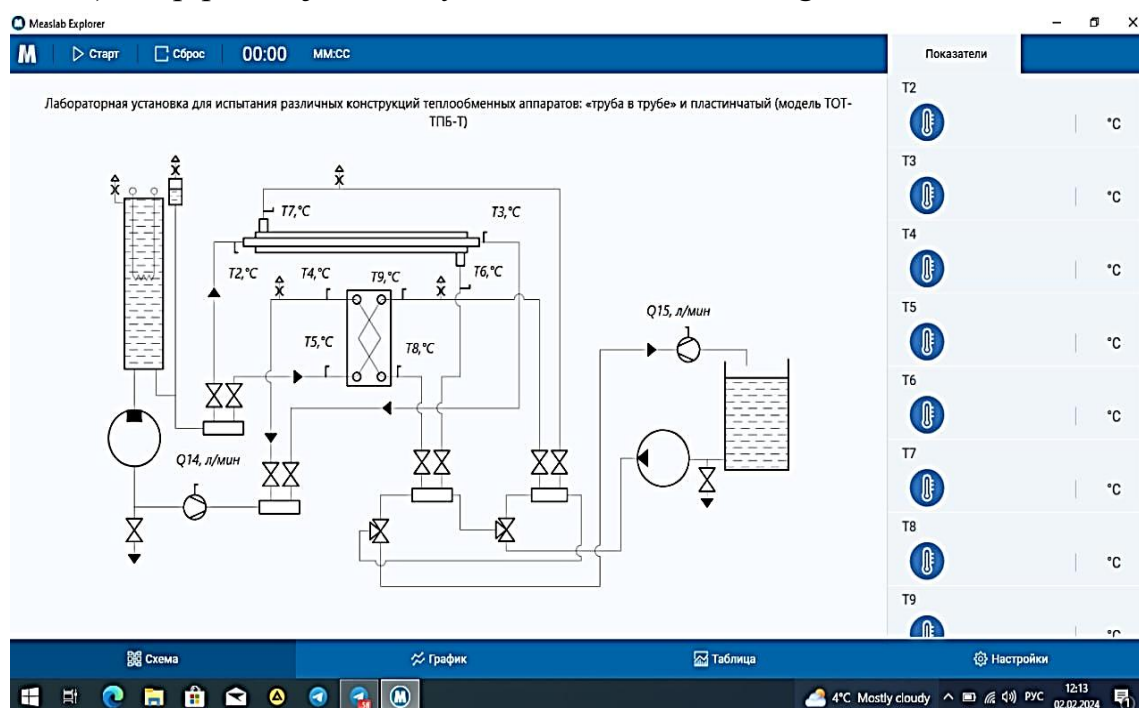
1. 5.1-rasm va 5.2-rasmlarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma’lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 5.1-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompekranidagi **“Ishga tushirish”**(**“старт”**) so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, jadval, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisiladi.



6. **“То‘g‘ri oqim”** holatiga o‘tkazgichni yoqing.

7. PK3, RK4, PK5 va PK6. boshqaruv jo‘mraklarini oching.

8. BK2 ulagichdan foydalanib, H1 nasosini ishga tushiring va nasosdagi kalit yordamida issiq suvining maksimal oqim tezligini o‘rning.

9. Dasturda **“Start”** tugmasi bilan kompyuter o‘lchash tizimini yoqsangiz, old panelning raqamli ko‘rsatkichlari barcha sensorlar tomonidan o‘lchangan harorat va oqimning oniy qiymatlarini hamda ularning vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi grafiklarini aks ettiradi.

10. 20-30 soniyadan keyin VK1 ulagichdan foydalanib, pozitsion boshqaruv rejimida isitgichni yoqing.

11. PH panelidagi TC4 roslagichdan foydalanib, haroratni $40=60^{\circ}\text{C}$ oralig'ida o'rnatish (tugmalar «-tanlangan qiymatni oshirish uchun ishlatiladi» - kamaytirish uchun ishlatiladi, qiymat avtomatik ravishda saqlanadi). Harorat qiymati avtomatik ravishda saqlanadi.

Diqqat: tizimdagi harorat 70°C dan oshmasligi kerak.

12. PK7, PK8, PK9 va PK10 jo'mraklarini oching.

13. BK3 ulagichni yoqish orqali H2 nasosini ishga tushiring va sovuq issiqlik tashuvchining maksimal oqimini o'rnatish uchun nasosdagi kalitdan foydalaning.

14. Nasoslarning ish rejimlarini almashtirish va PK5, PK6, PK7 va PK8 chiqish joyidagi jo'mraklarning holatini sozlash orqali issiq va sovuq suvning oqim tezligini o'zgartiring. Ko'rsatkichlarni barqaror holatda oling, natijalarni 6.1.jadvalga kiriting.

15. PK7, PK8, PK9 va PK 10 jo'mraklarni yoping va H1 va H2 nasoslarini o'chiring.

Eslatma: agar siz nasosi H2ni o'chirib qo'ysangiz, sovuq suv yo'liga havo kiradi.

16. Qurilmani elektr tarmog'idan o'chiring.

O'lchov natijalari 6.1-jadvalda keltirilgan

6.1-jadval

O'lchangan parametrlarning qiymatlari										
№	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8		
	*C	$^{\circ}\text{C}$	*C	$^{\circ}\text{C}$	*C	$^{\circ}\text{C}$	"C	*C	l/min	l/min
1										
2										
3										

Hisobot shakli

1. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va qisqacha tavsifi.
2. O'lchov natijalari jadvali.
3. Natija va xulosalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Tekshirilgan issiqlik almashtirgichlarning afzalliklari va kamcxiliklari qanday
2. Issiqlik almashtirgichlar qanday texnologik jarayonlarda qo'llaniladi?

VII.NURIY ISSIQLIK ALMASHINISHNI O‘RGANISH BO‘YICHA LABARATORIYA MASHG‘ULOTLARI

7.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o‘zichiga olgan ko‘rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo‘yicha tushuntrish ishlari o‘tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo‘yicha to‘liq ko‘rsatma olgan o‘qituvchi yoki mas‘ul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joyda begona narsalar bo‘lmasligi kerak.

Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxsilab tekshirib ko‘ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko‘rinadigan shikastlar bo‘lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo‘lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog‘liq bo‘lmagan begona narsalar bilan shug‘ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasini elektr tokida ishlaganligi sababli yolg‘iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo‘lsa, birinchi yordam ko‘rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilingda ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o‘zaro ulangan simlarni himoyalangan hollarda;
- b) o‘rnatish paneli va himoya qopqoqlari ochiq hollarda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan ishlaganligiga tufayli o‘qituvchining ruxsatisiz qurilmani o‘chirish va yoqish ruxsat etilmaydi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriyasi qurilmasini yerlash holati to‘liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil qilmasdan turib qurilmadagi o‘lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta‘minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan bor kishini elektr toki urishi, kuyish yoki boshqa holatlarda ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast yetkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

laboratoriyasi qurilmasidagi jihozlardan tutun chiqqanda, uskunada ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda stendning vertikal panelining chetlarida joylashgan “To‘xtatish” tugma yordamida qurilmani darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qat’iy rioya qilgan holda qurilmani o‘chirilishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugashi haqida xabar berishlari kerak.

7.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar

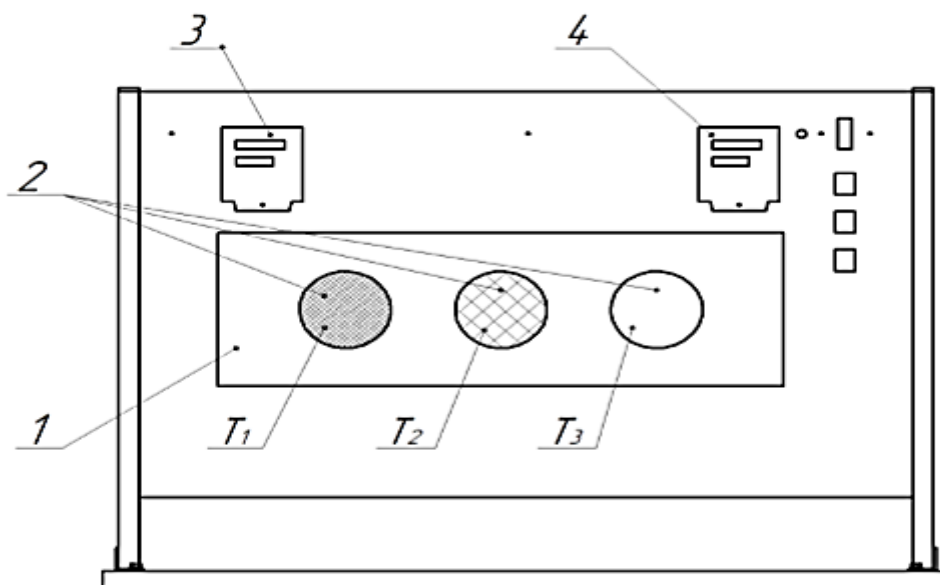
Qurilma, 165 mm - 180 mm diametrli elektr zanjirdan iborat bo‘lgan ketma-ket ulangan uchta issiqlik nishondan tashkil topgan (7.1-7.2-rasmlar). Isitgichlar bir xil quvvatga ega va qurilmaning old panelida bir xil tarzda joylashgan. Ularning bir-biridan farqi shundan iboratki, yuzasining rangi bilan farqlanadi. Birinchi nishon qora rangga bo‘yalgan yuzaga ega, ikkinchi nishon oq yuzaga ega, uchinchi nishon esa sayqallangan metall yuzasidan iborat.



7.1-rasm.Laboratoriya qurilmasining umumiy ko‘rinishi

Termojuftlar har bir nishonning markazida isitgichning ichki tomonida o‘rnatiladi. Termojuftlardan 1 metrlik masofada ko‘rsatilgan elektr signali raqamli harorat o‘lchagichlarga beriladi (3 va 4.). Hisoblagichlardan kelgan signal konvertor orqali kompyuter xotirasidagi programmasida qayd etiladi. Shu bilan birga, nishonning

tashqi tomonidagi bir xil haroratni radiatsiya yuzasiga lazer ko‘rsatgichli infraqizil termometr yordamida navbat bilan kuzatish mumkin.



7.2-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi:

1 himoya paneli, 2 nishon, 3 va 4 TPM 200 raqamli hisoblagich

Boshqaruv bloki:

Tarmoq 220V - stendning quvvat manbaiga ulash;

BK1 – isitgichlarni ulagich.

Eslatma: Vertikal paneldagi ko‘rsatkich chiroqi yonib turgan bo‘lsa qurilmada elektr quvvati mavjudligini ko‘rsatadi.

Favqulodda vaziyat tugmasini tekshiring “To‘xtatish” bosilgan holatda bo‘lishi kerak. Buning uchun uni soat yo‘nalishi bo‘yicha aylantiring (o‘qlar yo‘nalishi tugmada ko‘rsatilgan).

7.1-jadvalda TPM 200 tomonidan ko‘rsatilgan signallar haqida ma’lumotlar keltirilgan

7.1-jadval

O‘lchagich	Ko‘rsatkich	Eslatma
TPM 200 - chap (xab. 3 1-rasmda)	Qizil	Qora nishondagi sirtning harorati, t_{ch} , °C
TPM 200 - chap (xab. 3 1-rasmda)	Yasxillar	Oq nishondagi sirtning harorati, t_b , °C
TPM 200 - o‘ng (xab. 4 1-rasmda)	Qizil	Sayqallangan metall nishondagi sirtning harorati, t_c , °C
TPM 200 - o‘ng (xab. 4 1-rasmda)	Yasxillar	Isitgichlarning quvvat, N, Vt

XF1 - stendni 220 V / 50 Gs tarmoqqa ulash uchun vilka,

XPl - kompyuterga ulanish uchun USB vilkasi (USB 7.2 jadvali)

QF1 - avtomatik bir fazali ulagich, quvvat 6A (10A, 16A yoki 25A) qurilma modeliga qarab. Qurilmaning old paneliga o'rnatilgan.

BK1 -TC4S harorat sozlagichi uchun quvvat manbayiga ulanadi. Qurilmada BK1 belgisi old panelda joylashgan.

HL1 - QF1 avtomatik bir fazali ulagich yordamida qurilmaga 220V quvvat berilganda indikator chiroq yonadi.

P1 Nishondagi haroratni nazorat qiluvchi TC4S keladigan kuchlanishni boshqarish SRHI-1220 issiqlik relesi orqali amalga oshiriladi.

P4 – Nishonga berilgan quvvat o'lchagichi, Vt

EK1, EK2, EK3 - nishonli isitgichlar.

TPM 200 - termojuft signal o'lchagichlari. Ma'lumotlarni uzatish RS 485 protokoli, so'ngra konvertatsiya (AC-4 konvertori) va USB protokoli orqali kompyuterga ma'lumotlarni uzatish orqali amalga oshiriladi.

T1... 3 - sirt haroratini o'lchash uchun nishonlarning teskari tomoniga o'rnatilgan termojuftlar.

7.3. Nuriy orqali issiqlik almashinishni tadqiqot qilish

Ishning maqsadi va vazifalari: Nuriy orqali issiqlik almashinishni o'rganish.

Asosiy ma'lumotlar

Nuriy orqali issiqlik almashinish (nurlanish, radiatsion issiqlik almashinish) moddaning ichki energiyasini nurlanish energiyasiga aylantirish, nurlanish energiyasini o'tkazish va uni moddaga singdirish jarayonlari natijasida amalga oshiriladi. Bu almashinishning intensivligi issiqlik almashuvchi jismlarning fazoda o'zaro joylashishi, shuningdek jismlar yuzalarining xossalari va bu jismlarni ajratib turuvchi muhit bilan belgilanadi.

$\Delta\lambda$ to'lqin uzunliklarining tor diapazonida vaqt birligida chiqarilgan energiyaga monoxromatik nurlanish oqimi Q_λ deyiladi. Butun spektrga mos keladigan nurlanish oqimi integral nurlanish oqimi yoki umumiy nurlanish oqimi Q (Vt) deb ataladi. Yarim sferik fazoda barcha yo'nalishlarda va barcha to'lqin uzunliklarida yuza birligidan vaqt birligida nurlanayotgan integral nur oqimi integral nurlanish oqimi yuzaviy zichligi yoki jismning nurlatish qobiliyati, Vt/m^2 deyiladi.

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

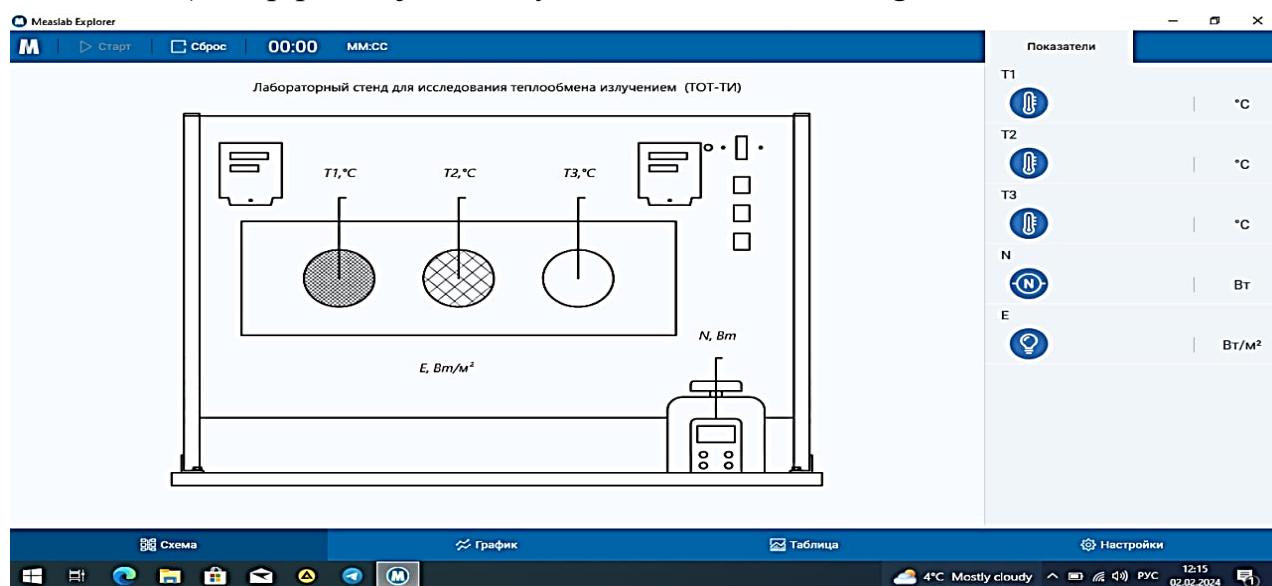
1. 7.1-rasm va 7.2-rasmlarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o‘rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma’lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 7.2-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko‘rinadi. Kompekranidagi **“Ishga tushirish”** (“**старт**”) so‘zi ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma’lumotlar olish bo‘yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, jadval, so‘zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo‘yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlar olishga erisiladi.



6. Kompyuter ekranidagi saqlanadigan fayl nomini kiriting va **“Ishga tushirish”** (“**Старт**”) tugmasi bilan dasturni ishga tushiring.

7. ИК термометрни lazer nuqtasi birinchi nishon markaziga to‘g‘ri keladigan tarzda o‘rnating.

8. BK 1 ulagichi bilan isitish elementlarini isitishni yoqing.

9. TC4S regulyatoridan foydalanib, haroratni 60°C ga qo‘ying (tugma << –tanlangan qiymatni oshirish uchun, >> – kamaytirish uchun ishlatiladi). Harorat qiymati avtomatik ravishda saqlanadi.

10. Kompyuter tizimining old panelini 5 daqiqa davomida kuzating termojuft ko‘rsatkichlarining o‘lchovlari mlg oshirildi (ko‘p yo‘nalishli grafikda) t_1 (t_u) qora,

t_2 (t_{δ}) - oq, t_3 (t_n) –metal yuzasi sayqallangan nishonlar, nishonning orqa tomoniga biriktirilgan bo‘ladi.

11. Barqaror holatda IQ nishonlarining haroratini o‘lchaydigan termometr ($t_{ukч}, t_{uk\delta}, t_{ukn}$)

12. nishonlar haroratini 80 ga oshiring, keyin esa 100 ° C ga oshiring.

13. Ikki boshqa nishonda tajriba o‘tkazing. Olingan qiymatlarni 7.2-jadvalga kiriting.

14. BK1 ulagich bilan isitigichni va AB “Tarmoq 220 V” avtomatik o‘chirgich bilan standni o‘chiring.

15. Termojuftlar (t_4, t_{δ}, t_n) va IQ termometr ($t_{ukч}, t_{uk\delta}, t_{ukn}$) ko‘rsatkichlarini solishtiring.

16. Qurilmani elektr tarmog‘idan o‘chiring..

7.2-jadvalda radiatsion sirtlarning haroratini o‘lchash natijalari keltirilgan

7.2-jadval

№	TC4S - haroratni o‘rnating, °C	Quvvat N, Vt	Nishondagi harorat					
			$T_ч,$ K	$T_{икч},$ K	$T_{\delta},$ K	$T_{ик\delta},$ K	$T_n,$ K	$T_{икп},$ K
1	60							
2	80							
3	100							

Hisobot shakli

1. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va qisqacha tavsifi.

2. O‘lchov natijalari jadvali.

3. Natija va xulosalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Issiqlik o‘tkazuvchanligi, erkin yoki majburiy konveksiya va issiqlik nurlanishi bilan uzatilganda issiqlik tarqalish tezligi bir-biri bilan qanday bog‘liq?

2. Radiatsiya intensivligining qizdirilgan sirt haroratiga chiziqli bo‘lmagan bog‘liqligi issiqlik uzatishni hisoblashda qanday qiyinxiliklarga olib keladi?

3. Issiqlik uzatish xususiyatlarini eksperimental aniqlash uchun turli masshtabdagi geometrik jihatdan o‘xshash jismlarning modellaridan to‘liq foydalanish mumkinmi?

7.4. Nurlanish koeffitsenti va yuzaning qoralik darajasini tajriba yo‘li bilan aniqlash

Ishning maqsadi: nurlanish orqali issiqlik almashinishni o‘rganish va nurlanayotgan jisimning yuzasining korarlik darajasini aniqlash.

Ishning vazifalari

1. Turli jismlarning nurlanishi va nurlanish qobiliyatini tajriba yo‘li bilan aniqlash.
2. Sirtlarning nurlanish qobiliyatining jismining haroratiga bog‘liqligini tadqiqot yo‘li bilan o‘rganish.

Asosiy ma’lumotlar

Shuni ta’kidlash kerakki, nurlanish energiyasi doimiy ravishda emas, balki ma’lum qismlar - kvantlar shaklida chiqariladi. Bu energiya qismlarining tashuvchilari nurlanishning elementar zarralari - energiya, harakatlar soni va elektromagnit massaga ega bo‘lgan fotonlardir. Boshqa jismlarga urilganda, nurlanish energiyasi ular tomonidan qisman yutiladi, qisman qaytadi va qisman jismdan o‘tadi. Nurlanish energiyasini yutuvchi jismning ichki energiyasiga aylantirish jarayoni yutilish deyiladi. Ko‘pgina qattiq va suyuq jismlar doimiy emissiya spektriga ega. Gazlar energiyani faqat ma’lum to‘lqin uzunligi diapazonlarida chiqaradi. Qattiq jismlar sirt bo‘yicha, gazlar esa hajm bo‘yicha energiya chiqaradi va yutadi.

Umumiy holda jism o‘ziga tushayotgan nur oqimini qisman yutadi, qisman qaytaradi va qisman o‘tkazib yuboradi

$$Q_A + Q_R + Q_D = Q_0,$$

Q_0 – yuzaga tushayotgan issiqlik oqimi;

Q_A – yuza tomonidan yutilgan issiqlik oqimi;

Q_R – yuza qaytargan issiqlik oqimi;

Q_D – yuzadan o‘tgan issiqlik oqimi.

$$A + R + D = 1,$$

$A = Q_A / Q_0$ – jismning yutish qobiliyati;

$R = Q_R / Q_0$ – jismning qaytarish qobiliyati;

$D = Q_D / Q_0$ – jismning o‘tkazib yuborish qobiliyati;

$A = 1, R = D = 0$ jism absolyut qora deyiladi;

$R = 1, A = D = 0$ jism absolyut oq;

$D = 1, A = R = 0$ absolyut shaffof yoki diatermik deyiladi;

$0 < A < 1$ Keyinchalik absolyut qora jismga ta'lluqli barcha kattaliklar 0 indeks bilan belgilanadi.

Yutish koeffitsiyenti bo'lgan va yutish qobiliyati tushayotgan nurning to'liq uzunligiga bog'liq bo'lmagan jismlar **kulrang jismlar** deyiladi.

Tabiatda mutloqo qora, oq va shaffof jismlar mavjud emas. Jismlar orasidagi nurlanish orqali issiqlik o'tkazuvchanligini hisoblashda, hosil bo'lgan nurlanish katta ahamiyatga ega, bu jismning olgan nurlanish oqimi va uning atrofidagi bo'shliqqa chiqaradigan nurlanish oqimi o'rtasidagi farqdir. Ko'pincha issiqlik muhandislik hisob-kitoblari uzluksiz bo'lgan kulrang jismlarning nurlanishini taxmin qilishga asoslanadi. Ushbu taxmin issiqlik muhandisligining ko'plab muammolarini hal qilishni soddalashtiradi, ularsiz hal qilib bo'lmaydi. Issiqlik almashinuvida ishtirok etuvchi yuzalarning ko'pxiligining o'ziga xos nurlanishi haqiqatan ham kul rangga yaqin bo'ladi, nurlanishi sof selektiv bo'lgan gazlar bundan mustasno. Muayyan to'liq uzunligi uchun jismlarning aks ettiruvchi, o'tkazuvchi, yutuvchi qobiliyatlari yutilishning A_λ , aks ettirish R_λ , D_λ ning spektral koeffitsiyentlarini tavsiflaydi.

Ko'rinadigan to'liq uzunligi diapazonidagi aksariyat oq yuzalardan qaytish koeffitsiyenti $R_\lambda=0,7-0,9$ va infraqizil nurining to'liq uzunligi oralig'ida ular ushbu aniq oralig'idagi elektromagnit to'liqlarning katta yutilish koeffitsiyenti tufayli qora jismlar kabi xarakterlanadi.

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

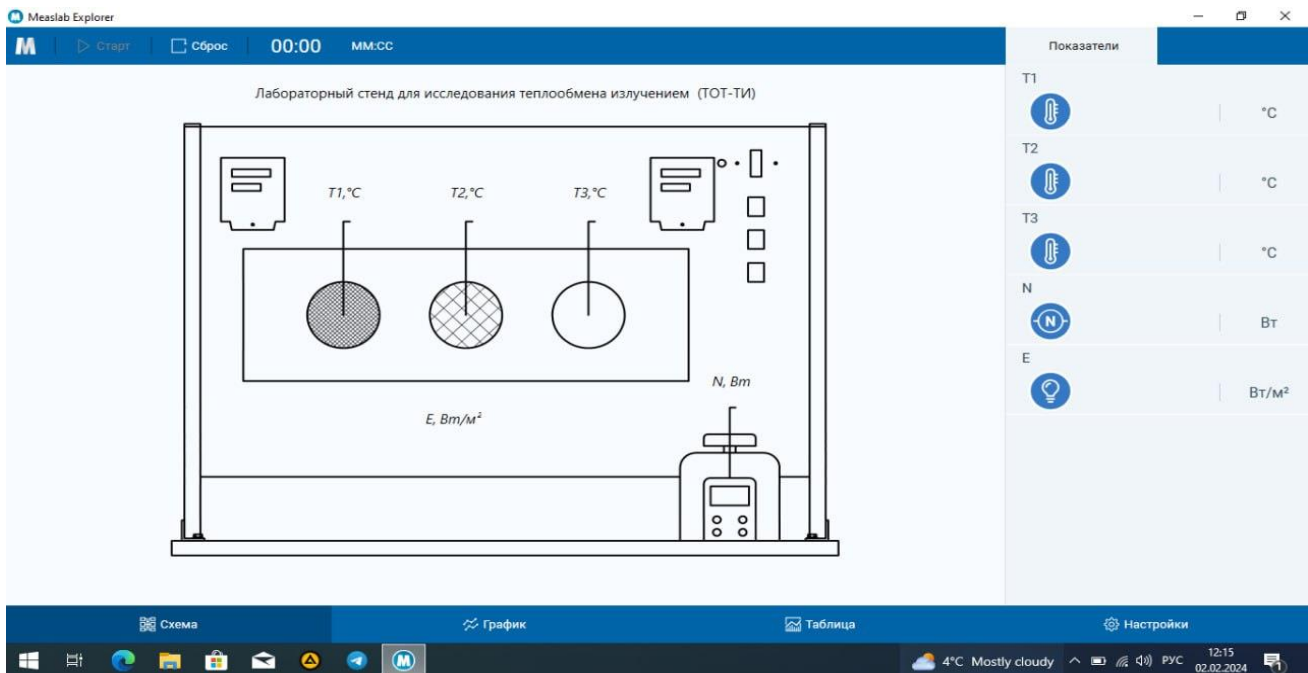
1. 7.1-rasm va 7.2-raslarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 7.3-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturidan**, kompyuter ekranida rasm ko'rinadi. Kompyuter ekranidagi **“Ishga tushirish”**(**“старт”**) so'zi ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma'lumotlar olish bo'yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, jadval, so'zlarini ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo'yicha ma'lumotlar olishga erisiladi.



6. Kompyuter ekranidagi saqlanadigan fayl nomini kiriting va “Ishga tushirish” (“Старт”) tugmasi bilan dasturni ishga tushiring.

7. ИК термометрни лазер nuqtasi birinchi nishon markaziga to‘g‘ri keladigan tarzda o‘rnatish.

8. BK1 ulagichi bilan isitish elementlarini isitishni yoqing.

9. TC4S regulyatoridan foydalanib, haroratni 60°C ga qo‘ying (tugma \ll –tanlangan qiymatni oshirish uchun, \gg – kamaytirish uchun ishlatiladi). Harorat qiymati avtomatik ravishda saqlanadi.

10. Kompyuter tizimining old panelini 5 daqiqa davomida kuzating termojuft ko‘rsatkichlarining o‘lchovlari mlg oshirildi (ko‘p yo‘nalishli grafikda) t_1 (t_4) qora, t_2 (t_6) - oq, t_3 (t_n) –metal yuzasi sayqallangan nishonlar, nishonning orqa tomoniga biriktirilgan bo‘ladi.

11. Barqaror holatda IQ nishonlarining haroratini o‘lchaydigan termometr (t_{uk4} , t_{uk6} , t_{ukn})

12. Nishonlar haroratini 80 ga oshiring, keyin esa 100°C ga oshiring.

13. Ikki boshqa nishonda tajriba o‘tkazing. Olingan qiymatlarni 7.3-jadvalga kiriting.

14. BK1 ulagich bilan isitigichni va AB “Tarmoq 220 V” avtomatik o‘chirgich bilan stendni o‘chiring.

15. Termojuftlar (t_4 , t_6 , t_n) va IQ termometr (t_{uk4} , t_{uk6} , t_{ukn}) ko‘rsatkichlarini solishtiring.

16. Barcha maqsadlar uchun olingan ma'lumotlarni qayta ishlang va ularning har biri uchun ularning sirtlarining turli haroratida ϵ_j nurlanish darajasini aniqlang (harorat Kelvinda olinadi)

$$\begin{aligned} \epsilon_q &= \frac{\left[\left(\frac{T_{MKV}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right]}{\left[\left(\frac{T_q}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right]} & \epsilon_E &= \frac{\left[\left(\frac{T_{MKE}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right]}{\left[\left(\frac{T_E}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right]} \\ \epsilon_H &= \frac{\left[\left(\frac{T_{MKH}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right]}{\left[\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right]} \end{aligned} \quad (7.1)$$

bu yerda T_q, T_0, T_n , mos ravishda qora, oq yoki sayqallangan metall nishondagi sirtning harorati, termojuftlar bilan o'lchanadi, K,

$T_{MKV}, T_{MK0}, T_{MK0}$ qora, oq yoki jilolangan yuzalarning IR pirometri bilan o'lchanadigan harorati, K.

T_0 - atrof-muhit haroratini xona haroratiga teng deb qabul qilingan, K

17. Maqsadlar bo'yicha ma'lumotlarni qayta ishlash va Stefan-Boltzmann tenglamasi yordamida nurlanish koeffitsiyentining qiymati tekshiring.

$$C_0 = \frac{Q}{\epsilon \cdot S \left\{ \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right\}} \quad \text{Vt/(m}^2 \text{ K}^4) \quad (7.2)$$

bu yerda ϵ - nishonning tashqi yuzasining qoralik darajasi,

Q - hosil bo'lgan nurlanish oqimi, $Q = N/3$,

N - 3 ta isitgichning quvvati (isitgichlar), Vt;

S - nishonning sirt maydoni, $S = \pi r^2$ - bu yerda

r - nishonning radiusi 0,08 m.

T_1 nishonning sirt harorati (termojuft bilan o'lchanadi), K

18. Qurilmani **B "Tarmoq 220 V"** avtomatik quvvat manbayini o'chiring.

19. Tajriba natijalarini ma'lumotlari bilan solishtiring.

20. Nazorat savollariga javob bering va laboratoriya ishi yuzasidan mustaqil xulosalar chiqaring.

7.3-jadvalda nurlanayotgan yuzaning haroratini o‘lchov natijalari keltirilgan

7.3-jadval

№	TC4S - uchun haroratni o‘rnating, °C	Quvvat N, Vt	Nishondagi harorat						Yuzaning qorong‘ilik darajasi		
			$T_{\text{ч}}$, K	$T_{\text{ИКч}}$, K	$T_{\text{б}}$, K	$T_{\text{ИКб}}$, K	$T_{\text{п}}$, K	$T_{\text{ИКп}}$, K	$\epsilon_{\text{ч}}$	$\epsilon_{\text{б}}$	$\epsilon_{\text{п}}$
1	60										
2	80										
3	100										

Hisobot shakli

1. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va qisqacha tavsifi.
2. O‘lchov natijalari jadvali.
3. Natija va xulosalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Mutloq qora, mutloq oqning qanday modellari bor va nurlanish yordamida issiqlik uzatishni hisoblashda ishlatiladigan kulrang jismlar?
2. Jismlarning qaysi birini mutlaqo shaffof, diatermik deb hisoblash mumkin?

VIII.QURITILADIGAN MATERIALNING OG'IRLIGI, QURISHTISH HARORATIGA VA VAQTIGA BOG'LIQ HOLDA O'ZGARTIRISHNI O'RGANISH BO'YICHA LABORATORIYA MASHG'ULOTILARI

8.1. Texnika xavfsizlik qoidalari

Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin talabalar quyidagi asosiy qoidalarni o'zichiga olgan ko'rsatmalarga muvofiq xavfsizlik bo'yicha tushuntrish ishlari o'tishlari kerak:

Umumiy maqsad

Qurilmadagi barcha ishlar faqat xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bo'yicha to'liq ko'rsatma olgan o'qituvchi yoki mas'ul shaxs ishtirokida amalga oshirilishi kerak.

Qurilma joylashgan joyda begona narsalar bo'lmasligi kerak.

Qurilmani yoqishdan oldin jihoz va asboblarni ishga yaroqliligini aniqlash uchun ularni yaxsilab tekshirib ko'ring. Elektr shnurlari, vilkalar, rozetkalar va kalitlarda ko'rinadigan shikastlar bo'lmasligi kerak. Nosozliklar mavjud bo'lganda laboratoriya qurilmasini yoqish taqiqlanadi.

Topshiriq davomida talaba ushbu laboratoriya ishni bajarish bilan bog'liq bo'lmagan begona narsalar bilan shug'ullanmasligi kerak.

Laboratoriya qurilmasini elektr tokida ishlaganligi sababli yolg'iz ishlash taqiqlanadi. Agar kerak bo'lsa, birinchi yordam ko'rsatish uchun ikkinchi odam borligiga ishonch hosil qilingda ishlaga ruxsat etiladi.

Talabalarga laboratoriya qurilmalaridagi nosozliklarni mustaqil ravishda bartaraf etishga ruxsat berilmaydi.

Elektr qismi uchun.

Elektr dvigatellari, isitish elementlari va asboblarni quvvatlantirish uchun 220 V yuqori kuchlanish mavjudligi sababli quyidagilar taqiqlanadi:

- a) elektr toki bilan o'zaro ulangan simlarni himoyalanmagan hollarda;
- b) o'rnatish paneli va himoya qopqoqlarini oching hollarda;
- v) laboratoriya qurilmasi elektr toki bilan ishlaganligi tufayli o'qituvchining ruxsatisiz qurilmani o'chirish va yoqish ruxsat etxilmaydi;
- g) elektr toki urishining oldini olish uchun, laboratoriyasi qurilmasini yerlash holati to'liq amalga oshirilganligiga ishonch hosil kilmasdan turib qurilmadagi o'lchash asboblari, jihozlar va isitish quvurlari, elektr tokni ta'minlovchi simlariga tegmaslik kerak. Agarda qurilmadan bor kishini elektr toki urishi, kuyish yoki

boshqa holatlarda ro‘y bersa, darhol shifokorni chaqirishingiz kerak va u kelguncha jabrlanuvchiga birinchi yordam ko‘rsatishingiz kerak bo‘ladi.

d) laboratoriyasi qurilmasidagi yerlash holatiga shikast yetkazilganda, darhol qurilmani o‘chirilishi kerak.

laboratoriyasi qurilmasidagi jihozlardan tutun chiqqanda, uskunada ruxsat etilgan haroratdan oshib ketishi yoki haddan tashqari qizib ketishi va boshqa favqulodda vaziyatlarda stendning vertikal panelining chetlarida joylashgan **“To‘xtatish”** tugma yordamida qurilmani darhol o‘chiriladi va o‘qituvchiga xabar beriladi.

Ish tugagandan so‘ng, ushbu qo‘llanmada keltirilgan ko‘rsatmalarga qa‘tiy rioya qilgan holda qurilmani o‘chirishi kerak.

Talabalar ketishdan oldin ish joylarini tartibga solishlari va o‘qituvchiga ish tugashi haqida xabar berishlari kerak.

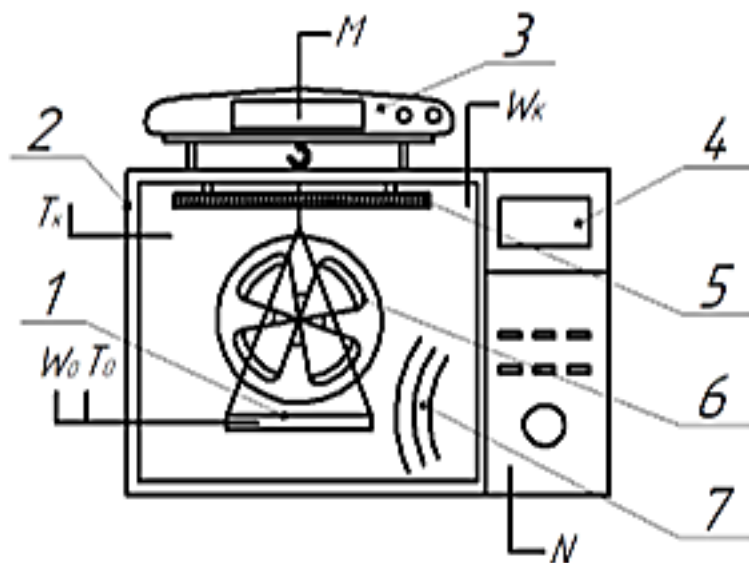
8.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma‘lumotlar

Ish ko‘p funksiyali mikroto‘lqinli pech yordamida amalga oshiriladi (8.1-rasm).



8.1-rasm. Laboratoriya stendining umumiy ko‘rinishi

Issiqlikka chidamli ip pechning yuqori devoridagi teshikdan o‘tadi, uning ustiga quritilishi kerak bo‘lgan material bilan idish osilgan. Ipnning yuqori uchi elektron raqamli tarozilarning pastki qismiga biriktirilgan.



8.2-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi: 1 - quritilgan material bilan idish, 2- kamera, 3- elektron tarozi, 4- boshqaruv paneli, 5- IQ isitgich, 6- konvektiv isitgich, 7- mikroto‘lqinli isitgich

O‘lchangandigan parametrlar:

T_k - kameradagi harorat;

M - namunaning massasi;

W_k - kameraning chiqish joyidagi havo namligi;

N - iste‘mol qilinadigan elektr energiyasi;

Multidatchik:

T_0 - namunaning harorati;

W_0 - namunaning namligi.

Boshqaruv bloki:

Tarmoq 220V - stendning quvvat manbaiga ulash;

BK1 - tarozilni ulash.

Mikroto‘lqinli pech boshqaruv panelidan 4 yordamida yoqiladi.

Eslatma: Vertikal paneldagi ko‘rsatkich chiroqi yonib turgan bo‘lsa qurilmada elektr quvvati mavjudligini ko‘rsatadi.

Favqulodda vaziyat tugmasini tekshiring “To‘xtatish” bosilgan holatda bo‘lishi kerak. Buning uchun uni soat yo‘nalishi bo‘yicha aylantiring (o‘qlar yo‘nalishi tugmada ko‘rsatilgan).

8.3. Quritiladigan materialning og'irligining o'zgarishi, quritish vaqtiga va quritish haroratiga bog'liqligini o'rganish

Ishning maqsadi: quritish jarayonida namlikni yo'qotish mexanizmlari va qonuniyatlarini o'rganish.

Ishning vazifalari

1. Quritilayotgan materialning massasi va haroratini o'lchash.
2. Quritish vaqtini aniqlash.

Asosiy ma'lumotlar

Materiillardagi namlik turli yo'llar bilan bog'lanishi mumkin: kimyoviy - ionli, molekulyar bog'lanish; fizik-kimyoviy - adsorbsion, osmotik, strukturaviy; mexanik ravishda - kapillyarlarda yoki namlangan sirtida bo'lish. Bunda g'ovak jismlarning kapillyarlarida bo'lgan namlik mexanik saqlanuvchi, jismlar yuzasidagi namlik esa namlovchi namlik deyiladi. Materialning namligi W bilan belgilanadi va nam yoki quruq materialning umumiy massasining foizi yoki qismlari sifatida baholanadi ξ :

$$W = \frac{m_{\text{nam}}}{m}; \quad \xi = \frac{m_{\text{nam}}}{m - m_{\text{nam}}}$$

Agar nam material ustida nam havo bo'lsa, vaqt o'tishi bilan havodagi namlik va material tarkibidagi namlik o'rtasida muvozanat o'rnatiladi va namlikning quritish agentiga o'tishi to'xtaydi. Ushbu holatdagi materialning namligi muvozanat deb ataladi va shuning uchun atrof-muhit va haroratdagi suv bug'ining qisman bosimiga bog'liq. Muvozanat namligi qiymatlarining havodagi suv bug'ining qisman bosimiga yoki doimiy haroratdagi nisbiy namligiga bog'liqligi namlik izotermasi deb ataladi. Shubhasiz, nam havo yordamida barcha namlikni olib tashlash mumkin emas.

Konvektiv quritish paytida materialning yuzasidan namlik qayta tiklanadigan quritish vositasi tomonidan chiqariladi. Materialning ichidan uning sirtga namlikning harakatlanishi diffuziya jarayonidir. Uning harakatlantiruvchi kuchi ichki bosim, harorat va namlik konsentratsiyasining gradientlari hisoblanadi. Materialning teshiklaridagi namlik va osmotik namlik (materialning ichki kletkalaridagi namlik) suyuqlik shaklida sirtga, adsorbsiya bilan bog'langan namlik esa bug' shaklida o'tadi. Umuman olganda, yozish mumkin:

$$m_w = -K_1 * F * \frac{dC}{dX}$$

bu yerda m_w - namlik o'tkazish tezligi, kg / s;

F - materialning yuzasi, m^2 ;

C - namlik konsentratsiyasi, g/m^3 ;

K_1 - namlik o'tkazish konstantasi, $\frac{kg \cdot m^2}{s \cdot g}$

Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi

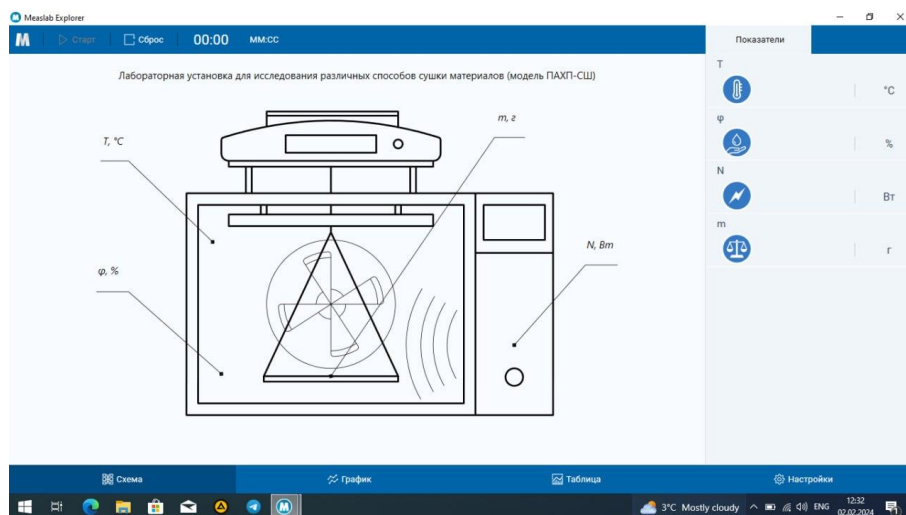
1. 8.1-rasm va 8.2-raslarda keltirilgan laboratoriya qurilmasining sxemasi bilan tanishing. Laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha ko'rsatmada keltirilgan ishning nomi va maqsadi asoslangan holda, o'rganilayotgan jarayon haqidagi asosiy ma'lumotlarni kiritish uchun hisobot shaklini 8.1-jadvalni tayyorlang.

2. Stendni 220 V tarmoqqa ulang.

3. **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini yoqing.

4. Avtomatlashtirilgan stendni kompyuterning USB ulagichiga ulang.

5. Dasturni yoqing **MeasLAB Programsi Dasturnidan**, kompyuter ekranida rasm ko'rinadi. Kompyuter ekranidagi **“Ishga tushirish”**(**“старт”**) so'zi ustiga kursorini (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomoni bosiladi, shu bilan ma'lumotlar olish bo'yicha dastur ishga tushiriladi. Kompyuter ekranidagi (sxema, grafik, jadval, so'zlarini ustiga kursorni (strelkani) qo'yib sichqonchani chap tomon tugmasi bosish bilan) tadqiqot natijalari bo'yicha ma'lumotlar olishga erisiladi.



6. Elektron tarozilarni **“BK1”** ulagich va tarozini yoqing.

7. Namunani quritish kamerasida joylashgan idishga ehtiyotkorlik bilan qo'ying va barqarorlashuvni kuting. Agar barqarorlashgan bo'lmasa, platforma tebranish to'xtaguncha kutishingiz va tarozilarni qayta ishga tushirishingiz kerak.

8. Mikroto'lqinli pechning infraqizil rejimini o'rnatish va uni ishga tushirish uchun boshqaruv panelidan foydalaning. Avtomatlashtirilgan tizimda quritilgan

material massasining joriy qiymatlarini o‘lchash va ro‘yxatga olish doimiy ravishda amalga oshiriladi. Shu bilan birga, vaqt o‘tishi bilan namlikni yo‘qotish hisoblab chiqiladi, mutloq qiymatlar nisbiy qiymatlarga aylantiriladi va tegishli ma’lumotlar massivlari hosil bo‘ladi.

9. Rejim ko‘rsatkichlarini 8.1-jadvaliga yozing. Ishlash rejimining boshlanishi bilan kompyuter displeyida quritilgan materialning massasi o‘zgarishini va namlikning yo‘qolishini kuzating.

10. Muvozanat namligi o‘rnatilganda, oqim massasining o‘zgarishi har bir o‘lchov siklida 0,1 g dan kam bo‘lganda, quritish kamerasini o‘chiring va quritish vaqti va raqamli ko‘rsatkich ma’lumotlarini 8.1- jadvalga yozing.

11. Kamerani oching va 2-3 daqiqadan song quritilgan materialni olib tashlang. Quritish sifatini ko‘z bilan ko‘rib baholang.

12. Qurilmani **B “Tarmoq 220 V”** avtomatik quvvat manbayini o‘chiring
O‘lchangan parametrlar 8.1-jadvalda keltirilgan

8.1-jadval

No	Quritish usuli	τ	$T_K, ^\circ C$	$T_0, ^\circ C$	$T_B, ^\circ C$	M_n, g	M_k, g	$\Delta W, \%$
1	Infraqizil							
2								
3								
4								
5								
6								

M_n - namunaning boshlang‘ich massasi;

M_{qon} , quritish oxirida namunaning massasi;

ΔW - namlikni yo‘qotish;

τ - quritish vaqti.

Hisobot shakli

1. Laboratoriyani jihozlash sxemasi va qisqacha tavsifi.
2. O‘lchov natijalari jadvali.
3. Natija va xulosalarni tahlil qilish.

Nazorat savollari

1. Mexanik bog‘langan va adsorbsiyalangan namlikni olib tashlash davrlarida quritish tezligi bir-biridan qanday farq qiladi?
2. Sekin diffuziya jarayonlarining quritish tezligiga ta’siri qanday?
3. Qanday usullarda quritish eng yaxshi uslub hisoblanadi?

1-ilova.

Bosim birliklari o'rtasidagi munosabat

Bosim birliklari	kgk/m ² yoki mm suv ustuni	kgk/sm ² yoki atm. (texnik atmosfera muhit)	atm.(jismoniy atmosfera muhit)	mm. simob ustuni	N/m ²
1kgk/m ² yoki 1 mm suv.	1	10 ⁻⁴	0,0968*10 ⁻³	73,556*10 ⁻³	9,80665
1kgk/sm ² yoki 1atm. (texnik atmosfera muhiti)	10 ⁴	1	0,9678	735,56	98066,5
1atm.(jismoniy atmosfera muhit)	10332	1,0332	1	760,00	101 325
1mm.simob ustuni.	13,6	1,36*10 ³	1,316*10 ⁻³	1	133,32
1 N/m ²	0,102	10,2*10 ⁻⁶	10,13*10 ⁻⁶	7,50*10 ⁻³	1

2-ilova

To'yingan chizig'idagi suvning termofizik xususiyatlari

t, ⁰ C	ρ,kg/m ³	C _p ,kJ/(kg*K)	λ,Vt/(m*K)	α*10 ⁶ ,m ² /c	P _r
0	999,8	4,237	0,551	1,790	19,7
5	999,7	4,224	0,563	1,540	11,3
10	999,6	4,212	0,575	1,300	9,56
15	998,9	4,208	0,586	1,100	8,15
20	998,2	4,204	0,599	1,000	7,06
25	996,9	4,204	0,608	0,910	6,20
30	995,6	4,199	0,618	0,805	5,50
35	993,9	4,199	0,626	0,720	4,85
40	992,2	4,199	0,634	0,659	4,30
45	990,1	4,199	0,641	0,615	3,90
50	988,0	4,199	0,648	0,556	3,56
55	985,6	4,199	0,654	0,515	3,25
60	983,2	4,204	0,659	0,479	3,00
65	980,5	4,208	0,664	0,445	2,75
70	977,7	4,212	0,668	0,415	2,56
75	974,8	4,212	0,671	0,385	2,35
80	971,8	4,216	0,674	0,366	2,23
85	968,5	4,220	0,678	0,347	2,10
90	965,3	4,224	0,680	0,326	1,95

2-ilova davomi					
95	961,8	4,224	0,682	0,310	1,85
100	958,3	4,229	0,683	0,295	1,75
110	951,0	4,237	0,685	0,268	1,58
120	943,1	4,250	0,686	0,244	1,43
130	934,8	4,271	0,686	0,226	1,32
140	926,1	4,291	0,686	0,212	1,23

3-ilova

Antifrizning termofizik xususiyatlari

Aralashm adagi hajm ulushi %	Mini mal ish haror ati t, °C	erita haror ati t, °C	Zich ik kg/m ³	Issiqlik sig‘imi c _p , kJ (kg * K)	issiqlik o‘tazuv chanlik Vt (m * K)	Dinamik yopishqoqlik MPa*s=10 ³ *N *s/m ²	Kinematik yopishqoqlik C _T =mm ² /s= 10 ⁻⁶ m ² /s
20	-10	10	038	3,85	0,498	5,19	5,0
		0	036	3,87	0,500	3,11	3,0
		0	030	3,90	0,512	1,65	1,6
		0	022	3,93	0,521	1,02	1,0
		0	014	3,96	0,531	0,71	0,7
		0	006	3,99	0,540	0,523	0,52
		00	97	4,2	0,550	0,409	0,41
34	-20	20	069	3,51	0,462	11,76	11,0
		0	063	3,56	0,466	4,89	4,6
		0	055	3,62	0,470	2,32	2,2
		0	044	3,68	0,473	1,57	1,5
		0	033	3,73	0,475	1,01	0,98
		0	022	3,78	0,478	0,695	0,68
		00	010	3,84	0,480	0,515	0,51
52	-40	40	108	3,04	0,416	110,8	100
		20	100	3,11	0,409	27,50	25
		0	092	3,19	0,405	10,37	9,5
		0	082	3,26	0,402	4,87	4,5
		0	069	3,34	0,398	2,57	2,4
		0	057	3,41	0,394	1,59	1,5
		0	045	3,49	0,390	1,05	1,0
		00	032	3,56	0,385	0,722	0,7

Propilen glikolning termofizik xususiyatlari

ρ , kg/m ³	ε , %	t, °C	t, °C	C_p , kJ <u>(kg * K)</u>	μ 10 ⁶ ,Pa *s	ν 10 ⁶ , ² /s	λ Wt/(m*K)	Pr
1005	4,6	-2	50	4,15	589	0,586	0,616	3,96
1005	4,6	-2	20	4,15	1080	1,070	0,582	7,7
1005	4,6	-2	10	4,13	1325	1,365	0,570	9,9
1005	4,6	-2	0	4,11	1960	1,950	0,546	14,4
1010	8,4	-4	50	4,11	686	0,680	0,534	4,75
1010	5,4	-4	20	4,07	1175	1,170	0,570	8,4
1010	8,4	-4	10	4,07	1370	1,330	0,558	11,4
1010	8,4	-4	0	4,07	2260	2,290	0,546	16,7
1015	12,2	-5	50	4,07	686	0,677	0,582	4,8
1015	12,2	-5	20	4,04	1325	1,350	0,546	10,1
1015	12,2	-3	10	4,01	1863	1,840	0,540	13,8
1015	12,2	-3	0	3,99	2330	2,310	0,535	18,9
1020	16	-7	50	4,03	785	0,770	0,558	5,65
1020	16	-7	20	3,95	1470	1,450	0,535	10,8
1020	16	-7	10	3,92	2060	2,020	0,540	15,4
1020	16	-7	0	3,90	2545	2,790	0,512	21,6
1020	16	-7	-5	3,90	3430	3,370	0,500	26,6
1025	19,8	-10	50	3,99	785	0,760	0,546	5,7
1025	19,8	-10	20	3,90	1670	1,630	0,524	12,5
1025	19,8	-10	10	3,88	2260	2,2	0,512	17
1025	19,5	-10	0	3,86	3160	3,06	0,5	24,2
1025	19,8	-10	-5	3,80	3930	3,73	0,455	30
1030	23,6	-13	50	3,95	885	0,858	0,521	6,6
1030	23,6	-13	20	3,86	1765	1,72	0,5	13,7
1030	23,6	-13	10	3,82	2550	2,45	0,494	19,6
1030	23,6	-13	0	3,75	3530	3,44	0,488	27,4
1030	23,6	-13	-10	3,78	5100	4,95	0,455	39,4
1035	27,4	-13	50	3,85	883	0,833	0,512	6,7
1035	27,4	-15	20	3,78	1965	1,9	0,488	15,2
1035	27,4	-13	10	3,73	3930	3,8	0,477	31
1035	27,4	-13	-10	3,70	3693	5,3	0,477	44
1035	27,4	-15	-15	3,67	7060	6,83	0,472	55

4-ilo va davomi

ρ , kg/m ³	ε , %	t , °C	t , °C	C_p , kDj (kg * K)	μ 10 ⁶ , Pa*s	ν 10 ⁶ , m ² /s	λ Wt/(m* K)	Pr
1040	31,2	-17	50	3,82	981	0,94	0,5	7,5
1040	31,2	-17	20	3,73	2160	2,07	0,477	16,8
1040	31,2	-17	0	3,65	4420	4,25	0,465	34,5
1040	31,2	-17	-10	3,65	6660	6,43	0,465	32
1040	31,2	-17	-15	3,63	8240	7,9	0,46	65
1045	35,0	-21	50	3,73	1080	1,03	0,477	5,4
1045	35,0	-21	20	3,65	2450	2,33	0,465	19,2
1045	35,0	-21	0	3,57	4810	4,7	0,465	37,7
1045	35,0	-21	-10	3,57	7650	7,33	0,454	60
1045	35,0	-21	-15	3,55	9340	8,9	0,454	73
1045	35,0	-21	-20	3,52	11750	11,3	0,454	92
1050	38,8	-26	50	3,69	1178	1,12	0,465	9,3
1050	38,8	-26	20	3,57	2750	2,63	0,454	21,6
1050	35,8	-26	0	3,53	5600	5,32	0,454	44
1050	38,8	-26	-10	3,45	8640	5,25	0,454	67
1050	38,8	-26	-13	3,46	11080	10,3	0,454	82
1050	38,8	-26	-20	3,44	14200	13,5	0,454	107
1050	35,8	-26	-25	3,55	18030	17,8	0,454	144
1055	42,6	-29	50	3,61	1370	1,3	0,442	11,2
1055	42,6	-29	20	3,48	2940	2,78	0,442	23
1055	42,6	-29	0	3,44	6170	5,85	0,442	47,5
1055	42,6	-29	-10	3,40	9600	9,1	0,442	73
1055	42,6	-29	-20	3,38	12250	11,7	0,442	93
1055	42,6	-29	-25	3,36	16050	15,2	0,442	122
1055	42,6	-29	-30	3,33	2160	20,5	0,442	162
1060	46,4	-33	50	3,53	1570	1,45	0,43	12,8
1060	46,4	-33	20	3,40	3430	3,24	0,43	27
1060	46,4	-33	0	3,36	6860	6,28	0,43	51,5
1060	46,4	-33	-10	3,32	10800	10,2	0,43	84
1060	46,4	-33	-15	3,29	13700	13,0	0,43	105
1060	46,4	-33	-20	3,27	18300	17,2	0,43	140
1060	46,4	-33	-25	3,25	24000	22,6	0,43	150
1060	46,4	-33	-30	3,23	32300	30,5	0,43	242

5-ilova

Metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi

Moddalar	Issiqlik o'tkazuvchanligi $Vt(m^*K)$
Alyuminiy	209,3
Temir	74,4
Oltin	312,3
Latun	85,5
Mis	389,6
Simob	29,1
Kumush	418,7
Temir	45,4
Cho'yan	62,8

“TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK UZATISH ASOSLARI” FANIDAN

LABARATORIYA MASHG‘ULOTLARINI BAJARISH UCHUN

OQUV QLLANMA

GLOSSARIY

Адиабатный процесс	Адиабатик жараён	Adiabatic process	процесс, происходящий без теплообмена рабочего тела с окружающей средой.
Бинарный цикл	Бинар цикл	Binary cycle	термодинамический цикл, осуществляемый двумя рабочими телами.
Внутренняя энергия	Ички энергия	Internal energy	сумма энергии всех видов движения и взаимодействия частиц, из которых состоят тела.
Давление	Босим	Pressure	сила, с которой газ (или пар) действует на единицу площади своей оболочки.
Двигатель внутреннего сгорания (ДВС)	Ички ёнув двигателя	The internal combustion engine (ICE)	тепловой двигатель, внутри которого происходит сжигание топлива с получением механической работы.
Закрытая термодинамическая система	Ёпиқ термодинамик тизим	Closed thermodynamic system	система, которая не обменивается со средой веществом.
Идеальный газ	Идеал газ	perfect gas	газ, в котором отсутствуют силы взаимодействия между молекулами на расстоянии, а размер последних пренебрежимо мал по сравнению с длиной свободного пробега.
Необратимый процесс	Қайтмас жараён	The irreversible process	неравновесный процесс, который может протекать только в одном направлении.
Неравновесный процесс	Тенг салмоқли бўлмаган жараён	Nonequilibrium processes	процесс, скорость протекания которого больше или сравнима со скоростью релаксации.
Обратимый процесс	Қайтар жараён	Reversible process	равновесный процесс, который может происходить как в прямом, так и в обратном направлении через все те же самые промежуточные состояния.
Окружающая среда	Атроф мухит	Environment	тела, не входящие в термодинамическую систему.
Открытая термодинамическая система	Очиқ термодинамик тизим	An open thermodynamic system	система, которая обменивается со средой и веществом, и работой, и энергией.
Параметры состояния	Холат параметрлари	Parameters state	физические величины, которые однозначно определяют состояние термодинамической системы и изменяют свои значения при совершении процесса.

Плотность	Зичлик	Density	масса единицы объема.
Рабочее тело	Ишчи жисм	The working body	вещество, с помощью которого осуществляется преобразование энергии.
Равновесный процесс	Тенг салокли жараён	The equilibrium process	процесс перехода термодинамической системы из одного равновесного состояния в другое, при котором скорость протекания процесса значительно меньше скорости релаксации.
Температура	Ҳарорат	Temperature	мера (или степень) нагретости тела.
Температура инверсии	Инверсия ҳарорати	Inversion temperature	температура, соответствующая такому состоянию рабочего тела, при котором в процессе адиабатного дросселирования она не изменяется.
Теплоемкость	Иссиқлик сиғими	Heat capacity	количество теплоты, необходимой для нагревания вещества на 1 градус.
Теплоизолированная (адиабатная) система	Изоляцияланган тизим	Thermally insulated (adiabatic) system	система, которая не имеет возможности обмениваться со средой теплотой.
Теплота	Иссиқлик	Heat	особая форма передачи энергии, которая в отличие от работы не связана с видимым перемещением тела.
Термодинамика	Термодинамика	Thermodynamics	наука о закономерностях взаимопревращения теплоты и работы и свойств тела, участвующих в этих превращениях.
Термодинамическая система	Термодинамик тизим	Thermodynamic system	совокупность материальных тел, находящихся во взаимодействии с окружающими их телами в виде обмена энергией, работой и веществом.
Термодинамически равновесное	Термодинамик мувозанат	Thermodynamic equilibrium	состояние характеризуется равенством температур (термическое равновесие) и давлений (механическое равновесие) во всех точках объема, занимаемого рабочим телом.
Термодинамический процесс	Термодинамик жараён	The thermodynamic process	всякое изменение, происходящее в термодинамической системе и связанное с изменением хотя бы одного ее параметра состояния.
Удельная теплоемкость	Солиштирма иссиқлик сиғими	Specific heat	количество теплоты, необходимой для нагревания какой-либо единицы вещества на 1 градус.

Удельный объем	Солиштирма хажм	Specific volume	объем единицы массы вещества.
Уравнение состояния	Ҳолат тенгламаси	Equation of state	уравнение выражающее связь между параметрами всех возможных равновесных состояний термодинамической системы.
Индукционная плавильная печь	Индукцион эритиш печи	The induction melting furnace	печь, в которой металл находится в переменном электромагнитном поле, в результате чего в металле индуцируется нагревающий его электрический ток.
Печь	Печ	Bake	устройство, в котором в результате горения топлива или превращения электрической энергии выделяется теплота, используемая для тепловой обработки металлов.
Печь для электрошлакового переплава	Электршлакли эритиш печи	Furnace for ESR	промышленная печь, предназначенная для переплава расходуемых электродов с целью получения стальных слитков сплошного сечения цилиндрической или прямоугольной формы в стационарных или подвижных кристаллизаторах.
Плазменно-дуговая печь	Плазма ейли печ	Plasma-arc furnace	электрическая печь, в которой нагрев и плавление осуществляются с помощью плазменной дуги.
Плавильная печь	Эритиш печи	Melting furnace	печь для превращения какого либо материала в жидкое состояние нагревом его до температуры, превышающую температуру плавления.
Раздаточная печь	Тарқатиш печи	Holding furnace	промышленная печь для подогрева расплавленного металла и поддержания его температуры в требуемых пределах.
Электронно-лучевая печь	Электрон нурли печ	Electron beam furnace	высоковакуумная печь (вакуум 10 МПа – 10 мкПа) печь для переплава особо чистой стали и тугоплавких материалов, в которой нагрев основан на превращении кинетической энергии ускоренных в электростатическом поле электронов в тепловую энергию при их ударе о поверхность нагреваемого объекта.
Паротурбинная установка	Буғ турбина курилмаси	Steam turbine installation	энергетическая установка, включающая паровые котлы и паровые турбины.

Газотурбинная установка	Газтрубина курилмаси	gas turbine power plant	конструктивно-объединенная совокупность газовой турбины, компрессора, камеры сгорания, газоздушного тракта, системы управления и вспомогательных устройств.
Паровая и газовая турбины	Буг ва газ турбинаси	Steam and gas turbines	турбины, в которых в качестве рабочего тела используется соответственно пар и газ.
Ступень	Босқич	Stage	это совокупность неподвижного соплового аппарата и вращающегося рабочего колеса (в турбине) или вращающегося рабочего колеса и неподвижного спрямляющего аппарата (в компрессоре).
Степень парциальности	Парциаллик даражаси	The degree of partiality	доля окружности, занятая каналами сопловых лопаток, через которые проходит рабочее тело, или длина дуги, занятая сопловой решеткой, отнесенная к длине окружности.
Внутренний относительный КПД	Ички нисбий ФИК	Internal relative efficiency	КПД ступени паровой турбины, учитывающий все виды потерь.
Регенеративный отбор	Регенератив танлов	Regenerative selection	нерегулируемый отбор пара из ступени турбины для повышения температуры питательной воды.
Газотурбинная установка замкнутого цикла	Ёпиқ газотрубинали курилма	Gas turbine closed cycle	ГТУ, в которой рабочее тело циркулирует по замкнутому контуру.
Парогазовая установка (ПГУ)	Буггазли курилма	Combined-cycle plant (CCGT)	комбинированная установка, в которой основная доля теплоты подводится с топливом в паротурбинную часть.
Газопаровая установка (ГПУ)	Газбуғли курилма	Gas-steam unit (GPU)	комбинированная установка, в которой основная доля теплоты подводится с топливом в камеру сгорания ГТУ.
Ядерный реактор	Ядро реактори	Nuclear reactor	устройство, предназначенное для организации и поддержания управляемой цепной реакции деления ядер.
Двигатель внутреннего сгорания	Ички ёнув двигателя	Internal combustion engine	тепловой двигатель, внутри которого происходит сжигание топлива и преобразование части выделившейся теплоты в механическую работу.
Рабочий цикл ДВС	ИЁД ишчи цикли	Operating cycle of the internal combustion engine	совокупность различных процессов, происходящих в цилиндре ДВС в определенной последовательности.

Карбюраторный двигатель	Карбюратор двигателя	Carburetor engine	ДВС, в котором горючая смесь готовится карбюратором вне камеры сгорания (внешнее смесеобразование с принудительным зажиганием).
Дизель	Дизел	Diesel	ДВС с внутренним смесеобразованием и воспламенением топливовоздушной смеси от теплоты сжатого заряда.
Среднее индикаторное давление	Ўртача индикатор босим	Mean indicated pressure	давление, численно равное такому условному постоянному по значению избыточному давлению, которое, действуя на поршень, совершает за один его ход работу, равную работе газов в цилиндре за один цикл.
Индикаторная мощность двигателя	Двигател индикатор куввати	Engine Power Indicator	мощность, развиваемая внутри цилиндра.
Эффективная мощность	Эффектив кувват	Effective power	мощность, отдаваемая потребителю и составляющая часть индикаторной мощности.
Среднее эффективное давление	Ўртача индикатор босим	Mean effective pressure	это условное постоянное давление в цилиндрах, при котором работа, произведенная в них за один такт, равна эффективной работе.
Индикаторный КПД	Индикатор ФИК	Efficiency indicator	отношение количества теплоты Q_i эквивалентного индикаторной работе, ко всему количеству теплоты Q , введенному в двигатель с топливом.
Эффективный КПД	Эффектив ФИК	Effective efficiency	отношение количества теплоты, эквивалентной полезной работе, к количеству теплоты, затраченной на получение этой работы.
Объемный компрессор	Хажмий компрессор	Displacement compressor	компрессор, в котором повышение давления газа происходит при уменьшении замкнутого объема.
Индикаторная диаграмма	Индикатор диаграмма	Indicator diagram	зависимость давления газа в цилиндре от объема рабочей полости цилиндра.
Производительность объемного компрессора	Хажмий компрессор иш нуни	Performance displacement compressor	объемное количество газа, подаваемое потребителю в единицу времени, измеренное после компрессора и приведенное к условиям всасывания, т.е. давлению и температуре в стандартной точке всасывания.
Винтовой компрессор	Винтли компрессор	Screw compressors	роторный компрессор, в котором рабочие полости образованы корпусом и винтообразными роторами со специальными

			профилями.
Центробежный компрессор	Марказдан қочма компрессор	Centrifugal compressor	компрессор, в котором силовое воздействие на газ осуществляется вращающимися лопатками.
Охлаждение	Совутиш	Cooling	отвод теплоты от тел и передача ее другим телам или в окружающую среду.
Холодопроизводительность	Совук ишлабчиқариш унумдорлиги	Cooling capacity	количество теплоты, отводимое холодильной машиной в единицу времени при температуре ниже температуры окружающей среды.
Термодинамика	Термодинамика	Thermodynamics	наука о наиболее общих свойствах макроскопических физических систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, и о процессах перехода между этими состояниями.
Техническая термодинамика	Техник термодинамика	Engineering thermodynamics	раздел термодинамики, занимающийся приложениями законов термодинамики в теплотехнике.
Тепловое движение	Иссиқлик харакати	The thermal motion	это беспорядочное (хаотическое) движение микрочастиц (молекул, атомов и др.), из которых состоят все тела.
Термодинамическая система	Термодинамик тизим	Thermodynamic system	называется совокупность макроскопических тел, которые могут взаимодействовать между собой и с другими телами, составляющими внешнюю среду, в виде обмена энергией или веществом.
Рабочее тело	Ишчи жисм	The working body	газообразное, жидкое или плазменное вещество, с помощью которого осуществляется преобразование какой-либо энергии при получении механической работы, холода, теплоты.
Давление	Босим	Pressure	физическая величина, характеризующая интенсивность нормальных сил, с которыми одно тело действует на поверхность другого.
Уравнение состояния	Ҳолат тенгламаси	Equation of state	уравнение, выражающее связь между параметрами равновесного состояния термодинамической системы
Параметры состояния	Ҳолат параметрлари	Parameters state	физические величины, однозначно характеризующие состояние термодинамической системы и не зависящие от предыстории системы.

Термодинамический цикл	Термодинамик цикл	Thermodynamic cycle	круговой процесс, осуществляемый термодинамической системой.
Парциальное давление	Парциаль босим	Partial pressure	давление, которое имел бы газ, входящий в состав газовой смеси, если бы он один занимал объем, равный объему смеси при той же температуре.
Теплоемкость	Иссиклик сифими	Heat capacity	количество теплоты, которое необходимо подвести к телу, чтобы нагреть его на 1 градус (1°C или 1К).
Изохорный процесс	Изохор жараён	Isochoric process	процесс, происходящий в физической системе при постоянном объеме.
Изобарный процесс	Изобар жараён	Gibbs process	процесс, происходящий в физической системе при постоянном внешнем давлении.
Изотермный процесс	Изотермик жараён	Isothermal process	процесс, происходящий в физической системе при постоянной температуре.
Адиабатный процесс	Адиабатик жараён	Adiabatic process	совершается в физической системе, не получающей теплоту извне и не отдающей ее, т. е. отсутствует теплообмен рабочего тела с внешней средой.
Полиτροпным процесс	Полиτροп жараён	Polytropic process	такой термодинамический процесс изменения состояния физической системы, при котором в течение всего процесса сохраняется постоянство теплоемкости.
Термический КПД	Термик ФИК	Thermal efficiency	отношение полезно использованной в цикле теплоты (или полученной работы) ко всему количеству теплоты, затраченной на цикл.
Цикл Карно	Карно цикли	Carnot cycle	обратимый круговой процесс, в котором совершается наиболее полное превращение теплоты в работу (или работы в теплоту).
Эксергия или техническая работоспособность	Эксергия ёки техник иш бажариш қобилияти	Exergy or technical performance	максимальная работа, совершаемая рабочим телом, если в качестве холодного источника теплоты принимается внешняя среда с температурой T_0 .
Парообразование	Буғланиш	Evaporation	процесс перехода вещества из конденсированной фазы (жидкой или твердой) в газовую.
Теплота парообразования	Буғ ҳосил бўлиш иссиқлиги	Heat of vaporization	количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг жидкости, нагретой до температуры кипения, в сухой насыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре).

Влажный воздух	Нам ҳаво	Wet air	смесь сухого воздуха с водяным паром.
Точка росы	Шудринг нуктаси	Dew point	температура, до которой должен охлаждаться ненасыщенный влажный воздух, чтобы содержащийся в нем перегретый пар стал насыщенным.
Абсолютная влажность воздуха	Ҳаво абсолют намлиги	Absolute humidity	масса водяного пара, содержащегося в 1 м ³ влажного воздуха.
Относительная влажность воздуха	Ҳавонинг нисбий намлиги	Relative humidity	отношение абсолютной влажности воздуха к максимально возможной при данном давлении и температуре, когда воздух насыщен водяным паром.
Располагаемая работа	Имкониятдаги иш	Available work	приращение кинетической энергии газа при движении по каналу, которое может быть использовано в машинах и превращено в другие виды энергии, а также работа перемещения канала.
Сопло	Сопло	Nozzle	канал, в котором происходит расширение газа с уменьшением и увеличением скорости его движения.
Сопло Лавалья	Лавал соплоси	Laval nozzle	комбинированное сопло с суживающейся и расширяющейся частями, применяемое для получения скоростей газа больше скорости звука.
Дросселирование	Дроселлаш (эзиш)	Choking	процесс понижения давления в потоке без совершения внешней работы и без подвода и отвода теплоты при прохождении через местное гидравлическое сопротивление.
Эффект Джоуля — Томсона	Жоул–Томпсон эффекти	Joule - Thomson	изменение температуры газа в результате адиабатного дросселирования.
Компрессор	Компрессор	Compressor	машина для сжатия воздуха или газа до избыточного давления не ниже 0,2 МПа.
Турбокомпрессор	Турбокомпрессор	Turbocharger	центробежный или осевой лопаточный компрессор для сжатия и подачи воздуха или газа.
Степень сжатия	Сиқиш даражаси	Compression ratio	отношение объемов в цилиндре двигателя при положениях поршня в начале и конце процесса сжатия.
Степень повышения давления	Босимни ортиш даражаси	The degree of pressure increase	отношение наибольшего давления в цилиндре двигателя, образовавшегося в результате подвода теплоты, к давлению в конце процесса сжатия.

Степень предварительного расширения	Дастлабки кенгайиш даражаси	The degree of pre-expansion	отношение объемов в конце и начале подвода теплоты к рабочему телу при постоянном давлении.
Степень падения давления	Босимни камайиш даражаси	The degree of pressure drop	отношение давлений в начале и конце отвода теплоты от рабочего тела к холодному источнику при постоянном объеме.
Регенерация	Регенерация	Regeneration	использование теплоты отходящих газообразных продуктов сгорания для подогрева поступающего газообразного топлива, воздуха или их смеси.
Цикл Ренкина	Ренкин цикли	Rankine cycle	идеальный замкнутый процесс изменения состояния рабочего тела в простейшей паросиловой установке.
Бинарный цикл	Бинар цикл	Binary cycle	термодинамический цикл, осуществляемый двумя рабочими телами.
Холодильный цикл	Совутиш курилмаси цикли	Refrigeration cycle	обратный круговой процесс, предназначенный для передачи теплоты от тел менее нагретых к телам более нагретым.
Холодильный коэффициент	Совутиш коэффициенти	Refrigeration factor	отношение количества теплоты q_2 , отводимой в обратном цикле от охлаждаемой системы, к затраченной работе $1Ж$.
Абсорбционная холодильная установка	Абсорбцион совутиш курилмаси	Absorption chillers	установка, использующая теплоту внешнего источника для передачи теплоты от менее нагретого тела к более нагретому телу. В таких установках рабочим телом является раствор.
Термотрансформатор	Термотрансформатор	Thermotransformers	устройство, позволяющее обратимым путем передавать теплоту от источника с одной температурой к источнику с другой температурой.
Теплообмен	Иссиқлик алмашиниш	Heat exchange	самопроизвольный необратимый процесс переноса теплоты в пространстве с неоднородным распределением температуры.
Теплопроводность	Иссиқлик ўтказувчанлик	Thermal conductivity	молекулярный перенос теплоты в сплошной среде, обусловленный наличием градиента температуры.
Конвективный теплообмен	Конвектив иссиқлик алмашиниш	Convective heat exchange	перенос теплоты, обусловленный перемещением макроскопических элементов среды в пространстве, сопровождаемый теплопроводностью.
Теплоотдача	Иссиқлик бериш	Heat irradiation	конвективный теплообмен между движущейся средой и

			поверхностью ее раздела с другой средой (твердым телом, жидкостью или газом).
Лучистый теплообмен	Нурланиш орқали иссиқлик алмашиниш	Radiant heat	теплообмен, обусловленный превращением внутренней энергии вещества в энергию электромагнитных волн, распространением их в пространстве и поглощением энергии этих волн веществом.
Массообмен	Масса алмашиниш	Mass transfer	самопроизвольный необратимый процесс переноса массы данного компонента в пространстве с неоднородным полем концентрации (химического потенциала).
Температурное поле	Ҳарорат майдони	Temperature field	совокупность значений температуры во всех точках тела (или пространства) в некоторый фиксированный момент времени.
Градиент температуры	Ҳарорат градиенти	Temperature gradient	вектор, численно равный производной от температуры по направлению нормали к изотермной поверхности.
Тепловой поток	Иссиқлик оқими	Heat flow	количество теплоты, переданное через произвольную поверхность в единицу времени.
Коэффициент теплоотдачи	Иссиқлик бериш коэффициенти	The heat transfer coefficient	количество теплоты, переданное в единицу времени через единицу площади поверхности твердого тела путем конвекции при разности температур между поверхностью тела и средой в 1К.
Физическое подобие	Физик ўхшашлик	The physical similarity	соответствие между физическими процессами, выражающееся в тождественности их безразмерных математических описаний.
Константы подобия	Ўхшашлик константаси	Similarity constants	отношения однородных физических величин в сходственных точках модели и натурального объекта.
Критерии подобия	Ўхшашлик мезони	Similarity criteria	безразмерные числа, составленные из размерных физических величин, определяющих рассматриваемые физические явления.
Определяющие критерии подобия	Аниқловчи ўхшашлик мезони	The defining similarity criteria	числа подобия, составленные из величин, заданных при математическом описании процесса.
Ламинарный режим течения	Ламинар оқим	The laminar flow regime	режим движения жидкости, при котором возможны стационарные траектории ее частиц.

Турбулентный режим	Турбулент тартиб	The turbulent regime	режим движения жидкости с хаотически изменяющимися во времени траекториями частиц, при котором в потоке возникают нерегулярные пульсации скорости, давления и температуры, неравномерно распределенные в потоке.
Степень турбулентности	Турбулентлилик даражаси	Degree of gustiness	отношение средней квадратичной пульсаций составляющих вектора скорости в данной точке к осредненной скорости невозмущенного потока.
Плотность потока излучения	Нурланиш оқими зичлиги	The radiation flux density	количество энергии излучения, проходящее в единицу времени через единицу площади поверхности в пределах полусферического телесного угла.
Спектральная плотность потока излучения	Нурланиш оқими спектрал зичлиги	Spectral irradiance	отношение плотности потока излучения, испускаемого в бесконечно малом интервале длин волн, к величине этого интервала.
Закон Стефана — Больцмана	Стефан–Болцман қонуни	Law Stefan - Boltzmann	плотность потока излучения абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры.
Степень черноты тела	Жисм қоралик даражаси	Degree black body	отношение плотностей потока излучения серого тела и абсолютно черного тела при той же температуре.
Закон Кирхгофа	Кирхгоф қонуни	Kirchhoff's Law	отношение плотности потока излучения серого тела к его поглощательной способности не зависит от природы тела и равно плотности потока излучения абсолютно черного тела при той же температуре.
Коэффициент облученности	Нурлатиш коэффициенти	The coefficient of irradiance	отношение потока излучения первого тела, падающего на второе тело к потоку полного полусферического излучения первого тела.
Прямоток	Тўғри оқим	Co current regeneration	движение двух теплоносителей в теплообменном аппарате параллельно друг другу в одном и том же направлении.
Противоток	Қарама қарши оқим	Backflow	движение двух теплоносителей в теплообменном аппарате параллельно друг другу в противоположных направлениях.
Перекрестный ток	Кесишувчи оқим	Cross-current	движение двух теплоносителей в тепло- обменном аппарате во взаимно перпендикулярных направлениях.

Топливо	Ёқилғи	Fuel	горючее вещество, которое экономически целесообразно использовать для получения значительного количества теплоты.
Теплота сгорания	Ёниш иссиқлиги	Heat of combustion	количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании топлива.
Условное топливо	Шартли ёқилғи	standard fuel	топливо, теплота сгорания которого принята равной 29,35 МДж/кг.
Детонация	Детонация	Detonation	быстро приближающийся к взрыву процесс горения горючей смеси в цилиндре карбюраторного двигателя, при котором резко (в сто раз) увеличивается скорость распространения пламени.
Горение	Ёниш	Combustion	химический процесс соединения топлива с окислителем, сопровождающийся интенсивным тепловыделением и резким повышением температуры продуктов сгорания.
Коэффициент избытка воздуха	Ҳавонинг ортиқчалилик коэффициенти	Excess air ratio	отношение действительного количества воздуха V_d , подаваемого для организации процесса горения, к теоретически необходимому количеству V_0 .
Котельная установка	Қозон қурилмаси	Boiler plant	совокупность котла и вспомогательного оборудования.
Котел	Қозон	Boiler	конструктивно объединенный в одно целое комплекс устройств для получения пара или для нагрева воды под давлением.
Топка	Ўтхона	Furnace	устройство котла, предназначенное для сжигания органического топлива, частичного охлаждения продуктов сгорания и выделения золы.
Прямоточный котел	Тўғри оқимли қозон	Line boiler	котел с последовательным однократным принудительным движением воды.
Пароперегреватель	Бўғқиздирғич	Superheater	устройство для повышения температуры пара выше температуры насыщения, соответствующей давлению в котле.
Экономайзер	Экономайзер	Economizer	устройство, обогреваемое продуктами сгорания топлива и предназначенное для подогрева или частичного парообразования воды, поступающей в котел.

Воздухоподогреватель	Ҳавокиздиргич	Air heater	устройство для подогрева воздуха продуктами сгорания топлива перед подачей в топку котла.
Сушка	Қуритиш	Drying	процесс удаления жидкости (чаще влаги) из различных материалов.
Термодиффузия	Термодиффузия	Thermal diffusion	перенос влаги под влиянием градиента температуры.
Рециркуляция	Рециркуляция	recirculation	возврат части воздуха или уходящих газов в сушильную камеру или топку.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Адиабатический и политропический процессы.
http://www3.crimea.edu/tnu/structure/physic_fac/departments/general/common_physics/all/term2.htm#s11
2. Адиабатический процесс. Открытая энциклопедия. Илл. статья с видеоматериалами от 03.01.2012
3. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) / А.Д. Гиргидов - СПб.: СПб., ГПУ, 2002.-544 с.
4. Ерохин В.Г., Маханько МГ. Основы термодинамики и теплотехники. изд.2, стереот.:М - изд. ЛИБРОКОМ, 2009 г., 224 с. ISBN 9785-397-00381-0
5. Е.А. Лаптева, Т.М. Фарахов, Математические модели и расчет тепломассообменных характеристик аппаратов, Учебное пособие, «Отечество» Казань 2013, -182 с.
6. Жуховицкий Д.Л. Термодинамика и теплопередача: лабораторный практикум.-Ульяновск, УлГТУ, 2000.-88 с.; и
7. Зорин В. М., Клименко А. В., Зорина В. М., Теплоэнергетика и теплотехника: М. -Издательство МЭИ, 2001. ISBN: 5-7046-0512-5, 5-7046-0515X
8. Кириллин В.А., Сычев ВВ., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика: учебник для вузов -М.: Издательство МЭИ, 2008.-496 с.
9. Кудинов, А.А. Техническая гидродинамика: учеб. пособ. / А.А. Кудинов.М.: Машиностроение, 2008. -368 с.-ISBN-978-5-217-03396-6.
10. Келим Ю.М. Типовые элементы систем автоматического управления: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / Ю.М. Келим. -М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2002.-384 с.
11. Е.А. Лаптева, Т.М. Фарахов, Математические модели и расчет тепломассообменных характеристик аппаратов, Учебное пособие, «Отечество» Казань 2013, -182 с.
12. Методические указания по выполнению лабораторных работ по тепло—технике. Северо-Западный заочный технический университет.; СПб, 2003.
13. Малахов Н.Н., Плаксин Ю.М., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств.- Орел .: Издательство Орел ГТУ, 2001.- 687с.
14. Малахов Н.Н., Плаксин Ю.М., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств.- Орел .: Издательство ОрелГТУ, 2001.- 687с.
- 15.Nuritov I.R.Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari (elektron o‘quv qo‘llanma) 2022 yil. <https://web-lesson-uz.netlify.app>

16. R.A.Zohidov, M.M.Alimova, Sh.S.Mavjudova. Issiqlik texnikasi (darslik). – Т.:“O’zbekiston faylasuflari milliy jamiyati” nashriyoti, 2010. – 200 b.
17. Сборник трудов международной научной конференции ”Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и компьютерные технологии National Instruments ”. - М.: РУДИ, 2005.- 392 с.
18. Теплообмен в плоских каналах при совместном влиянии свободной и вынужденной конвекции. [iqlib.ru>book/preview/](http://iqlib.ru/book/preview/).
19. Теплоотдача при течении жидкости в трубах некруглого поперечного сечения, в изогнутых и шероховатых трубах. [fast-const.ru>articles.php](http://fast-const.ru/articles.php).
20. T.S.Xudoyberdiyev, V.P.Shaymardanov, R.A.Abduraxmonov, A.N.Xudoyorov, V.R.Boltaboyev. Issiqlik texnikasi asoslari (darslik). – Т.: “Cho’lpon” nashriyoti, 2008. – 216 b.
21. Теплотехника: Учебник для вузов / В.Н.Луканин. М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред.В.Н.Луканина –2–е изд., перераб. – М.:Высшая школа, 2000. – 671 с.:ил.
22. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – Учебное пособие, 2е изд. исп. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с
23. Ш. Ж. Имомов, И. Р. Нуритов, К.Э.Усмонов. Сборник задач по основам термодинамики и теплопередачи /Учебное пособие- Т.:ТИИИМСХ.2021.-116 с
24. Joseph M Powers. LECTURE NOTES ON THERMODYNAMICS. Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556-5637, USA, updated 01 July 2014.
25. Yunus A. Çengel. Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer, 2/e. University of Nevada, Reno ISBN: 0073380172, 2008
26. http://www.roswep.ru/products/detail.php?ID=949&SECTION_ID=218

MUNDARIJA

KIRISH	5
I.EKSPERIMENTAL YO‘L BILAN TERMODINAMIKA JARAYONLARNI TEKSHIRISH BO‘YICHA LABARATORIYA MASHG‘ULOTLARI	6
1.1. Texnika xavfsizlik qoidalari	6
1.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar	7
1.3. Izoterma jarayonni o‘rganish	8
1.4. Izobarik jarayonini o‘rganish	14
1.5. Izoxorik jarayonini o‘rganish	20
1.6. Politropik jarayonlar tadqiqot etish mo‘ljallangan qurilma bo‘yicha ma’lumotlar	24
1.7. Idish ichidagi qazning bosim, harorat va hajmining o‘zgarishi	25
1.8. Politirop jarayonini o‘rganish	27
1.9. Ichki energiya va entropiya bajargan ishini aniqlash	33
1.10. Tatqiqotda etish jarayonida olingan ma’lumotlarni taqqoslash	38
II.LABORATORIYA SHAROITIDA VENTILASYON TIZIMLARINI O‘RGANISH	40
2.1. Texnika xavfsizlik qoidalari	40
2.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar	41
2.3. Bosim va oqim tezliklarini aniqlash usullari o‘rganish	43
III.ISSIQLIK IZOLYATSION MATERIALLARNING ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIGI O‘RGANISH BO‘YICHA LABARATORIYA MASHG‘ULOTLARINI	50
3.1. Texnika xavfsizlik qoidalari	50
3.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar	51
3.3. Qattiq materiallarning issiqlik o‘tkazishini aniqlash	53
3.4. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koefitsientini tajriba yo‘lida aniqlash	56
IV. TABIY VA MAJBUR KONVEKSIYON SHARTLARIDA SUYUQLIK OQIMIDA ISSIQLIK O‘TKAZISHI O‘RGANISH	60
4.1. Texnika xavfsizlik qoidalari	60
4.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar	61
4.3. Silliq quvurda oqa yotgan issiq suvdan tashki atmosferaga ajralib chiqayotgan issiqlik oqimini o‘rganish	64
4.4. Bitta quvurda suyuqlikning laminar harakat rejimidagi issiqlik o‘tkazishini o‘rganish	66
4.5. Bitta quvur ichida suyuqlikning turbulent rejimda harakatlanishidagi issiqlik berishni aniqlash	71
4.6. Gorizantal quvurlar uchun issiqlik uzatish koefitsiyentini aniqlash	75
V. PORSHENLI KOMPRESSORNI ISHLASH JARAYONINI O‘RGANISH BO‘YICHA LABARATORIYA MASHG‘ULOTLARI	83
5.1. Texnika xavfsizlik qoidalari	83
5.2. Laboratoriya stendi bo‘yicha ma’lumotlar	84
5.3. Porshenli kompressorning ish prinsipi va blok ichidagi kanstrutiv	86

parametirlarini o'rganish	
5.4.Kompressor valining har xil aylanishlar sonida, kompressor silindri ichidagi bosimining o'zgarishini tadqiqot yo'li bilan aniqlash	89
VI.HAR XIL KONSTRUKSIYALI ISSIQLIK ALMASHTIRGICH APPARATLARINING TADQIQOT QILISH BO'YICHA LABARATORIYA MASHG'ULOTINI	93
6.1.Texnika xavfsizlik qoidalari	93
6.2. Laboratoriya stendi bo'yicha ma'lumotlar	94
6.3.Issiq va sovuq suvi kirish chiqishdagi harorati va sarfini aniqlash	98
VII.NURIY ISSIQLIK ALMASHINISHNI O'RGANISH BO'YICHA LABARATORIYA MASHG'ULOTLARI	107
7.1.Texnika xavfsizlik qoidalari	107
7.2. Laboratoriya stendi bo'yicha ma'lumotlar	108
7.3. Nuriy orqali issiqlik almashinishni tadqiqot qilish	110
7.4. Nurlanish koeffitsiyenti va yuzaning qoralik darajasini tajriba yo'li bilan aniqlash	114
VIII.QURITILADIGAN MATERIALNING OG'IRLIGI, QURITISH HARORATIGA VA VAQTIGA BOG'LIQ HOLDA O'ZGARTIRISHNI O'RGANISH BO'YICHA LABARATORIYA MASHGULOTILARI	118
8.1.Texnika xavfsizlik qoidalari	118
8.2. Laboratoriya stendi bo'yicha ma'lumotlar	119
8.3.Quritiladigan materialning og'irligining o'zgarishi, quritish vaqtiga va quritish haroratiga bog'liqligini o'rganish	121
Ilovalar	124
Glossariy	129
Adabiyotlar ro'yxati	142

I.R. Nuritov, M.O. Amonov, K.E. Usmonov

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK UZATISH ASOSLARI

FANIDAN LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI BAJARISH UCHUN

O‘QUV QO‘LLANMA

Muharrir: M.Mustafoyeva

Bosishga ruxsat etildi: 04.05.2024 y. Qog‘oz o‘lchami: 60x84 - 1/16
Hajmi: 9,0 bosma taboq. 50 nusxa. Buyurtma № _____
“TIQXMMI” MTU bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent-100000. Qori-Niyoziy ko‘chasi 39 uy.