

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

NAMANGAN MUXANDISLIK QURILISH ISNTITUTI

“ENERGETIKA” KAFEDRASI

“TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI”

**FANI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY MAJMUA**

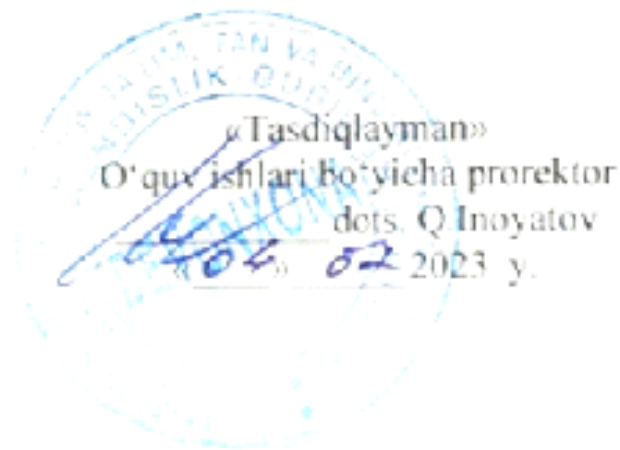
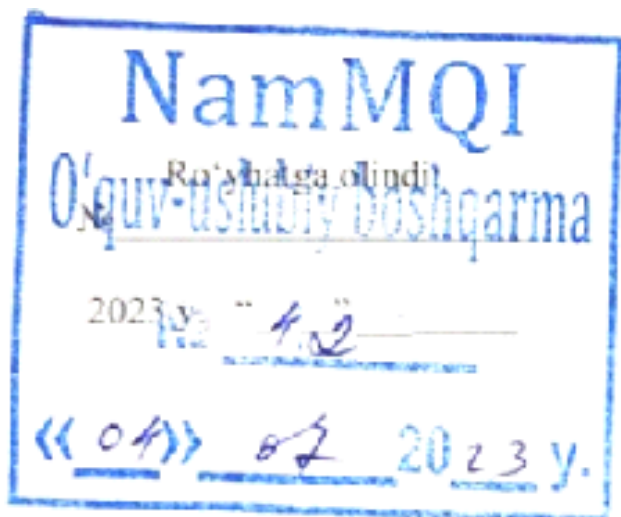


NAMANGAN – 2023

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

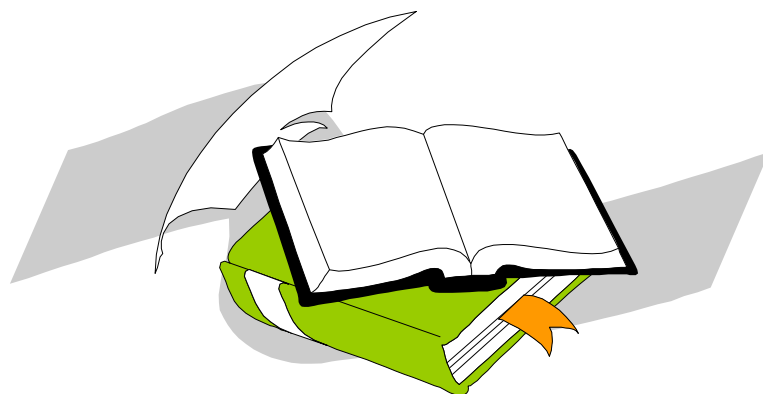
NAMANGAN MUXANDISLIK QURILISH ISNTITUTI

“ENERGETIKA” KAFEDRASI



“TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI”

**FANI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY MAJMUA**



NAMANGAN – 2023

Mazkur O'quv-uslubiy majmua Namangan muhandislik-qurilish instituti O'quv-uslubiy Kengashning 2023-yil 3-iyuldagi 11-sonli bayonnomasi bilan maqullangan. Termodinamika va issiqlik texnikasi fanining o'quv dasturi asosida ishlab chiqilgan.

Tuzuvchi: **D. Zokirova.** NamMQI “Energetika” kafedrası katta o'qituvchisi

F.Sharipov. NamMQI “Energetika” kafedrası dotsenti

Taqrizchilar:

Murodov M. - NamMQI, Energetika kafedrası dotsenti, f-m.f.n.

Nishanov X. -“O'zstandart” agentligi Namangan sinov va sertifikatlashtirish markazi davlat korxonasi, metrologiya bo'lim boshlig'i.

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi Energetika kafedrasining 2023 yil “__4__” __06__ dagi “_11/23__”-sonli yigilishida muhokamadan o'tgan va fakultet ilmiy-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua institut ilmiy-uslubiy kengashining 2023 yil “__3__” __07__ dagi “_11_”-sonli yigilishida muhokama qilingan va institut ilmiy-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	O'QUV MATERIALLARI.....	6
1.1.	Ma'ruza mashg'uloti materiallari.....	6
1.2.	Amaliy mashg'uloti materiallari.....	48
1.3.	Laboratoriya mashg'uloti materiallari.....	82
1.4.	Keys to'plami.....	119
II	MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI.....	127
2.1.	Mustaqil ish topshiriqlari.....	128
III	GLOSSARIY.....	137
IV	ILOVALAR.....	138
4.1.	Fan dasturi.....	138
4.2.	Ishchi fan dasturi.....	146
4.3.	Tarqatma materiallar.....	156
4.4.	Testlar.....	162
4.5.	Baholash me'zoni.....	182
V	ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	183

I. O'QUV MATERIALLARI

1.1. Ma'ruza mashg'uloti materiallari

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fani bo'yicha ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqishning kontseptual asoslari

Ta'lim texnologiyasi insoniylik tamoyillariga tayanadi. Falsafa, pedagogika va psixologiyada bu yo'nalishning o'ziga xosligi talabaning individualligiga alohida e'tibor berish orqali namoyon bo'ladi.

SHulardan kelib chiqqan holda “Termodinamika va issiqlik texnikasi” kursining ta'lim texnologiyalarini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontseptual yondashuvlarga e'tibor berish kerak.

Ta'limning shaxsga yo'naltirilganligi. O'z mohiyatiga ko'ra bu yo'nalish ta'lim jarayonidagi barcha ishtirokchilarning to'laqonli rivojlanishini ko'zda tutadi. Bu esa Davlat ta'lim standarti talablariga rioya qilgan holda o'quvchining intellektual rivojlanishi darajasiga yo'naltirilib qolmay, uningning ruhiy-kasbiy va shaxsiy xususiyatlarini hisobga olishni ham anglatadi.

- **Tizimli yondashuv.** Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam qilishi zarur: jarayonning mantiqiyliqi, undagi qismlarning o'zaro aloqadorligi, yaxlitligi.

- **Amaliy yondashuv.** SHaxsda ish yuritish xususiyatlarini shakllantirishga ta'lim jarayonini yo'naltirish; o'quvchi faoliyatini faollashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha layoqati va imkoniyatlarini, sinchkovligi va tashabbuskorligini ishga solishni shart qilib qo'yadi.

- **Dialogik yondashuv.** Ta'lim jarayonidagi ishtirokchi sub'ektlarning psixologik birligi va o'zaro hamkorligini yaratish zaruratini belgilaydi. Natijada esa, shaxsning ijodiy faolligi va taqdimot kuchayadi.

- **Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish.** Demokratiya, tenglik, sub'ektlar munosabatida o'qituvchi va o'quvchining tengligi, maqsadini va faoliyat mazmunini birgalikda aniqlashni ko'zda tutadi.

- **Muammoli yondashuv.** Ta'lim jarayonini muammoli holatlar orqali namoyish qilish asosida o'quvchi bilan birgalikdagi hamkorlikni faollashtirish usullaridan biridir. Bu jarayonda ilmiy bilishning ob'ektiv ziddiyatlarini aniqlash va ularni hal qilishning dialektik tafakkurni rivojlantirish va ularni amaliy faoliyatda ijodiy ravishda qo'llash ta'minlanadi.

- **Axborot berishning eng yangi vosita va usullaridan foydalanish,** ya'ni o'quv jarayoniga kompyuter va axborot texnologiyalarini jalb qilish.

Yuqoridagi kontseptual yondashuv va “Informatika va axborot texnologiyalari” fanining tarkibi, mazmuni, o'quv axborot hajmidan kelib chiqqan holda o'qitishning quyidagi usul va vositalari tanlab olindi.

- **O'qitish usullari va texnikasi:** muloqot, keys stadi, muammoli usul, o'rgatuvchi o'yinlar, “aqliy hujum”, insert, “Birgalikda o'rganamiz”, pinbord, ma'ruza (kirish ma'ruzasi, vizual ma'ruza, tematik, ma'ruza-konferentsiya, aniq holatlarni yechish, avvaldan rejalashtirilgan xatoli, sharhlovchi, yakuniy).

- **O'qitishni tashkil qilish shakllari:** frontal, kollektiv, guruhiy, dialog, polilog va o'zaro hamkorlikka asoslangan.

- **O'qitish vositalari:** odatdagi o'qitish vositalari (darslik, ma'ruza matni, tayanch konspekti, kodoskop)dan tashqari grafik organayzerlar, kompyuter va axborot texnologiyalari.

- **O'zaro aloqa vositalari:** nazorat natijalarining tahlili asosida o'qitishning diagnostikasi (tashxisi).

- **Boshqarishning usuli va vositalari.** O'quv mashg'ulotini texnologik karta ko'rinishida rejalashtirish o'quv mashg'ulotining bosqichlarini belgilab, qo'yilgan maqsadga erishishda o'quvchi va o'qituvchining hamkorlikdagi faoliyatini talabalarning auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarini aniqlab beradi.

- **Monitoring va baholash.** O'quv mashg'uloti va butun kurs davomida o'qitish natijalarini kuzatib borish, o'quvchi faoliyatini har bir mashg'ulot va yil davomida reyting asosida baholash.

Ma'ruza mashg'ulotini tashkil etishning shakl va xususiyatlari:

№	Ma'ruza shakllari	O'ziga xos tavsiflovchi xususiyatlari
1.	Kirish ma'ruzasi	Fan to'g'risida yaxlit tasavvur hamda ma'lum yo'nalishlar beradi. Pedagogik vazifasi: o'quvchini ushbu fanning vazifalari va maqsadi bilan tanishtirish, kasbiy tayyorgarlik tizimida uning o'rni va rolini belgilash, kursning qisqacha sharhini berish, fanning yutuqlari va taniqli olimlar nomlari bilan tanishtirib, kelajakdagi izlanishlarning yo'nalishini belgilash, tavsiya qilingan o'quv-uslubiy adabiyotlar tahlilini berish, hisobot va baholashning muddatlari va shakllarini belgilash.
2.	Ma'ruza axborot	Ma'ruzaning odatdagi an'anaviy turi. Pedagogik vazifasi: o'quv ma'lumotlarini bayon qilish va tushuntirish.
3.	SHarhlovchi ma'ruza	Bayon qilinayotgan nazariy fikrlarning o'zagini, ilmiy tushunchalar va butun kurs yoki bo'limlarining kontseptual asosini tashkil etadi. Pedagogik vazifasi: ilmiy bilimlarni tizimlashtirishni amalga oshirish, fanlarning o'zaro aloqadorligini ochish.
4.	Muammoli ma'ruza	Yangi bilimlar qo'yilgan savol, masala, holatning muammoliligi orqali beriladi. Bunda o'quvchining o'qituvchi bilan birgalikdagi bilish jarayoni ilmiy izlanishga yaqinlashdi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv axborotining mazmunini ochish, muammoni qo'yish va uni yechimini topishni tashkil qilish, hozirgi zamon nuqtai nazarlarini tahlil qilish.
5.	Vizual ma'ruza	Ma'ruzaning mazkur shakli vizual materiallarni namoyish etish hamda ularga aniq va qisqa sharhlar berishga qaratilgan. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarini o'qitishning texnik vositalari va audio, videotexnika yordamida berish.
6.	Binar (ikki kishilik) ma'ruza	Bu ma'ruza ikki o'qituvchining yoki ikkita ilmiy maktab namoyondasining, o'qituvchi-talabaning dialogidan iborat. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarining mazmunini yoritish.
7.	Avvaldan rejalashtirilgan xatoli ma'ruza	Xatolarni izlashga mo'ljallangan mazmuni va uslubiyatida, ma'ruza oxirida tinglovchilar tashxisi o'tkaziladi va qilingan xatolar tekshiriladi. Pedagogik vazifasi: yangi materiallar mazmunini yoritish, berilgan ma'lumotni doimiy nazorat qilishga talabalarni rag'batlantirish.
8.	Ma'ruza konferentsiya	Avvaldan qo'yilgan muammo va dokladlar tizimi (5-10 minut)dan iborat ilmiy-amaliy dars sifatida o'quv dasturi chegarasida o'tiladi. Dokladlar birgalikda muammoni har tomonlama yoritishga qaratilishi kerak. Mashg'ulot oxirida o'qituvchi mustaqil ishlar va talabalarning ma'ruzalarga yakun yasab, to'ldirib, aniqlashtirib xulosa qiladi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotning mazmunini yoritish.
9.	Maslahat ma'ruza	Turli stsenariylar yordamida o'tishi mumkin. Masalan, 1) «Savol-javob» - ma'ruzachi tomonidan butun kurs bo'yicha yoki alohida bo'lim bo'yicha savollarga javob beriladi. 2) «Savol-javob-diskussiya» - izlanishga imkon beradi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotni o'zlashtirishga qaratilgan.

Ma'ruza mashg'ulotlaridan namuna

1-mavzu.	«Termodinamika» faniga kirish.
(2-soat ma'ruza)	
Vaqt – 2 soat	Talabalar soni: 40 nafar
O'quv mashg'ulotining shakli	Ma'ruza (Ma'lumotli)
Ma'ruza mashg'ulotining rejasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. «Termodinamika» faniga kirish. 2. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. 3. Energetika sohalarida issiqlik texnikasining urni. 4. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iktisoliy islohotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari. 5. Fanning vazifalari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> “Elektrik injinering” fanining mazmuni va uning soha rivojidadagi roli bo'yicha ma'lumotga ega bo'lishi va tasavvurini shakllantirish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - Fanning ma'nosi va tarkibiy qismi bilan tanishtirish; - Fanning qisqacha tarixi; - Fanning soha rivojidadagi rolini tartibli ravishda ochib beriladi.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> Talaba: - Fan mazmunini aytib beradilar va tarkibiy qismini tasniflaydilar. Fanning qisqacha tarixini aytib beradilar. Fanning soha rivojidadagi rolini tartibli ravishda ochib beradilar.
<i>Ta'lim usullari</i>	Ma'ruza, aqliy hujum, savol-javob, taqdimot.
<i>Ta'lim shakli</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim vositalari</i>	Ma'ruza matni, tarqatma materiallar, texnik vositalar
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	Axborot texnologiyalari bilan jihozlangan auditoriya (kompyuter, proektor)
<i>Monitoring va baholash</i>	Tezkor-so'rov, konspekt.

Kirish, vizual ma'ruza mashg'ulotining o'qitish texnologiyasi

Vaqt – 2 soat	Talabalar soni: 75-80nafar
O'quv mashg'ulotining shakli	Kirish, vizual ma'ruza
Ma'ruza mashg'ulotining rejasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. «Termodinamika» faniga kirish. 2. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. 3. Energetika sohalarida issiqlik texnikasining urni. 4. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iktisoliy islohotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari. 5. Fanning vazifalari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> “Elektrik injinering” fanining predmeti va bilish usullari, rivojlanish tarixi to'g'risida bilimlarni hamda kasbi soxasida fanning roli haqida to'liq tasavvurni shakllantirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - Elektrik injinering fanining ta'rifi, o'qitish maqsadi va vazifalarini tushuntirish; - xalk xujaligining rivojlanishida fanning roli va tarixiy ahamiyatini belgilash; - soxa rivojida fanning rolini ochib beradi.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> Talaba: - fanning o'qitish maqsadi va vazifalarini izohlaydilar, tarkibiy kismni tasniflaydilar; - fanning tarixiy ahamiyati va asoschilari xakida aytib beradilar; - fanning soxa rivojidadagi rolini ochib beradilar; - fanning kasbiy faoliyatidagi roli xakida misollar keltiradilar.

<i>O'qitish usul va texnikalari</i>	Ma'ruza, aqliy hujum, pinbord texnikasi, taqdimot, tushuntirish.
<i>O'qitish vositalari</i>	Proektor, tarqatma material, grafik organayzerlar, doska, bo'r
<i>O'qitish shakllari</i>	Individual, frontal, jamoaviy
<i>O'qitish sharoitlari</i>	Proektor va kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki so'rov: savol-javob

Ma'ruza mashg'ulotining texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchi	talaba
1 - bosqich. O'quv mashg'ulotiga kirish (20 daq.)	<p>1.1. O'quv fanning nomi, maqsad va o'nga qisqa tavsif beradi, fan miqyosida bajariladigan uslubiy va tashkiliy ishlar xususiyatlarini tushuntiradi.</p> <p>1.2. Ekranga fanning tuzilmaviy-mantiqiy chizmasini (1-ilova) chiqaradi va mavzularning ro'yhatini e'lon qiladi, ularga qisqacha ta'rif beradi va amaliy va tajriba mashg'ulotlar bilan o'zaroaloqasini ko'rsatadi.</p> <p>Reyting-nazorat tizimi, joriy, oraliq, va yakuniy nazoratni baholash mezonlari bilan tanishtiradi (2-ilova).</p> <p>Mavzu bo'yicha asosiy tushunchalarni; mustaqil ishlash uchun adabiyotlar ro'yxatini aytadi.</p> <p>1.3. Birinchi o'quv mashg'uloti mavzusi, maqsad va o'quv faoliyat natijalarini aytadi.</p>	<p>Tinglaydilar, yozib oladilar.</p> <p>Tarkatma materialda aniklashtiradilar</p> <p>Savollar beradilar.</p>
2 - bosqich. Asosiy (50 daq.)	<p>2.1. Tezkor-surov orkali ushbu mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni aytishni taklif etadi. (3-ilova) va auditoriyani faollashtiradi.</p> <p>2.2. Slaydlarni Power Point tartibida (4- ilova) namoyish va sharhlash bilan mavzu bo'yicha asosiy nazariy holatlarni bayon qiladi. Jalb qiluvchi savollar beradi; mavzuning har bir qismi bo'yicha xulosalar qiladi; eng asosiylariga e'tibor qaratadi; berilayotgan ma'lumotlarni daftarga qayd etishlarini eslatadi.</p> <p>2.3. Yozuv taxtasida yozilgan tushunchalarga qaytishni taklif etadi. Talabalar bilan birga fanga taalluqli bo'lmagan va qaytariluvchi ma'lumotlarni olib tashlaydi, muhim asosiy tushunchalarni (Pinbord texnikasi) kiritadi.</p>	<p>Tushunchalarni aytadilar O'qiydilar.</p> <p>Tinglaydilar, jadval va chizmalarni daftarga ko'chirib oladilar.</p> <p>Savollar beradilar.</p> <p>Asosiy tushunchalarni muhokama qiladilar. Ma'lumotlarni daftarga qayd qiladilar.</p>
3 - bosqich. Yakuniy (10 daq.)	<p>3.1.Mavzu bo'yicha yakun qiladi, qilingan ishlarni kelgusida kasbiy faoliyatlarida ahamiyatga ega ekanligi muhimligiga talabalar e'tiborini qaratadi.</p> <p>3.2. Guruhlar ishini baholaydilar,</p> <p>3.3. Mustaqil ish uchun topshiriq beradi: o'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollariga javob berish va uning baholash mezonlari bilan tanishtiradi (5-ilova)</p>	<p>O'z-o'zini, o'zaro baholashni o'tkazadilar.</p> <p>Savol beradilar.</p> <p>Topshiriqni belgilaydilar.</p>

1- mavzu. «Termodinamika» faniga kirish. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Energetika sohasida issiqlik texnikasining urni. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iktisoliy islohotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari. Fanning vazifalari.

Reja:

1. «Termodinamika» faniga kirish.
2. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari.
3. Energetika sohasida issiqlik texnikasining urni.
4. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iktisoliy islohotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari.
5. Fanning vazifalari.

Hozirgi paytda issiqlik qurilmalari xalk xujaligining xar hil tarmoqlarida keng tarqalgan. Ularning ishlashi bilan tanishish va teplotexnikaning asosiy qonunlarini bilish texnik bakalavrlar uchun majburiydir.

Issiqlik texnikasi fani-umumtexnika fani bo'lib, issiqlikni olish usulini, uni boshqa energiyaga aylantirish, uzatish va undan foydalanish, bundan tashqari issiqlik va bug' generatorlarini, issiqlik mashinasini, apparatlarini va qurilmalarini ishlash printsipini va konstruktiv xususiyatlarini o'rganadi.

Issiqlikdan foydalanish ikkita printsipial yunalishga bo'linadi: 1) energetik va 2) texnologik yo'nalishga. Issiqlik energetik yunalishda foydalanilganda uni mexanik ishga aylantiriladi. Texnologik yunalishda qo'llanilganda xar hil jismlarni xususiyatlarini o'zgartirish uchun xizmat qiladi.

Masalan, jismni issiqlik holatini o'zgartirish, ularni eritish, qotirish, tarkibini, mexanik, ximik, fizik xususiyatlarini o'zgartirish mumkin.

Issiqlik texnikasi fanida energiyani va issiqlik xususiyatlarini o'zgartirish qonunlarini o'rganadigan bo'lim texnik termodinamika deyiladi. Issiqlikni tarqalish jarayonlarini o'rganiladigan bo'lim esa issiqlik almashish nazariyasi deyiladi.

Issiqlikdan oqilona foydalanish usullarini o'rnatish, issiqlik qurilmalarini ishlash jarayonlarini iqtisodiy tahlil qilish, bu jarayonlarni ongli ravishda bir-biriga qo'shish va yangi takomillashgan issiqlik agregatlarini yaratish uchun issiqlik texnikasi asoslari nazariyasini chuqur o'rganish kerak bo'ladi.

Issiqlik texnikasi umumtexnik fundamental fanlardan biri bo'lib, texnikada issiqlikni hosil qilish usullarini, issiqlikni energiyaning boshqa turiga aylantirish usullarini, issiqlikni uzatish usullarini va issiqlikni ishlatilishini o'rgatadi.

Issiqlik texnikasi bakalavrlar tayyorlashda maxsus fanlarni o'rganish uchun energetik ta'limotining asosi bo'lib xizmat qiladi. Sanoatning metallurgiya, mashinasozlik, tog'-kon ishi, qishloq xo'jaligi va boshqa sohalarda issiqlikni berish va ajralib chiqishi, issiqlik almashinuvi, mashina, qurilmalarda sodir bo'ladigan issiqlik jarayonlari hamda elektr energiya va issiqlikdan unumli foydalanish muhim ahamiyatga ega. Issiqlik texnika fani yuqori malakali va raqobatbardosh kadrlar tarbiyalab tayyorlashda asosiy o'rin tutadi. Bu fan talabalarni ilmga qiziqtirish, qonunlarni texnikada qo'llanishi, jarayonlarni hisoblash, issiqlik kuch qurilmalarini optimal holatlarini aniqlash uchun yordam beradi.

Issiqlik texnikasi fani uch bo'limdan iborat:

1. Texnikaviy termodinamika
2. Issiqlik uzatilishi
3. Issiqlik energetik qurilmalari

Termodinamika so'zi grekcha so'zdan olingan bo'lib «termos»- issiqlik, «dinamikos» - kuch degan ma'noni bildiradi.

Texnikaviy termodinamika issiqlik effektlari bilan sodir bo'ladigan turli jarayonlarda energiyaning bir turdan ikkinchi turga, ya'ni issiqlikni ishga va ishni issiqlikka aylanishini o'rganadigan fan. Texnikaviy termodinamika fan sifatida M.V.Lomonosov (1746 y.) tomonidan energiyaning aylanish va saqlanish qonunining ochilishi, uning «Issiqlik va sovuqlik sabablari» (1747 y.) degan ishida issiq moddalar mikrozarxalarining xarakatdaligini isbotlash, (1765 y.) rus mexanigi I.I.Polzunov tomonidan birinchi universal bug' mashinasining kashf etilishi natijasida universal porshenli dvigatellarining chizmasi yaratilishi va termodinamikaning ikkinchi qonunining yaratilishi natijalarida rivojlandi.

Termodinamikaning rivojlanishiga R.Mayer (1872 y.), D.Joulb (1843-1846 y.), E.X.Lents (1844 y.), S.Karno (1824 y.), R.Klazius (1854 y.) va V.Tomson (1856 y.) o'z ishlari bilan katta hissa

qo'shishgan. Termodinamikaning ikkinchi qonunining yaratilishi dvigatellarning foydali ish koeffitsientini oshirish yo'llarini ko'rsatadi.

Issiqlik texnikasi va uning nazariy asoslarini rivojlantirishda rus muxandislari va kashfiyotchilari, olimlarining egallagan o'rni kattadir. Masalan, XVIII asrda M. V. Lomonosov moddaning molekulyar-kinetik nazariyasi asoslarini yaratib, issiqlik va mexanik energiya orasida o'zaro bog'liqlik borligini, ya'ni energiyani saqlanish va o'zgarish qonunini yaratdi.

D. I. Mendeleev issiqlik sig'imi nazariyasi bo'yicha ishlar olib borib, birinchi bo'lib yer ostida yokilgini gazlashtirish muammosini ilmiy asoslab berdi va xar bir modda uchun kritik harorat borligini o'rnatdi va bundan yuqorida gazni xar qanday bosimda ham suyuqlikga aylantirish mumkin emasligini asosladi.

K. E. TSiolkovskiy, K. V. Kirsh, A.A. Radung, V.I. Grinevetskiy va boshqalar XIX va XX asrning boshlarida bir qator issiqlik agregetlarini (masalan, kozonlar, issiqlik dvigeteli, raketalar va boshqalarni) loyihalash ilmiy asoslarini yaratdi. Ammo Rossiya sanoatining rivojlanishi xorijiy kapitalga bog'liqligi tufayli ko'p takliflar va kashfiyotlar amalga oshmay qolib ketdi.

Rossiyada va MDH davlatlarida energetikaning rivojlanishi asosan Oktyabr revolyutsiyasidan keyingi yillarga to'g'ri keladi.

Hozirgi paytda MDHning energiya bilan qurollanganlik darajasi jaxonda birinchi, Yevropada esa ikkinchi o'rinni egallaydi.

Keyingi paytlarda zamonaviy fizikaning rivojlanishi atom energiyasidan foydalanish imkoniyatlarini ochib berdi. Jahonda birinchi bo'lib 5000 kvt quvvatga ega bo'lgan atom elektr stantsiyasi 1954 yili, ilgargi sobiq Ittifoq davrida qurilgan. Hozirgi paytda ularning soni dunyoda birnechadir.

Energetikaning bunday rivojlanishida texnik termodinamika va issiqlik almashish nazariyasi asoslarini bilish katta ahamiyatga egadir va bu nazariyalarni bilmasdan biror muammoni hal qilish amri maholdir.

Issiqlik apparatlarini loyihalash va qurish uchun uning vazifasini, ishlash uslubini va u yerda bo'ladigan issiqlik uzatish jarayonlarini bilish kerak. Issiqlik uch xil usulda: issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektsiya va nurlanish usulida uzatiladi. Har bir texnologik jarayonlarning bajarilishida issiqlik energetik qurilmalari qo'llaniladi. Issiqlik energetik qurilmalari energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantirib beradi. Aniq masalalar hisoblashda, ifodalarni keltirib chiqishda va ular orasidagi bog'lanishlarni aniqlashda matematika fanining o'rni kattadir. Jismlarni, hodisalarni va jarayonlarni o'rganishda, taxlil qilishda fizika va kimyo fani bo'yicha bilimlarni talab etadi.

Issiqlik texnikasi fanidan olingan bilimlar ozod va obod Vatan, erkin va farovon hayot qurishda, Mustaqil Respublikamizni ravnaqi uchun intellektual saviyasi keng, axloq-odobli barkamol inson tarbiyalashda o'z hissasini qo'shadi.

2-mavzu. Texnik termodinamika. Termodinamika fani va uslubi. Termodinamika issiqlik texnikasining asosi. Termodinamik tizim va ishchi jism. Asosiy termodinamik holat parametrlar. Termodinamik sirt.

Reja:

1. Texnik termodinamika.
2. Termodinamika fani va uslubi.
3. Termodinamika issiqlik texnikasining asosi.
4. Termodinamik tizim va ishchi jism.
5. Asosiy termodinamik holat parametrlar.
6. Termodinamik sirt.

Ma'lumki, energiya almashinish jarayonlari muhitdagi holatlar bilan olib boriladi, shuning uchun termodinamika energetik xossalarini umumiy uslubini ishlab chiqish umumiy metodologik xususiyatga egadir. Bu uslub esa turli xil bilimni egallashda katta rol o'ynaydi.

Termodinamika – fizik, kimyoviy va texnik termodinamika qismlariga bo'linadi.

Konkret aniq holatlardagi umumiy uslublarga, qoidalarga, fizik xossalarga xos bo'lgan jarayonlarni o'rgatadigan termodinamikaning qismi umumiy fizik termodinamika deyiladi.

Ishtirok etuvchi jismning kimyoviy xossalari o'zgarishini, ulardagi issiqlik almashinishini o'rgatadigan qismi kimyoviy termodinamika deyiladi.

Texnik termodinamika esa issiqlik miqdorini bajarilgan ishga o'tishdagi qonun-qoidalarini issiqlik texnikasiga tadbiiq qilish, ya'ni issiqlik dvigatellari va sovitish mashinalari nazariyasi bilan shug'ullanishdir.

Termodinamikani o'rganishda va uni konkret masalalarini tahlil qilishga qaratilganda tabiiy fanlarda qabul qilingan bir hodisaning uslubi ikkinchisidan farq qilishiga e'tibor berish kerak bo'ladi.

Termodinamik uslubning xususiyatlaridan quyidagi xossalarni asosiy deb hisoblasak bo'ladi:

1. Termodinamik uslub ko'pgina tajriba materiallarini tahlil qilish davomida yig'ilgan qonuniyatlarni ifodalash natijasida tuzilgan. Keyinchalik bu natijalar o'z navbatida termodinamikaning qonuni sifatida termodinamikaning uchta qonuni sifatida yuzaga keldi.

Termodinamikaning I qonuni energiyani saqlanish va bir turdan ikkinchi turga o'tish qonuni asosida yaratildi.

Termodinamikaning II-qonuni esa energiyani almashinuvida jarayonlarni bajarilish yo'nalishlarini o'zgarishlarini o'rgatadi. Bu qonunga binoan ikkinchi tur abadiy dvigatel yaratib bo'lmaydi.

Termodinamikaning III-qonuni esa, jismni mutloq nol haroratga intilishdagi holatini tushuntirib beradi.

2. Turli xil bog'lanishlardagi energiya almashinish jarayonlarini izohlashda faqat shunday fizik tushunchalar va kattaliklar ishlatiladiki, ular materialni mikroskopik (molekulyar) tuzilishiga bog'liq bo'lmagan tushunchalarning ma'nosi bo'lib hisoblanadi. Bu kattaliklar yoki o'lchanadi yoki o'lchangan kattaliklar bo'yicha hisoblanadi. Ular katta sondagi jismni mikroskopik bo'lakchalarini ta'siri natijalarini xarakterlaydi. Ushbu kattaliklarni makroskopik, fenolinologik yoki termodinamik kattaliklar deb ataladi, ular mikroskopik kattaliklardan farqli o'laroq alohida molekular, atomlar va boshqa bo'lakchalar holatini xarakterlaydi.

XIX asrning oxirida statistik termodinamika rivojlanadi, bu statistik fizikaning bir qismi bo'lib hisoblanadi. Statistik termodinamikada makroskopik jism xossalari, jismning elementar bo'laklardan tuzilganligini konkret ko'rinishi asosida hisoblanadi.

Ishchi jism va termodinamik tizim

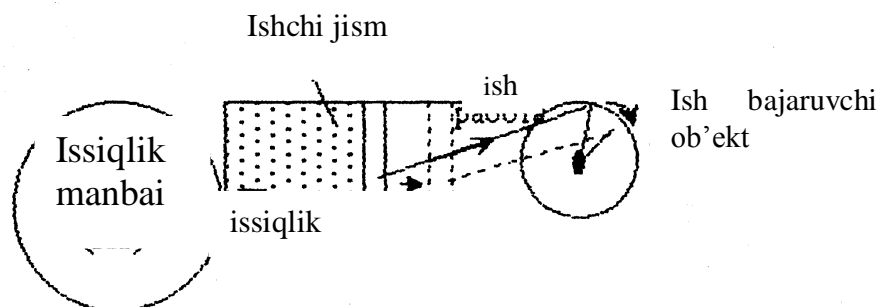
Issiqlik mashinalarida issiqlikni ishga aylantirish ishchi jism yordamida amalga oshiriladi. Ishchi jism gaz yoki bug' bo'lishi mumkin.

O'zaro va atrof muhit bilan issiqlik almashinadigan jismlar majmuasiga **termodinamik tizim** deyiladi. Energetikada elektr stantsiyani hamma mashinalari yoki issiqlik dvigatelinig alohida qismlari va ichida gaz joylashgan porshenli tsilindrlar termodinamik tizimga misol bo'la oladi.

O'rganilayotgan termodinamik tizimga kirmaydigan hamma jismlar **atrof muhit** deb ataladi. Termodinamik tizim – ochiq, yopiq, yakkalangan va adiabatik bo'lishi mumkin.

Agar tizim boshqa tizimlar bilan energiya almasha olsa **ochiq termodinamik tizim** (gaz-turbina qurilmasi), energiya almasha olmasa **yopiq termodinamik tizim** (ichki yonuv dvigatellari) deb yuritiladi.

Agar tizim atrof muhit bilan o'zaro ta'sir etmasa **yakkalangan termodinamik tizim**, agar tizim atrof muhit bilan issiqlik almashmasa **adiabatik tizim** deb yuritiladi.



Asosiy termodinamik holat parametrlari

Istalgan termodinamik tizim uchun bir qancha fizik kattaliklarni yig'indisi ko'rsatilgan bo'ladi, shular orqali berilgan tizimni boshqa bir tizim bilan ajratish hamda tizimdagi o'zgarishlarni tekshirish,

tizimni atrof muhit bilan o'zaro ta'sir etishini tekshirish mumkin bo'ladi. Bunday kattaliklar yig'indisiga **tizimning holati** deyiladi.

Ishchi jismning fizik holatini ifodalaydigan kattaliklar **holat parametrlari** deyiladi. Holat parametrlariga: mutloq bosim, mutloq harorat, solishtirma hajm, zichlik, ichki energiya, entalpiya, entropiya va boshqalar kiradi. Jismning holati o'zgarganda bosim, harorat va solishtirma hajm keskin o'zgaruvchan parametrlar bo'lgani uchun ularni **termik parametrlar** deyiladi.

Bosim. Sirtning birlik yuziga tik ta'sir etuvchi kuchga **bosim** deyiladi.

$$R = \frac{F}{S}, \quad [Pa] = \left[\frac{H}{M^2} \right] \quad (1)$$

1N/m² – bu birlik Paskal (1 Pa) deyiladi. 1 Pa unchalik katta bo'lmagani uchun texnikada kPa va MPa ishlatiladi.

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

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

Bu birliklardan tashqari 1 bar = 10⁵ Pa – bu bosim atmosfera bosimiga yaqin bo'lgan bosimdir.

Bosim o'lchov birliklaridan yana biri 1 kg kuch/sm² (kg k/sm²) yoki boshqa ko'rinishda quyidagicha yoziladi: kG/sm², bu 1 kG/sm² = 1 at bu texnik atmosfera deyiladi.

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

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} = 10,2 \text{ at} = 10^6 \text{ Pa}$$

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

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

Fizik atmosfera (1 atm) 0⁰S haroratda 760 mm sim.ust.-ga teng.

Bosim quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Atmosfera yoki barometrik bosim R_{bar} – bu atmosfera havosining bosimi;
2. Ortiqcha yoki manometrik bosim R_{ort} (R_{man}) – atmosfera bosimidan yuqori bosim;
3. Vakuum (siyraklanish) R_{vak} – bu atmosfera bosimidan kichik bosimdir;
4. Mutloq bosim R_{mut} – bu jismga ta'sir etadigan to'liq bosimdir;

Bulardan faqat mutloq bosim gaz yoki suyuqlikning holat parametri bo'la oladi.

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

$$R_{mut} = R_{bar} + R_{ort} \quad (2)$$

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

$$R_{mut} = R_{bar} - R_{vak} \quad (3)$$

Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi nisbatni quyidagi jadval orqali ko'rishimiz mumkin.

1.1-jadval

Birliklar	Pa	bar	kg k/cm ²	mm sim.ust.	mm suv ust.
1Pa	1	10 ⁻⁵	1,02 • 10 ⁻⁵	7,5024 • 10 ⁻³	0,702
1bar	10 ⁵	1	1,02	7,5024 • 10 ²	1,02 • 10 ⁴
1 kg k/cm ²	9,8 • 10 ⁴	0,9806	1	735	10 ⁴
1 mm sim.ust	133	1,33 • 10 ⁻³	1,36 • 10 ³	1	13,6
1 mm suv ust.	9,8067	9,80 • 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	7,35 • 10 ⁻²	1

Harorat. Harorat jismning qiziganlik darajasini ko'rsatadigan kattalikdir, boshqacha qilib aytganda gaz molekularning o'rtacha kinetik energiyasiga proporsional bo'lgan kattalikdir.

Harorat 2 xil bo'ladi:

1. Mutloq harorat – T, ⁰K (Kelvin shkalasi)
2. Emperik harorat – t, ⁰S (TSel'siy shkalasi)

Haroratning qiymat sonini harorat shkalalari ko'rsatib beradi. Harorat shkalalari TSel'siy (⁰S) yoki gradusli – Kelvin, Farengeyt va Reomeyur shkalalariga bo'linadi.

Turli harorat shkalalari orasidagi nisbat

1.2-jadval

SHkalalar nomi	TSelʼsiy shkalasi, $t, ^\circ S$	Renkin shkalasi $T, ^\circ Ra$	Farengeyt shkalasi, $t, ^\circ F$	Reomyur shkalasi $t, ^\circ R$
TSelʼsiy shkalasi, $^\circ S$	—	$5/9T^\circ Ra - 273,15$	$t, ^\circ F - 32$ 1,8	$1,25t^\circ R$
Renkin shkalasi, $^\circ Ra$	$1,8(t^\circ C + 273,15)$	—	$t^\circ F + 459,7$	$1,8(1,25t^\circ R + 273,15)$
Faran-geyt shkalasi, $^\circ F$	$1,8t^\circ C + 32$	$t^\circ Ra - 459,67$	—	$9/4t^\circ R$
Reomer shkalasi, $^\circ R$	$0,8t^\circ C$	$0,8(5/9T^\circ Ra - 273,15)$	$4/9(t^\circ F - 32)$	—

TSelʼsiy shkalasida asosiy reper nuqtalari qilib, muzning erish harorati $0^\circ S$ va suvning qaynash harorati $100^\circ S$ qabul qilingan. Bu nuqtalardagi termometr koʻrsatkichining farqini 100 ga boʻlingandagi bir boʻlagi TSelʼsiy gradusi ($^\circ S$) deb qabul qilinadi.

Angliya va AQSH da qoʻllaniladigan Farengeyt shkalasida muzning erish harorati $32^\circ G$ va qaynash harorati $212^\circ G$ deb qabul qilingan, demak

$$t^\circ C = \frac{5}{9}(t^\circ F - 32)$$

$$t^\circ F = \frac{9}{5}t^\circ C + 32$$

CI tizimida mutlaq harorat Kelvin shkalasida oʻlchanadi. Amalda esa har bir asbob TSelʼsiy gradusida oʻlchab beradi. SHuning uchun ularning orasidagi bogʻlanishni quyidagicha yozamiz:
 $T^\circ K = t^\circ C + 273,15$

Solishtirma hajm. Jismning massa birligiga teng boʻlgan hajmga **solishtirma hajm** deyiladi:

$$\nu = \frac{V}{m}, \quad \frac{M^3}{\kappa^2} \quad (4)$$

zichlik ρ - solishtirma hajmga teskari boʻlgan kattalikdir.

$$\rho = \frac{1}{\nu} = \frac{m}{V}, \quad \frac{\kappa^2}{M^3} \quad (5)$$

3-mavzu. Ideal gaz holat tenglamasi. Asosiy qonunlari. Gaz doimiysi. Ideal gazlar uchun termodinamikaning I-qonunini ifodasi.

Reja:

1. Ideal gaz holat tenglamasi.
2. Asosiy qonunlari.
3. Gaz doimiysi.
4. Ideal gazlar uchun termodinamikaning I-qonunini ifodasi.

Ideal gazniig holat tenglamasi

Termodinamik tekshirish usullarini soddalashtirish uchun ideal gaz haqida tushuncha kiritilgan. Ideal gazlarda:

- 1) Gaz molekulari orasida oʻzaro tortishish kuchlari mavjud emas.
- 2) Gaz molekularining oʻlchamlarini hisobga olmasa ham boʻladigan darajada kichik.

3) Gaz molekularining o'zaro to'qnashuvlari xuddi elastik sharhlarning to'qnashuvidek sodir bo'ladi. Siyraklashtirilgan real gazlarning xossalari ideal gazga yaqin (masalan; N, geliy). Xaqiqatda ideal gazning o'zi yo'q. Lekin ideal gaz qonunlarini o'rganish real gazning turli xil sharoitlarda qanday xususiyatda bo'lishini aniqlashga yordam beradi.

Ideal gazning holat tenglamasining keltirib chiqarish uchun ideal gazning asosiy qonunlarini esga olamiz.

Boyl-Mariott qonuni: harorat o'zgarmas bo'lganda bosim o'zgarishi hajm o'zgarishiga teskari proporsional

$$R \nu = \text{const}$$

Gey-Lyussak qonuni: bosim o'zgarmas bo'lganda hajm o'zgarishi harorat o'zgarishiga to'g'ri proporsional

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

Ikkala qonunni birlashtirsak holat tenglamasi kelib chiqadi:

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

Gazning mutloq bosimini hajmiga ko'paytmasining mutloq haroratga nisbati o'zgarmaydi va u R bilan belgilanadi. Bu kattalik **gaz doimiysi** deb ataladi.

$$\frac{P \nu}{T} = R \quad (6)$$

SHunday qilib, biz gaz parametrlari R, ν va T ni o'zaro bog'laydigan tenglamani, ya'ni ideal gazning holat tenglamasini hosil qildik.

$$R - \text{gaz doimiysi} \left[\frac{\text{JK}}{\text{kgK}} \right]$$

Gaz doimiysining fizik ma'nosi:

Gaz doimiysi 1 kg gazning 1⁰S ga isitilganda R = const sharoitda bajargan kengayish ishidir.

1 kg jism uchun ideal gazning holat tenglamasi:

$$R\nu = RT \quad (7)$$

m kg gaz uchun holat tenglamasi:

$$RV = mRT \quad (8)$$

1 kmol^o gaz uchun holat tenglamasi:

$$R_{\mu}\nu = \mu RT \quad (9)$$

μR - universal gaz doimiysi, uning qiymatini normal sharoit uchun hisoblaymiz. Normal sharoitda bosim P=101325 Pa, harorat T=273⁰K va hajm $\mu\nu=22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}^o$ ga teng.

$$\mu R = \frac{P}{T} = \frac{101325 * 22,4}{273} = 8314 \left[\frac{\text{JK}}{\text{kgK}} \right] \quad (10)$$

Har qanday gazning gaz doimiysi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_i = \frac{\mu R}{\mu_i} \left[\frac{\text{JK}}{\text{kgK}} \right]$$

μ_i - i gazining molekulyar og'irligini toping.

Masala. Kislorodning gaz doimiysini toping.

$$R_0 = \frac{8314}{32} = 260 \left[\frac{\text{JK}}{\text{kgK}} \right]$$

Havoning gaz doimiysi toping.

$$R_{\text{havo}} = \frac{8314}{29} = 287 \left[\frac{\text{JK}}{\text{kgK}} \right]$$

Real gazning holat tenglamasi

Real gaz molekulari o'zining oxirgi hajmiga va o'zaro tortishish kuchlariga ega.

Mendeleev-Klapeyron tenglamasiga tegishli tuzatmalar kiritib, real gaz holatini aks ettiradigan ifodani hosil qilish mumkin. Bu vazifani 1873 yilda Van-der-Val's bajaradi. U ikkita molekularning hajmga bog'liqligiga tuzatma va molekular orasida o'zaro tortishish kuchlarini hisobga oluvchi tuzatma kiritdi. Mendeleev-Klapeyron tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$v = \frac{RT}{P} \quad (11)$$

real gaz molekulari oxirgi hajmi v_{mol} va molekulari orasidagi bo'shliqni v_{bush} hisobga olsak, molekular xarakat qiladigan hajm $v-v$ ga teng bo'ladi, $v = v_{mol} + v_{bush}$

$$P = \frac{RT}{v - \epsilon} \quad (12)$$

Real gaz molekularining idish devoriga urilishi kuchsizroq bo'ladi. Real gazning bosimi ideal gazning bosimidan Δp ga kichik bo'ladi.

$$\Delta p = \frac{a}{v^2} \quad P = \frac{RT}{v - \epsilon} - \Delta p$$

SHularga asoslangan holda Van-Der-Val's tenglamasini yozamiz:

$$\left(P + \frac{a}{v^2} \right) (v - \epsilon) = RT \quad (13)$$

bu yerda a , v – doimiy koeffitsientlar; $\frac{a}{v^2}$ – ichki bosim.

Masala: Hajmi 60 l bo'lgan harorati 25⁰S bo'lgan ballondagi kislorodning manometr bo'yicha bosimi 1100 kPa, barometr ko'rsatkichi 745 mm.sim.ust. ga teng. Kislorodning massasini toping.

Echish: $R = R_{bar} + R_{man} = 1100 + 99,3 = 1199,3 \text{ kPa}$

$$m = \frac{PV}{RT} = \frac{1199,3 \cdot 10^3 \cdot 0,06}{260 \cdot 298} = 0,9 \text{ kg}$$

4-mavzu. Ideal gaz aralashmalari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari.

Aralashma ko'rsatkichlarini tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.

Reja:

1. Ideal gaz aralashmalari.
2. Dalton qonuni.
3. Aralashma tarkibining berilish usullari.
4. Aralashma ko'rsatkichlarini tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash. Ishchi jism ko'pincha xususiyatlari ideal gaz holatiga yaqin bo'lgan bir necha gazlar aralashmasidan iborat bo'ladi.

Masalan, qozon qurilmalaridan chiqib ketayotgan yoki ichki yonuv dvigatellarida ishchi jism bo'lgan yonish mahsulotlari, havo, tabiiy gaz va shu kabilar.

Har qanday alohida gaz o'zini gazlar aralashmasida shunday tutadiki, guyo uning bir o'zi aralashmaning butun hajmini egallagandek bo'ladi. Aralashmada har bir gaz o'zining fizik xususiyatlarini to'liq saqlab qoladi va o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi.

Ideal gazlar aralashmasi Dalton qonuniga bo'ysunadi: bu qonunga ko'ra gazlar aralashmasining bosimi ayrim komponentlar partsial bosimlarining yig'indisiga teng:

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1.12)$$

bu yerda: R_1, R_2, \dots, R_n - aralashma komponentlarining partsial bosimlari.

Gazlar aralashmasidagi biror komponent aralashma temperaturasida bo'lib, bir o'zi shu aralashma egallagan hajmni to'ldirganda ko'rsatadigan bosimi ayni komponentning partsial bosimi deyiladi.

Gazlar aralashmasining tarkibi massaviy yoki hajmiy ulushlar bilan aniqlanadi.

Agar massasi m bo'lgan aralashma n komponentdan tarkib topgan bo'lsa, aralashmadagi ayrim komponentlarning massaviy ulushlari quyidagiga teng bo'ladi:

$$g_1 = \frac{m_1}{m}; g_2 = \frac{m_2}{m}; \dots; g_n = \frac{m_n}{m}; \quad (1.13)$$

bu yerda: m_1, m_2, m_n - aralashmani hosil qiluvchi ayrim komponentlarning massalari.

Aralashmaning massasi ayrim komponentlar massalarining yig'indisiga teng bo'ladi:

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n \quad (1.14)$$

Gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlar massaviy ulushlarining yig'indisi birga teng:

$$g_1 + g_2 + \dots + g_n = \sum_{i=1}^n g_i = 1 \quad (1.15)$$

Agar n komponentdan tarkib topgan aralashmaning hajmi V bo'lsa, u holda aralashmadagi komponentlarning hajmiy ulushlari quyidagi tengliklar bilan aniqlanadi:

$$r_1 = \frac{v_1}{v}; r_2 = \frac{v_2}{v}; \dots; r_n = \frac{v_n}{v}; \quad (1.16)$$

Gazlar aralashmasidagi komponentlar partzial hajmlarning yig'indisi aralashmaning to'la hajmiga teng:

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n = V \quad (1.17)$$

Gazlar aralashmasidagi komponentlar hajmiy ulushlarining yig'indisi birga teng:

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n = \sum_{i=1}^n r_i = 1 \quad (1.18)$$

Massaviy va hajmiy ulushlar orasida quyidagi bog'lanishlar mavjud:

$$g_i = \frac{m_i \cdot r_i}{m} = \frac{R \cdot r_i}{R_i} \quad (1.19)$$

$$r_i = \frac{R_i \cdot g_i}{R} = \frac{m \cdot g_i}{m_i} \quad (1.20)$$

Gazlar aralashmasi holat tenglamalariga bo'ysunadi:

$$PV = mRT \text{ yoki } PV_\mu = \mu RT$$

Aralashmaning gaz doimiysini massaviy ulushlar orqali quyidagi tenglikdan topish mumkin:

$$R = g_1 R_1 + g_2 R_2 + \dots + g_n R_n = \sum_{i=1}^n g_i R_i \quad (1.21)$$

Aralashmaning o'rtacha molekulyar massasi:

$$\mu = \frac{R_0}{R} = \frac{8314}{\sum_{i=1}^n g_i \cdot R_i} \quad (1.22)$$

Gazlar aralashmasining tarkibi hajmiy ulushlarda berilgan bo'lsa, aralashmaning o'rtacha molekulyar massasi:

$$\mu = r_1 \mu_1 + r_2 \mu_2 + \dots + r_n \mu_n = \sum_{i=1}^n r_i \mu_i \quad (1.23)$$

Aralashmaning gaz doimiysi:

$$R = \frac{R_0}{\mu} = \frac{8314}{\sum_{i=1}^n r_i \cdot \mu_i}$$

5-mavzu. Issiqlik sig'imi. Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar- kinetik nazariyasi. Issiqlik sig'imi kvant nazariyasining unsurlari. Hakikiy va o'rtacha issiqlik sig'implar. Gaz issiqlik sig'implarining emperik ifodalari. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.

Reja:

1. Issiqlik sig'imi.
2. Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar- kinetik nazariyasi.
3. Issiqlik sig'imi kvant nazariyasining unsurlari.
4. Hakikiy va o'rtacha issiqlik sig'implar.
5. Gaz issiqlik sig'implarining emperik ifodalari.
6. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.

Massalari bir xil bo'lgan ikkita turli moddani bir xil temperaturagacha qizdirish uchun turli miqdorda issiqlik sarflash kerak bo'ladi. Demak, har qanday moddaning faqat shu jismga xos issiqlik sig'imi bo'ladi.

Jismning temperaturasini bir gradusga o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori jismning issiqlik sig'imi deyiladi:

$$C_x = \frac{\delta q}{\delta t} \quad (1.25)$$

Bu nisbat jismning t - temperaturadagi haqiqiy issiqlik sig'imini ifodalaydi.

Tanlangan birliklarga ko'ra, texnikaviy hisoblashlarda quyidagi issiqlik sig'implari qo'llaniladi:

1 kg modda massasiga nisbatan olingan issiqlik sig'imi-massaviy issiqlik sig'imi deb ataladi.

$$C_x^i, \text{Ж} / (\text{кг} \cdot \text{К});$$

Jismning issiqlik sig'imini, normal fizik sharoitdagi hajmga nisbati-hajmiy issiqlik sig'imi deyiladi: $C_x, \text{Ж} / (\text{м}^3 \cdot \text{К});$

1 molga nisbatan olinadigan issiqlik sig'imi molyar issiqlik sig'imi deb ataladi:

$$C_m, \text{Ж} / (\text{моль} \cdot \text{К});$$

Issiqlik sig'implarining uchala turi o'zaro quyidagicha boglangan:

$$C_x = C_x^i \cdot \mathcal{G}_0 = C_m / \mu;$$

bu yerda: \mathcal{G}_0 - solishtirma hajm; μ - molekulyar massa.

Gazsimon jismlarda issiqlik sig'imi suyuq va qattiq jismlardagidan farq qilib, jismga issiqlik keltirilayotgandagi yoki undan olib ketilayotgandagi jarayon xususiyatiga bog'liq.

Issiqlik texnikasida o'zgarmas hajmda va o'zgarmas bosimda boradigan protsesslar katta ahamiyatga ega. Protsses o'zgarmas hajmda borganda issiqlik sig'imi izoxorik deyiladi va S_g bilan belgilanadi, o'zgarmas bosimda borganda esa izobarik deyiladi va S_p bilan belgilanadi.

Izoxorik protsessda berilgan barcha issiqlik temperatura va bosimni ortishiga sarflanadi. Izobarik protsessda esa gazga berilgan issiqlikning bir qismi gaz temperaturasining ko'tarilishiga, ikkinchi qismi tashqi ish bajarishga sarflanadi. Demak, bir gazning o'zini bir xil sharoitda bir xil temperaturagacha qizdirilganda izobarik protsessda, izoxorik protsessdagiga qaraganda ko'proq issiqlik sarflash kerak bo'ladi. SHuning uchun $S_p > S_v$ bo'ladi. ular orasidagi miqdoriy bog'liqlik Mayer tenglamasiga ko'ra aniqlanadi:

$$C_p - S_v = R \quad (1.26)$$

Amaliy hisoblashlarda o'rtacha issiqlik sig'imidan foydalaniladi. Jismga berilayotgan issiqlik miqdori q_{1-2} ni temperaturalar farqi $t_2 - t_1$ ga nisbati shu jismning $t_1 - t_2$ temperaturalar oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi deyiladi:

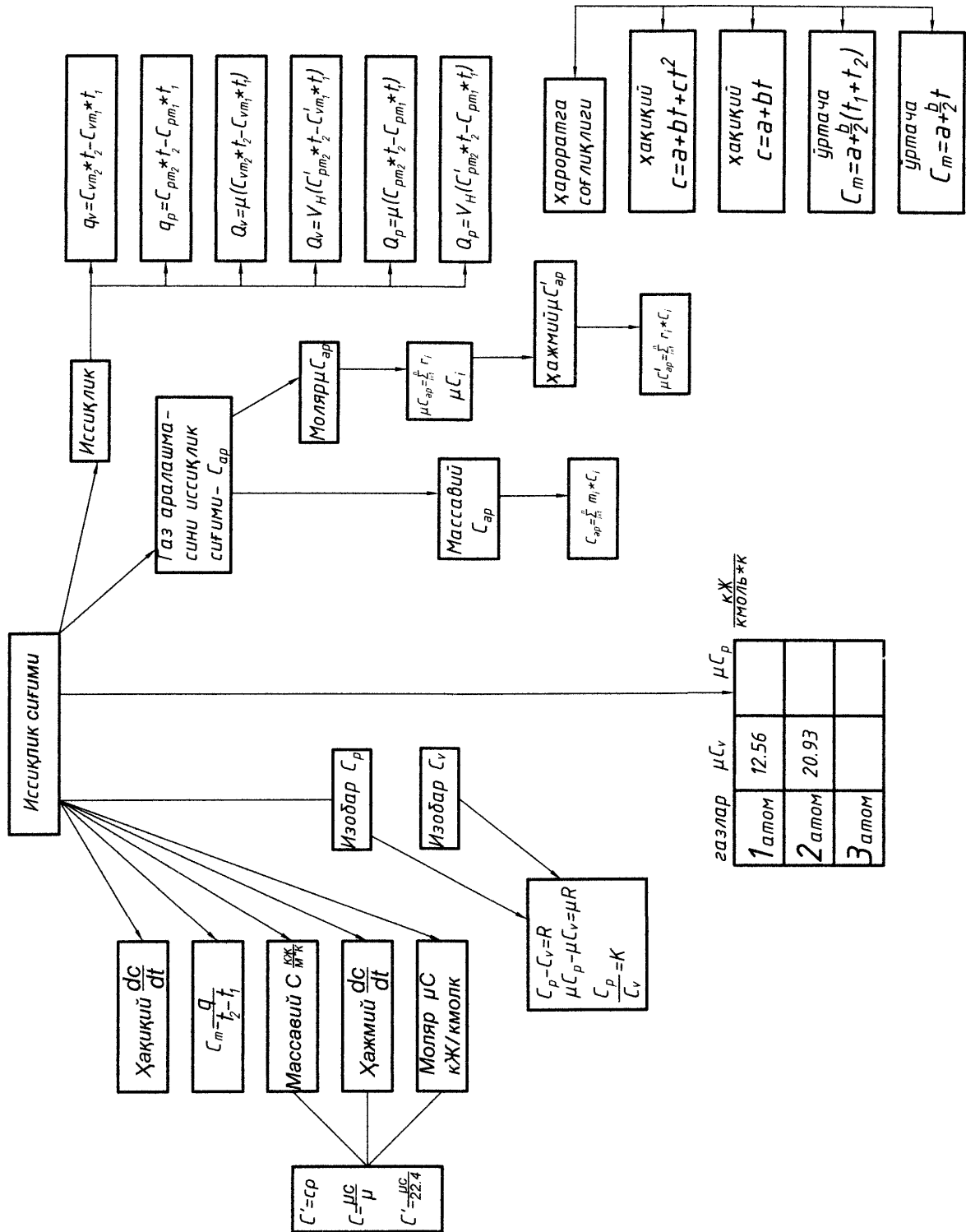
$$C_x \int_{t_1}^{t_2} = \frac{q_{1-2, x}}{t_2 - t_1} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} C_x dt \quad (1.27)$$

Agar O dan $t, ^\circ\text{C}$ gacha oraliqdagi issiqlik sig'imi jadvallarda berilgan bo'lsa, o'rtacha issiqlik sig'imi quyidagi tenglikdan topilishi mumkin:

$$C_x \int_{t_1}^{t_2} = \frac{C_x \int_0^{t_2} \cdot t_2 - C_x \int_0^{t_1} \cdot t_1}{t_2 - t_1} \quad (1.28)$$

Термодинамикда изоборик ва изохорик иссиқлик сг'имларининг нисбати кенг қолланилади, K харфи билан белгиланиб-адиабата ко'рсаткичи дейлади:

$$K = C_p / C_v \quad (1.29)$$



6- mavzu. Termodinamikaning 1-qonuni. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining termodinamik jarayonlarga tatbig'i. Termodinamikaning 1-qonunini ta'riflari. 1-qonunning ichki energiya orqali ifodalanishi. Surish (kengayish) ishi.

Reja:

1. Termodinamikaning 1-qonuni.
2. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining termodinamik jarayonlarga tatbig'i.
3. Termodinamikaning 1-qonunini ta'riflari.
4. 1-qonunning ichki energiya orqali ifodalanishi.
5. Surish (kengayish) ishi.

ISSIQLIK VA ISH

Issiqlik va ish termodinamikaning eng muhim tushunchalaridan biridir. Issiqlik tushunchasi mohiyatan ish tushunchasiga yaqin. Issiqlik ham, ish ham energiya uzatish shakllaridandir. SHuning uchun ham jismning biror issiqlik yoki ish zaxirasi bor deb aytilishning xech qanday ma'nosi yo'q. Faqat jismga ma'lum miqdorda issiqlik yoki ish berilgan deb ta'kidlash o'rinli bo'ladi.

Issiqlik energiya uzatishning shunday shakli, u jismlarning bevosita o'zaro kontaklashishi (issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektsiya), yoki energiyani nur holda uzatish bilan ifodalanadi. Energiya uzatishning bu shakli issiqlik uzatish deb, uzatilgan energiya miqdori esa issiqlik miqdori deb ataladi. Binobarin, issiqlik miqdori ham energiya birliklarida o'lchanishi lozim. SHuning uchun SI da issiqlik miqdori joule (J) hisobida o'lchanadi. Ixtiyoriy issiqlik miqdori $Q(J)$, solishtirma issiqlik miqdori $q (J/kg)$ bilan belgilanadi. Jism olgan issiqlik miqdorini musbat, jism bergan issiqlik miqdorini esa manfiy deb atash qabul qilingan.

Ish energiya uzatishning boshqacha mexanizmidan iborat, ya'ni ish doimo jismlar yoki jism qismlarining makroskopik siljishlari bilan bog'liq.

Mexanikaviy ish bajarilgan holda jismning hajmi albatta o'zgaradi. Bu usul energiyani ish shaklida uzatilishi, protsessda uzatilgan energiya miqdori esa ish deb ataladi. Jismning ish shaklida qabul qilgan energiya miqdori jismning sarflangan ishi deyiladi.

Jismning sarflangan ishi manfiy, bajargan ishi musbat deb qabul qilingan. Ixtiyoriy miqdordagi ish shaklida uzatilgan energiya $L(J)$, solishtirma ish miqdori $l (J)$ bilan belgilanadi.

Issiqlik miqdori va bajarilgan ish holat funksiyasi bo'lmasdan, balki protsess funksiyasidir. U faqat jismning boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan emas, balki jism holatining o'zgarishi amalga oshgan yo'l bilan ham aniqlanadi.

Jismning holati 1 dan 2 ga o'zgarganda uzatilgan issiqlik miqdori va bajarilgan ish termodinamik protsessga bog'liq bo'lganligi uchun quyidagicha belgilanadi.

$$\int_1^2 \delta Q = Q_{1-2}; \int_1^2 \delta L = L_{1-2}; \quad (2. 1)$$

Demak, jismning holatini termodinamik protsessda o'zgarishida, bir jismdan ikkinchi jismga energiya uzatilishi faqat ish va issiqlik shaklida bo'ladi.

ENERGIYA NING SAQLANISH VA AYLANISH QONUNI

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni tabiatning umumiy xarakterga ega bo'lgan fundamental qonunidir.

Bu qonunga ko'ra energiya yo'qdan bor bo'lmaydi, bordan yo'q bo'lib ketmaydi, bir turdan ikkinchi turga o'tib turishi mumkin, bunday o'tishda energiya bir turining muayyan miqdori ikkinchi tur energiyani shunga teng miqdoriga aylanadi. Ya'ni, izolyatsiyalangan har qanday sistema ichidagi energiya miqdori o'zgarimasdan saqlanib turadi.

Energiyaning saqlanishi va aylanishi qonunining umumiy ta'rifi M. V Lomonosov tomonidan XVIII asrning birinchi yarmida berilgan.

R. Mayer 1842 yilda tajribalar natijasida sarflangan ish L va hosil qilingan issiqlik miqdori Q orasida to'g'ri proporsionallik borligini aniqladi:

$$Q = A \cdot L \quad (2. 2)$$

bu yerda: A -ishning issiqlik ekvivalenti bo'lib, u issiqlik hosil qilish usuli, ish turi, jism temperaturasi va xokazolarga qaramasdan doimo bir xil qiymatga ega:

$$A = \frac{1}{427} \cdot \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{K} \cdot \text{M}}$$

Agar ish va issiqlik bir xil birliklarda o'lichansa, u holda ekvivalent A birga teng bo'lib (2. 2) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = L \quad (2. 3)$$

SHunday qilib, hosil qilingan issiqlik miqdorining sarflangan ish miqdoriga ekvivalentligi ko'rsatildi; issiqlik sarflash hisobiga ish bajarilganda ham bu munosabat to'g'ri bo'ladi.

ICHKI ENERGIYA

Jism ichki energiyasi - jism molekularining xaotik harakati kinetik energiyalari, molekularining o'zaro ta'sirlashishi potentsial energiyalari, molekularni tashkil etuvchi atomlarning tebranma harakat energiyalari, molekular tarkibidagi atomlarning bog'lanishi energiyalari va atom yadrolarining energiyalari yig'indisi tarzida aniqlanishi mumkin:

$$U = U_{\text{кин}} + U_{\text{ном}} + U_o \quad (2. 4)$$

bu yerda: $U_{\text{кин}}$ - molekularning ichki kinetik energiyasi;

$U_{\text{пот}}$ - molekularning ichki potentsial energiyasi;

U_o - integrallash doimiysi.

Jismning to'liq ichki energiyasi U (J), solishtirma ichki energiyasi $u = \frac{U}{m}$ (J/kg) bilan belgilanadi.

Ichki energiya qiymati jismning massasiga bog'liq. SHuning uchun sistema ichki energiyasi sistema har qaysi qismlarining ichki energiyalari yig'indisiga teng bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i \quad (2. 5)$$

Jism ichki energiyasining biror protsessda o'zgarishi protsessning xarakteriga bog'liq bo'lmasdan uning boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan aniqlanadi:

$$\Delta U = U_1 - U_2 = \oint (P_2, \mathcal{G}_2, T_2) - \oint (P_1, \mathcal{G}_1, T_1) \quad (2. 6)$$

Aylanma protsesslarda solishtirma ichki energiyaning o'zgarishi nolga teng bo'ladi:

$$U_2 - U_1 = \oint du = 0 \quad (2. 7)$$

Joulъ qonuniga ko'ra ideal gaz solishtirma ichki energiyasi bosimga va hajmga bog'liq bo'lmasdan faqat uning temperaturasiga bog'liq bo'ladi:

$$U = \oint (T) \quad (2. 8)$$

Agar sistemaning hajmi o'zgarimasdan saqlansa, ya'ni izoxorik protsess amalga oshirilayotgan bo'lsa, u holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$C_g = \frac{du}{dt} \quad \text{yoki} \quad du = C_g dt \quad (2. 9)$$

Agar real gazga kelsak, ichki energiyasi temperaturagagina emas, balki hajmiga ham bog'liq bo'ladi.

ISHNING ANALITIK IFODASI

Termodinamikaviy sistema bajargan mexanikaviy ishni hisoblab topish uchun tsilindrda porshenъ ostidagi 1 kg gazdan iborat sistemani ko'rib chiqamiz. Uning holati P_1 , \mathcal{G}_1 , T_1 parametrlar bilan aniqlanadi, bu diagrammada (2.1-rasm) nuqta 1 ga to'g'ri keladi.

Sistemaga issiqlik keltirilganda gaz issiqlik ta'sirida o'zgarimas bosimda kengayib, porshenga R kuch bilan bosim berib uni o'ng tomonga S masofaga siljitadi, bunda gaz ish bajaradi.

Porshenga gaz tomonidan ta'sir etuvchi kuch miqdoriy jihatdan $R=PF$ ga teng, bunda R - gazning bosimi; F - porshening yuzi.

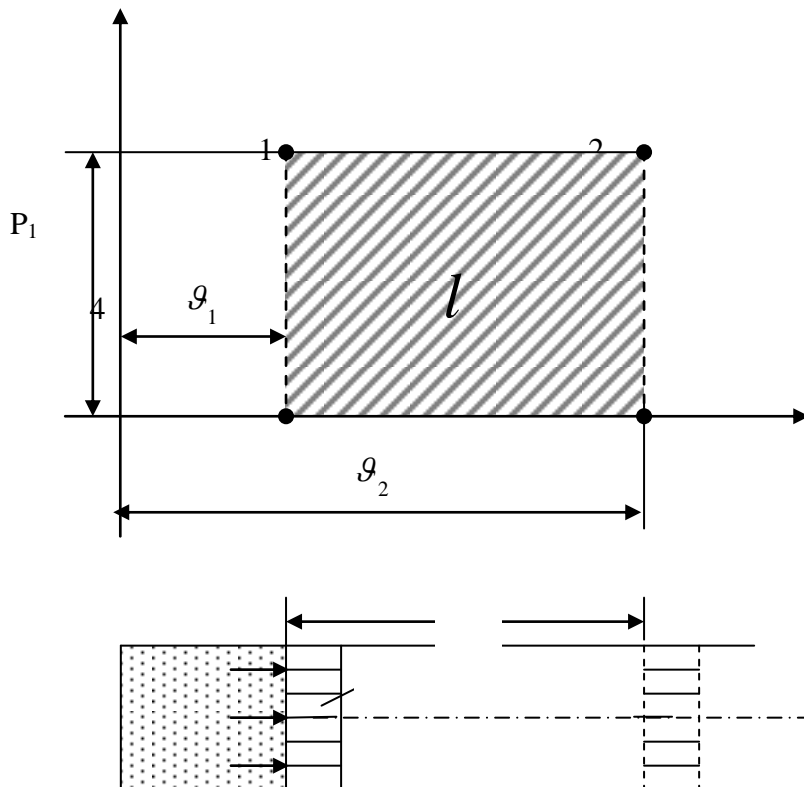
Mexanikadan ma'lumki, ish kuchning yo'lga ko'paytmasiga teng:

$$l = RS = PFS$$

Lekin porshen yuzasi F ning S ga ko'paytmasi tsilindrning porshen boshlang'ich va oxirgi holatlari orasidagi hajmidir:

$$FS = (g_2 - g_1) \quad \text{va} \quad l = P(g_2 - g_1) = p\Delta g \quad (2.10)$$

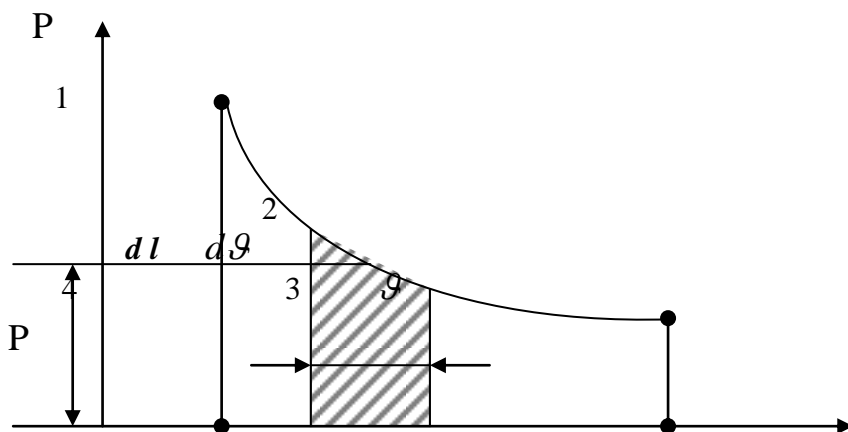
Demak solishtirma ish $l P g$ - diagrammada (2.1-rasm) protsess 1-2 ostidagi yuzaga, ya'ni 1-2-3-4-1 yopiq konto'rning yuzasiga teng.



2.1- rasmi .

Hajm o'zgarishi bilan bosim ham o'zgaradigan termodinamikaviy protsessda (2.2-rasm) 1-2 egri chiziq ostidagi yuza solishtirma ish miqdorini ifodalaydi.

1-2 egri chiziqda gazning kengayishida hajmi cheksiz kichik $d g$ ga o'zgaradigan elementar protsess ajratamiz. U holda hajm $\Delta g = d g$ qiymatga



2.2 - rasmi.

o'zgarganda gazning kengayishida bajarilgan ish dl

$$dl = p dv$$

(2.10) ifodaga ko'ra quyidagiga teng bo'ladi:

$$(2.11)$$

$P\mathcal{G}$ - diagrammada elementar ish dl cheksiz kichik shtrixlangan trapetsiya yuzasi ko'rinishida tasvirlanadi, bu yuzaning kattaligi asos $d\mathcal{G}$ ni P balandlikka ko'paytirish yo'li bilan aniqlanadi.

Gazning 1-2 protsessda bajaragan solishtirma ishi boshlang'ich hajm \mathcal{G}_1 dan oxirgi hajm \mathcal{G}_2 gacha chegarada olingan muayyan integralga teng:

$$l_{1-2} = \int_{\mathcal{G}_1}^{\mathcal{G}_2} p d\mathcal{G} \quad (2.12)$$

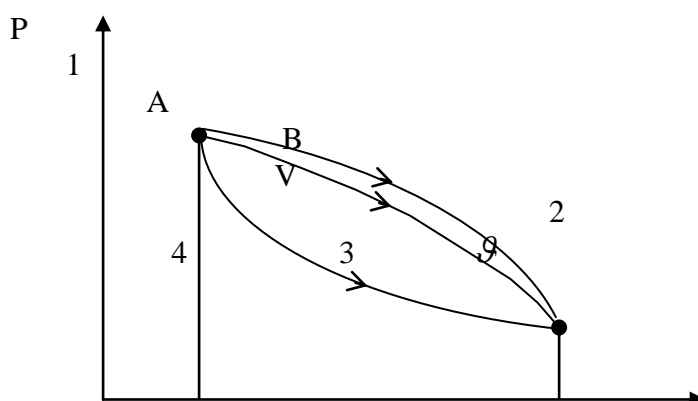
Kengayish ishini gazning m kg massasiga taaluqli desak,

$$\delta L = P dV \quad \text{ëku} \quad L = m \int_{\mathcal{G}_1}^{\mathcal{G}_2} P d\mathcal{G} = \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (2.13)$$

Sistema V_1 hajmga ega bo'lgan holatdan V_2 hajmli holatgacha kengayganida sistema bajaradigan ishning kattaligi bu holatlarning parametrlarigagina emas, balki kengayish protsessining qanday yo'l bilan amalga oshirilayotganligiga ham bog'liq. 2.3-rasmda tasvirlangan $P\mathcal{G}$ - diagrammadan ko'rinib turibdiki, kengayish protsessi qaysi yo'ldan borishiga qarab integral

$$l = \int_{\mathcal{G}_1}^{\mathcal{G}_2} p d\mathcal{G}$$

ning kattaligi turlicha bo'ladi.



2.3 - rasmi.

1-A-2 protsessda gazning kengayish ishi 1-A-2-3-4-1 yuza bilan, 1-B-2 protsessda 1-B-2-3-4-1 yuza bilan, 1-V-2 protsessda esa 1-V-2-3-4-1 yuza bilan tasvirlanadi.

Demak kengayish ishi protsessning funktsiyasidir.

QAYTAR VA QAYTMAS PROTSESSLAR

Termodinamikaviy protsess termodinamikaviy sistemaning uzluksiz o'zgarib turadigan holatlari to'plamidan iborat.

To'g'ri va teskari yo'nalishlarda sodir bo'lishi natijasida termodinamikaviy sistema dastlabki holatiga qaytadigan protsesslar qaytar protsesslar deb ataladi. To'g'ri va teskari protsesslarning birgalikda sodir bo'lishi natijasida atrofda muhitda hech qanday o'zgarish bo'lmaydi.

To'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'tkazilganda sistema dastlabki holatiga qaytmaydigan protsesslar qaytmas protsess deb ataladi. Amaliyotdan ma'lumki o'z-o'zidan sodir bo'ladigan barcha tabiiy protsesslar qaytmas bo'ladi.

Masalan, ishqalanish bilan sodir bo'ladigan protsesslarda ishqalanishni yengishga sarflanadigan ish ishqalanishda ajralib chiqadigan issiqlikka aylanadi, bu issiqlik esa qaytib kelmaydi.

Amalda eng ko'p uchraydigan qaytmas protsesslardan biri issiqlikning ancha yuqori temperaturali jismdan pastrok temperaturali jisimga o'tishidir.

Sistemada o'z-o'zidan sodir bo'ladigan har qanday protsess va binobarin, qaytmas protsess sistemada muvozanat qaror topmaguncha davom etadi.

Gazning kengayish ishi qaytar protsessda qaytmas protsessdagiga nisbatan ko'proq, gazning siqilishida esa teskari bo'ladi.

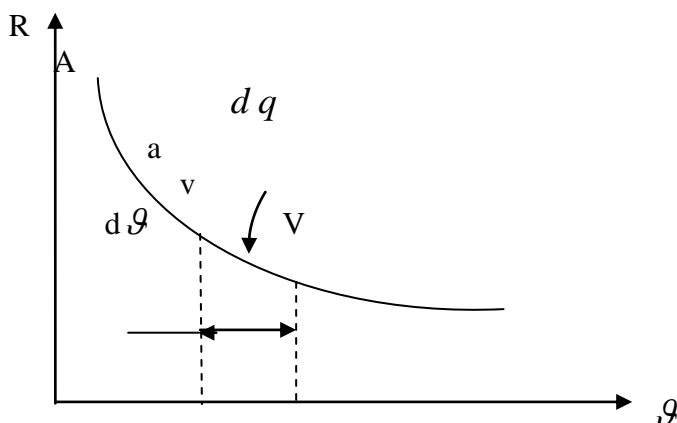
Faqat qaytar protsesslarni holat diagrammalarida grafik tasvirlash mumkin.

Qaytar protsesslarni o'rganish, amaliy jihatdan amalga oshirib bo'lmasligiga qaramasdan, real protsesslarning asosiy qonuniyatlarini aniqlashga imkon beradi. Chunki ko'pgina hollarda real protsesslar qaytar protsesslarga yaqin bo'lishi mumkin va yuzaga keladigan noaniqliklarni tegishli tuzatish koeffitsientlari bilan hisobga olish mumkin.

TERMODINAMIKA BIRINCHI QONUNNING TENGLAMASI

Termodinamikaning birinchi bosh qonuni issiqlik - harakat muhim o'rin tutadigan sistemalar uchun energiyaning saqlanish va aylanish qonunining tatbikidir.

Agar 1 kg ishchi jism AV-termodinamik protsessni amalga oshirib (2.4-rasm), a-v elementar uchastkada cheksiz kichik energiyani-dq issiqlik miqdori shaklida uzatsa, uning temperaturasi va hajmi mos ravishda cheksiz kichik miqdor dT va dV ga o'zgaradi.



2. 4-pacm.

Jism temperaturasi dT ga ortganda molekular harakati tezligi va uning ichki kinetik energiyasi ortadi. Jism hajmi dV ga ortganda molekular orasidagi masofa uzoklashadi, bu uning ichki potentsial energiyasini ortishiga olib keladi.

Ichki kinetik va potentsial energiyaning o'zgarishi jismning solishtirma ichki energiyasi du ning to'liq o'zgarishiga teng. Hajm dV ga ortganida ishchi jism tashqi kuchlarga qarshi dl ish bajaradi.

U holda energiyaning saqlanish va aylanish qonuniga ko'ra:

$$dU = dq - dl; \quad U_2 - U_1 = q_{1-2} - l_{1-2} \quad (2.14)$$

yoki qaytar protsesslar uchun :

$$dq = du + dl; \quad q_{1-2} = U_2 - U_1 + \int_{g_1}^{g_2} Pd g \quad (2.15)$$

Bu bog'lanish termodinamika birinchi qonunining matematik ifodasi bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi: sistema atrofidagi jismlar bergan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasini o'zgartirishga va sistemaning tashqi jismlar ustida ish bajarishiga sarflanadi.

Ixtiyoriy miqdordagi ishchi jism uchun (2. 15) quyidagicha o'zgaradi:

$$dQ = dU + dL; \quad Q_{1-2} = (U_2 - U_1) + L_{1-2} \quad (2.16)$$

(2.14), (2.15), (2.16) tenglamalar sistemasi bajaradigan ishning birdan bir turi kengayish ishi bo'lganda o'rinli bo'ladi.

Termodinamikaning birinchi qonuni birinchi tur abadiy dvigatelъ yasash yo'lidagi urinishlarga chek qo'ydi: issiqlik dvigatellarida yonilg'ining yonishi tufayli ajratiladigan issiqlik miqdori evaziga ish bajariladi, lekin sistema davriy ravishda o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi.

7- mavzu. Entalpiya, entropiya. Termodinamikaning 1-qonunini entalpiya orqali ifodalanishi.

Reja:

1. Entalpiya
2. Entropiya.
3. Termodinamikaning 1-qonunini entalpiya orqali ifodalanishi.

ENTALPIYA

Termodinamika birinchi qonunining tenglamasini (2.15) ko'rib chiqamiz:
 $dq = du + dl = du + pd\mathcal{G}$

Lejandr o'zgartirishidan foydalanib: $Pd\mathcal{G} = d(P\mathcal{G}) - \mathcal{G}dP$
 quyidagiga ega bo'lamiz :

$$dq = du + d(p\mathcal{G}) - \mathcal{G}dp = d(u + p\mathcal{G}) - \mathcal{G}dp$$

ya'ni: $dq = di - \mathcal{G}dp$ (2.17)

yoki $q_{1-2} = i_2 - i_1 = \int_{p_1}^{p_2} \mathcal{G} dp$

bu yerda $U + P\mathcal{G}$ kattalik entalpiya deyiladi va i harfi bilan belgilanadi, ya'ni:

$$i = U + P\mathcal{G} \quad (2.18)$$

Entalpiya i gazning ichki energiyasi U va o'zgarmas bosimda hajmi \mathcal{G}_1 dan \mathcal{G}_2 ga qadar o'zgarganida gaz bajarishi mumkin bo'lgan ish $P\mathcal{G}$ ning yig'indisiga teng bo'lib, jismning to'liq energiyasini xarakterlaydi:

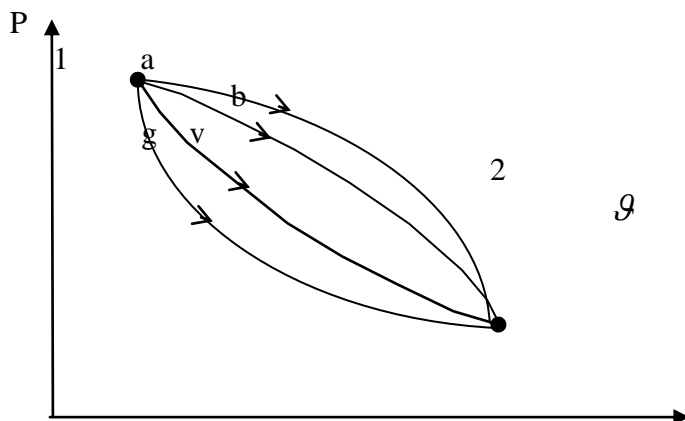
Entalpiya birligi Jouль (J) $I = m \cdot i$

Solishtirma entalpiya i birligi J/kg .

Entalpiya-holat funktsiyalari (U, P, \mathcal{G}) kattaliklarining kombinatsiyalaridan iborat bo'lganligi uchun, holat funktsiyasi bo'ladi.

Jism solishtirma entalpiyasining biror protsessda o'zgarishi protsessning xarakteriga bog'liq bo'lmasdan, uning boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan aniqlanadi. Solishtirma entalpiyaning o'zgarishi 1 va 2 nuqta orasida boradigan barcha protsesslar uchun bir xil bo'ladi. (2. 5-rasm)

$$a) \int_1^2 di = (\delta) \int_1^2 di = (\epsilon) \int_1^2 di = \epsilon \int_1^2 di \quad (2.19)$$



2. 5 rasmi.

TSikllarda entalpiyaning o'zgarishi nolga teng bo'ladi:

$$\oint di = 0 \quad (2.20)$$

Agar termodinamik sistemada qaytar protsess sodir bo'layotgan bo'lsa, kengayish ishi $Pd\mathcal{G}$ dan tashqari sistema hajmining o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan va tashqi ob'ektga beriladigan ish bajariladi. Uholda (2. 15) va (2. 16) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$dq = du + pd\mathcal{G} + dl_{\mathcal{G}} \quad (2.21)$$

$$dq = di - \mathcal{G}dp + dl_{\mathcal{G}} \quad (2.22)$$

(2.21) va (2.22) tenglamalar termodinamik sistema holatini o'zgarishida sodir bo'ladigan qaytar protsesslar uchun termodinamika birinchi qonunining umumiy analitik ifodasi hisoblanadi.

$P = \text{const}$ bo'lganda (2. 17) tenglama

$$dp_p = di \quad (2. 23)$$

ko'rinishga keladi.

O'zgarmas bosimda boradigan protsessda issiqlik miqdori faqat jismning entalpiyasini o'zgarishiga sarf bo'ladi:

$$q_p = \int_1^2 di = i_2 - i_1 \quad (2. 24)$$

ENTROPIYA

Termodinamikaning birinchi qonuniga ko'ra:

$$dq = C_g \delta T + Pd\mathcal{G}, \quad P_{\text{HUU}} \frac{RT}{\mathcal{G}} \quad \text{za o'zgartirib}$$

$$dq = C_g dT + RT \frac{d\mathcal{G}}{\mathcal{G}},$$

ga ega bo'lamiz.

Tenglikni har ikkala tomonini T ga bo'lib quyidagini olamiz:

$$\frac{dq}{T} = C_g \frac{dT}{T} + R \frac{d\mathcal{G}}{\mathcal{G}} \quad (2. 25)$$

dq/T kattalik qaytar protsessda o'zgaruvchan funktsiyalar T va \mathcal{G} ning to'liq differentsialidir. Klauzius kiritgan bu funktsiya S bilan belgilanib entropiya deb ataladi:

$$dS = \frac{dq}{T} \quad (2. 26)$$

Entropiyaning o'lchov birligi J/K

Modda massasi birligining entropiyasi solishtirma entropiya deyilib:

$$S = \frac{S}{m}, \quad \frac{\mathcal{K}}{\text{kg} \cdot K} \quad \text{da o'lchanadi.}$$

Entropiya ta'rifidan ko'rinishicha (2.26) entropiya birligining temperatura birligi bo'linmasiga teng.

Jismning har bir holatiga entropiyaning aniq bitta qiymati mos keladi. Binobarin, entropiya ham ichki, energiya va entalpiya kabi holatning bir qiymatli funktsiyasidir.

Har qanday termodinamik protsessda jism entropiyasining o'zgarishi o'tish yo'lga bog'liq bo'lmasdan, boshlang'ich va oxirgi holatlar bilan aniqlanadi.

Sistemaning entropiyasi turli qaytar protsesslarda ortishi va kamayishi mumkinligi (2. 26) munosabatdan ko'rinish turibdi. Temperatura kattaligi T har doim musbat, bo'lganligidan sistemaga issiqlik berilganda ($dq > 0$) uning entropiyasi ortadi ($ds > 0$), issiqlik olinganda esa ($dq < 0$) uning entropiyasi kamayadi ($ds < 0$).

Solishtirma entropiyaning o'zgarishini T va \mathcal{G} funktsiyasi sifatida aniqlash uchun (2. 25) tenglikni quyidagicha yozamiz:

$$dS = C_g \frac{dT}{T} + R \frac{d\mathcal{G}}{\mathcal{G}};$$

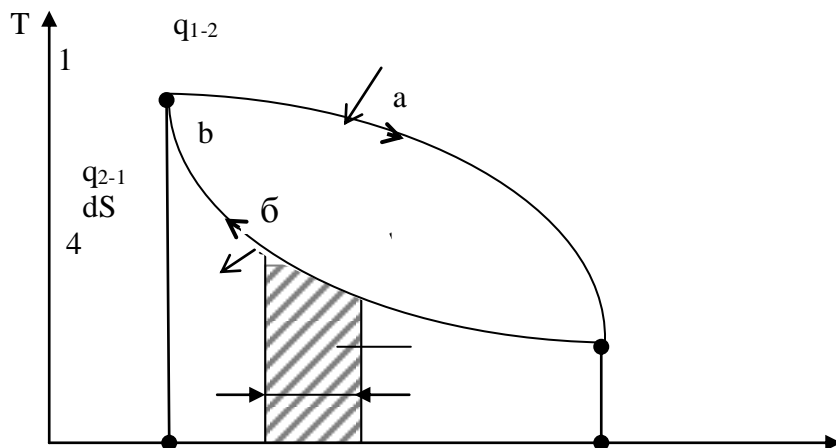
Bu tenglikni $C_g = \text{const}$ bo'lganda integrallab ideal gaz uchun entropiyaning o'zgarishini topamiz: .

$$S_2 - S_1 = C_g \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} \quad (2. 27)$$

Entropiya tushunchasi issiqlik dvigatellarining tsikllarini analiz qilish uchun juda qulay bo'lgan holat diagrammasini kiritishga imkon beradi. Holat diagrammasida abtsissa bo'yicha entropiya, ordinata bo'yicha esa absolyut temperatura qo'yiladi.

Ts-diagrammada gazning holati nuqta bilan, protsess esa egri chiziq bilan tasvirlanib uning tenglamasi quyidagicha $T=f(s)$ ifodalanadi.

Protsess issiqligi Ts-diagrammada protsess chizig'i ostidagi yuzaga bilan aniqlanadi.



2.6-pacm.

lq 2

Agar Ts-diagrammada 1-2 chiziq ixtiyoriy protsessni tasvirlasa, u holda protsessning elementar issiqlik miqdori dq son jihatdan balandligi T va asosi dS bo'lgan yuzaga teng bo'ladi.

Protsessning barcha issiqligi protsess egri chizig'i 1-a-2 ostidagi yuzaga son jihatdan teng:

$$q_{1-2} = \int_{S_1}^{S_2} T dS \quad (2.28)$$

$dq=TdS$ tenglikdan ko'rinib turibdiki dq va dS bir xil ishoraga ega. Agar protsessda solishtirma entropiya ortsa, u holda ishchi jismga issiqlik beriladi, agar kamaysa issiqlik olinadi.

Qaytar aylanma protsess Ts-diagrammada 1-a-2-b-1 yuzaga bilan tasvirlanadi.

Keltirilgan va olingan issiqlik miqdori farqi ishchi jism qaytar aylanma protsessni amalga oshirishi natijasida olingan foydali tashqi ishni ifodalaydi:

$$q_{1-2} = l' = \oint T dS = \oint dq = \oint dl' \quad (2.29)$$

Demak, qaytar aylanma protsessda ishchi jism bajargan ish berk egri chiziq bilan chegaralangan yuzaga teng bo'ladi:

$$l' = \text{yuzaga } 1-a-2-b-1 \quad (2.30)$$

Ts-diagrammaning qulayligi shundaki, qaytar aylanma protsessda temperaturaning o'zgarishi, keltirilgan va olingan issiqlik miqdori hamda protsessni amalga oshirish natijasida olingan ish diagrammada yaqqol tasvirlanadi.

8- mavzu. Asosiy termodinamik jarayonlarning taxlili

Reja:

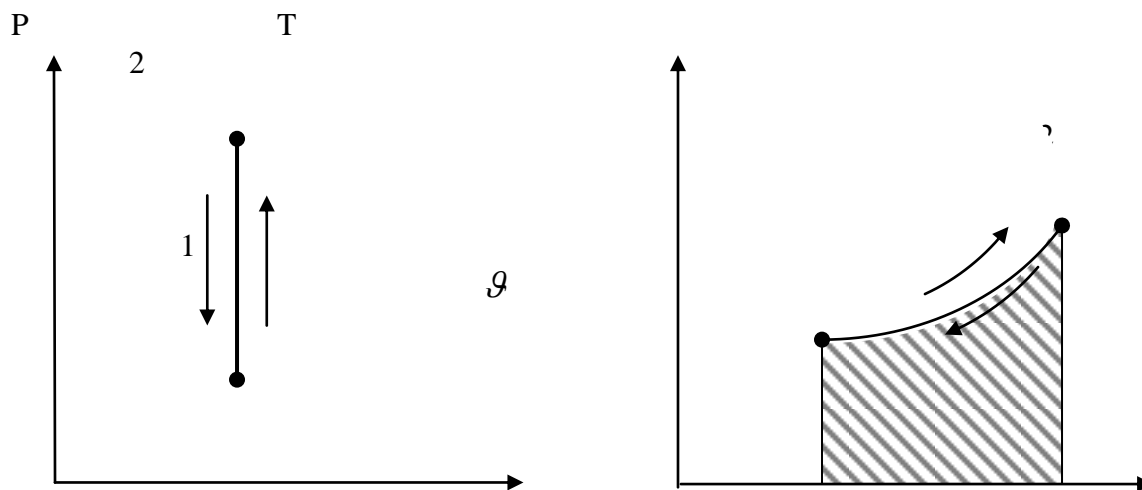
1. Izoxorik protsess.
2. Izobarik protsess.
3. Izotermik protsess.

IZOXORIK PROTSCESS

O'zgarimas hajmda boradigan protsess-izoxorik protsess deb ataladi. Protsessning tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$d\mathcal{G} = 0 \quad \text{ëku} \quad \mathcal{G} = const$$

Protsess chizig'i izoxora deyiladi.



3.1 -rasm.

Ideal gazga issiqlik berilganda 1-2, issiqlik olinganda esa 2-1 protsessi sodir bo'ladi.

Holat tenglamasidan foydalanib izoxorik protsessda asosiy termodinamikaviy holat parametrlari orasidagi bog'lanishni aniqlaymiz:

$$P\mathcal{G} = RT; \quad \mathcal{G} = const \quad \text{bo'lgani uchun}$$

$$\frac{P}{T} = \frac{R}{\mathcal{G}} = const \quad \text{ëku} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (3.1)$$

(3.1) SHarlf qonunini ifodalaydi. O'zgarmas hajmli idishdagi ideal gaz temperaturasi ortganda (gaz qizdirilganda) har doim bosim ortadi.

Izoxorik protsessda sistemaning kengayish ishi nolga teng bo'ladi.

$\mathcal{G} = const$ bo'lgani uchun $d\mathcal{G} = 0$ bo'lib,

$$l_{1-2} = \int_{\mathcal{G}_1}^{\mathcal{G}_2} P d\mathcal{G} = 0 \quad (3.2)$$

bo'ladi. $dq = du + pd\mathcal{G}$, *npoyeccda* $dq = du = C_g dT$

Ya'ni izoxorik protsessda sistemaga berilgan barcha issiqlik faqat uning ichki energiyasini oshirishga sarflanadi.

$$q_{1-2} = U_2 - U_1 = C_g(T_2 - T_1) \quad \text{ëku} \quad Q_{1-2} = mC_g(T_2 - T_1) \quad (3.3)$$

Izoxorik protsessda entropiyaning o'zgarishi quyidagiga teng.

$$S_2 - S_1 = C_g \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (3.4)$$

IZOBARIK PROTSESS

O'zgarmas bosimda boradigan protsess - izobarik protsess deyiladi. Protsessning tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$dp = 0 \quad \text{ëku} \quad p = const$$

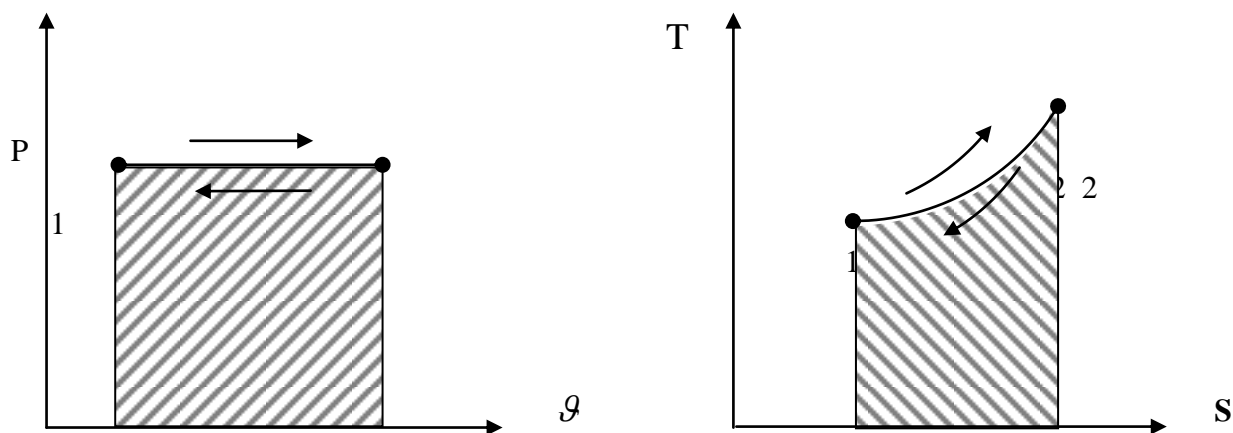
Protsess chizig'i izobara deyiladi.

Protsess uchun holat tenglamasini boshlang'ich va oxirgi nuqtalar uchun yozamiz:

$$P_1\mathcal{G}_1 = RT_1 \quad (a) \quad P_2\mathcal{G}_2 = RT_2 \quad (b)$$

(b) ni (a)ga bo'lib, Gey-Lyussak qonunining ifodasini olamiz:

$$\frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} = \frac{T_1}{T_2} \quad (3.5)$$



3. 2 - rasm.

Demak, gaz temperaturasi qanchalik yuqori bo'lsa, uning solishtirma hajmi ham shunchalik katta bo'ladi.

Izobarik protsessda ideal gazga issiqlik berilganda 1-2 kengayish protsessi, issiqlik olinganda esa 2-1 siqilish protsessi sodir bo'ladi. Izobarik protsessda sistemaning kengayish (siqilish) ishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$l_{1-2} = \int_{g_1}^{g_2} P d g = P \int_{g_1}^{g_2} d g = p(g_2 - g_1), \quad \text{ëku} \quad (3. 6)$$

$$l_{1-2} = R(T_2 - T_1)$$

Izobarik protsessda qizdirishda sistemaga beriladigan issiqlik miqdori issiqlik sig'imi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$q_{1-2} = \int_{T_1}^{T_2} C_p d T = C_p (T_2 - T_1) \quad (3. 7)$$

Agar m, kg yoki V, m³ gaz berilgan bo'lsa:

$$Q_{1-2} = m C_p (T_2 - T_1) = V C'_p (T_2 - T_1) \quad (3. 8)$$

bu yerda: S_p - izobarik issiqlik sig'imining T₁ va T₂ temperaturalar oralig'idagi o'rtacha qiymati. Termodinamikaning birinchi qonuni tenglamasi

$$dq = di - g dp$$

ga ko'ra, izobarik protsess uchun dp = 0 bo'lganligidan

$$dq = di \quad \text{ëku} \quad q_{1-2} = i_2 - i_1 \quad (3. 9)$$

Izobarik protsessda solishtirma ichki energiyaning o'zgarishi quyidagiga teng bo'ladi:

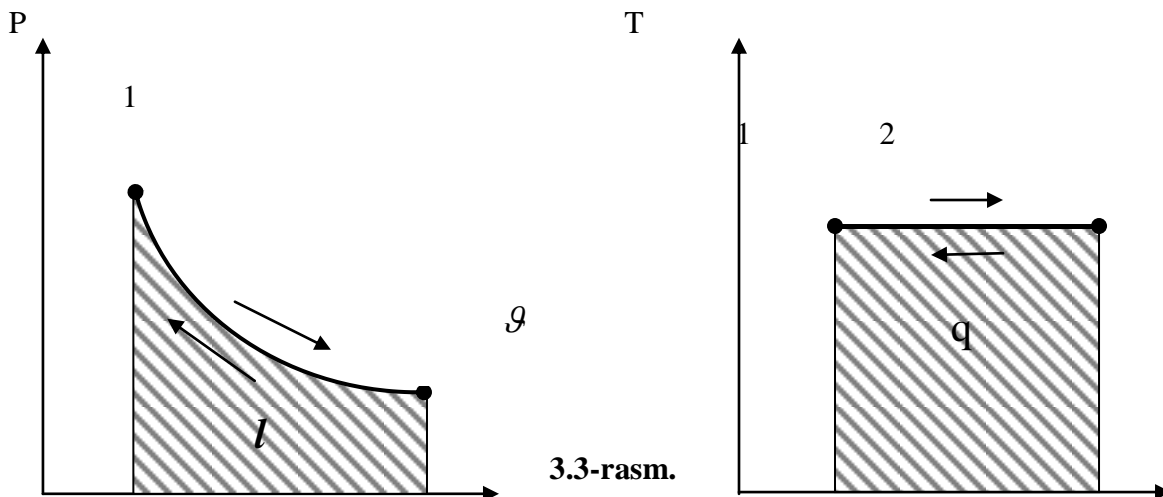
$$\Delta U = U_2 - U_1 = C_g (T_2 - T_1) \quad (3. 10)$$

Entropiyaning o'zgarishi qaytar izobarik protsessda quyidagicha bo'ladi:

$$S_2 - S_1 = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} = C_p \ln \frac{g_2}{g_1} \quad (3. 11)$$

3.3 IZOTERMİK PROTSESS

O'zgarmas temperaturada ($T = const$ ëku $dT = 0$) amalga oshadigan protsess izotermik protsess deb ataladi. Protsess chizig'i izoterma deyiladi. Izotermik protsessning R g - diagrammdagi grafigi-giperbolik egri chiziqdir.



Ideal gazga issiqlik berilganda 1-2 izotermik kengayishi protsessi, issiqlik olinganda esa 2-1 izotermik siqilish protsessi amalga oshadi. Ideal gaz holat tenglamasidan foydalanib, izotermik protsess uchun holat parametrlari orasidagi bog'lanishni aniqlaymiz:

$$P\vartheta = RT = f(t) = const \text{ yoki } 1-2 \text{ protsess uchun}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} \text{ va } P_1\vartheta_1 = P_2\vartheta_2 \text{ } \ddot{\text{e}}ku \text{ } P\vartheta = const \quad (3.12)$$

Ushbu tenglik Boyle-Mariott qonunini ifodalab, izotermik protsessda gazning solishtirma hajmi bosimga teskari proporsional va ularning ko'paytmasi o'zgarmas kattalik ekanligini ko'rsatadi.

Termodinamikaning birinchi qonuni tenglamasidan

$$dq = du + dl$$

$$T = const \text{ va } dT = 0 \text{ bo'lganligidan } du = C_g dT = 0 \text{ bo'lib,}$$

$$dq = dl \text{ } \ddot{\text{e}}ku \text{ } q_{1-2} = l_{1-2} \quad (3.13)$$

Demak, izotermik protsessda keltirilgan issiqlikning hammasi tashqi mexanikaviy ish bajarishga sarflanadi.

$$l_{1-2} = q_{1-2} = \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} p d\vartheta = \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} RT \ln \frac{d\vartheta}{\vartheta} = RT \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = RT \ln \frac{P_1}{P_2} = P_1\vartheta_1 \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = P_1\vartheta_1 \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (3.14)$$

14)

SHuningdek, $dq = TdS$ va $T = const$ bo'lganligi uchun solishtirma issiqlik miqdori va solishtirma ishni quyidagi ifoda yordamida ham aniqlash mumkin:

$$q_{1-2} = l_{1-2} = T(S_2 - S_1) \quad (3.15)$$

Izotermik protsessda ideal gaz entalpiyasi va ichki energiyasi o'zgarmaydi, ya'ni $\delta i = 0$ va $\delta u = 0$ bo'ladi.

Entropiyaning o'zgarishini quyidagi ifoda bilan hisoblash mumkin:

$$S_2 - S_1 = R \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (3.16)$$

9- mavzu. Adiabatik va politropik jarayonlar va ularning taxlili

Reja:

1. Adiabatik protsess.
2. Politropik protsesslar.

ADIABATIK PROTSESS

Ishchi jism bilan tashqi muhit orasida issiqlik almashinmay sodir bo'ladigan protsessga adiabatik protsess deb ataladi. Adiabatik protsessda ishchi jismga issiqlik berilmaydi ham, olinmaydi ham, binobrin $dq=0$ bo'ladi. Gazning kengayish va siqilish protsesslari esa faqat uning ichki energiyasining o'zgarishi natijasida sodir bo'ladi. Real sharoitlarda adiabatik protsessni sodir qilish qiyin, chunki ishchi jism tashqi muhit bilan to'liq izolyatsiyalangan bo'lishi lozim. Lekin tez boradigan protsesslarni shartli ravishda adiabatik protsesslar deb hisoblash mumkin, chunki protsess sodir bo'ladigan juda qisqa vaqt oralig'ida ishchi jism bilan tashqi muhit orasida issiqlik almashinuvi nihoyatda kam bo'ladi.

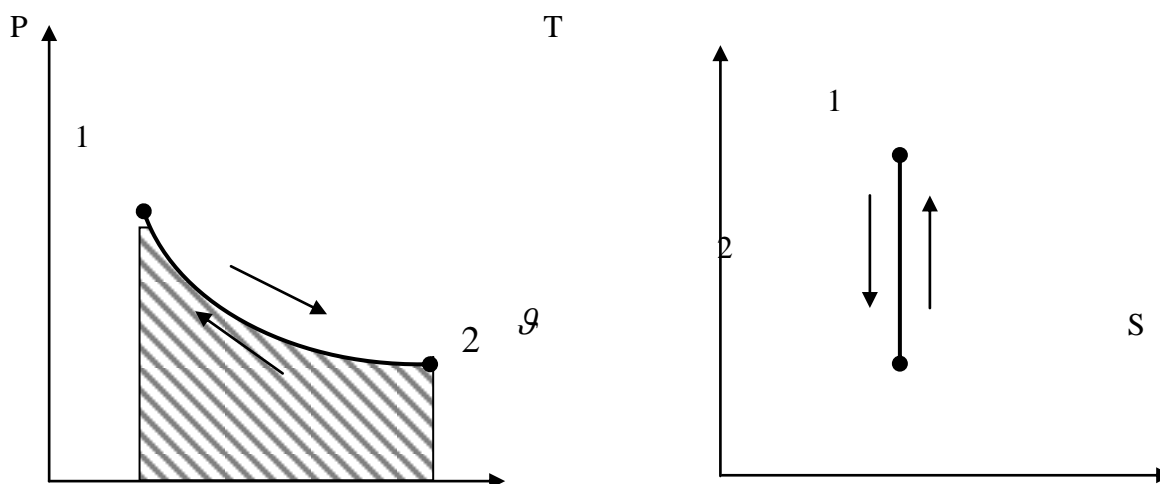
Tez yurar ichki yonuv dvigatellarida gazlar katta tezlik bilan oqib o'tishida sodir bo'ladigan va shu kabi boshqa protsesslarni adiabatik protsesslar deb hisoblash mumkin.

Adiabatik protsess tenglamasini sistemaning istalgan holati uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$P \vartheta^\kappa = \text{const} \quad (3.17)$$

bu yerda: κ -adiabata ko'rsatkichi deyiladi.

(3.17) tenglamaga ko'ra chiziladigan egri chiziq (3.4-rasm). adiabata deyiladi.



3.4-rasm.

(3.17) asosida gaz holatining parametrlarini o'zaro bog'laydigan quyidagi tenglamalarni yozishimiz mumkin:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}\right)^\kappa, \quad \text{ëku} \quad \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\kappa}}, \quad \text{ëku} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}\right)^{\kappa-1}, \quad \text{ëku} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

Adiabatik protsesda bajarilgan ish miqdorini quyidagi ifodalar yordamida aniqlash mumkin:

$$l_{1-2} = \frac{1}{\kappa-1} (P_1 \vartheta_1 - P_2 \vartheta_2) = \frac{R}{\kappa-1} (T_1 - T_2) = \frac{P_1 \vartheta_1}{\kappa-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] \quad (3.18)$$

Adiabatik protsessda $\delta q = 0$ bo'lgani uchun termodinamikaning birinchi qonunini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$dl = -du \quad \text{ëku} \quad du = -Pd\vartheta \quad \text{va} \quad di = \vartheta dP \quad (3.19)$$

Demak, gaz holatining adiabatik o'zgarishida tashqi kuchlar bajargan ish gaz ichki energiyasining o'zgarishiga teng. Boshqacha aytganda, adiabatik kengayishda (1-2) gaz ichki energiyasining kamayishi

natijasida (bosim va temperatura pasayadi) ish bajaradi. Adiabatik siqishda (2-1) sarflangan tashqi ish gaz ichki energiyasining ortishiga ketadi (bosim va temperatura ko'tariladi).

Qaytar protsess uchun $dq = T dS$, qaytar adiabatik protsessda $\delta q = 0$ bo'lganligidan

$$dS = 0 \quad \text{ëku} \quad S_2 = S_1 = \text{const} \quad (3.20)$$

bo'ladi, ya'ni sistemaning entropiyasi o'zgaraydi. Boshqacha qilib aytganda, qaytar adiabatik protsess bir vaqtning o'zida izoentropik protsess ham bo'ladi.

3.4 POLITROPIK PROTSESSLAR

Yuqorida ko'rib chiqilgan termodinamik protsesslarda gazning holat parametrlaridan biri doimo o'zgarmas ($P=\text{const}$, $\mathcal{G}=\text{const}$, $T=\text{const}$, $S=\text{const}$) bo'lib qolar edi.

Haqiqiy protsesslarda esa gazning holati o'zgarganda uning barcha parametrlari o'zgaradi.

Bunday protsesslarni ifodalovchi egri chiziqlar **politropalar** deyiladi. Ularning tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$P \mathcal{G}^n = \text{const} \quad (3.21)$$

bu yerda n-politropa ko'rsatkichi deb ataladi.

Turli politropik protsesslar uchun politropa ko'rsatkichi n $-\infty$ dan $+\infty$ gacha bo'lgan har qanday qiymatlarni qabul qilishi mumkin.

Politropik protsess tushunchasi bizga ma'lum bo'lgan qolgan barcha termodinamik protsesslarni umumlashtiradi:

Ko'rsatkichi n=0 bo'lgan politropik protsess odatdagi izobarik protsessdan iboratligi (3.21) dan ko'rinib turibdi:

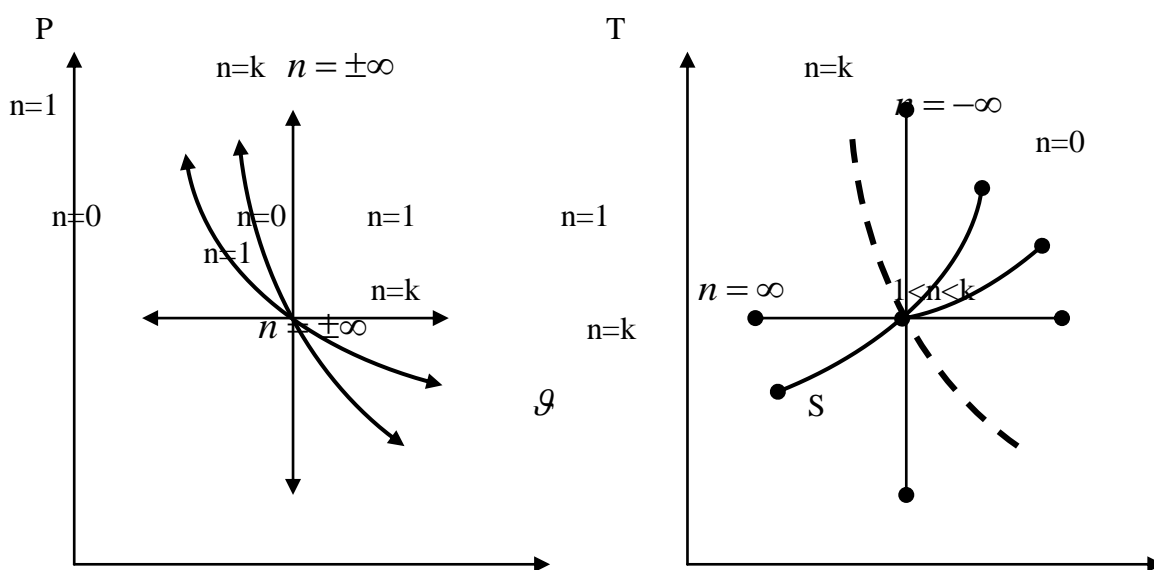
$$P = \text{const}$$

Ko'rsatkichi $+\infty$ bo'lgan politropik protsess izoxorik protsessdir, ya'ni:

$$\frac{1}{\mathcal{G}} = \text{const}; \quad P^\infty \mathcal{G} = \text{const}; \quad P^0 \mathcal{G} = \text{const}; \quad \mathcal{G} = \text{const};$$

Ko'rsatkichi n=1 bo'lgan politropa tenglamasi Boyle-Mariottning ideal gazdagi izotermik protsess tenglamasiga mos keladi ya'ni:

$$P \mathcal{G} = \text{const};$$



3.5-rasm.

3.5-rasmda $P \mathcal{G}$ va TS -digrammda turli politropik protsesslarning egri chiziqlari chizilgan.

Ko'rsatkichi n=k bo'lgan politropa tenglamasi Puassonning adiabat tenglamasiga aylanadi:

$$P \mathcal{G}^k = \text{const};$$

Politropik protsess haqidagi tushunchadan asosan, gazaviy dvigatellarda siqilish hamda kengayish protsesslarini o'rganishda keng foydalaniladi. Gazaviy dvigatellar va kompressorlardagi real siqish protsesslari ko'pincha, adiabatik protsess ham, izotermik protsess ham bo'lmasdan balki bu ikki turdagi protsesslar orasida oraliq holatni egallaydi. SHuning uchun politropik protsess ko'rsatkichi n ning amalda uchraydigan qiymatlari 1 dan K gacha intervalda bo'ladi.

Politropaning tenglamasi adiabataning tenglamasiga o'xshash bo'lganligi uchun politropaning parametrlarini quyidagi tenglamalar bilan o'zaro bog'lash mumkin:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1}\right)^n; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1}\right)^{n-1} \quad (3.22)$$

Politropik protsessning solishtirma issiqlik sig'imini quyidagi tenglikdan topish mumkin:

$$n = \frac{C_n - C_p}{C_n - C_g}, \quad \text{буьдан} \quad C_n = C_g \frac{n-k}{n-1} \quad (3.23)$$

Politropik protsessda bajariladigan ish aniqlanadigan ifodani (3.18) tenglamadan ko'rsatkich k ni n ga almashtirib keltirib chiqarish mumkin:

$$l_{1-2} = \frac{1}{n-1} (P_1 \mathcal{G}_1 - P_2 \mathcal{G}_2) = \frac{RT_1}{n-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{P_1 \mathcal{G}_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right] \quad (3.24)$$

Ideal gaz uchun va gazning issiqlik sig'imi C_g ning temperaturga bog'lanishini nazarga olmaslik mumkin bo'lsa, solishtirma ichki energiyaning o'zgarishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = C_g (T_2 - T_1) \quad (3.25)$$

Solishtirma issiqlik miqdori:

$$q = C_n (T_2 - T_1) \quad (3.26)$$

Solishtirma entalpiyaning o'zgarishi:

$$\Delta i = i_2 - i_1 = C_p (T_2 - T_1) \quad (3.27)$$

10- mavzu. Termodinamika 2- qonunining ta'riflari.

Reja:

1. Termodinamika ikkinchi qonunining mohiyati.
2. Aylanma termodinamik protsesslar yoki tsikllar.

4.1 TERMODINAMIKA IKKINCHI QONUNINING MOHIYATI

Termodinamikaning birinchi qonuni biror protsess amalga oshishi tufayli jism ichki energiyaning o'zgarishi, bajarilgan ish va issiqlik miqdori orasidagi miqdoriy bog'lanishni aniqlaydi. Lekin protsess sodir bo'lishi yoki bo'lmasligi va qaysi yo'nalishda sodir bo'lishi haqida aniq ko'rsatma bermaydi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni juda ko'p tajribalarning umumlashtirish mahsuli sifatida vujudga kelgan bo'lib, tabiatda sodir bo'ladigan protsesslarning amalga oshishi mumkin bo'lgan yo'nalishini aniqlaydi.

Kundalik kuzatish va tajribalar issiqlikni o'z-o'zidan faqat issiqroq jismdan soviqroq jismga o'tishi mumkinligini ko'rsatadi. Ish boshqa tur energiylari kabi oson va to'liq issiqlikga aylanishi mumkin. Bunga tabiat hodisalaridan: ishqalanish, zarba, tormozlanish va boshqa hodisalarni misol keltirishimiz mumkin.

Bunga teskari bo'lgan protsess, ya'ni issiqlikni ishga aylanishi o'z-o'zidan sodir bo'lmaydi. Issiqlik faqat davriy protsess amalga oshiriladigan qurilmalar uch elementdan-isitgich, ishchi jism va sovitkichdan iborat bo'lib, issiq va soviq manbalar orasida temperaturalar farqi bo'lgan paytdagina ishga aylanishi mumkin.

Sadi Karno 1824 yilda bug' mashinasining ishini o'rganib, faqat temperaturalar farqi bo'lgandagina issiqlikdan mexanikaviy ish olish uchun foydalanish mumkinligini aniqladi.

Termodinamikaning ikkinchi qonunini umumiy ko'rishda quyidagicha ta'riflash mumkin: o'z-o'zidan sodir bo'ladigan har qanday protsess qaytmas protsessdir. To'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'tkazilganda sistema dastlabki holatiga qaytmaydigan protsesslar qaytmas protsess deb ataladi. Ikkinchi qonunning barcha boshqa ta'riflari bu umumiy ta'rifning xususiy hollaridan iborat.

R. Klauzius 1850 yilda termodinamikaning ikkinchi qonunini quyidagicha ta'rifladi: issiqlik kamroq qizigan jismdan ko'proq qizigan jismga tashqi ish sarflamay turib o'z-o'zicha o'ta olmaydi.

V. Tomson 1851 yilda quyidagi ta'rifni taklif etdi: dvigatelga keltirilgan issiqlikning xamasini butunlay ishga aylantirib bo'lmaydi. Bu issiqlikning bir qismi temperaturasi pastrok bo'lgan tashqi jismlarga o'tadi.

M. Plank quyidagi ta'rifni taklif etdi: barcha ishi bironta yukni ko'tarish va issiqlik manbaini sovitishdan iborat bo'lgan davriy ishlaydigan mashina qurib bo'lmaydi: Davriy ishlaydigan mashina deganda uzluksiz ravishda tsiklik protsessda issiqlikni ishga aylantiruvchi mashinani tushunish kerak.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni kuyadigan cheklashlar mavjud bo'lmaganda edi, bu hol loaqal bitta issiqlik manbai bo'lganida ham issiqlik dvigateli qurish mumkinligini bildirar edi. Bunday dvigatel, masalan, okeandagi suvning sovishi hisobiga ishlay olgan bo'lur edi. SHu tarzda ishlaydigan issiqlik mashinasini V.F. Osvald o'rinli qilib ikkinchi tur abadiy dvigatel deb atadi. Issiqlikning davriy takrorlanadigan protsessda bir qismigina mexanikaviy va boshqa turlardagi ishga aylanishi mumkin: uning boshqa qismi mukarrar ravishda soviq manbaga berilishi kerak. Demak ikkinchi tur abadiy dvigatel qurib bo'lmaydi.

P, V, T, U va i gaz holatining o'lchamlari (kursatkichlari) bo'lib hisoblanadi. Lekin issiqlik miqdori q va ish l gaz holati o'lchamlari bo'laolmaydi.

Xar qanday termodinamik jarayonda katnashadigan issiqlik miqdorini bilish uchun termodinamikada yana bir gaz holatining o'lchami-entropiya tushunchasi kiritilgan. Entropiya so'zi grekchadan olingan bo'lib o'zgartirish, aylantirish degan ma'noni anglatadi. Bu funktsiya energiyani boshqa energiyaga o'zgartirish tadqiqotlari uchun qo'llaniladi.

Entropiyani moxiyati bilan tanishish uchun PV diogrammada ihtiyoriy kaytuvchi 1-2 gaz holatini o'zgarish jarayonini kurib chikamiz.

Protsees davomida gazning harorati o'zgarib turadi.

Agar 1 - 2 jarayonni cheksiz kichik va bir - biriga cheksiz yakin bo'lak-larga bo'lsak-da, xar bir bo'lakda dq issiqlik berildi deb olamiz. Bunda biz cheksiz kichik jarayon oraligida gazning harorati deyarli o'zgarmaydi deyishimiz mumkin.

Cheksiz kichik jarayonda gazga berilgan isiklikni gazning absolyut haroratiga "T" nisbatini keltirilgan issiqlik deb ataymiz va ds bilan belgilaymiz, ya'ni $\frac{dq}{T} = ds$, (1) yoki bu ifodadan cheksiz kichik jarayonda gazga berilgan issiqlikni aniqlash mumkin

$$dq = T \cdot ds \quad (2)$$

Ma'lumki, gazning termodinamik harorati "T" doimo musbat qiymatga ega. SHuning uchun oxirgi (2) tengligiga karab quyidagi fikrni yuritish mumkin. Agar gazga issiqlik berilsa issiqlik miqdorini kursatuvchi entropiya ortadi va aksincha, gazdan issiqlik olinsa entropiya ham kamayadi.

Gazning entropiyasini aniqlash uchun termodinamika 1 - nchi qonunini differentsial kurinishdagi tenglamasini T ga bo'lamiz

$$\frac{dq}{T} = C_v \frac{dT}{T} + \frac{Pd\vartheta}{T} \quad (3)$$

gaz holati tenglamasi PVqRT ni quyidagi holga keltiramizda $\frac{P}{T} = \frac{R}{\vartheta}$ (3) tenglikga qo'yamiz

$$\frac{dq}{T} = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{Pd\vartheta}{\vartheta} \text{ yoki (1) ni hisobga olsak}$$

$$dS = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{d\vartheta}{\vartheta} \text{ bo'ladi.}$$

Bu dS kattalik, gazning xar bir holati uchun aniq qiymatga ega bo'lgan gaz holatining ma'lum funktsiyasi bo'lib, termodinamikada entropiya deyiladi.

Demak, entropiya - ma'lum funktsiya "S" ning to'la differentsiali bo'lib, u fakat gaz holatining o'lchamlariga bog'liqdir. SHuning uchun entropiyaning o'zi ham gaz holatining o'lchami bo'lib hisoblanadi.

Entropiyaning absolyut qiymati termodinamikada unchalik ahamiyatsiz bo'lib, uning o'zgarishi esa katta ahamiyatga ega. Chunki uning o'zgarishi gazga berilgan issiqlik miqdorini to'la xarakterlaydi. SHuning uchun termodinamikada ishchi jism entropiyasining o'zgarishi aniqlanadi

$$\Delta S = S_2 - S_1 = C_v \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} + R \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} \frac{d\vartheta}{\vartheta}$$

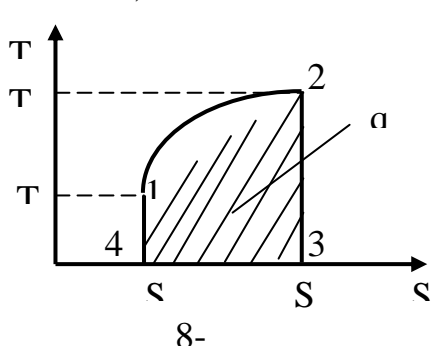
$$\Delta S = C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}$$

Entropiya tushunchasi termodinamik hisoblar uchun juda kulay bo'lgan "TS" diagrammasini kiritish imkonini beradi. Bunda abtsissa ukiga ma'lum masshtabda entropiyaning "S" qiymati, ordinata ukiga esa termodinamik haroratning qiymatlarini qo'yiladi.

Agar gaz 1-holatda 2-holatga o'tishda $Tq(S)$ egri chizigi orqali borgan bo'lsa, u holda berilgan issiqlik miqdori

$$dq = T \cdot \overleftarrow{ds} \quad \text{va} \quad \overleftarrow{q} = \int_{T_1}^{T_2} T \cdot ds \quad \text{bo'ladi.}$$

Demak, bundan kurinib turibdiki, "TS" diagrammada



jarayonni kursatuvchi egri chizik, boshlangich va oxirgi holatlar orqali o'tgan ikkala ordinata va abtsissa uki bilan chegaralangan yuz 1-2-3- 4-1 ma'lum masshtabda jarayonda katnashgan issiqlik miqdori "q"ni ifodalaydi.

SHuning uchun termodinamik jarayonlarni bunday koordinalarda ifodaashni "TS" diagrammasi yoki issiqlik diagrammasi deyiladi.

Termodinamiqaning ikkinchi qonuni umumiy shakllanishi

Termodinamiqaning birinchi qonunidan kelib chiqadiki, digatellarda issiqlik va mexaniq energiyani o'zaro almashinishi (o'zgarishi) fakat ma'lum ekvivalent miqdorda amalga oshadi. Energiya sarflanmasdan ishni bajarish mumkin bo'lgan dvigatelni abadiy dvigatellar deyiladi. Ma'lumki, bunday dvigatellar bo'lishi mumkin emas, va bu termodinamiqaning birinchi qonuniga karama-karshidir.

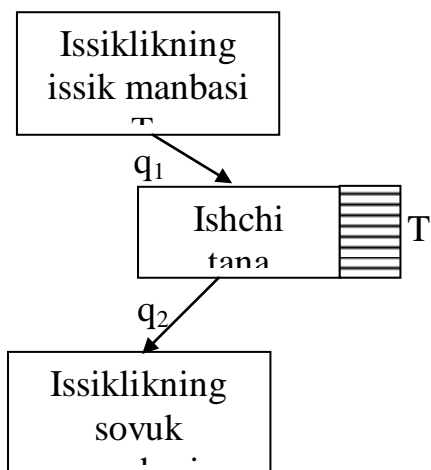
1755 yilda Frantsiya fanlar Akamediyasi bundan keyin bo'tunlay abadiy dvigatel tugrisidagi loyihalarni kurib chikmaslikni e'lon qildi.

Tajribalar shuni kursatdiki, mexaniq energiyani to'lik issiqlik energiyaga aylantirish mumkin, masalan ishkalanish yuli bilan. Ammo issiqlikni to'lik mexaniq energiyasiga aylantirish mumkin emas. Bu tabiatda fundamental qonun borligi bilan bog'liqdir. Bu qonunni termodinamiqaning ikkinchi qonuni deyiladi. Buning moxiyatini tushuntirish uchun issiqlik dvigateling ishlashiga murojat qilamiz

Tajriba shuni kursatdiki, hamma issiqlik dvigatellari issiqlik beruvchi issiqlik manbalaridan (ishchi tanadan) va issiqlikning sovuk manbasidan tashqil topadi. Amalda mavjud

issiqlik dvigatellarining issiqlik manbalari bo'lib yoqilgini yonish ximik reaksiyasi xizmat qiladi, sovuk manba bo'lib esa - atrof muxit, ya'ni atmosfera hisoblanadi.

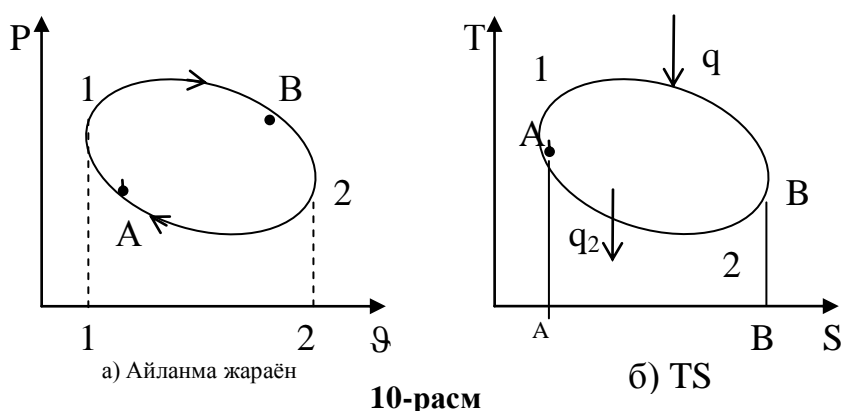
Ishchi tana bo'lib, yuqorida aytilgandek, gaz yoki bug' qo'llaniladi.



9-rasm. Issiklik dvigatelining termodinamik sxemasi

Dvigatelni ishlashi quyidagicha amalga oshadi (10-chizma). Ishchi tana 1V2 chizik bo'yicha kengayib maydoni 1V22 '1' ga teng bo'lgan ishni bajaradi.

Tuxtovsiz ta'sir qiladigan issiqlik mashinalarida bu jarayon kup martalab kaytarilishi kerak. Buning uchun ishchi tanani oldingi holatga keltirib qo'yish kerakligini bilish kerak. Bunday o'tish 2V1 jarayoni bo'yicha amalga oshirilishi mumkin.



10-расм

Ammo bunda ishchi tana ustidan xudud shunday ishni bajarish kerak bo'ladi. Ma'lumki, buning xech ma'nosi yukdir, chunki ishning yigindisi-tsikl ishi nolga teng bo'ladi.

Dvigatel tuxtovsiz mexanik energiyani ishlab chikishi uchun, kengayishdagi ish sikishdagi ishdan katta bo'lishi kerak. SHuning uchun sikish egri chizigi 2A1 kengayish chizigidan pastda yotishi kerak. 2A1 jarayonida sarflangan ish 2A11 '2' maydon bilan ifodalanadi. Natijada xar bir qilogram ishchi tana tsikl davomida l_{ts} foydali ish qiladi. Bu ishning maydoni 1V2A1 ga ekvivalent bo'lib, tsikl konturi bilan chegaralangan.

Agar A va V nuktalardan urinma bo'lgan ikkita adiabatik chizik o'tkzask tsikl ikkita uchastkaga A1V va V2A ga bo'linadi. A1V uchastkada esa q_2 issiqlik keltiriladi (kiritiladi). V2 A uchastkada esa q_2 issiqlik chikariladi. A va V nuktalarda issiqlik kirmaydi ham va chikmaydi ham, fakat issiqlik okimi ishohalarini o'zgartiradi.

SHunday qilib, dvigatelni tuxtovsiz ishlashi uchun ishchi tanaga issiqlik manbasidan q_1 issiqlik keltiriladi, va undan sovuk manbaga q_2 issiqlik chikariladi. "TS" diagrammada q_1 issiqlikga A' A1VV' maydon, q_2 ga - A'A2BB' maydon ekvivalentdir.

TSikl davomida dvigatel tamonidan bajarilgan ishni issiqlik manбайдan tsiklga kiritilgan issiqlik miqdoriga nisbati tsikldagi foydali ishning termik koeffitsienti deb ataladi.

$$\eta_t = \frac{l_y}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$$

FIK issiqlik dvigateli tsiklining takomillashganlik darajasini bildiradi. FIK qancha katta bo'lsa keltirgan issiqlik kuprok ishga aylanadi.

11- mavzu. To'g'ri va teskari davriylik. Issiqlik kurilmasining termik foydali ish ko'effitsienta (FIK). Sovutish ko'effitsienta. Karno davriyligi va uning FIK. Karno georemasi.

Reja:

1. To'g'ri va teskari davriylik.
2. Issiqlik kurilmasining termik foydali ish ko'effitsienta (FIK).
3. Sovutish ko'effitsienta.
4. Karno davriyligi va uning FIK.
5. Karno georemasi.

4.2 AYLANMA TERMODINAMIK PROTSESSLAR YO'KI TSIKLLAR

Ishchi jism bir qancha o'zgarishlarga uchrab, yana boshlang'ich holatiga qaytib keladigan ketma-ket qator protsesslar aylanma termodinamik protsess yoki tsikl deyiladi.

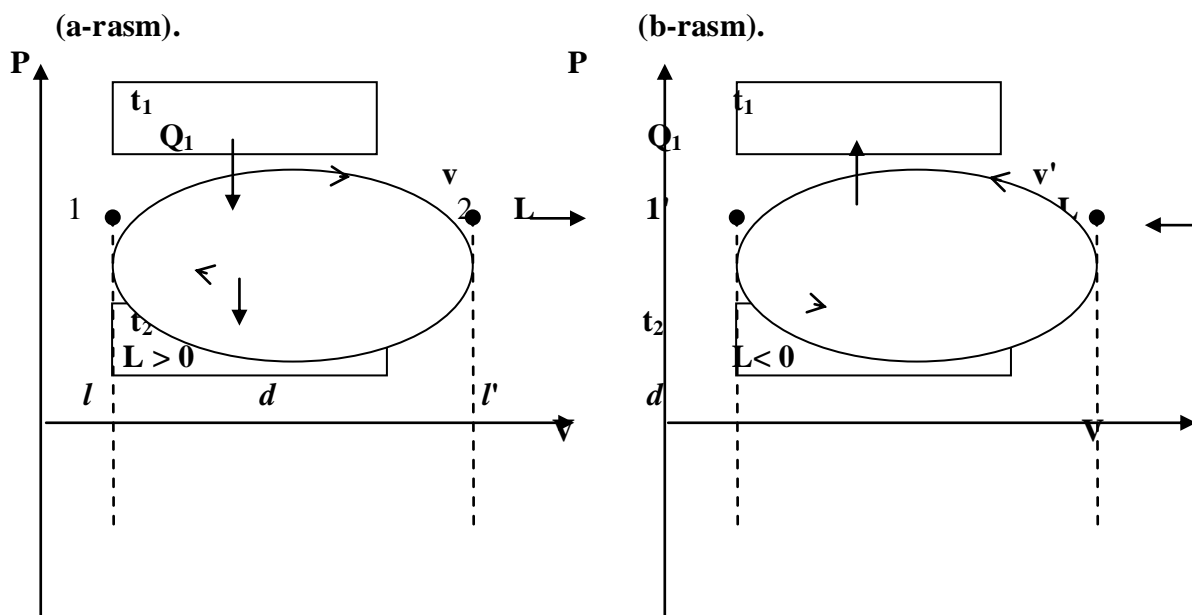
Issiqlik mashinasi tsilindrda gaz bir marta kengayganda faqat chegaralangan miqdorda ish olish mumkin. Chunki ishchi jismning kengayish protsessida temperatura va bosimi atrof muhitning temperaturasi va bosimiga tenglashadi. Shuning bilan ish olish tugaydi. Demak, qaytadan ish olish uchun siqilish protsessida ishchi jism o'zining boshlang'ich holatiga qaytarilishi kerak.

Ish bajariladigan davriy protsesslar turli issiqlik mashinalarida amalga oshiriladi.

Issiqlik mashinasi tsikli ishi $P\mathcal{Q}$ -diagrammada qulay tushuntiriladi (4.1-rasm). Issiqlik dvigateli tsiklida (4.1, a-rasm). temperaturasi T_1 bo'lgan issiqlik manбайдan Q_1 issiqlik olinadi. Temperaturasi T_2 , bo'lgan soviq manbaga ($T_2 < T_1$) Q_2 issiqlik beriladi, bu issiqlik miqdorlari farqi $Q_1 - Q_2$ foydali ishga aylanadi $L > 0$ va u tashqi iste'molchiga uzatiladi.

Issiqlik dvigatellari protsesslarining mohiyati shundan iboratki, beriladigan Q_1 va olinadigan Q_2 issiqlik miqdorlarining teng bo'lmasligi, kengayishda olinadigan va siqishga sarflanadigan ishlar miqdorini bir-biridan farq qilishiga olib keladi. Bunda kengayish ishi hamma vaqt siqilish ishidan katta bo'ladi.

Yo'nalishi soat millari yo'nalishiga mos tushadigan, yuqorida ko'rib chiqilgan aylanma tsikl to'g'ri tsikl deyiladi. U barcha issiqlik dvigatellari uchun umumiydir. Issiqlik dvigatellariga ichki yonuv dvigatellari, bug' va gaz turbinalari kiradi.



4. 1-rasm. Issiqlik mashinalari tsikllari:

a-issiqlik dvigatellari; b-sovitish mashinalari.

Diagrammada (4.1-rasm). $1v_2$ yo'lda gaz Q_1 issiqlik berilganda kengayish ishi bajaradi va u $1v_2$ dl yuza bilan aniqlanadi. $2s_1$ yo'lda gazdan Q_2 issiqlik olinganda ye_1s_2d yuza bilan aniqlanadigan siqilish ishi sarflanadi. $1v_2$ s yuza tashqi iste'molchiga beriladigan L ishni ifodalaydi.

Issiqlik dvigatellarining samaradorlik darajasi termik foydali ish koeffitsienti η_t bilan aniqlanadi. TSikl ishining ishchi jismga, tsiklda berilgan issiqlik miqdoriga nisbati tsiklning termik foydali ish koeffitsienti deb ataladi:

$$\eta_t = \frac{L}{Q} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (4.1)$$

Termik f.i.k. u yoki bu tsiklning takomillashganlik darajasini xarakterlaydi: η_t qanchalik katta bo'lsa, bir xil issiqlik berilganda, shunchalik ko'p ish bajariladi, ya'ni tsikl shunchalik mukammal bo'ladi.

Sovitish mashinasi tsiklida (4.1, b-rasm). temperaturasi past T_2 bo'lgan soviq manbadan Q_2 issiqlik olinib, temperaturasi T_1 bo'lgan issiq manbaga Q_1 va tsiklda keltirilgan ish L ga ekvivalent bo'lgan Q_1 issiqlik beriladi. Sovitish mashinalari tsikli teskari tsikl deyiladi va yo'nalishi soat millari yo'nalishiga teskari bo'ladi. Teskari tsiklni amalga oshirish natijasida issiqlik, soviq manbadan olinib issiq manbaga beriladi.

Sovitish mashinalarining samaradorligi sovitish koeffitsienti deb ataladigan va sovitkichdan olingan issiqlik miqdorini tsiklni amalga oshirish uchun tashqi jismlar bajargan ishga nisbati tarzida ifodalanuvchi kattalik bilan aniqlanadi:

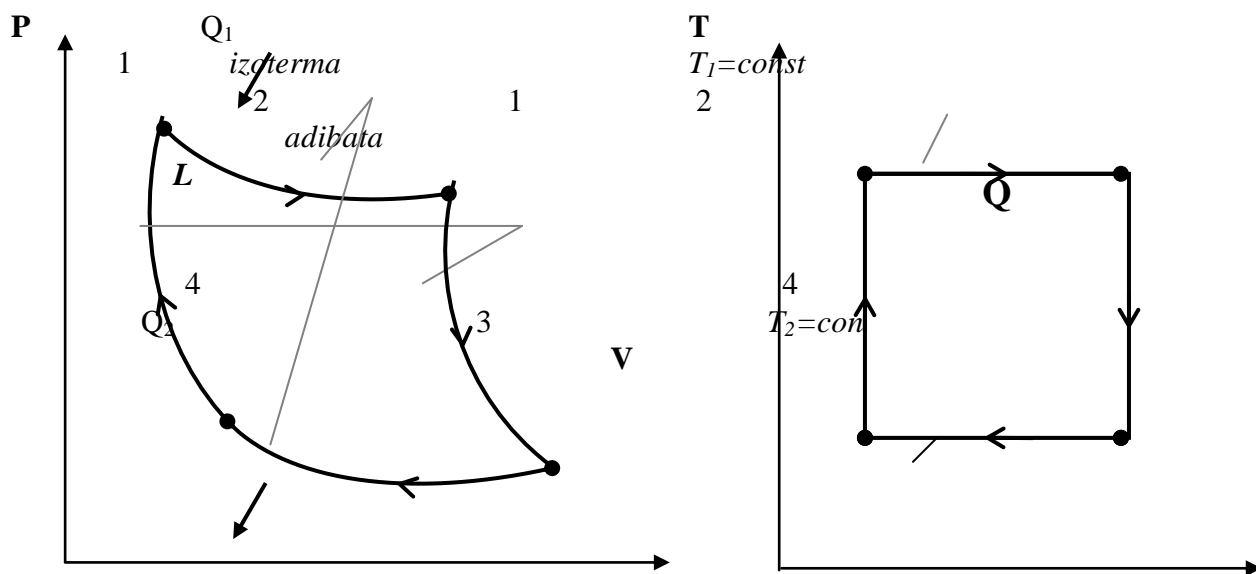
$$\varepsilon = \frac{Q_2}{L} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} \quad (4.2)$$

Sovitish koeffitsienti qiymati bir birlik ish sarflash natijasida sovitkichdan qancha miqdorda issiqlik olinishini ifodalaydi.

4.3 KARNO TSIKLI

S. Karno 1824 yilda "Olovning harakatlantiruvchi kuchi va bu kuchni hosil qila oladigan mashinalar haqida muloxazalar" nomli asarini nashr qildi. Karno ushbu asarida birinchi bo'lib issiqlikni ishga aylantirish mumkinligi to'g'risidagi fikrni ta'riflagan va tahlil etgan.

Frantsuz olimi S. Karno issiqlik mashinalarining ishlash samaradorligini tadqiqot qilib, ikkita o'zgarmas temperaturali issiqlik manbai-isitkich T_1 va sovitkich T_2 orasida sodir bo'ladigan, ikkita adiabat va ikkita izotermadan tashkil topadigan qaytar tsiklni taklif etdi.



4.2 - rasm. Karno tsikli

Bu tsiklda ishchi jism sifatida gazdan foydalaniladi.

Ishchi jism boshlang'ich holati parametrlari $P_1 V_1 T_1$ bo'lgan 1 nuqta bilan aniqlanadi (4.2 - rasm).

Ishchi jism issiqlik manбайдan Q_1 issiqlik olishi natijasida 1-2 chiziq bo'yicha izotermik kengayadi, bunda u tashqaridan berilgan issiqlik hisobiga ish bajaradi. 2 nuqtada issiqlik manbai tsilindrdan ajratib qo'yiladi va tsilindr termik izolyatsiyalanadi. Ishchi jism tashqi muhit bilan issiqlik

almashmay 2-3 chiziq bo'yicha adiabatik kengayadi va o'zining ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. SHundan so'ng birorta tashqi manbadan olinadigan ish hisobiga ishchi jism 3-4 chiziq bo'yicha izotermik siqiladi. Ishchi jism izotermik siqilish protsessida sovitkichga Q_2 issiqlik miqdori beradi. 4 nuqtada tsilindr termik izolyatsiyalanadi va ishchi jism 4-1 chiziq bo'yicha adiabatik siqilib, o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi. Karno tsikli diagrammada 12341 yopiq egri chiziq bilan tasvirlanadi va shu yuzaga son jihatdan teng L ish bajariladi (4. 2-rasm . PV-diagramma).

TS-diagrammada 12341 yuza son jihatdan Karno tsiklining foydali ishiga aylantirilgan issiqlik miqdoriga teng. Ikkala diagrammada yuzalar o'zaro teng.

Karno tsiklining termik f. i. k. (4. 1) ifoda bo'yicha aniqlanadi.

$$\eta_t = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad \text{ifodaga ko'ra:}$$

$$Q_1 = T_1(S_2 - S_1) \quad \text{va} \quad Q_2 = T_2(S_3 - S_4)$$

Aylanma protsessda $\oint \delta S = 0$ bo'lganligi uchun:

$$S_2 - S_1 = S_3 - S_4 = |\Delta S| \quad \text{va}$$

$$\eta_t = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2 |\Delta S|}{T_1 |\Delta S|} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (4. 3)$$

(4. 3) ifodadan ko'rinib turibdiki, Karno tsiklining termik f.i.k. ishchi jismning xossalriga bog'liq bo'lmasdan, balki faqat issiq va soviq manbalarining absolyut temperaturalari T_1 va T_2 ning qiymatlari bilan aniqlanadi. Bu temperaturalar farqi qanchalik katta bo'lsa, ya'ni T_1 ortishi va T_2 kamayishi bilan Karno tsiklining termik f.i.k. kattalashadi.

Karno tsiklining termik f.i.k. doimo birdan kichik bo'ladi, chunki (4. 3) ifodaga ko'ra $T_2/T_1=0$ ya'ni $T_2=0$ yoki $T_1=\infty$ bo'lgandagina birga teng bo'lishi mumkin edi, ideal tsiklda ham bunday temperatura hosil qilib bo'lmaydi. Issiqlik dvigatellarida sovitkich temperaturasi bu atrof-muhit temperaturasi $T_2 \approx 260 - 310 K$; issiq manba temperaturasi bug'-kuch qurilmalarida $T_1 \approx 800 - 850 K$, ichki yonuv dvigatellarida esa yonish mahsulotlari temperaturasi $T_1 \approx 2500 K$ atrofida bo'ladi.

Karno tsiklining termik f. i. k. $T_1=T_2$ bo'lsa nolga teng bo'ladi, bu esa sistemaning barcha jismlari temperaturasi teng bo'lsa issiqlikni ishga aylantirish mumkin emasligini ko'rsatadi.

Karno tsiklining termik f. i. k. qiymati shu temperaturalar chegarasida sodir bo'ladigan barcha real tsikllar f. i. k. dan yuqori bo'ladi. Ma'lumki, barcha real protsesslarda ishqalanishga ish sarfi, issiqlik almashinuvi va boshqa sarflar mavjud va ular qaytmas protsesslardir.

Har qanday real tsiklning f. i. k. qiymatini Karno tsikli f. i. k. bilan taqqoslab, ushbu tsikl bo'yicha ishlayotgan issiqlik dvigatelining takomillashganlik darajasini va issiqlikdan foydalanish samaradorligini aniqlash mumkin bo'ladi. Karno tsikli etalon bo'lib xizmat qiladi, real mashinalar yaratishda shu etalonga yaqinlashtirishga harakat qilish lozim bo'ladi.

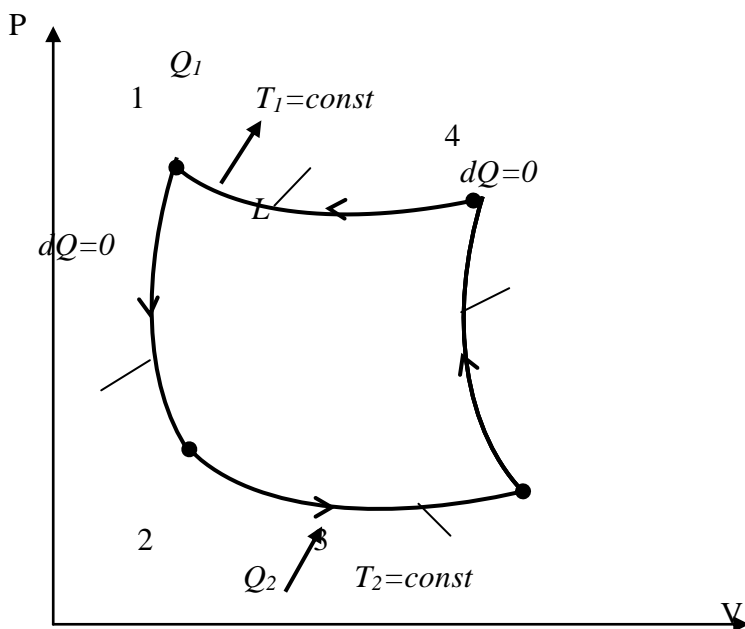
Real issiqlik dvigatellarida Karno tsikli, amaliy jihatdan qiyin bo'lganligi uchun amalga oshirilmaydi, ya'ni nazariy tsikl hisoblanadi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan to'g'ri qaytar Karno tsikli, teskari yo'nalishda ham amalga oshishi mumkin.

Karnoning teskari tsiklida sovitiladigan ob'ektdan Q_2 issiqlik T_2 past temperaturada sovitish agentiga (ideal gaz) uzatiladi. So'ngra sovitish agenti bug'larini siqish uchun kompressorda mexanik ish sarflanadi. Natijada sovitish agenti temperaturasi ortadi va u o'zida mujassam etgan Q_2 issiqlik va sarflangan mexanik ish L ga ekvivalent bo'lgan issiqlikni (Q_2QL) atrof-muhitga uzatadi. Bunda ishchi jism, ya'ni sovitish agenti sovitish mashinasida teskari aylanma protsess bo'lgan sovitish tsiklini bajaradi. Atrof-muhitga uzatilgan umumiy issiqlik energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra $Q_1=Q_2QL$ ni tashkil etadi.

Sovitish ob'ektdan issiqlikni sovitish agentiga va undan issiqlikni atrof-muhitga uzatilishi izotermik kechadi. Sovitish agenti 2-3 chiziq bo'ylab izotermik kengayganda T_2 temperaturali sovitish ob'ektdan Q_2 issiqlikni yutadi. So'ngra sovitish agenti 3-4 chiziq bo'ylab adiabatik siqiladi va uning temperaturasi atrof-muhit temperaturasigacha ortadi. 4-1 jarayonda sovitish agenti atrof-muhitga Q_1

issiqlikni beradi va so'ngra 1-2 chiziq bo'ylab adiabatik kengayadi. Kengayish oxirida uning temperaturasi T_2 ga qadar pasayadi va tsikl tugaydi.



4.3 - rasmi.

Sovitish mashinalari samaradorligi (4.2) ifoda bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

yoki teskari Karno tsikli uchun :

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad (4.4)$$

4.4 TERMODINAMIKA IKKINCHI QONUNINING MATEMATIK IFODASI

Qaytar Karno tsikli uchun :

$$\eta_t = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad \text{ëku} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Jismdan olinayotgan issiqlik miqdori Q_2 manfiy va

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0 \quad \text{ëku} \quad \sum \frac{Q}{T} = 0 \quad (4.5)$$

Ishchi jism olgan yoki bergan issiqlik miqdorining mazkur protsess amalga oshadigan absolyut temperaturaga nisbati issiqlikning keltirilgan miqdori deb ataladi.

Qaytar Karno tsikli uchun issiqlikning keltirilgan miqdori algebraik yig'indisi nolga teng.

Ushbu xulosa har qanday qaytar tsikl uchun ham o'rinlidir. Agar ixtiyoriy qaytar tsikl cheksiz ko'p elementar Karno tsiklidan iborat bo'lsa, har bir elementar Karno tsikli uchun:

$$\sum \frac{dQ}{T} = 0 \quad (4.6)$$

U holda butun ixtiyoriy tsikl uchun:

$$\oint \frac{dQ}{T} = 0 \quad (4.7)$$

bu yerda - \oint berk kontur bo'yicha integrallash belgisi.

Demak, har qanday ixtiyoriy qaytar tsikl uchun issiqlikning keltirilgan miqdori algebraik yig'indisi nolga teng. (4. 7) ifoda 1854 yilda R. Klauzius tomonidan keltirib chiqarilgan bo'lib, Klauzius integrali deyiladi. 2-bobdan ma'lumki:

$$\frac{dQ}{T} = dS \quad \text{va} \quad \oint dS = 0 \quad \text{ëku} \quad dQ = T dS \quad (4. 8)$$

(4. 8) ifoda qaytar protsesslar uchun termodinamika ikkinchi qonunining matematik ifodasi hisoblanadi.

qaytmas Karno tsikli uchun:

$$\sum \frac{Q}{T} < 0 \quad (4. 9)$$

Ixtiyoriy qaytmas tsikl uchun issiqlikning keltirilgan miqdori algebraik yig'indisi noldan kichik:

$$\oint \frac{dQ}{T} < 0 \quad (4. 10)$$

Ushbu ifoda Klauzius ikkinchi integrali deyiladi.

TSiklni amalga oshiruvchi ishchi jism uchun

$$\oint dS = 0 \quad \text{va} \quad \oint \frac{dQ}{T} < \oint dS = 0 \quad (4. 11)$$

$$\text{Bunga ko'ra: } \frac{dQ}{T} < dS \quad \text{ëku} \quad dQ < T dS \quad (4. 12)$$

(4.12) ifoda qaytmas protsesslar uchun termodinamika ikkinchi qonunining matematik ifodasi hisoblanadi.

(4. 8) va (4. 12) ifodalarni umumlashtirib, termodinamikaning ikkinchi qonunini analitik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$dS \geq \frac{dQ}{T} \quad (4. 13)$$

Bu ifodadagi tenglik belgisi qaytar, tengsizlik belgisi qaytmas protsesslar uchun o'rinli.

(4. 13) ifodaga ko'ra entropiyaning o'zgarishi temperaturaga teskari proporsional, ma'lumki ishchi jism temperaturasi qancha yuqori bo'lsa issiqlik dvigatellarida shunchalik ko'p issiqlik ishga aylanishi mumkin. Demak entropiya temperatura orqali ishga aylanishi mumkin bo'lgan issiqlik miqdorini xarakterlaydi.

Tabiiy protsesslar, ya'ni o'z-o'zidan sodir bo'ladigan har qanday protsess qaytmas protsess va entropiyaning o'sishi bilan boradi.

O'z-o'zidan sodir bo'ladigan protsesslar izolyatsiyalangan sistemada bu sistema intropiyasi maksimumga yetganiga qadar davom etadi.

Muvozanat holatga erishgandan so'ng o'z-o'zidan sodir bo'ladigan protsesslar to'xtaydi va sistema muvozanat holatda bo'ladi.

$dS \geq 0$ munosabatga asosan, entropiya ortadigan protsesslarga amalga oshishi mumkin.

Demak, $dS \geq 0$ munosabat protsessning amalga oshishi mumkin bo'lgan yo'nalishini ko'rsatadi. Bu esa termodinamika ikkinchi bosh qonunining mazmunidir. SHu sababli izolatsiyalangan sistemadagi tabiiy protsesslar entropiyasi ortadigan yo'nalishda amalga oshadi, deb ta'riflanadigan entropiyaning ortish qonunini termodinamikaning ikkinchi qonuni deb ataladi. Entropiyaning ortib borishi qaytmas protsesslarda izolatsiyalangan sistemaning ish bajarish qobiliyatini kamayshiga olib keladi.

Bir xil sharoitda porshen bilan dvigatel tsilindri devorlari orasida ishqalanish qanchalik kam bo'lsa, olingan ish shunchalik katta bo'ladi. Lekin ishqalanish tipik qaytmas protsessdan iborat.

12- mavzu. Real gazlar va ularning xossalari.

Reja:

1. Umumiy tushunchalar
2. P ρ diagrammada bug' hosil bo'lish jarayoni.
3. Suv va bug' o'lchamlarini aniqlash.
4. Suv va bug'ining asosiy termodinamik jarayonlari.

Umumiy tushunchalar

Real gaz sifatida suv bug'ini kurib chikamiz.

Suv bug'i konservalash texnologiyasida bankalarni sterilizatsiya qilishda va texniqaning boshqa soxalarida keng qo'llaniladi. SHuning uchun suv bug'larining termodinamik jarayonlarini tadqiqod qilish katta ahamitga egadir.

Bug'lar tuyingan va qizitilgan turlarga bo'linadi.

Tuyingan bug'lar kuruk tuyingan (kuruk) va nam tuyingan (nam) turlariga bo'linadi.

Bug' xususiyatlarini tushintirish uchun suyuklikni bug'ga aylanish jarayonini kurib chikamiz. Bu jarayonini bug' hosil bo'lishi jarayoni deb aytiladi. Malumki, suyuklik bug'ga parlanish va kaynash orqali aylanishi mumkin. Parlanish deb xar hil harorati suyuklik yuzasidan bug' hosil bo'lishiga aytiladi. Bug'lanish suyuklikning tabiatiga va uning haroratiga bog'liqdir. Agar suyuklikni atrofida cheklanmagan bushlik bo'lsa bug'lanish to'lik bo'lishi mumkin.

Suyuklikga issiqlik berilsa uning harorati ortadi va bug'lanish intensuvligi ortadi. Ma'lum bir haroratda uning hamma massasi buylab bug'lanish boshlanadi. Bunda idish devorlarida va suyuklik ichida bug'ning pufakchalari hosil bo'ladi. Bu holat suyuklikni kaynashi deyiladi.

Bug' hosil bo'lishga teskari bo'lgan jarayoni kondensatsiya deb aytiladi (suvga aylanish). Bug'ning kondensatsiya natijasida suyuklikni aylangani kondensant deyiladi.

Agar kondensatsiyalanish tezligi bug'lanish tezligiga teng bo'lib kolsa sistemada dinamik muozanat ruy beradi.

Bunda bug' maksimal zichlikga ega bo'ladi va tuyingan deyiladi.

Tuyingan bug' ma'nosi ostida suyuklik bilan muvozanat holatda to'rgan bug'ga aytiladi. Bu holatdagi kaynash haroratini tuyinganlik harorati deyiladi va $t_n(T_n)$, bilan belgilanadi. t_n ga muvoffik bo'lgan bosim tuyinganligi bosimi deyiladi va R_n yoki sodda R bilan belgilanadi.

Bug' bir tomchi suyuklik kolgunga kadar hosil bo'lishi mumkin. Bu momentga kuruk tuyingan bug' holati tugri keladi. Suyuklik to'lik bug'lanib ketmasdan hosil bo'lgan bug' nam tuyingan bug' deyiladi. Bu kuruk bug' bilan suyuklik tomchilarining aralashmasi hisoblanadi.

Kuruk bug'ning nam bug'dagi ogirlik ulushi kuruklik darajasi deyiladi va "x" bilan belgilanadi.

Suyuklikni nam bug'dagi ogirlik ulishi namlik darajasi deyiladi va «u» bilan belgilanadi.

Demak, $y=1-x$. Kuruklik darajasi va namlik darajasi birning ulushlarida, yoki % da ifodalanadi. Agar $x=0.95$ bo'lsa, $u=1-x=0.05$ bo'ladi. Bu aralashmada 95% kuruk bug' va 5% kaynovchi suyuklik borligini bildiradi.

Agar bug'ning harorati shu bosimdagi tuyingan bug'ning haroratidan katta bo'lsa bunday bug'ni qizdirilgan deyiladi. qizdirilgan bug' harorati bilan shu bosimdagi tuyingan bug' harorati orasidagi fark qizdirilganlik darajasi deyiladi.

qizdirilgan bug'ning zichligi tuyingan bug'ning zichligidan kichikdir. SHuning uchun qizdirilgan bug' tuyinmagan bo'ladi. qizdirilgan bug' o'zining fizik xususiyati bilan gazga yakinlashadi.

Bug' kozonlarida bug' suvdan doimiy bosim ostida hosil bo'ladi, shuning uchun bug' hosil bo'lish termodinamik jarayoni R_{const} bo'lgan holda kurib chiqiladi.

R ρ diagrammada bug' hosil bo'lish jarayoni.

Misol uchun tsilindrda bir qilogram suv bo'lsin, uni harorati $O^{\circ}S$ bo'lsin. Uning yuzasiga porshen yordamida "R" bosim tasir qilsin. $O^{\circ}S$ dagi suvni solishtirma hajmini ρ_0' bilan belgilaylik ($\rho_0'=0001$ m³/kg). Suvni amalda siqilmaydigan suyuklik deb olsak uning zichligi $O^{\circ}S$ da eng katta bo'ladi. TSilindrni qizdirilganda va suvga issiqlik berilganda uning harorati ortib boradi, hajmi kengayadi va $t=t_n$ yetganda $P=P_1$ bo'lganda suv kaynaydi va bug' hosil bo'lish boshlanadi. Suyuklikni va bug'ni hamma o'zgarish holatini P ρ diagrammada belgilaymiz (24-chizmaga karang).

$R = \text{const}$ bo'lganda bug' hosil bo'lish jarayoni uchta ketma-ket hosil bo'ladigan fizik jarayonlardan tashqil topadi.

- 1) Suyuklikni tuyinish haroratiga t isitish;
- 2) $t_n = \text{sonst}$ bo'lganda bug' hosil bo'lish;
- 3) bug'ni haroratini oshirish bilan sodir bo'ladigan, bug'ni qizdirish.

$P = P_1$ bo'lganda $P\vartheta$ diagrammada jarayon aa' , $a'a''$ va $d'd$ kirkimlarga tugri keladi.

a' va a'' nuqtalari orasidagi intervalda harorat doimiy bo'lib va t_n ga teng, bug' nam bo'ladi, a' nuqtaga yaqin joyda kuruklik darajasi kam bo'ladi ($x_{a'} = 0$). a'' nuqtada $x = 1$ ga teng bo'ladi.

Agar bug' hosil bo'lish kattarak bosim ostida o'tsa (ya'ni $R_2 > R_1$), U holda suv hajmi ϑ_o^1 amaliy jihatdan oldingisidek koladi. ϑ' hajm, kaynovchi suvga tugri keluvchi hajm biroz ortadi ($\vartheta'_v > \vartheta'_a$), chunki $t_{H2} > t_{H1}$, hajm $\vartheta''_v < \vartheta''_a$) bo'ladi, chunki $yu = \text{ori}$ bosimda va haroratda hosil bo'lish jarayoni intensiv kechadi. Demak, bosim ortishi bilan hajmlar farki $\vartheta' > \vartheta'_o$ ($v'v$ kesimlar) ortadi, $\vartheta'' - \vartheta'$ hajm farki kamayadi. ($v''v'$ kesimlar). Bunga uxshash jarayonlar yana katta bosimlarda ham bo'ladi.

Bosim R va harorat t_n orasidagi bog'liqlik kuruk bug' va kaynovchi suv holatini aniqlaydi.

$a-v-s$ chizigi suvning solishtirma hajmini $O^\circ S$ da bosimga bog'liqligini ifodalaydi. U ukiga paraleldir, chunki suyuklik siqilmaydi.

$a'-v'-s'$ kaynayotgan suvning solishtirma ogirlikini bosimga bog'liqligini ifodalaydi. Bu chizik pastga chegarviy egri chizik deyiladi. $R\vartheta$ diagrammada bu chizik suv kismini tuyingan bug' kismdan ajratib turadi.

$a''-v''-s''$ chizigi kuruk bug'ning solishtirma ogirlikini bosimga bog'liqligini ifodalaydi va yuqori chegarolovchi egri chizik deyiladi. Bu chizik tuyingan bug' chegarasini qizigan bug' chegarasidan ajratib turadi. Chegaralovchi chiziklarning to'qnashgan nuqtasi kritik nuqta deyiladi va "K" xarfi bilan belgilanadi.

Bu nuqtada suyuklik va bug' orasidagi fark bo'lmaydi. Bu nuqtada kaynayotgan suv bir zumda bug'ga aylanadi, chunki bug' hosil bo'lish uchastkasi yuk.

Jismlarning bu holatdagi o'lchami kritik o'lchamlar deb ataladi. Misol suv uchun $R_k = 22,1145 \text{ Mpa}$, $T_k = 647,231 \text{ K}$ va $\vartheta = 0,003145 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Kritik haroratda tuyingan bug'ning maksimal haroratsi hisoblanadi. Bu haroratdan yuqorida qizigan bug' va gazlar bo'ladi. Birinchi bo'lib kritik harorat tugrisida 1860 yili D. I. Mendeleev tushuncha bergan. Uning tushunchasi bo'yicha bu haroratdan yuqorida qanday bosim bo'lsa ham gazli suyuklikga aylantirish mumkin emas.

Suv va bug' o'lchamlarini aniqlash.

Kaynagan suv va kuruk tuyingan bug'larning termodinamik o'lchamlari jadvallardan aniqlanadi.

Izobarik jarayon uchun suyuklikka keltirilgan issiqlik ushbug'a teng.

$$q = h_2 - h_1$$

h_1 va h_2 – birinchi va ikkinchi holatning entalpiyasi.

Bu munosabatli $a'a''$ jarayonga qo'llanib ushbuni olamiz

$$q = r = h'' - h'$$

r - miqdor suv hosil qilish harorati deyiladi va bir kg suvni kuruk tuyingan bug'ga aylantirish uchun ketgan issiqlik miqdorini aniqlaydi.

Entropiyaning o'zgarishi bu hosil bo'lish jarayonida quyidagigga teng.

$$S'' - S' = \frac{r}{T_s}$$

Nam tuyingan bug' solishtirma hajmi ushbu ifodadan

$$\vartheta_x = x\vartheta'' + (1-x)\vartheta' = \vartheta'' + x(\vartheta' - \vartheta'')$$

Entropiyasi $S_x = S' + xz/T_s$;

Entalpiyasi $h_x = h' - xz$ topiladi.

Jadvaldan tuppa tugri nam bug' o'lchamlarini olish mumkin emas.

Ularni yuqorida keltirilgan formulalar bilan aniqlanadi.

Suv bug'ining T-S diagrammasi.

Jadvaldan tashqari suv bug'ini xar hil protseslarini tadqiqot qilish uchun T,S diagrammasi ishlatiladi.

U suv bug'ini

Jadvaldan olingan rakamlari bilan T,S koordinatasini qo'yib kuriladi.

Suvning holati uch tomonlama nuqtada ($S_0=0, T_0=273,16K$) diagrammada A' nuqta bilan belgilanadi. Diagrammada xar hil harorat uchun S' va S'' miqdorlarini qo'yib, pastki va yuqorigi chegaraviy egri chiziklarni olamiz.

T,S diagrammasidagi egri chizik ostidagi maydon ishchi jismga keltirilgan yoki chikarilgan issiqlikni bil-diradi.

Ushbu diagramma bo'yicha tsiklni FIK aniqlash mumkin.

25. rasm. Suv bug'ining, S diagrammasi

Suv bug'ining h,S diagrammasi

Agar ishchi jismning holatini aniqlash uchun bog'liq bo'lmagan entropiya "S" va entalpiya "h" kabo'l qilingan bo'lsa, u holda xar bir holatni h, S diagrammada nuqta bilan ifodalash mumkin. Bu diagramma ham suv bug'ining sonli ma'lumotlarini jadvaldan olib kuriladi.

Koordinata boshi qilib uch tomonlama nuqta ($S_0 = 0, h = 0$) A' olinadi.

Bu diagrammadan p, ϑ , t, h, s, x ni aniqlash mumkin. Bu yerda harorat miqdori (p qconst bo'lganda) kesimlarda ifodala-nadi, maydon bilan emas.

SHuning uchun h, S diagramma hisoblashlarda keng qo'llani-ladi.

Suv bug'ining asosiy termodinamik jarayonlari

Bug' kuch kurilmalarini ishini taxlil qilish uchun izoxorik, izotermik, izobarik va odiobatik jarayonlarning ahamiyati kattadir.

Bu jarayonlarni hisoblash jadvallardan, yoki h,s diagrammadan foydalanib bajarilishi mumkin. Birinchi usul aniqrok, ikkinchi usul sodda va ko'zga kurinadigandir.

h,s diagramma bo'yicha umumiy hisoblash usuli quyidagicha.

Aniq o'lchamlar bo'yicha ishchi tayanchning boshlangich holatlari qo'yiladi, sungra jarayonlarning liniyasi o'tkaziladi va uning oxirgi holatdagi o'lchamlari aniqlanadi. Bundan keyin ichki energiyani o'zgarishi, issiqlik miqdori va ish aniqlanadi.

Izoxorik jarayon

Diagrammadan kurinib turibdiki, (26-rasm) bir hil hajmda qizikish bilan bug'ni kuruk tuyingan va qizirilgan bug'ga aylantirish mumkin, (1-2) chizik. Sovo'tish bilan kondensatsiyalash mumkin, ammo oxirigacha emas, chunki past haroratda ham suyuklik tepasida xar doim tuyingan suv bug'i bo'ladi.

Bu izoxarani pastki chegaraviy egri chizikni kesmasligini bildiradi.

Ichki energiyani o'zgarishi

$$\Delta U = U_2 - U_1 = (h_2 - P_2 \vartheta_2) - (h_1 - P_1 \vartheta_1)$$

Tashqi ish $i=0$, shuning uchun keltirilgan issiqlik ichki energiyani orttirishga sarf bo'ladi.

$$q = u_2 - u_1,$$

Izobarik jarayon

Jarayonning ishi ushbu formula bilan aniqlanadi.

$$l = p (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

Izotermik jarayon

Suv bug'ining ichki energiyasi $T=const$ bo'lganda doimiy bo'lmaydi, chunki uning potentsial tashqil qiluvchisi o'zgaradi.

U shu formula bilan $\Delta u = u_2 - u_1 = (h_2 - p_2 \vartheta_2) - (h_1 - p_1 \vartheta_1)$ aniqlanadi.

Issiqlik miqdori $q = T (S_2 - S_1)$

Tashqi ish $l = q - \Delta u$ ga teng.

Adiabatik jarayon. Adiabatik kengayishda bug' bosimi va harorati kamayadi; va qizigan bug' avvalo kuruk va keyin nam bo'ladi.

Bu jarayondagi ish $l = - \Delta u = u_1 - u_2 = (h_1 - p_1 \vartheta_1) - (h_2 - p_2 \vartheta_2)$.

13- mavzu. Suv bug'i. Bug'lanish va bug'ni kaytadan suvga aylanishi. Tuyingan bug' bosimini haroratga bog'liqligi.

Reja:

1. Suv bug'i.
2. Bug'lanish va bug'ni kaytadan suvga aylanishi.
3. Tuyingan bug' bosimini haroratga bog'liqligi.

Bug'lanish va bug'ning termodinamik parametrlari

Ma'lumki, barcha moddalar harorat va bosimga bog'liq holda qattiq, suyuq va gaz holatida (fazalarda) bo'lishi mumkin. Moddaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi **faza o'zgarishi** yoki **fazaviy o'tish** deb ataladi. Masalan, suyuq fazaning gaz fazaga o'tishi - bug' hosil bo'lish; gaz fazaning suyuq fazaga o'tishi esa **kondensatsiya** deyiladi.

Bug'lanish: Moddaning suyuq holatdan bug' holatiga o'tishi **bug'lanish** deyiladi. Bunda molekullarning bir qismi suyuqlik yuzasidan ajralib chiqadi va uning ustida bug' hosil qiladi. Bug'lanishda ajralib chiqayotgan molekullar, yuzada qolgan molekullarning tortishish kuchini yengadi, ya'ni ular shu kuchlarga qarshi ish bajaradi. Molekullar bu ishni o'zining issiqlik harakati, kinetik energiyasi hisobiga bajaradi. Ma'lumki, hamma molekullar ham bunday ish bajaravermaydi. Kinetik energiyasi ancha katta bo'lgan molekullargina bunday ish bajara oladi.

Agar suyuqlikning harorati o'zgarmas saqlab turilsa, ya'ni unga to'xtovsiz issiqlik keltirib turilsa, u holda uchib chiqayotgan molekullarning soni to'xtovsiz ortib boradi. Lekin, bug' molekullari tartibsiz harakatda bo'lgani uchun, ular suyuqlikdan bug'ga o'tishi bilan bir vaqtda, teskari jarayon - **kondensatsiya** ham hosil bo'ladi. Agar, bug'lanish yopiq idishda ketayotgan bo'lsa, u holda, bug' miqdori muvozanat qaror topguncha, ya'ni suyuqlik va bug' miqdorlari o'zgarmas bo'lguncha ortaveradi. Bu vaqt birligi ichida suyuqlikdan chiqib ketgan molekullar soni, shu vaqt ichida suyuqlikka qaytayotgan molekullar soniga teng, degan so'zdir.

Suyuqligi bilan dinamik muvozanatda turgan bug' - **to'yingan bug'** deyiladi. Muvozanat vaqtida bug'ning zichligi o'zgarmas bo'ladi, bu zichlik muayyan bosimga to'g'ri keladi. Bu bosim **to'yingan bug'ning elastikligi** deyiladi.

To'yingan bug'ning bosimi harorat ko'tarilishi bilan ortadi. Harorat qancha yuqori bo'lsa, suyuqlikning shuncha ko'p molekullari gaz fazaga o'tadi va bug'ning muvozanat topgandagi zichligi, binobarin, bosimi shunchalik katta bo'ladi. Suyuqlikka tegib turgan va uning ustidagi bo'shliqni to'yintiradigan bug' - **to'yingan nam bug'** deyiladi.

To'yingan nam bug' - bug' bilan juda mayda suv tomchilarining aralashmasidir. Bug'dagi suyuqlik zarralarining miqdori bug'ning quruq yoki namlik darajasini belgilaydi.

Agar suyuqlik o'zgarmas bosimda isitilsa, uning molekullarining barcha hajm bo'yicha harakat tezligi ortadi va bug' hosil bo'lishi kuchayadi. Bug' hosil bo'ladigan bosimga qat'iy muvofiq keladigan muayyan haroratda bug'lanish jarayoni qaynash jarayoniga aylanadi.

Qaynash: Suyuqlikning faqat erkin sirtidan emas, balki butun hajmi bo'yicha intensiv ravishda bug'ga aylanishi va bug' pufakchalarining tez hosil bo'lishi va ko'payib borishi - **qaynash** deb ataladi.

Qaynash sodir bo'ladigan harorat va bosim bir-biriga bog'liqdir. Ular **to'yinish harorati** t_m va **to'yinish bosimi** p_m deb ataladi.

Harorat va bosimi to'yinish bosimi va haroratiga teng, lekin tarkibida suv zarralari bo'lmagan bug' - **quruq to'yingan bug'**, deb ataladi.

To'yingan bug'ning bug' saqlami: bug' hosil bo'lish jarayonida nam bug' miqdori kabi, quruq bug'ning miqdori ham 0 dan 1 gacha o'zgarishi mumkin.

Agar 1 kg bug'da X kg quruq bug' va (1-X) kg nam bo'lsa, X - kattalik **bug' saqlami** yoki bug'ning **quruqlik darajasi** deyiladi, ya'ni bu kattalik nam bug' tarkibida quruq bug' miqdoridir.

(1-X) - kattalik esa **nam saqlami** yoki bug'ning **namlik darajasi** deyiladi.

Masalan, X = 0,85 bo'lsa, (1-X)=(1-0,85)=0,15 bo'ladi, ya'ni to'yingan nam bug'da 85 % quruq bug', 15 % suv bo'ladi.

O'ta qizigan bug': Agar to'yingan quruq bug'ga o'zgarmas bosimda issiqlik berilsa, uning harorati ko'tariladi, hajmi ortadi va to'yingan quruq bug', o'ta qizigan bug'ga aylanadi. Bug'ning o'ta qizish darajasi, Δt haroratlar ayirmasidan aniqlanadi:

$$\Delta t = t - t_m \quad (90)$$

t - o'ta qizigan bug'ning harorati;
 t_m - to'yingan quruq bug'ning harorati.

Suv bug'ining P – V, T-s va h-s diagrammalari

Bug' hosil bo'lish jarayonini $p-v$ diagrammada tasvirlanishini ko'rib chiqishda quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

a) suyuqlikning 0^0S dagi barcha parametrlari «nolb» indeksi bilan (t_0, v_0, i_0, S_0).

b) to'yinish haroratidagi parametrlarni bitta shtrix bilan (t', v', i', S').

v) to'yingan quruq bug' parametrlarini ikkita shtrix bilan (v'', i', S'').

g) to'yingan nam bug' parametrlarini x indeks bilan (v_x, i_x, S_x).

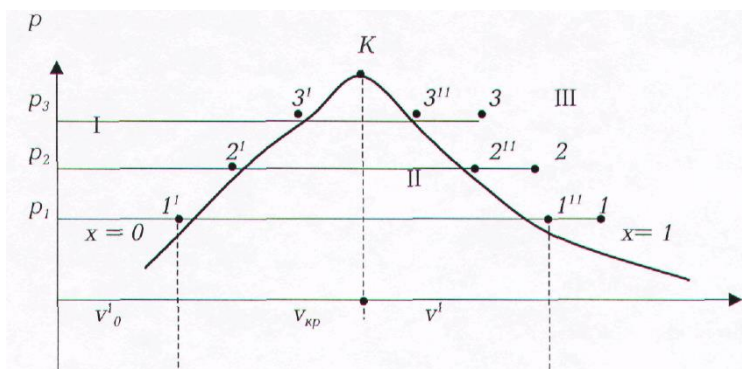
d) O'ta qizigan bug' parametrlarini indekssiz (v, i, S) belgilaymiz.

TSilindrda porshen ostida 1 kg suv bor va uni bug'ga aylantirish kerak, deb faraz qilaylik. TSilindrning porsheniga tashqi tomondan yuk - r kuch quyilgan va bu kuch tsilindr ichida bosimni o'zgarmas bo'lishini ta'minlaydi, deb faraz qilaylik.

Diagrammada abstsissa o'qiga suvning va hosil bo'lgan bug'ning nisbiy hajmi, ordinatalar o'qiga esa tsilindrdagi bosim qo'yilgan. SHuni aytib o'tish kerakki, diagrammadagi egri chiziq, suv va bug' hajmlarining haqiqiy nisbatiga mos kelmaydi. Bunga sabab shuki, past bosimlarda suvning hajmi shu bosimda to'yingan bug'ning hajmiga nisbatan hisobga olmas darajada kichik bo'ladi. SHunday qilib, agar diagramma qurishda qat'iy proporsiyalarga rioya qilsak va suvning hajmini abstsissalar o'qida millimetrlarda ifodalangan kesma bilan belgilasak, u holda to'yingan quruq bug'ning hajmini metrlarda ifodalashga to'g'ri kelgan bo'lar edi. Diagrammani qurib chiqishni suyuqlikning 0^0S dan qaynash haroratigacha isitishdan boshlash lozim edi. Lekin bu oraliqda suvning hajmi shunchalik kam o'zgaradiki, uni diagrammada tasvirlashning ahamiyati qolmaydi.

SHu sababli bug' hosil bo'lishini P-V diagrammada suvning qaynashiga mos keladigan haroratdan boshlaymiz:

Bug' hosil bo'lishining boshlanishi diagrammada 1^1 nuqta bilan belgilanadi. Bu 1 kg suv to'yinish harorati va bosimida ($r_1; t_1$) da tsilindrda v_1 xajmni egallaydi, degan so'z. Xuddi shu paytda tsilindrda faqat bir fazali sistemaning o'zi - suv bo'ladi, xolos. TSilindrga yana issiqlik keltirilganda suv asta-sekin bug'ga aylanadi. Bug' hosil bo'lish jarayoni o'zgarmas bosimda $1^1 - 1^{11}$ izobara bo'yicha boradi. Bu izobara bir vaqtning o'zida izoterma hamdir, chunki shu vaqtda keltirilgan issiqlik suv va bug' haroratini oshirishga emas, balki molekullar tortishish kuchini yengishga va bug'ning kengayish ishiga sarf bo'ladi.



14-rasm. Suv bug'ining $p-v$ diagrammasi

Bu vaqtda tsilindrda ikki fazali muhit: suv - bug' bo'ladi, bu muhit to'yingan nam bug' deyiladi.

1^{11} nuqtada suyuqlikning oxirgi zarrasi ham bug'ga aylanadi. Bu nuqtada berilgan 1 kg suv to'lik 1 kg to'yingan quruq bug'ga aylanadi. TSilindrda yana bir fazali muxit paydo bo'ladi - bu to'yinish harorati va bosimidan, parametrlari v^{11}, p^{11}, t^1 bo'lgan to'yingan quruq bug'dir.

1^{11} nuqtadan keyingi jarayon bug'ning o'ta qizish yo'nalishida yoki, aksincha kondensatlanishi yo'nalishida ketishi mumkin.

Agar tsilindrga o'zgarmas bosimda issiqlik keltirilishi davom ettirilsa, u holda to'yingan quruq bug' o'ta qizigan bug'ga aylanishi $1^{11} - 1$ izobara bo'yicha davom etadi, bu izobara endi izoterma bo'la olmaydi, chunki keltirilgan issiqlik bug'ning qizishiga va haroratini oshishiga sarf bo'ladi.

Agar to'yingan quruq bug'dan (1^{11} nuqta) o'zgarmas bosimda va haroratda issiqlik olib ketilsa, u holda 1 kg to'yingan bug' asta-sekin $1^{11} - 1^1$ chiziq bo'yicha kondensatlanib, 1 kg suvga aylanadi (1^1 nuqta). SHunday qilib, $1^1 - 1^{11}$ chiziq bo'yicha chapdan o'ngga ketadigan jarayon bug' hosil bo'lish jarayoni, $1^1 - 1^{11}$ chiziq bo'yicha o'ngdan chapga ketadigan jarayon esa, kondensatlanish jarayoni deb ataladi.

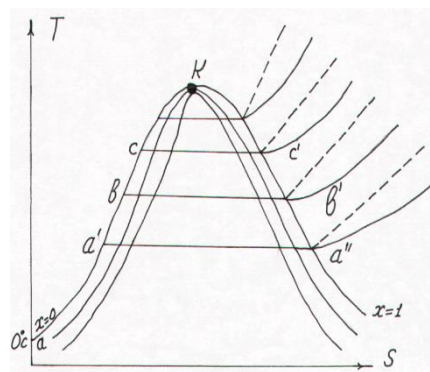
Endi 1 kg suvni $r_2 > r_1$ bosimda bug'ga aylanish jarayonini ko'rib chiqamiz. Ma'lumki, bosim ortishi bilan qaynash harorati ham ko'tariladi. Suv qaynash harorati $t_2 > t_1$ gacha isib, hajmi $v_2 > v_1$ gacha ko'payadi. SHuning uchun suvning qaynay boshlashini ko'rsatuvchi nuqta $2^1, 1^1$ nuqtadan o'ngga siljiydi. Bosim ortishi bilan to'yingan quruq bug'ning zichligi ortadi $\left(v = \frac{1}{\rho} \right)$, demak solishtirma hajmi

kamayadi. SHuning uchun 2^{11} nuqta 1^{11} nuqtadan chapga siljiydi. Bosimni oshira borsak, to'yingan quruq bug'ning solishtirma hajmi kichiklashib boradi, muayyan haroratda va unga mos keladigan bosimda suv bilan bug' hajmlarining ayirmasi nolga teng bo'lib qoladi. Suvning qaynay boshlash nuqtasi bilan bug' hosil bo'lishining tugash nuqtasi, biror K nuqtada ustma-ust tushadi. Bu K nuqta - moddaning kritik nuqtasi, deb ataladi. Kritik nuqtada suyuqlik bilan uning to'yingan bug'i orasidagi farq yuqoladi. Suyuqlik bilan bug'ning solishtirma hajmi, zichliklari bir xil bo'lib qoladi. Kritik haroratda va undan yuqori haroratlarda suv gazga o'xshab qoladi, bosim ko'tarilganda, uning hajmi kamayadi. Bu holatni, gazzimon holat deyish mumkin.

SHunday qilib, kritik holatdagi modda bir fazali bo'lib, bir vaqtning o'zida ham gaz holatidagi, ham suyuq jismlarning xossalari ega bo'ladi.

14-rasmda I - cuyuqlik holati; II - to'yingan bug' holati; III - o'ta qizigan bug' holati.

Suv bug'ining T-s diagrammasi. Bu diagramma suv bug'i bilan bo'lgan jarayonlarni o'rganishda va ularni hisoblashda katta ahamiyatga egadir. Diagrammaning ahamiyatli tomoni shundaki, chizilgan egri chiziq tagidagi yuza ishchi jismga berilayotgan va undan olib ketilayotgan issiqlikni ifodalaydi.



15-rasm. Suv bug'ining T – S diagrammasi

Diagrammadagi har bir nuqta jismning aniq holatini xarakterlaydi. Suyuqlikning 0^0S dagi entropiyasi nolga teng bo'lgani uchun T-s koordinatada ordinata o'qida joylashadi. Suvni 0^0S dan to'yinish harorati (t_T) gacha isitilishi aa' jarayoni bilan davom etadi. Bug' hosil bo'lishi jarayoni ($t_T = \text{const}$) gorizontallik aa'' chizig'i bilan ifodalanadi. Bug'ning qizitilishi esa $a'd$ izobara chizig'i bilan ifodalanadi. Lekin bug'ni qizitilish izobarasi suvni isitilish izobarasidan tikroq bo'ladi, buning sababi qizitilish harorati isitilish haroratiga qaraganda yuqoriroqdir. SHunday chiziqlarni o'tkazishni davom ettirsak, chiziqlar K nuqtada birlashadi.

Suv bug'ining h - S diagrammalari. Suv bug'i uchun eng zamonaviy jadval va diagrammalarni professor M.P.Vukalovich ishlab chiqqan. Bu diagrammalar yordamida suv bug'ining to'yinish harorati, bosimi, solishtirma hajmi, entalpiyasi, entropiyasi, quruqlik darajasi kabi parametrlari aniqlanadi. Suv bug'i uchun h-s diagrammani birinchi bo'lib 1904 yilda Моље taklif qilgan.

1.2. Amaliy mashg'uloti materiallari

Amaliy mashg'ulotining o'qitish texnologiyasi

Vaqt – 2 soat	Talabalar soni 25-30 nafar
O'quv mashg'ulotining shakli	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy mashg'ulot
Amaliy mashg'ulot rejasi	«Termodinamika» faniga kirish. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Energetika sohasida issiqlik texnikasining urni. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iktisoliy islohotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Elektrotexnika, elektronika va elektr yuritmalar borasidagi bilimlarni mustahkamlash va chuqurlashtirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustahkamlash; - mavzu bo'yicha bilimlarni tizimlashtirish, taqqoslash, umumlashtirish, tahlil qilish jarayonini tashkil qilish; - kommunikativ ko'nikmalarni, guruhlarda ishlash ko'nikmasini rivojlantirish.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> Talaba: - mavzudagi asosiy tushunchalar, fanni ta'rif, mohiyati va o'qitish maqsadi va vazifalarini biladilar; - fan tarkibiy kismini guruhlay oladi, tizimlashtiradi; - fanning evolyutsiyasi va ularni rivojlanish bosqichlarini sanab beradi; - soxa rivojida fan to'g'risida aniq bilimga ega bo'ladi.
<i>O'qitish usul va texnikalari</i>	Amaliy, savol-javob
<i>O'qitish vositalari</i>	Ma'ruza matnlari, marker, skoch, flipchart, konspektlar, grafik organayzer: klaster.
<i>O'qitish shakllari</i>	Jamoada, individual
<i>O'qitish sharoitlari</i>	Oddiy auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob Yozma nazorat: yozma shaklda vazifani bajarish

Amaliy mashg'ulotning texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	o'qituvchi	talaba
1-bosqich. Kirish (10 min.)	1.1. O'quv mashg'ulotning mavzusi, maqsadi va rejalashtirilgan o'quv natijalarini e'lon qiladi. Talabalar bilimini foallashtirish maqsadida savollar beradi: Termodinamika fani nimani o'rganadi? Termodinamika fani qanday asosiy vazifalarni yechadi?	Mavzuni yozadilar va savollarga javob beradilar
2-bosqich. Asosiy (60 min.)	2.1. O'quv mashg'ulotining baholash mezonlarini e'lon qiladi. Klaster tuzish qoidasini eslatadi (1-ilova). Talabalarga individual tarzda "Gidravlika gidravlik mashinalar" mavzusida klaster tuzish vazifasini beradi. Talabalarni klaster tuzish jarayonida, maslaxatchi, yo'lantiruvchi sifatida faoliyat yuritadi. 2.2. Klaster tuzish jarayoni tugashi haqida e'lon qiladi. Ihtiyoriy tarzda ikkita talabaning klasterini tekshiradi izohlaydi. 2.3. Doskada talabalar yordamida klasterning o'zini variantini chizadi (2-ilova). Talabalarga daftarga klasterini ko'chirib olishligini taklif qiladi.	Tinglashadi. Individual tarzda klaster tuzishadi. O'qituvchi bilan klasterini birgalikda tuzishadi, klasterini daftarga ko'chirishadi.
3-bosqich. Yakuniy (10 min.)	3.1. Mashg'ulotni yakunlaydi, talabalarni baholaydi va faol ishtirokchilarni rag'batlantiradi. 3.2. Mustaqil ish sifatida keyingi mavzu materiallarini o'qib kelishni taklif qiladi.	Eshitadilar. Topshiriqni oladilar.

FANNI O'QITISH TEXNOLOGIYASI

O'qituvchi tomonidan fanning shaxsga yunaltirilgan va rivojlantiruvchi ta'limga asoslangan o'qitish texnologiyasi bo'yicha metodik qo'llanma ishlab chiqiladi. Fanni o'qitish texnologiyasi ta'lim jarayonini loyihalashtirish, tashkil etish, o'tkazish, bilim va ko'nikmalarni baholash jarayonini o'z ichiga oladi. Har bir mashg'ulot uchun texnologik xaritalari ishlab chiqiladi. Texnologik xaritani loyihalash pedagogik mahorat cho'qqisi hisoblanadi, chunki mashg'ulot davomida bajariladigan amaliy ish jarayoni texnologik xaritada ketma-ketlik qoidasi asosida tasvirlanadi.

Quyidagi sxemalarda metodik qo'llanmani ishlab chiqishda fanni o'qitish texnologiyasining umumiy namunaviy tuzilmasi tavsiya etilgan.

Umumiy o'quv maqsadlari. O'quv maqsadlari muayyan ta'lim jarayoni yakunida ta'lim oluvchi tomonidan o'zlashtirilishi, yangi hosil qilinishi lozim bo'lgan bilim, hatti-harakat bilan bog'liq bo'lgan amaliy topshiriqni uddalay olish mahorati, shaxsiy fazilatlar va xulqni belgilaydi.

Har bir fanning o'quv maqsadlari to'g'ri belgilanishi muhim aha-miyatga ega. Umumiy o'quv maqsadlarning mazmuni yo'naltiruvchi maqsad-lardan kelib chiqib belgilanadi. Umumiy o'quv maqsadlari yo'naltiruvchi maqsadlarni aniqlashtiradi. Umumiy o'quv maqsadlari ta'lim oluvchi muayyan fan bo'yicha egallashi lozim bo'lgan bilim, ko'nikma, malaka haqida umumiy tasavvurni beradi.

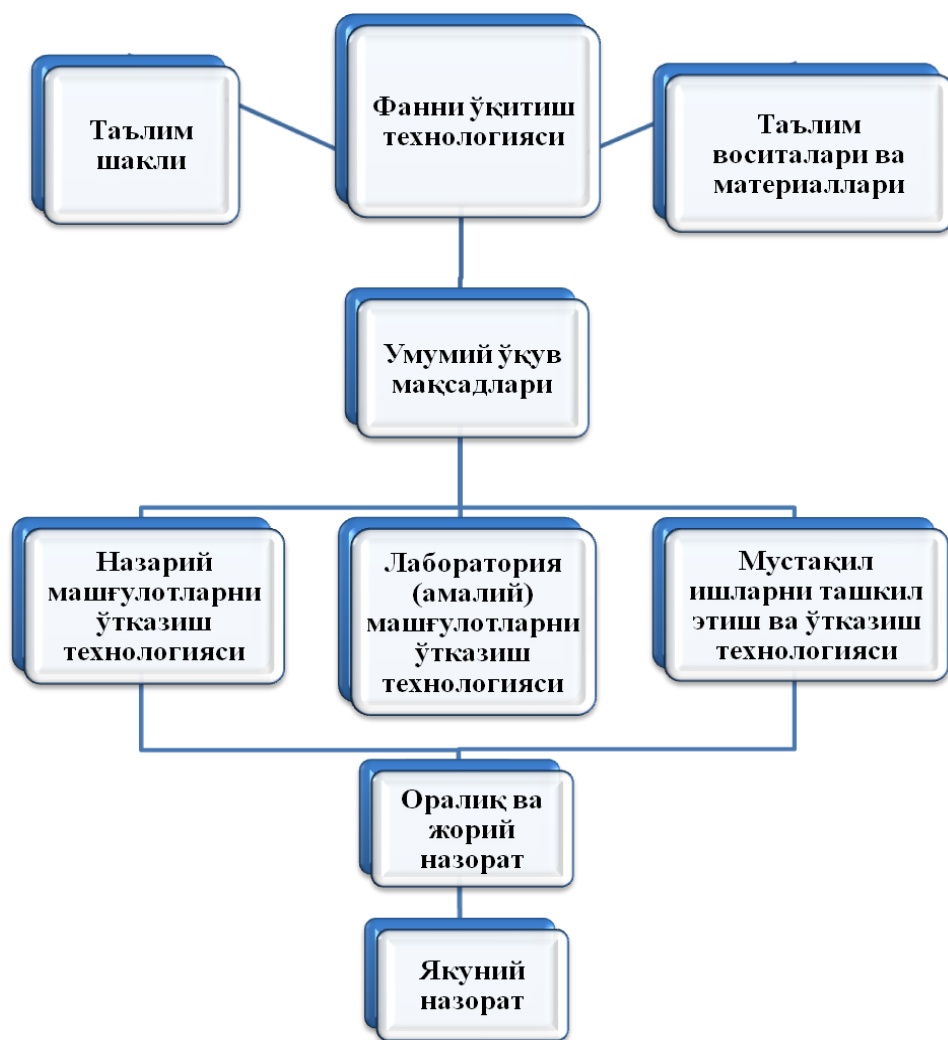
Nazariy va amaliy mashg'ulotlar

O'qituvchi tomonidan nazariy va amaliy mashg'ulotlarni o'tkazish texnologiyasi, dars ishlanmasi va texnologik xaritasi ishlab chiqiladi. Har bir mashg'ulot bo'yicha dars ishlanmalari va texnologik xaritalarni (keyingi betda texnologik xaritaning namunaviy tuzilmasi keltirilgan) ishlab chiqish o'quv jarayonini to'laqonli loyihalashtirish hamda samarali tashkil etish imkonini beradi.

Mustaqil ish

Mustaqil ishlar talabaning umumiy rivojlanishiga va kasbiy mahoratini o'stirishga xizmat qilishi kerak. SHuningdek talabalarning mustaqil va ijodiy ishlarini tashkil qilish tarbiyaviy, ta'limiy ahamiyatga ham ega bo'lishi kerak. Tarbiyaviylik ahamiyati shundaki talaba o'z bilimini oshirish va mustahkamlash uchun o'zini-o'zini tarbiyalab boradi. Ta'limiy ahamiyati esa talaba bo'sh vaqtdan samarali foydalangan holda mustaqil bilim olish jarayonining shakllanishiga olib keladi.

Mustaqil ishlarning turlari, shakllarini tanlashda «oddiydan-murakkabga» hamda «umumiydan-xususiyga», «mavhumdan-aniqlikka» tamoyillariga amal qilish lozim. Mustaqil va ijodiy ish topshiriqlarini ishlab chiqishda har bir talaba shaxsiy imkoniyatlari, tushunuvchanlik, o'quv materialini o'zlashtirish darajasi inobatga olinishi, shaxsga yo'naltirilgan o'qitish texnologiyalarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.



Mashg'ulotlarni tashkil etish shakllari

Nazariy, amaliy va mustaqil ish mashg'ulotlar jamoaviy kichik guruhlarda hamda individual shaklda olib boriladi. Individual shakl asosan ijodiy topshiriqlarni bajarishga yo'naltiriladi. Har bir talaba o'zining individual (jismoniy, psixik va b.) xususiyatlariga egaki, bu uning o'quv faoliyatiga katta ta'sir etadi. Pedagogning bu xususiyatlarni o'rganishi va inobatga olishi o'qitish sifatini oshirish hamda har bir talabaning ijodiy qobiliyat-larini rivojlantirish uchun sharoit yaratadi.

Kichik guruhlarda ishlash maxsus bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko'nikmalar o'rganilishi kerak bo'lganda, shuningdek talabalarda mustaqil ishlash qobiliyatlarini rivojlantirish uchun qo'llaniladi.

Didaktik vositalar va materiallar.

O'quv-didaktik materiallarga o'qitilishi va o'rganilishi lozim bo'lgan bilimlarni beruvchi har qanday axborot tashuvchilar tushuniladi. Nazariy va amaliy mashg'ulotlarda o'quv-didaktik materiallar sifatida qullaniladigan matnli - vizual vositalar, amaliy mashg'ulotlarda kurs materiallari, uslubiy qo'llanmalar, jadvallar, jihoz yoki asbobni ishlatish bo'yicha ko'rsatmalar hamda elektron ta'lim resurslari ruyhati beriladi.

Amaliy mashg'ulot texnologik xaritasi

№	Bosqichlar	Vaqt (daq)	Ta'lim beruvchi faoliyati	Ta'lim oluvchi faoliyati	Ta'lim vositala-ri	Ta'lim metod-lari
1	Motivatsiya	10	Amaliy mashg'ulot maqsadi va vazifalari bilan tanishtiradi. Talabalarni faollashtiradi. Muammoni bayon etadi.	Tinglaydilar. Savollar bilan murojaat qilishadi	Tarqatma material	Aqliy hujum
2	Kichik guruhlariga ajratish	5	Kichik guruhlarini tashkil etadi va muammoli topshiriqlar beradi	Rangli kartochkalar orqali kichik guruhlar tashkil etishadi	Raqamli vositalar	Guruhiy ishlash
3	Kichik guruhlarida muammoning kelib chiqish sabablarini tahlil qilish va oqibatlari to'g'risida fikr yuritish	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi.	Har bir kichik guruh muammoning kelib chiqish sabablarini tahlil qiladilar, oqibatlari to'g'risida fikr yuritadilar va kartochkalarga yozadilar.	Flipchart qog'ozi, marker-lar, Rangli kartochkalar	Muammoli vaziyat, munozara
4	Kichik guruhlarida muammo yechimi bo'yicha ishl	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi, maslahatlar beradi.	Har bir kichik guruh muammoni yechimini ishlab chiqadilar.	Rangli kartochkalar, markerlar	Munozara
5	Kichik guruhlar taqdimoti	15	Guruhni boshqaradi	Gurux ishini taqdimot qiladilar. Muammo yechimi bo'yicha fikr yuritadila	Pinbord va magnitli doska	Namoyish, muzokara
6	Kichik guruhlar ishini baholash	5	Kichik guruhlar ishini tahlil qiladi va baholaydi.	Kichik guruhlar bir birining ishini tahlil qiladi baholaydi, fikrlari ni bayon etadi.	Pinvand, doska, magnit	O'zaro baholash
7	Yakuniy qism	5	Natijalarni tahlil qiladi. Kamchiliklar bo'yicha tavsiyalar beradi. Mustaqil ish-lash uchun topshiriqlar beradi va amaliy mashg'ulotga yakun yasaydi	Savollar beradi. Mustaqil ish topshiriqlarini yozib oladilar		Munozara



Klasterni tuzish qoidasi

1. Aqlingizga nima kelsa, barchasini yozing. G'oyalari sifatini muhokama qilmang faqat ularni yozing.
2. Xatni to'xtatadigan imlo xatolariga va boshqa omillarga e'tibor bermang.
3. Ajratilgan vaqt tugagunicha yozishni to'xtatmang. Agarda aqlingizda g'oyalar kelishi birdan to'xtasa, u holda qachonki yangi g'oyalar kelmagunicha qog'ozga rasm chizib turing.

Amaliy mashg'ulot texnologik xaritasi

№	Bosqichlar	Vaqt (daq)	Ta'lim beruvchi faoliyati	Ta'lim oluvchi faoliyati	Ta'lim vositala-ri	Ta'lim metod-lari
1	Motivatsiya	10	Amaliy mashg'ulot maqsadi va vazifalari bilan tanishtiradi. Talabalarni faollashtiradi. Muammoni bayon etadi.	Tinglaydilar. Savollar bilan murojaat qilishadi	Tarqatma material	Aqliy hujum
2	Kichik guruhlarga ajratish	5	Kichik guruhlarni tashkil etadi va muammoli topshi-riqlar beradi	Rangli kartochkalar orqali kichik guruhlarni tashkil etishadi	Raqamli vositalar	Guruhiy ishlash
3	Kichik guruhlarda muammoning kelib chiqish sabablarini tahlil qilish va oqibatlari to'g'risida fikr yuritish	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi.	Har bir kichik guruh muammoning kelib chiqish sabablarini tahlil qiladilar, oqibatlarini to'g'ri-sida fikr yuritadilar va kartochkalarga yozadilar .	Flipchart qog'ozi, marker-lar, Rangli kartochkalar	Muammoli vaziyat, munozara
4	Kichik guruhlarda muammo yechimi bo'yicha ishl	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi, maslahatlar beradi.	Har bir kichik guruh muammoni yechimini ishlab chiqadilar.	Rangli kartochkalar, markerlar	Munozara
5	Kichik guruhlarni taqdimoti	15	Guruhni boshqaradi	Gurux ishini taqdimot qiladilar. Muammo yechimi bo'yicha fikr yuritadilar	Pinbord va magnitli doska	Namoyish, muzokara
6	Kichik guruhlarni baholash	5	Kichik guruhlarni ishini tahlil qiladi va baholaydi.	Kichik guruhlarni bir birining ishini tahlil qiladi baholaydi, fikrlarini bayon etadi.	Pinvand, doska, magnit	O'zaro baholash
7	Yakuniy qism	5	Natijalarni tahlil qiladi. Kamchiliklar bo'yicha tavsiyalar beradi. Mustaqil ish-lash uchun topshi-riqlar beradi va amaliy mashg'ulotga yakun yasaydi	Savollar beradi. Mustaqil ish topshiriqlarini yozib oladilar		Munozara

1 - AMALIY MASHG'ULOT HOLAT PARAMETRLARI

Jismning fizik holatini ifodalovchi kattaliklar holat parametrlari deb ataladi. Holat parametrlari quyidagilardir: solishtirma hajm, bosim, harorat, ichki energiya, entalpiya, entropiya va boshqalar. Jismni holatini o'zgartirishida keskin o'zgaruvchi parametrlar bosim, solishtirma hajm, haroratdir. SHU parametrlarni ko'rib chiqamiz:

Bosim. Sirtning birlik yuziga tik ta'sir etuvchi kuchga bosim deyiladi va P harfi bilan belgilanadi.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2; \quad 1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}; \quad 1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa};$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}; \quad 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm sim.ust.} = 101325 \text{ Pa.}$$

Tajriba hisoblashlarida bosimni o'lchashda texnik atmosfera ishlatiladi.

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kg/sm}^2 = 10^4 \text{ kg/m}^2; \quad 1 \text{ at} = 10^4 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ bar}; \quad 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2.$$

Fizik atmosfera - bu simob ustunining balandligi 760 mm, harorati 0°S ga teng bo'lgan dengiz sathidagi bosim deb tushuniladi. Fizik atmosfera - 1 atm belgilanadi.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm.simob ust.} \quad 1 \text{ bar} = 750 \text{ mm.simob ust.}$$

$$1 \text{ atm} = 10333 \text{ mm suv ust.}$$

Ko'pincha bosim biror-bir suyuqlik sathining balandligi bilan o'lchanadi. Bunda bosim quyidagicha o'lchanadi:

$$P = \rho \cdot g \cdot h, \quad (1.1)$$

bu yerda: ρ - zichlik; g - erkin tushish tezlanishi; h - suyuqlik sathining balandligi.

Bosim quyidagi turlarga bo'linadi:

1. **Mutlaq (absolyut) bosim** - bu jismga ta'sir etuvchi to'liq bosimdir. U hech qanday asbob bilan o'lchanmaydi, balki ifoda bilan aniqlanadi.

Agar ortiqcha bosimni o'lchab olsak, mutlaq bosim quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_{\text{mut}} = P_{\text{bar}} + P_{\text{man}} \quad (1.2)$$

Agar vakuum bosimni o'lchab olsak, mutlaq bosim quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_{\text{mut}} = P_{\text{bar}} - P_{\text{vak}} \quad (1.3)$$

2. **Barometrik bosim** - bu atmosfera bosimi, u barometr bilan o'lchanadi - P_{bar} (P_{atm}).

3. **Manometrik yoki ortiqcha bosim** - bu atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan bosim, u manometrlar bilan o'lchanadi - P_{man} (P_{ort}).

4. **Siyraklanish bosimi** - bu atmosfera bosimidan kichik bo'lgan bosimdir. Agar idish ichidagi gazning bir qismini olib tashlasak, idish ichida siyraklanish hosil bo'ladi. Bu bosimni vakuummetr bilan o'lchanadi.

Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi nisbatni quyidagi jadval orqali ko'rishimiz mumkin.

1.1-jadval

Birliklar	Pa	bar	kg k/sm ²	mm sim.ust.	mm suv ust.
1 Pa	1	10^{-5}	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$7,5024 \cdot 10^{-3}$	0,702
1 bar	10^5	1,02	1,02	$7,5024 \cdot 10^2$	$1,02 \cdot 10^4$
1 kg/sm ²	$9,8 \cdot 10^4$	1	1	735	10^4
1 mm sim.ust.	133	$1,36 \cdot 10^3$	$1,36 \cdot 10^3$	1	13,6
1 mm suv.ust	9,8067	10^{-4}	$7,35 \cdot 10^{-2}$	$7,35 \cdot 10^{-2}$	1

Harorat. Harorat jismning qiziganlik darajasini ko'rsatadigan kattalikdir.

Harorat ikki xil bo'ladi:

1. Mutlaq harorat - T, K .

2. Empirik harorat - $t, ^\circ C$

Hozirgi vaqtda ishlatiladigan asosiy harorat shkalalari Kelvin shkalasi - T, K , Tselziy shkalasi - $t, ^\circ C$ va Farangeyt shkalasi - $t, ^\circ F$ dir.

Turli harorat shkalalari orasidagi bog'lanish quyidagichadir:

$$t \text{ } ^\circ F = 1,8 t \text{ } ^\circ C + 32$$

$$t \text{ } ^\circ R = 0,8 t \text{ } ^\circ C$$

$$T \text{ } K = t \text{ } ^\circ C + 273,15$$

$$t \text{ } ^\circ R = 1,8 (t \text{ } ^\circ C + 273,15)$$

Solishtirma hajm. Moddaning solishtirma hajmi moddaning massa birligida egallagan hajmidan iborat. Solishtirma hajm - ν jism massasi M bo'lsa, to'liq hajm V bilan ifodalansa, quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$v = \frac{V}{M}; \quad \text{m}^3/\text{kg} \quad (1.4)$$

Moddaning solishtirma hajmi, odatda m^3/kg hisobida o'lchanadi.

Z i c h l i k. Hajm birligidagi modda massasidir.

$$\rho = \frac{M}{V}, \quad \text{kg}/\text{m}^3. \quad (1.5)$$

Masalalar

1. 1 m^3 metanning massasi ma'lum sharoitlarda $0,7 \text{ kg}$ ga teng. SHu shart-sharoitlarda metanning zichligi va solishtirma hajmini aniqlang.

Berilgan:

$$V=1 \text{ m}^3 \quad \text{Echish: } v = \frac{V}{M} = \frac{1}{0,7} = 1,4258 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\underline{M=0,7 \text{ kg}} \quad \rho = \frac{1}{v} = \frac{1}{1,4258} = 0,7 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\rho - ? \quad v - ?$$

2. Havoning zichligi ma'lum sharoitlarda $1,293 \text{ kg}/\text{m}^3$ ga teng. SHu sharoitlarda havoning solishtirma hajmini aniqlang.

Berilgan:

$$\rho = 1,293 \text{ kg}/\text{m}^3 \quad \text{Echish: } \rho = \frac{1}{v}; \quad v = \frac{1}{1,293}; \quad v = \frac{1}{1,293} = 0,773 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

$$v = ?$$

3. Hajmi $0,9 \text{ m}^3$ bo'lgan idishning ichida $1,5 \text{ kg}$ SO gazi joylashgan. SHu gazning solishtirma hajmi va zichligini aniklang.

Berilgan:

$$V=0,9 \text{ m}^3,$$

$$\underline{M=1,5 \text{ kg}}$$

$$v-?, \rho-? \quad v = \frac{V}{M} = \frac{0,9}{1,5} = 0,6 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \rho = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,6} = 1,66 \text{ kg}/\text{m}^3.$$

4. Havoning bosimi barometr orqali 770 mm.sim.ust. ga teng. Bu ko'rsatkich 0°S da olingan. Mana shu bosimni N/m^2 va (bar) kattaliklarda ifodalang.

Berilgan:

$$R = 770 \text{ mm.sim.ust.}$$

$$\underline{t = 0^\circ\text{C}}$$

$$\text{N}/\text{m}^2 \text{ (bar)}=?$$

$$\text{Javob: } 1,2 \text{ bar}; 1,02 \cdot 10^5 \text{ n}/\text{m}^2.$$

5. Bug' qozonida bosim $R= 0,04 \text{ MPa}$, barometrik bosim 725 mm sim.ust. ga teng bo'lganda mutlaq (absolyut) bosimni toping. Javob: $R_{\text{mut}} = 136660 \text{ Pa}$.

6. Bug' qozonidagi bug'ning harorati 350 F ga teng. Bu haroratni $^\circ\text{C}$ da ifodalang.

$$\text{Javob: } t = 510^\circ\text{C}.$$

2 - AMALIY MASHG'ULOT

HOLAT TENGLAMASI

Ideal gazning holat tenglamasini keltirib chiqarish uchun ideal gazning asosiy qonunlarini esga olamiz.

Boyl-Mariott harorat o'zgarmaganda solishtirma hajm bilan mutlaq bosim orasidagi bog'lanishni aniqlagan. Bu qonun ingliz fizigi Boyle tomonidan 1664 yilda va frantsuz ximigi Mariott tomonidan 1676 yilda ochilgan va quyidagicha ta'riflanadi: harorat o'zgarmaganda, bosimlar nisbati, hajmlar nisbatiga teskari proportsional.

$$T = \text{const}; \quad PV = \text{const} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \quad (2.1)$$

Gey-Lyussak tomonidan yana bir qonun yaratilgan bo'lib, u jismning bosimi o'zgarmagan holni tekshirdi.

Bu qonun, bosim o'zgarmaganda, mutlaq harorat bilan solishtirma hajm orasidagi bog'lanishni ifodalaydi va quyidagicha ta'riflanadi: bosim o'zgarmaganda, solishtirma hajmlar nisbati, haroratlar nisbatiga to'g'ri proporsional:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (2.2)$$

Ko'rilgan qonunlardan shu narsa ayon bo'ldiki, har birida bitta parametr o'zgaras bo'lib, qolgan ikkalasi orasida bog'lanish aniqlangan. Har uchchala parametr orasidagi bog'lanish esa quyidagi ko'rinishga ega.

$$(p, v, T) = 0 \quad (2.3)$$

Bu bog'lanishni aniqlash gazlarning molekulyar-kinetik nazariyasiga asoslangan. Unda shunday deyiladi: bosim gaz molekulari o'rtacha kinetik energiyasining 2/3 qismiga to'g'ri proporsionaldir.

SHunga asoslangan holda quyidagicha yozamiz:

$$R = \frac{2}{3} \frac{n}{v} \frac{\overline{mw^2}}{2} \quad (2.4)$$

bunda: R - mutlaq bosim; n - molekular soni; v - 1 kg gazning hajmi;
m - molekular massasi; w - o'rtacha tezlik;

$\frac{\overline{mw^2}}{2}$ - molekularning o'rtacha kinetik energiyasi.

SHu nazariyaga asosan, mutlaq harorat o'rtacha kinetik energiyaga to'g'ri proporsional.

$$\frac{\overline{mw^2}}{2} = V \cdot T \quad (2.5)$$

bunda: T - mutlaq harorat; V - proporsionallik koeffitsienti.

SHunga asoslangan holda quyidagicha yozamiz.

$$PV = \frac{2n}{3} BT \quad (2.6)$$

Agar yuqoridagi tenglamani gazning ikki holati uchun yozadigan bo'lsak, ularning har biri uchun quyidagicha yoziladi.

$$p_1 v_1 = \frac{2}{3} n B T_1 \quad \text{va} \quad p_2 v_2 = \frac{2}{3} n B T_2 \quad (2.7)$$

Ifodani bo'lish natijasida quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (2.8)$$

Bu tenglamadan shuni aytish mumkinki, solishtirma hajmning mutlaq bosimga bo'lgan ko'paytmasini mutlaq haroratga bo'lgan nisbati o'zgaras sonidir:

$$\frac{PV}{T} = const \quad (2.9)$$

Bu 1 kg gazga keltirilgan o'zgaras kattalikni R bilan belgilab, gaz doimiysi deb ataymiz.

$$\frac{PV}{T} = R \quad \text{J/kgK} \quad (2.10)$$

PV=RT - ideal gazning holat tenglamasi deyiladi.

M kg gaz uchun holat tenglamasi:

$$PV = MRT \quad (2.11)$$

1 kmol gaz uchun holat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$PV_\mu = R_\mu \cdot T \quad (2.12)$$

R_μ - universal gaz doimiysi: $8314 \left[\frac{\text{Ж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}} \right] = 8,314 \left[\frac{\text{кЖ}}{\text{кмол} \cdot \text{К}} \right]$

Har qanday gazning gaz doimiysi quyidagicha aniqlanadi:

$$R = \frac{R_{\mu}}{\mu_{\text{газ}}} \quad (2.13)$$

μ - molekulyar massa.

Masalan: Kislородning gaz doimiysi: $R_{O_2} = \frac{8314}{\mu_{O_2}} = \frac{8314}{32} = 260 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

Havoning gaz doimiysi: $R_{\text{havo}} = \frac{8314}{\mu_{\text{газ}}} = \frac{8314}{29} = 287 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

Masalalar

7. Agar manometrning ko'rsatkichi $r=0,245$ mPa, bosim barometr orqali $R_{\text{bar}} = 93,325$ Pa (700 mm sim.ust.)ga teng bo'lsa, u holda bug' qozonidagi mutlaq bosimni aniqlang.

Javob: $P_{\text{mut}}=0,33$ MPa

8. Simobli barometr bilan o'lchangan havo bosimi 765 mm sim.ust. ga, harorat $t=20^{\circ}\text{C}$ ga teng. Bosimni Pa ga aylantiring. Javob: $P_{\text{bar}} = 1,02352$ Pa.

9. SO gazi berilgan bo'lib, uning bosimi 1 bar ga, harorati 15°S ga teng. SHu gazning zichligini toping. Berilgan:

$R=1$ bar Echish: $r = \frac{1}{v}$, $rv=RT$, $v = \frac{RT}{P} = \frac{297 \cdot 288}{1 \cdot 10^5} = 0,85 \text{ m}^3/\text{kg}$

$t=15^{\circ}\text{C}=288 \text{ K}$ $R_{SO} = \frac{R_{\mu}}{\mu_{\text{co}}} = \frac{8314}{28} = 297 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ $\rho = \frac{1}{0,85} = 1,17 \text{ kg/m}^3$

$\rho=?$

10. 1 kg azot 70°S harorat va 0,2 mPa bosimda qanday hajmni egallaydi?

Javob: $v=0,509 \text{ m}^3/\text{kg}$.

11. O_2 gazi berilgan bo'lib, uning bosimi 23 bar ga, harorati 280°S ga teng. Kislородning solishtirma hajmini hisoblang. Javob: $v = 0,062 \text{ m}^3/\text{kg}$

12. Bosimi 0,5 MPa ga ega bo'lgan havo tsilindrda harakatlanadi, uning hajmi $0,8 \text{ m}^3$ ga teng. Agar harorat o'zgarmaganda havoning bosimini 0,8 MPa gacha oshirilsa hajm qanchaga o'zgaradi? Javob: $V=0,5 \text{ m}^3$

13. -20°S li ma'lum miqdorli gazning hajmi, harorati $+20^{\circ}\text{S}$ bo'lgan gazning hajmidan necha marta kam? Bosimni ikkala holda ham bir xil deb olinsin.

Javob: 1,16 marta.

3 - AMALIY MASHG'ULOT

GAZLAR ARALASHMASI

Gaz aralashmasi deb, bir necha komponentlardan tashkil topgan aralashmaga aytiladi. Gaz aralashmasi massaviy va hajmiy ulushda berilishi mumkin.

Massaviy ulushi - g m_2 bilan belgilanadi va har bir komponentning massasini aralashma massasiga nisbati bilan aniqlanadi.

$$m_1 = \frac{M_1}{M}; \quad m_2 = \frac{M_2}{M}; \quad m_3 = \frac{M_3}{M}; \quad m_n = \frac{M_i}{M} \quad (3.1)$$

(3.1) dagi: M_1, M_2, M_n - gaz aralashmasida gazlar massasi;

M - gaz aralashmasining massasi.

Hajmiy ulushi - r bilan belgilanadi va har bir komponentning hajmini aralashmaning hajmiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$r_1 = \frac{V_1}{V}; \quad r_2 = \frac{V_2}{V}; \quad \dots \quad r_n = \frac{V_n}{V} \quad (3.2)$$

(3.2) dagi: V_1, V_2, V_n - gaz aralashmasida har bir gazning hajmi;

V - gaz aralashmasi hajmi.

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = M \quad (3.3)$$

$$m_1 + m_2 + \dots + m_n = 1 \quad (3.4)$$

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n = V \quad (3.5)$$

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n = 1 \quad (3.6)$$

Massaviy ulushni hajmiy ulushga o'tish ifodasi quyidagichadir:

$$r_i = \frac{\frac{m_i}{M_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{M_i}} \quad (3.7)$$

Xuddi shunday hajmiy ulushdan massaviy ulushga o'tish ifodasi ham mavjuddir.

$$r_i = \frac{r_i \mu_i}{\sum_{i=1}^n r_i \mu_i} \quad (3.8)$$

Gaz aralashmasining zichligi quyidagi ifodadan aniqlanadi. Agar hajmiy ulushda berilsa:

$$\rho_{ar} = \sum r_i \rho_i, \quad \text{kg/m}^3 \quad (3.9)$$

yoki massaviy ulushda berilsa:
$$\rho_{ar} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\rho_i}}; \text{kg/m}^3 \quad (3.10)$$

Molekulyar og'irlikni quyidagicha aniqlanadi.

Hajmiy ulushda:
$$\mu_{ar} = \sum_{i=1}^n r_i \mu_i, \quad \text{kg/m}^3 \quad (3.11)$$

Massaviy ulushda:
$$\mu_{ar} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\mu_i}}; \quad (3.12)$$

Gaz doimiysi quyidagicha aniqlanadi:
$$R_{ar} = \sum_{i=1}^n m_i R_i, \quad \text{J/kgK} \quad (3.13)$$

$$R_{ar} = \frac{8314}{\mu_{ap}} = \frac{8314}{\sum_{i=1}^n r_i \mu_i}; \text{J/kgK} \quad (3.14)$$

Masalalar

14. Atmosfera havosi taxminan quyidagi tarkibga ega: $m_{O_2} = 23,2\%$; $m_{N_2} = 76,8\%$. Havoning hajmiy tarkibini, uning gaz doimiysini, molekular massasini va havoning bosimi barometr bo'yicha $V = 101325$ Pa bo'lsa, kislorod va azotning partsiyal bosimini toping.

Berilgan:

$$M_{O_2} = 23,2\%$$

$$M_{N_2} = 76,8\%$$

$$B = 101325 \text{ Pa}$$

$$R_{ap} = ?, M_{ap} = ?, r_{O_2} = ?$$

$$P_{O_2} = ?, P_{N_2} = ?, r_{N_2} = ?$$

Echish:
$$r_i = \frac{\frac{m_i}{\mu_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\mu_i}} \quad \text{tenglamadan foydalanib, hajmiy ulushni aniqlaymiz:}$$

$$r_{O_2} = \frac{\frac{m_{O_2}}{\mu_{O_2}}}{\frac{m_{O_2}}{\mu_{O_2}} + \frac{m_{N_2}}{\mu_{N_2}}} = \frac{\frac{23,2}{32}}{\frac{23,2}{32} + \frac{76,8}{28}} = 0,21 \quad r = \frac{\frac{76,8}{28}}{\frac{23,2}{32} + \frac{76,8}{28}} = 0,79$$

$$R_{ap} = \sum_1^n m_i R_i \quad \text{J/(kg} \cdot \text{K) tenglamadan}$$

$$R_{ap} = m_{O_2} R_{O_2} + m_{N_2} R_{N_2} = 0,232 \cdot 260 + 0,768 \cdot 295 = 287 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$$

$$M_{ar} = \sum_{i=1}^n r_i \mu_i = r_{O_2} \mu_{O_2} + r_{N_2} \mu_{N_2} = 0,21 \cdot 32 + 0,79 \cdot 28 = 28,9$$

Partsiyal bosimni quyidagi tenglamadan topamiz:

$$P_i = r_i \cdot P; \quad P_{O_2} = r_{O_2} \cdot P = 0,21 \cdot 101325 = 21278 \text{ Pa}$$

$$P_{N_2} = r_{N_2} \cdot P = 0,79 \cdot 101325 = 80047 \text{ Pa}$$

15. 1 m^3 quruq havoda taxminan $0,232 \text{ m}^3$ kislorod va $0,768 \text{ m}^3$ azot bor. Havoning tarkibini, uning gaz doimiysini va partsiyal bosimlarini aniqlang.

Berilgan:

$$V_{O_2} = 0,232 \text{ m}^3$$

$$V_{N_2} = 0,768 \text{ m}^3$$

$$m_{O_2} \text{ -?}, P_{N_2} \text{ -?}$$

$$R_{ap} \text{ -?}, P_{O_2} \text{ -?}$$

$$\text{Javob: } m_{O_2} = 0,232 = 0,232; \quad m_{N_2} = 0,768 = 0,768;$$

$$R_{ap} = 287 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}; \quad R_{O_2} = 0,232 \cdot R_{ar}; \quad R_{N_2} = 0,768 \cdot P_{ap}$$

16. Quruq yonilg'i mahsulotlarining hajmiy tarkibi $SO_2=12,3\%$, $O_2=7,2\%$, $N_2=80,5\%$ (tarkibida suv bug'i yo'q). Molekulyar massasini, gaz doimiysini, hamda zichligi va mahsulotlarning $V=800^0\text{S}$ haroratdagi solishtirma hajmini hisoblang.

$$\text{Javob: } M_{ap} = 30,3, \quad R_{ap} = 274 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)};$$

$$V = 2,94 \text{ m}^3/\text{kg}; \quad \rho_{ap} = 0,34 \text{ kg/m}^3.$$

17. Generator gazi quyidagi hajmiy tarkibga ega: $N_2=7,0\%$, $SN_4=2,0\%$, $SO=27,6\%$, $SO_2=4,8\%$, $N_2=58,6\%$. SHu gazning 150^0S va $0,1 \text{ mPa}$ dagi massaviy ulushlarini, molekulyar og'irligini, gaz doimiysini, zichligi va partsiyal bosimini aniqlang.

Berilgan: $N_2=0,07$

$$SN_4=0,02$$

$$SO=0,276$$

$$SO_2=0,048$$

$$N_2=0,586$$

$$t=15^0\text{C}$$

$$T=288 \text{ K}$$

$$P=0,1 \cdot 106 \text{ H/m}^2$$

$$m_{ar} \text{ -?}, \quad m_{CH_4} \text{ -?}, \quad m_{H_2} \text{ -?}, \quad m_{CO_2} \text{ -?}, \quad m_{CO} \text{ -?}, \quad \rho_{ar} \text{ -?}, \quad R_{ap} \text{ -?}, \quad R_{H_2} \text{ -?}, \quad m_{N_2} \text{ -?}$$

$$\text{Echish: } m_{H_2} = 0,005; \quad m_{CH_4} = 0,012;$$

$$m_{CO} = 0,268; \quad m_{CO_2} = 0,079;$$

$$m_{N_2} = 0,614; \quad R_{ar} = 311,29$$

$$\mu_{ar} = 26,72; \quad \rho_{ap} = 1,095;$$

$$R_{H_2} = 7 \text{ kPa.}$$

18. Koks pechining gazi quyidagi tarkibga ega: $N_2=57\%$, $SN_4=23\%$, $SO=6\%$, $SO_2=2\%$, $N_2=12\%$. Gazning molekulyar massasi, zichligi, gaz doimiysi va 150^0S , 100 kPa dagi partsiyal bosimini toping.

Berilgan:

$$N_2 = 0,57 \%$$

$SN_4 = 0,23\%$
 $SO = 0,06\%$
 $SO_2 = 0,02\%$
 $N_2 = 0,12\%$
 $T = 15^\circ C$
 $R = 100 \text{ kPa}$

$T = 2880 \text{ K}$

Javob: $\mu_{ar} = 10,77$; $m_{H_2} = 0,107$;

$m_{CO_2} = 0,082$; $\rho_{ap} = 0,45 \text{ kg/m}^3$;

$R_{ar} = 772 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$

19. Generator gazi quyidagi hajmiy qismlardan tarkib topgan: $H_2=18\%$, $CO=24\%$, $CO_2=6\%$, $N_2=52\%$

Generator gazining gaz doimiysini va gaz tarkibining massaviy ulushini aniqlang. Javob: $R_{ar} = 342,32 \text{ J/(kgK)}$; $m_{H_2} = 1,48\%$;

$m_{CO} = 27,83\%$; $m_{CO_2} = 10,86\%$; $m_{N_2} = 60,03\%$.

20. Agar aralashmaning hajmiy tarkibi quyidagicha bo'lsa: $N_2O=6\%$, $SO=1\%$, $SO_2=12\%$, $O_2=7\%$, $N_2=74\%$ gaz doimiysi, solishtirma hajmi va partial bosim aniqlansin. Umumiy bosim $R=100 \text{ kPa}$.

Javob: $R_{ap} = 281 \text{ j/kgK}$; $V_{ap} = 0,76 \text{ m}^3/\text{kg}$;

$R_{SO} = 1200 \text{ kPa}$; $R_{CO_2} = 12000 \text{ Pa}$.

4 - AMALIY MASHG'ULOT ISSIQLIK SIG'IMI

Jismning issiqlik sig'imi deb, uning haroratini 1 gradusga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Moddaga nisbatan olingan issiqlik sig'imi solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi.

Solishtirma issiqlik sig'imi o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi:

a) massaviy solishtirma issiqlik sig'imi, s , $\text{kJ}/(\text{m}\cdot\text{K})$ - bu 1 kg jismni 1 gradusga qizitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori;

b) hajmiy solishtirma issiqlik sig'imi, s' , $\text{kJ}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$ - bu 1 m^3 jismni 1 gradusga qizitish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori;

v) molyar solishtirma issiqlik sig'imi, μs , $\text{kJ}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ - bu 1 mol jismni 1 gradusga qizitish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori.

Ular orasidagi bog'liqlik quyidagicha:

$$C = \frac{\mu c}{\mu} \quad c' = \frac{\mu c}{22,4} \quad (4.1)$$

bu yerda R_n - gazning normal sharoitda zichligi.

Issiqlik texnikasida solishtirma issiqlik sig'imini oddiy qilib issiqlik sig'imi deb atash qabul qilingan.

Issiqlik sig'imi jismning tabiatiga, uning haroratiga va issiqlik berilayotgan yoki olib ketilayotgan jarayonning xarakteriga bog'liq.

Gazlarning issiqlik sig'imi harorat ortishi bilan oshadi. t_1 dan t_2 gacha

$$C = \frac{q}{t_2 - t_1} \quad (4.2)$$

Jismning ma'lum bir (aniq) haroratidagi issiqlik sig'imi xaqiqiy issiqlik deb ataladi.

$$\lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{dq}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad (4.3)$$

Gazning xaqiqiy issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligi quyidagi ko'rinishga ega: $s = a + bt + dt^2 + \dots$, (4.4)

bu yerda a , b , d - har bir gaz uchun doimiy bo'lgan koeffitsientlar.

Amaliy hisob kitoblardagi yetarli aniqlik bilan bu bog'liqlikni to'g'ri chiziqli bog'liqlik ko'rinishida ifodalash mumkin. $c = a + bt$ (4.5)

$$t_1-t_2 \text{ oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi } S \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{q}{t_2 - t_1} \quad (4.6)$$

Agar o'rtacha issiqlik sig'imining jadval miqdori ma'lum bo'lsa, unda t_1-t_2 oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi:

$$C \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{C \Big|_{t_0}^{t_2} t_2 - C \Big|_{t_0}^{t_1} t_1}{t_2 - t_1} \quad (4.7)$$

Gazlarning doimiy bosimdagi s_r va doimiy hajmdagi s_v issiqlik sig'implari alohida o'ringa ega.

Bu ikki holat uchun issiqlik sig'imining har xil miqdorlari to'g'ri keladi: ya'ni quyidagi haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'implari:

- A. 1) doimiy bosimdagi molyar issiqlik sig'imi μs_{pm}
 2) doimiy hajmdagi molyar issiqlik sig'imi μs_{vm} va $M s_{vm}$
 B. 1) doimiy bosimdagi massaviy issiqlik sig'implari s_r va s_{rm}
 2) doimiy hajmdagi massaviy issiqlik sig'implari s_v va s_{vm}
 V. 1) doimiy bosimdagi hajmiy issiqlik sig'implari s'_p va s'_{pm}
 2) doimiy hajmdagi hajmiy issiqlik sig'implari s'_v va s'_{vm}

s_p va s_v lar orasidagi bog'liqlik Mayer formulasi orqali ifodalanishi mumkin

$$\mu s_r - \mu s_v = R \quad (4.8)$$

Yoki $\mu s_r - \mu s_v = \mu R = 8,314 \text{ kJ (kmol} \cdot \text{K)}$

Xuddi shuningdek ularning nisbati ham issiqlik sig'imida keng qo'llaniladi.

$$\frac{c_p}{c_v} = k \quad (4.9)$$

bu yerda k - adiabatik ko'rsatkich.

Gaz aralashmasining issiqlik sig'imini hisoblash issiqlik balansi tenglamasiga asoslangan va bunga asosan, aralashmaga keltirilgan issiqlik, uning komponentlariga keltirilgan issiqlik miqdorining yig'indisiga teng.

a) Aralashmaning massa issiqlik sig'imi $S_{ar} = \sum_{i=1}^n m_i c_i \quad (4.10)$

b) Aralashmaning hajmiy issiqlik sig'imi $S_{ar} = \sum_{i=1}^n r_i c_i \quad (4.11)$

v) Aralashmaning molyar issiqlik sig'imi $\mu S_{ap} = \sum_{i=1}^n r_i \mu c_i \quad (4.12)$

Ishchi jismning politropik jarayondagi issiqlik sig'imi

$$S = s_v \frac{n - \kappa}{n - 1} \quad (4.13)$$

bu yerda n - politropa ko'rsatkichi.

Agar issiqlik sig'imi haroratga bog'liq emas deb qabul qilinsa, quyidagi jadvaldan foydalanish mumkin.

4-1-jadval

Gazlar	μs_v	μc_p	μc_v	μc_p	$\frac{c_p}{c_v} = k$
	KJ (kmol \cdot K)		Kkal/(kmol \cdot K)		
Bir atomli	12,56	20,93	3	5	5/3=1,666
Ikki atomli	20,93	29,31	5	7	7/5=1,4
Uch va ko'p atomli	28,31	37,68	7	9	9/7=1,285

Xaqiqiy va o'rtacha molyar issiqlik sig'implarining 0-1000⁰S haroratlar oralig'ida qiymatini hisoblash uchun interpolatsion formulalari jadvalda berilgan.

Gazlar	R=const dagi xaqiqiy issiqlik sig'imi, kJ/(kmol·K)	R=const dagi o'rtacha issiqlik sig'imi kJ/(kmol·K)
N ₂	$\mu_{S_r}=28,5372+0,0005390 t$	$\mu_{C_p^1_0}=28,7340+0,002349 t$
O ₂	$\mu_{C_p}=29,5802+0,006971 t$	$\mu_{C_p^1_0}=2920,80+0,004072 t$
H ₂	$\mu_{C_p}=28,3446+0,003152 t$	$\mu_{C_p^1_0}=28,7210+0,001201 t$
CO ₂	$\mu_{C_p}=28,7395+0,005862 t$	$\mu_{C_p^1_0}=28,8563+0,00268 t$
SO ₂	$\mu_{C_p}=41,3597+0,013204 t$	$\mu_{C_p^1_0}=38,3955+0,010584 t$
SO ₂	$\mu_{C_p}=42,8728+0,013204 t$	$\mu_{C_p^1_0}=40,4386+0,009956 t$
havo	$\mu_{C_p}=28,7558+0,005721 t$	$\mu_{C_p^1_0}=28,8270+0,002708 t$
N ₂ O (bug')	$\mu_{C_p}=32,8367+0,011661 t$	$\mu_{C_p^1_0}=33,1494+0,005275 t$

Masalalar

21. Havoning issiqlik sig'imi haroratga bog'liq emas deb hisoblab, uning doimiy bosimdagi va doimiy hajmdagi, massaviy va hajmiy issiqlik sig'irlarini aniqlang.

$$\text{Javob: } S_v=0,722 \text{ kJ/kgK}; S_r=1,012 \text{ kJ/kgK}; \\ S^1_v=0,935 \text{ kJ/kgK}; S^1_r=1,308 \text{ kJ/kgK}.$$

22. Harorat bog'liqligiga e'tibor bermasdan kislorodning doimiy hajmdagi va doimiy bosimdagi massaviy issiqlik sig'irini aniqlang.

$$\text{Javob: } C_v=0,655 \text{ kJ/kgK}; S_r=0,916 \text{ kJ/kgK}$$

23. $s=\text{sonst}$ deb hisoblab, kislorodning bosimi va hajmi o'zgarmagandagi hajmiy issiqlik sig'irini aniqlang.

Echish: Ikki atomlik gazlar uchun:

$$\mu S_v=20,93 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{K}$$

$$\mu S_r=29,31 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{K}$$

$$\text{Demak: } S^1_v = \frac{\mu C_v}{22,4} = \frac{20,93}{22,4} = 0,934 \text{ kJ/m}^3 \cdot \text{K}$$

$$S_r = \frac{\mu C_p}{22,4} = \frac{29,31}{22,4} = 1,308 \text{ kJ/m}^3 \cdot \text{K}$$

24. Uglerod oksid gazining hajmi o'zgarmaganda ($\mu S_{rm})_0^{1200}=32,192 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{gr}$ bo'lgandagi $0 \div 1200^0\text{S}$ haroratlar oralig'idagi o'rtacha massaviy va o'rtacha hajmiy issiqlik sig'irini aniqlang, Yechish: $\mu S_r - \mu S_v = \mu R \approx 8,314 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{gr}$ ifodasidan $\mu S_v \int_0^{1200}$ ni aniqlaymiz:

$$\mu S_v \int_0^{1200} = \mu S_r \int_0^{1200} - 8,314 = 32,192 - 8,314 = 23,877 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{gr}$$

$$\mu S_{vm} \int_0^{1200} = \frac{\mu C_v \int_0^{1200}}{\mu_{co}} = \frac{23,877}{28} = 0,8528 \text{ kJ/kg}\cdot\text{gr}$$

$$\mu S_{vm} \int_0^{1200} = \frac{\mu C_v \int_0^{1200}}{22,4} = \frac{23,877}{22,4} = 1,0659 \text{ kJ/m}^3 \cdot \text{gr}$$

25. $200 \div 800^0\text{S}$ haroratlar oralig'idagi bosim o'zgarmaganda havoning o'rtacha issiqlik sig'irini aniqlang, bunda issiqlik sig'irini haroratga bog'liqligini chiziqli emas deb hisoblang.

Echish:

$$S_{rm} \int_{t_1}^{t_2} = \frac{C_{pm} \int_0^{t_2} \cdot t_2 - C_{pm} \int_0^{t_1} \cdot t_1}{t_2 - t_1}$$

ifoda bo'yicha aniqlanadi.

$$\text{Buning uchun } 800^0\text{S} \rightarrow S_{rm} \int_0^{800} = 1,0710; 200^0\text{S} \rightarrow S_{rm} \int_0^{200} = 1,0115$$

qiymatlarni havo uchun jadvaldan aniqlab olamiz:

$$S_{\text{rm}} \int_{200}^{800} = \frac{1,0710 \cdot 800 - 1,0115 \cdot 200}{800 - 200} = 1,091 \text{ kJ/kg} \cdot \text{gr}.$$

5-AMALIY MASHG'ULOT

TERMODINAMIKANING 1- QONUNI

Fanni o'rganishni boshlaganimizda, texnik termodinamika ikkita asosiy qonunga asoslanadi, deb aytgan edik.

Energiyaning saqlanish qonuniga binoan, energiya yo'qdan bor bo'lmaydi, bordan yo'q bo'lib ketmaydi, bir turdan ikkinchi turga o'tadi. Bunday o'tishda, energiya bir turining muayyan miqdori, ikkinchi tur energiyaning shunga teng miqdoriga aylanadi. Termodinamikaning birinchi qonuni mohiyati jihatidan energiyaning saqlanish qonunidir. U sistemaga keltirilgan issiqlik miqdori, uning ichki energiyasi va sistemasining bajarilgan ishi orasidagi miqdoriy bog'liqlikni belgilab beradi.

SHunga asoslanib, uni quyidagicha ta'riflash mumkin. Sistemaga keltirilgan issiqlik miqdori, uning ichki energiyasini o'zgartirish va ish bajarish uchun sarf bo'ladi. $Q=(U_2-U_1)+L$ (5.1)

- Q - sistemaga keltirilgan issiqlik miqdori;
- U_1 - jarayon boshlanishidagi sistemaning ichki energiyasi;
- U_2 - jarayon oxiridagi sistemaning ichki energiyasi;
- L - sistemaning bajargan ishi.

Agar birinchi qonuni differentsial shaklda ifodalasak va gaz bajargan ishni 1 kg gaz uchun taalluqli desak, u holda (5.1) tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin.

$$dq=du+dl \quad (5.2)$$

$$dl=pdV \quad (5.3)$$

desak, unda tenglamani quyidagicha yozamiz.:

$$dq=du+pdV \quad (5.4)$$

(5.4) tenglama termodinamikaning birinchi qonunini analitik ko'rinishi ya'ni ichki energiya ko'rinishidagi ifodasidir.

Endi termodinamikaning birinchi qonuni analitik ko'rinishini entalpiya yordamida yozilishini ko'rib chiqamiz. Buning uchun ikki sonning differentsialligini yozamiz: $d(pv)=pdv+vdp$ (5.5)

Undan $pdV=d(pV)-Vdp$ (5.6)

(5.6) tenglamani hisobga olib, $dq=dU+d(pV)-VdR$ (5.7)

(5.7) tenglamani hisobga olib, quyidagicha yozamiz:

$$dq=d(u+pV)-Vdp \quad (5.8)$$

$$u+pV=h \quad (5.9)$$

deb belgilaymiz, natijada quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$dq=dh-Vpd \quad (5.10)$$

(5.10) tenglama termodinamika birinchi qonunining entalpiya yordamida yozilishidir.

Masalalar

26. Kengayish jarayonida 1 kg kislorodga 262 kJ issiqlik keltirilayapti. Agar uning harorati jarayon natijasida 950 °S pasaysa, gazning bajargan ishi nimaga teng? Issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligini hisobga olmang.

Javob: 200 kJ/kg .

Echish:

1. Kislorod uchun (ikki atomli gaz)

$$\mu S_v = 20,93 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$$

$$S_v = \frac{\mu C_v}{\mu_{O_2}} = \frac{20,93}{32} = 0,635 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\Delta U = S_v \cdot \Delta t = 0,635 \cdot 950 = 61 \text{ kJ/kg}$$

$$\ell = q - \Delta U = 262 - 61 = 201 \text{ kJ/kg}$$

27. 10 kg neft moyi qizitilsa va aralashtirib turilsa, harorati qanday o'zgaradi? Bunda keltirilayotgan issiqlik miqdori $Q=200 \text{ kJ}$ va aralashtirish ishi $L=36 \text{ kJ}$. Moyning issiqlik sig'imi 2 kJ/kg teng.

$$\text{Javob: } \Delta t = 11,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

28. Quvvati 100 ot kuchiga ega bo'lgan ichki yonuv dvigateli, sinov paytida suv bilan sovutiladigan tormozga ulanayapti.

Agar suvning harorati tormozdan o'tayotganida $400 \text{ } ^\circ\text{S}$ ga ko'tarilsa va issiqlikning 15% i tormozdan havo bilan atrof- muhitga olib ketilayotgan bo'lsa, sovituvi suvning sarfini toping.

$$\text{Javob: } 0,373 \text{ kg/s}$$

29. Quvvati 500 MVt bug' turbinali elektrostansiya, yonish issiqligi $Q_p=33,5 \text{ MJ/m}^3$ bo'lgan tabiiy gazni soatiga 145000 m^3 sarflayotgan bo'lsa, uning FIK ni aniqlang.

$$\text{Javob: } 37\%$$

28. Elektrostansiyaning kozonxonasida 10 soatlik ish davomida yonish issiqligi $Q_p = 29300 \text{ kJ}$ bo'lgan 100 t toshko'mir yoqilgan.

Agar issiqlik energiyasini elektr energiyaga aylantirish jarayonining FIK 20% ni tashkil qilsa, ishlab chiqarilgan elektroenergiyaning miqdorini va stansiyaning o'rtacha quvvatini toping.

$$\text{Javob: } 162780 \text{ kVt/s; } N_{o'p} = 16278 \text{ kVm}$$

30. Harorati 20°S 2 l suvi bor idishga quvvati 800 Vt elektr qizitgich joylashtirilgan. Suvning qaynash harorati 100°S gacha qizishi uchun qancha vaqt kerak bo'ladi?

Idishning atrof-muhitga yo'qotadigan issiqligini hisobga olmang.

$$\text{Javob: } t = 30 \text{ min}$$

6-AMALIY MASHG'ULOT

IZOBAR, IZOXOR, IZOTERMİK JARAYONLAR, ADIABATİK VA POLITROPIK JARAYONLAR

Ham o'zaro ham atrofda muhit bilan ta'sirlashib turuvchi material jismlar to'plamini termodinamik sistema deyiladi, ko'rib chiqilayotgan sistema chegarasidan tashqari bo'lgan barcha material jismlarni tashqi muhit deb ataladi.

Agar holat parametrlaridan loaqal bittasi o'zgarsa, u holda sistemaning holati o'zgaradi, ya'ni ko'rib chiqilayotgan sistemaning o'zgaradigan holatlaridan iborat bo'lgan termodinamik jarayon sodir bo'ladi.

Agar sistema toza moddadan iborat bo'lsa, uning holati yuqorida aytib o'tilganidek, p , v va T koordinatalari sistemasida biror bir sirt bilan tasvirlanadi, parametrlarni o'zgarishini tasvirlovchi egri chiziqlarni jarayonning egri chizig'i deb ataladi. Jarayon egri chizig'ining har qaysi nuqtasi sistemaning muvozanatdagi holatini xarakterlaydi. Faqat sistema muvozanatdagi holatlarning uzluksiz ketma-ketligidan iborat jarayonlarni grafik tasvirlash mumkin.

5 ta asosiy jarayonlar mavjuddir. Ular quyidagilar:

1. $R = \text{const}$ - izobarik jarayon;
2. $V = \text{const}$ - izoxorik jarayon;
3. $T = \text{const}$ - izotermik jarayon;
4. $dq = 0$, $S = \text{const}$, $pV^k = \text{const}$ - adiabatik jarayon;
5. $C_n = \text{const}$, $pV^n = \text{const}$, $n = +\infty$ - politropik jarayon.

Butun jarayon davomida sistemaning harorati o'zgarmasdan qoladigan muvozanatdagi jarayon, izotermik jarayon deyiladi. Toza suvning ochiq idishda qaynash jarayoni izotermik jarayoniga misol bo'la oladi: to idishdagi suv qaynab tugamaguncha suv harorati amalda o'zgarmaydi (agar qaynash jarayonida atmosfera bosimi o'zgarmasa).

O'zgarmas bosimda sodir bo'ladigan muvozanatdagi jarayon izobarik jarayon deb ataladi. Ochiq idishdagi suvning isitilishini izobarik jarayonga misol qilib keltirish mumkin: suvning harorati ortadi va uning solishtirma og'irligi o'zgaradi.

O'zgarmas hajmda sodir bo'ladigan muvozanatlashgan jarayon izoxorik jarayon deb ataladi. Suvning germetik yopiq idishda isitilishi izoxorik jarayonga misol bo'la oladi.

IZOXORIK JARAYON

Hajm o'zgar olmaydigan jarayonga izoxorik jarayon deyiladi.

$$V = \text{const} \quad (6.1)$$

Diagrammalarda quyidagicha chiziladi.

Parametrlar orasidagi bog'lanish.

Buning uchun izoxorik jarayoni sodir bo'lishida gazning 1 va 2-chi nuqtalari uchun holat tenglamasini yozamiz.

$$P_1 V_1 = RT_1 \quad (6.2)$$

$$P_2 V_2 = RT_2 \quad (6.3)$$

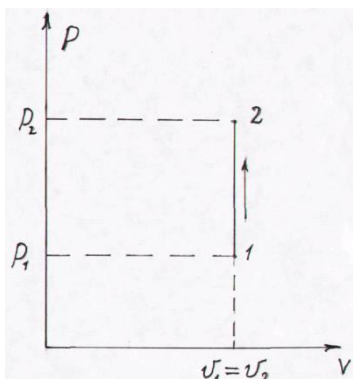
(6.2) va (6.3)ni bo'lib quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (6.4)$$

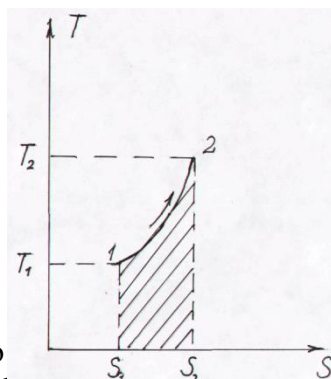
Ichki energiyaning o'zgarishi:

$$dU = C_v dT \quad (6.5)$$

$$dU = C_v (T_2 - T_1) = C_v (t_2 - t_1) \quad (6.6)$$



1-rasm a) $v = \text{const}$ jarayonining R-V diagrammasi



b) $v = \text{const}$ jarayonining T-S diagrammasi

Jarayonning ishi:

$$L = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad (6.7)$$

Termodinamikaning birinchi qonuniga binoan $dq = dU + dl$

$V = \text{const}$ jarayon bo'lgani uchun,

$$dl = 0 \quad (6.8)$$

$$dq = du, \quad (6.9)$$

$$q_v = C_v dt, \quad (6.10)$$

Jarayonning tahlilidan ma'lumki, sarflangan issiqlik jarayoni faqat ichki energiyaning o'zgarishi uchun sarf bo'ladi.

Masalalar

31. Yopiq idishda harorati $t_1 = 10^\circ\text{C}$ va siyraklanishi $R_1 = 20$ mm sim.ust. bo'lgan gaz joylashgan. Barometr 75 kPa ni ko'rsatyapti. Gaz sovitilgandan keyin siyraklanish 150 mm sim.ust. ga teng bo'lib qoldi.

Gazning oxirgi haroratini toping.

Javob: $t_2 = -40,4^\circ\text{C}$.

32. Hajmi $V = 0,5 \text{ m}^3$ idishda, bosimi $R_1 = 6$ MPa va harorati $t_1 = 527^\circ\text{C}$ CO_2 gazi joylashgan. Agar undan 420 kJ issiqlik olib ketilsa, bosim qanchaga o'zgaradi?

Javob: $R_2 = 0,42$ MPa.

33. Boshlang'ich parametrlari 0,3 MPa, 15°S va $0,8 \text{ m}^3$ bo'lgan havoning bosimini doimiy hajmda to 0,1 MPa gacha kamaytirish uchun qanaqa haroratgacha sovitish kerak? Buning uchun qancha issiqlikni olib ketish kerak?

Havoning issiqlik sig'imini doimiy deb hisoblang.

Javob: $t_2 = -177^\circ\text{C}$; $Q = -329$ kJ

Echish:

1. Holatning tenglamasidan havoning massasini topamiz: $M = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{0,3 \cdot 10^6 \cdot 0,8}{287 \cdot 288} = 2,9 \text{ kg}$.

2. Oxirgi harorat $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = \frac{0,1 \cdot 288}{0,3} = 96K$; $t_2 = -177^\circ C$

3. Olib ketilishi kerak bo'lgan issiqlik $Q = MC_{vm}(t_2 - t_1)$

bu yerda $S_{vm} = \frac{\mu C_v}{\mu} = \frac{20,93}{28,95} = 0,722$ $Q_v = 2,9 \cdot 0,722 \cdot 10^3 (-177 + 15) = -329 \text{ kJ}$

34. Diametri 0,4 m tsilindrda, bosimi 0,29 MPa va harorati $15^\circ S$ bo'lgan 80 l havo joylashgan.

Havoning issiqlik sig'imini doimiy deb hisoblangan holda, agar havoga 83,7 kJ issiqlik keltirilayotgan bo'lsa, porshen joyiga siljimasdan qolishi uchun unga ta'sir qilayotgan kuchini qanchaga oshishini aniqlang.

Echish:

1. Havoning massasini topamiz $80 \text{ l} = 0,08 \text{ m}^3$ $M = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{0,29 \cdot 10^6 \cdot 0,08}{287 \cdot 288} = 0,28 \text{ kg}$

2. Havoning oxirgi haroratini, t_2 deb, $Q_v = MC_{vm}(t_2 - t_1)$

$$t_2 = t_1 + \frac{Q}{MC_{vm}} + 15 + \frac{83,7}{0,28 \cdot 0,722} = 418,5^\circ S$$

3. Bosim $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{0,29 \cdot 10^6 (418,5 + 273)}{288} = 0,66 \text{ MPa}$

4. Porshenga ta'sir qilishi kerak bo'ladigan kuchning ortishi:

$$G = P_2 \cdot F = 0,66 \cdot 10^6 \frac{\pi d^2}{4} = \frac{706 \cdot 10^3 \cdot 3,14 \cdot 0,16}{4} = 85,5 \cdot 10^3 \text{ H}$$

35. Qozon qurilmasining tutun gazlari havo qizitgich orqali o'tib ketyapti. Gazlarning boshlang'ich harorati $t_{G1} = 300^\circ S$, oxirgisi $t_{G2} = 160^\circ C$, gazning sarfi 1000 kg/soat ga teng. Havoning boshlang'ich harorati $t_{x1} = 15^\circ S$ va sarfi 910 kg/soat.

Agar havo qizitgichning yo'qotishi 4 % bo'lsa, qizigan havoning haroratini toping. Qozondan chiqib ketayotgan tutun gazlarining va havoning o'rtacha issiqlik sig'imlarini (S_{rm}) tegishli ravishda 1,0467 va 1,0048 kJ/kgK larga teng deb qabul qiling. Javob:

$t_{x2} = 168,9^\circ S$.

37. Ichki yonuv dvigatelining tsilindrda harorati $500^\circ S$ havo joylashgan. Issiqlik keltirilishi natijasida havoning hajmi 2,2 barobar oshdi. Havoning kengayish jarayonida bosim deyarli o'zgarmay qoldi.

Havoning oxirgi harorati, solishtirma issiqlikni va ishni toping. Issiqlik sig'imini haroratga egri chiziqli bog'liq deb hisoblang.

Javob: $t_2 = 1428^\circ C$; $q_r = 1088,7 \text{ kJ/kg}$; $l = 266,3 \text{ kJ/kg}$.

38. Kompresordan chiqayotgan $190^\circ S$ li havo sovitgichda doimiy $R = 0,5 \text{ MPa}$ bosimda to $20^\circ S$ haroratgacha sovityapti. Ushbu parametrlarda kompressorning unumdorligi $30 \text{ m}^3/\text{soat}$ ga teng.

Sovituvchi suvning harorati $10^\circ S$ ga oshgan bo'lsa, uning soatiga bo'ladigan sarfini toping. Javob: 733 l/soat.

IZOBARIK JARAYON

Termadinamik jarayonda bosim o'zgarimasdan qoladigan jarayonga izobarik jarayon deyiladi va quyidagi tenglama orqali yoziladi, $R = \text{const}$

Bu jarayonni ishchi va issiqlik diagrammada quyidagicha chiziladi:

Gazlarning holat tenglamasiga binoan, boshlang'ich va oxirgi nuqtalar uchun:

$$P_1 V_1 = RT_1 \quad (6.11)$$

$$P_2 V_2 = RT_2 \quad (6.12)$$

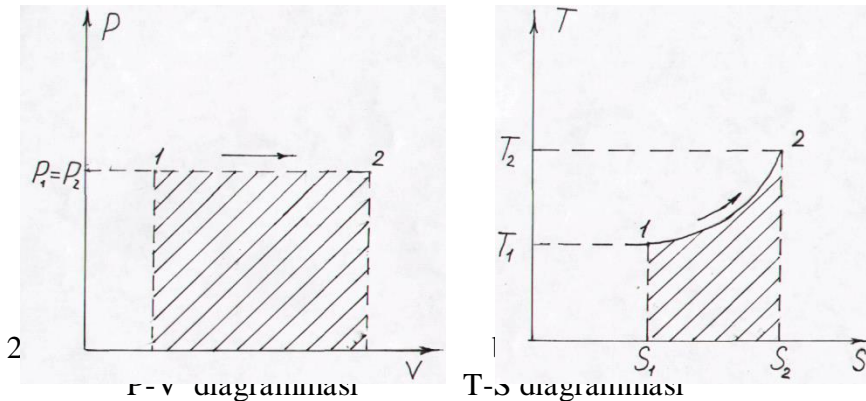
(6.11) ni (6.12) ga bo'lib, quyidagini hosil qilamiz.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const} \quad (6.13) \text{ Gey-Lyussak qonuni}$$

Ichki energiyaning o'zgarishi quyidagicha yoziladi:

$$dU = S_v dT; \quad \Delta U = C_v(T_2 - T_1) = C_v(t_2 - t_1) \quad (6.14)$$

$$\text{Jarayonning ishini quyidagicha yozamiz. } dl = pdV, \quad l = p(V_2 - V_1) \quad (6.15)$$



Jarayonni issiqligi:

$$dq = dU + dl \quad (6.16);$$

$$Qp = C_p dT \quad (6.17);$$

$$Qp = C_p(T_2 - T_1) \quad (6.18);$$

Jarayonning tahlili shuni ko'rsatdiki, berilgan issiqlik miqdori qisman ish, qisman ichki energiyaning o'zgarishi uchun sarflanadi.

Masalalar

39. Qozon qurilmasining havo qizitgichida havo 20⁰S dan to 250⁰S gacha, 0,1 MPa doimiy mutlaq bosimda isitilyapti. Havoning issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligini hisobga olgan holda, 1 kg havoni isitish uchun sarf bo'ladigan issiqlikni va havoning kengayishi natijasida bajariladigan solishtirma ishni aniqlang.

$$\text{Javob: } q = 234,6 \text{ kJ/kg; } L = 66 \text{ kJ/kg.}$$

Echish:

1. Qizitilayotgan havoning ko'rsatilgan oraliq uchun doimiy bosimdagi va hajmdagi massaviy issiqlik sig'imini $\mu S_{rm}|_{20}^{250}$ topamiz:

a) buning uchun jadvaldan

$$\mu S_r|_0^{250} = 28,827 + 0,002708 \cdot 250 = 29,504 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$$

$$\mu S_r|_{20}^{250} = 28,827 + 0,002708 \cdot 20 = 28,881 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$$

$$\text{Keyin } \mu S_{rm}|_{20}^{250} = \frac{29,504 \cdot 250 - 28,81 \cdot 20}{250 - 20} = \frac{7376 - 577,62}{230} = 29,5581 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$$

$$\mu = 28,95 \text{ kg/kmol}; \quad R = 0,287195 \text{ kJ/kg.}$$

$$\text{b) } S_r|_{20}^{250} \text{ ga qiymatni aniqlaymiz. } \mu c_{rm}|_{20}^{250} = \frac{\mu c_p|_{20}^{250}}{\mu} = \frac{29,558}{28,95} = 1,021 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\text{v) Mayer qonuniga asosan } S_r - S_v = R \text{ dan: } S_v|_{20}^{250} = S_r|_{20}^{250} - R = 1,021 - 0,287 = 0,734 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

2. $R = \text{const}$ jarayonida sarf bo'ladigan issiqlik miqdori

$$q_p = S_{rm}|_{20}^{250} = (t_2 - t_1) = 1,021 \cdot 230 = 234,83 \text{ kJ/kg}$$

$$1. R = \text{const} \text{ jarayonda kengayish ishi: } l = p(v_2 - v_1) = R(T_2 - T_1)$$

$$\text{yoki birinchi qonunga asosan } l = q - \Delta U$$

a) Agar birinchi usul bo'yicha hisoblasak, holat tenglamasidan havoning boshlang'ich va oxirgi solishtirma hajmlarini topishimiz zarur.

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287,195(20 + 273)}{0,1 \cdot 10^6} = 0,842 \text{ m}^3/\text{kg} \quad v_2 = \frac{RT_2}{P_2} = \frac{287,195(250 + 273)}{0,1 \cdot 10^6} = 1,502 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Unda: $l = P(v_2 - v_1) = 0,1 \cdot 10^6(1,502 - 0,842) = 0,66 \cdot 10^6 = 66,0 \text{ kJ/kg}$;

b) Agar birinchi qonun bo'yicha topmoqchi bo'lsak, jarayon davomida ichki energiyaning o'zgarishini aniqlashimiz kerak:

$$\Delta U = c_{vm}(T_1 - T_2) = 0,734 \cdot (523 - 293) = 168,774 \text{ kJ/kg}$$

unda $l = q - \Delta U = 234,83 - 168,774 = 66,056 \text{ kJ/kg}$.

40. Ichki yonuv dvigatelida, doimiy bosimda yonish jarayonida, gazning harorati $t_1 = 1500^\circ\text{C}$ gacha oshyapti.

Gaz havoning xossalariga ega deb, 1 kg gazning kengayish ishini aniqlang.

Javob: 287 kJ.

41. Gazga, doimiy bosimda keltirilayotgan issiqlik, uning ichki energiyasini o'zgarishiga va ish bajarishga sarf bo'layapti. Agar izobar qizdirilayotgan 1 kg havoning kengayish ishi 20,5 kJ ni tashkil qilsa, keltirilayotgan issiqlik miqdorini va havo haroratining o'zgarishini aniqlang. Issiqlik sig'imini doimiy deb hisoblang.

Javob: $\Delta t = 71,4^\circ\text{C}$; $Q = 71,8 \text{ kJ/kg}$.

42. Harakatchan porshenli tsilindrda, $0,3 \text{ m}^3$ havo doimiy $0,6 \text{ MPa}$ bosimda kengayyapti va 100 kJ ish bajaryapti. Agar $t_1 = 10^\circ\text{C}$ bo'lsa, havoning oxirgi haroratini toping.
Javob: $t_2 = 167^\circ\text{C}$.

43. Ichki yonuv dvigatelining tsilindri ichida siqilish jarayonining oxirida mutlaq bosimi 4 MPa va harorati 550°S , $Q = 150 \text{ kJ/kg}$ issiqlik keltirilgandan keyingi parametrlarni aniqlang, agar issiqlikning 50% $v = \text{const}$ da 50% i $P = \text{const}$ da keltirilayotgan bo'lsa. Ishchi jism (gaz) havoning xossalariga ega deb hisoblang. Issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligini hisobga olmang.

Javob: $t = 728^\circ\text{C}$; $P = 4,5 \text{ MPa}$; $v = 0,059 \text{ m}^3/\text{kg}$.

IZOTERMIK JARAYON

Harorat o'zgarmaydigan jarayonga izotermik jarayon deyiladi, tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$T = \text{const} \quad (6.19)$$

1-chi va 2-chi holatlar o'zgarishidagi holat tenglamasini yozamiz:

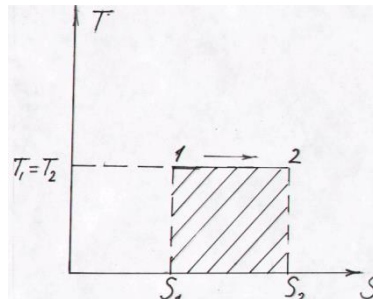
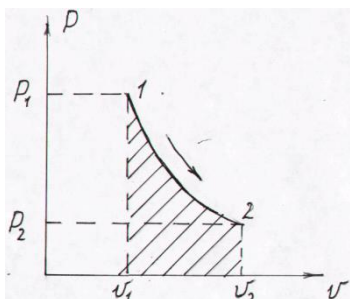
$$p_1 V_1 = RT_1 \quad (6.20)$$

$$P_2 V_2 = RT_2 \quad (6.21)$$

6.20 ni - 6.21 ga bo'lamiz: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (6.22)$

(6.22) Boyle-Mariott qonunining analitik ifodasidir.

Izotermik jarayonni P-V va T-S diagrammasini quyidagi chizmalarda chizamiz.



3-iasim. a) $i = \text{const}$ jarayonining

b) $i = \text{const}$ jarayonining

P-V diagrammasi

T-S diagrammasi

$T = \text{const}$ bo'lgani uchun $\Delta T = 0$ bo'ladi. Shuning uchun $\Delta U = C_v$

$$(T_2 - T_1) = 0 \quad (6.23)$$

Jarayonning bajarilgan ishini quyidagicha yozamiz: $dL_p = p dV \quad (6.24)$

(6.24) ni integrallasak $L_p = \int_{v_1}^{v_2} p dV \quad (6.25)$

$\frac{RV}{V} = RT$ bundan $R = \frac{RT}{V}$ ni aniqlaymiz va olib borib (6.25) ga qo'yamiz.

$$L = \int_{V_1}^{V_2} RT \frac{dV}{V} \quad (6.26)$$

$$L = RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (6.27)$$

Jarayonning entropiyasining o'zgarishini quyidagicha yozamiz:

$$\Delta S = R \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (6.28)$$

$$\Delta S = R n \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (6.29)$$

$$T = \text{const} \text{ bo'lgani uchun } dU = 0 \text{ bo'ladi, shuning uchun} \\ dq = dl \quad (6.30)$$

Tahlil shuni ko'rsatadiki, keltirilgan issiqlik ish bajarish uchun sarf bo'ladi.

Masalalar

44. 1 kg havoni izotermik siqish natijasida bosimi 0,1 MPa dan to 0,5 MPa gacha ko'tarilayпти. Hajmining kamayishini 10⁰S va 100⁰S haroratlar uchun aniqlang.

$$\text{Javob: } t = 10^{\circ}\text{C}; \Delta v = 0,65 \text{ m}^3; t = 100^{\circ}\text{C}; \Delta v = 0,86 \text{ m}^3.$$

Echish: a) 10⁰S uchun holat tenglamasidan

$$v_1 = \frac{RT}{P} = \frac{287,195 \cdot 283}{0,1 \cdot 10^6} = 0,8128 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_1 = \frac{RT}{P} = \frac{287,195 \cdot 283}{0,5 \cdot 10^6} = 0,1626 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Demak, $v_1 - v_2 = 0,65 \text{ m}^3/\text{kg}$

b) 100⁰S uchun holat tenglamasidan

$$v_1 = \frac{287,195 \cdot 373}{0,1 \cdot 10^6} = 1,07 \text{ m}^3/\text{kg} \quad v_2 = \frac{287,195 \cdot 373}{0,5 \cdot 10^6} = 0,21 \text{ m}^3/\text{kg}$$

demak: $v_1 - v_2 = 0,86 \text{ m}^3/\text{kg}$

45. Hajmi 40 l ballonda joylashgan va mutlaq bosimi 10 MPa harorati $t = 15^{\circ}\text{C}$ bo'lgan azot bilan, sig'imi 100 sm³ elektr lampa kolbasining qanchasini to'ldirish mumkin, agar kolbaning ichida, azot o'zining oldingi haroratida 200 mm sim. ust. ga teng siyraklanishga ega bo'lishi kerak bo'lsa.

Javob: 54500 kolba.

46. TSilindrda porshen tagida mutlaq bosimi $P_1 = 0,12 \text{ MPa}$ havo joylashgan. Agar porshenga qo'shimcha ravishda $G = 5 \text{ kg}$ yuk qo'yilsa, porshenning siljishini va izotermik siqish jarayonining oxiridagi R_2 bosimini toping.

Porshenning diametri $d = 100 \text{ mm}$, boshlang'ich holatining balandligi $h_1 = 500 \text{ mm}$.

Javob: $R_2 = 0,12625 \text{ MPa}$.

47. 0,3 m³ kislorodning izotermik kengayishi natijasida bosim 0,3 MPa dan to 0,1 MPa gacha pasayadi. Agar $t = 20^{\circ}\text{C}$ bo'lsa, oxirgi hajmni va kengayishini aniqlang.

$$\text{Javob: } V_2 = 0,9 \text{ m}^3; L = 102 \text{ kJ}$$

Echish: 1. Oxirgi hajm $P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad V_2 = \frac{0,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3}{0,1 \cdot 10^6} = 0,9 \text{ m}^3$

2. Kengayish ishi $L = RT \ln \frac{V_2}{V_1} = 259,9 \cdot 296 \cdot \ln \frac{0,9}{0,3} = 260 \cdot 296 \cdot \ln 0,3 = 102 \text{ kJ}$.

48. 1 kg SO₂ ning izotermik kengayishi natijasida uning hajmi uch barobar oshyapti va 120 kJ ga teng ish bajarilayпти. SO₂ ning kengayish jarayonidagi haroratini aniqlang.

Javob: $t = 305^{\circ}\text{C}$.

7-AMALIY MASHG'ULOT

KARNO TSIKLI

Asosiy tushunchalar

Termodinamikaning birinchi qonuni yoki umuman aytganda energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga o'tish qonuni, jarayonlarni faqat energetik balans nuqtai nazaridan o'rganadi. Bu qonun energiyaning bir turdan ikkinchi turga o'tishiga chegara qo'ymaydi. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, agar issiqlik miqdorining barcha qismi umumiy bajariladigan ishga ekvivalent bo'lsa, issiqlik miqdorini ishga yoki ishni issiqlik miqdoriga aylantirish imkoniyati mavjud.

Bu albatta, ishni issiqlik miqdoriga aylantirishda to'g'ri. Masalan, jismni ishqalanish yo'li bilan qizitganimizda, hosil qilingan issiqlik miqdori, bajarilgan ishga teng bo'ladi, yoki elektr tokini qarshilikdan o'tkazish yo'li bilan elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish mumkin. Lekin issiqlik miqdorini ishga aylantirishda ma'lum chegara mavjud. Agar bu chegara bo'lmaganda edi, muhitdagi jismlarni sovitish yo'li bilan olingan issiqlik miqdorini ishga aylantirish mumkin bo'lardi. SHunday qilib, termodinamikaning birinchi qonuni jarayonning yo'nalishi haqida hech narsa anglatmaydi va sodir bo'layotgan jarayonlarning yo'nalishiga bu qonunning hech bir aloqasi yo'qdir.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni esa fizik jarayonning yo'nalishi, ya'ni qay tomoniga qarab o'tayotganligini anglatuvchi qonundir.

Ma'lumki, issiqlik miqdori qizitilgan jismdan unga nisbatan sovuqroq jismga o'tadi, agar bu ikki jism kontaktda bo'lsa, albatta. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, bir jism qabul qiladigan issiqlik miqdori, ikkinchi jism bergan issiqlik miqdoriga teng bo'lishi lozim, agar jarayon davomida ish bajarilmasa, bu qonun issiqlik miqdorining teskari tomonga qarab o'tishini, ya'ni sovuq jismdan issiq jismga o'tishini ma'lum qilmaydi. Lekin tajribalar shuni ko'rsatadiki, issiqlik miqdori sovuq jismdan issiq jismga o'z-o'zicha o'tmaydi. Ikki jism orasida o'z-o'zicha issiqlik almashinuvi vaqtida, issiqlik miqdorining qaysi jismga o'tishi lozimligi masalasi termodinamikaning qonuniga taalluqlidir.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni energiyaning bir turdan ikkinchi turiga o'tishiga ega bo'lgan jarayonlarga taalluqlidir. Masalan, biror qattiq jism yuqoridan yerga tushayotganda, uning potentsial energiyasi kinetik energiyaga aylana boradi va kelib yerga urilgan paytda, uning mexanik energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, issiqlik energiyasi qaytib mexanik energiyaga aylansa, jism dastlabki balandligiga ko'tarilishi lozim. Termodinamikaning ikkinchi qonuni esa tabiatda bunday hodisa bo'lishi mumkin emasligini anglatadi.

Umuman, ko'plab o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, energiyaning barcha turi issiqlik energiyasiga to'la o'tishi mumkin, ammo issiqlik energiyasi boshqa turdagi energiyaga qisman o'tadi. Tajribalardan olingan bu ikki dalil termodinamikaning ikkinchi qonuni ta'riflashga imkon beradi. Bu qonun to'la fizik jarayonlarning yo'nalishini aniqlaganligi sababli, unga turlicha bir-biriga ekvivalent bo'lgan ta'riflar berilgan.

Klauzius termodinamikaning ikkinchi qonunining quyidagicha ta'riflaydi:

Issiqlik jismdan sovuq jismga issiqlik miqdori berishdan tashqari hech qanday o'zgarish ro'y bermaydigan jarayon qaytmas jarayon bo'ladi, yoki boshqacha qilib aytganda, sistemada hech qanday o'zgarish bo'lmay turib issiqlik miqdori o'z-o'zicha sovuq jismdan unga nisbatan issiq bo'lgan jismga o'tmaydi.

Ishning issiqlikka aylanishi jarayonidan tashqari, sistema holatida hech qanday o'zgarish bo'lmasa, bunday jarayon qaytmas bo'ladi; yoki boshqacha qilib aytganda, harorati bir xil bo'lgan jismdan olingan barcha issiqlik miqdorini, sistema holatida boshqa hech qanday o'zgarish qilmay turib, ishga aylantirib bo'lmaydi.

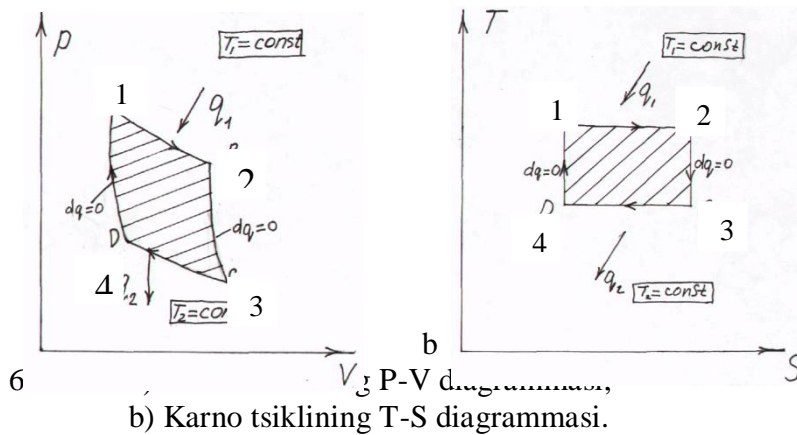
Ikkinchi turdagi perpetuum-mobile yasash mumkin emas.

Ikkinchi turdagi perpetuum-mobile deb, bir jarayonni davriy ravishda takrorlab, sistemadagi barcha issiqlik miqdorini ishga aylantiradigan dvigatelga aytiladi.

KARNO TSIKLI VA UNING FOYDALI ISH KOEFFITSIENTI

Sadi Karno nomi bilan bog'liq bo'lgan tsiklni ko'rib chiqamiz, Karno tsikli to'rtta jarayondan tashkil topgan bo'lib, bulardan ikkitasi izotermik kengayish va izotermik torayish, adiabatik kengayish va adiabatik torayish jarayonlari ostida (6-rasm) **1, 2, 3, 4** nuqtalarida kesishadi. SHu 12341 tsikli Karno tsikli bo'ladi. Karno tsiklini hosil qilmoq uchun, isitgich, sovitgich va ishchi jism bo'lmog'i lozim. Ishchi jism sifatida bir mol' ideal gazni olaylik. SHuni qayd qilib o'tmoq lozimki, har bir izotermik jarayon

vaqtida (rasmda 1-2, 3-4 egri chiziqlar), issiqlik manbaining (isitgich yoki sovitgichning) harorati ishchi jism haroratiga teng qilib olinadi, aks holda issiqlik almashinuvi qaytmas jarayonni beradi.



b) Karno tsiklining T-S diagrammasi.

Sistema (ishchi jism) 1(P_1, V_1) holatidan 2(P_2, V_2) holatiga izotermik ($T=T_1$) o'tsin. U holda, sistema qabul qiladigan issiqlik miqdori ish bajarishga sarf bo'ladi,

$$Q_1 = L_1 = RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}. \quad (7.1)$$

So'ngra, sistemani 2(P_2, V_2) holatidan 3(P_3, V_3) holatigacha adiabatik kengaytiramiz. Bu holda, sistema ichki energiya hisobiga ish bajarib, sistemaning harorati T_1 dan T_2 gacha pasayadi ($T_1 > T_2$):

$$L = C_V(T_1 - T_2). \quad (7.2)$$

Endi 3(P_3, V_3) holatidan 4(P_4, V_4) holatigacha sistemani izotermik siqamiz. Bunda sistemaning hajmi kichrayganligi tufayli, uning harorati ko'tarilishga intiladi. Lekin, jarayon izotermik bo'lganligi sababli, sistema ma'lum bir Q_2 issiqlik miqdorini sovitgichga uzatadi:

$$Q_2 = L_3 = RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}. \quad (7.3)$$

Oxirida, sistemani 4(P_4, V_4) holatdan, 1(P_1, V_1) holatga kelgunga qadar, adiabatik siqiladiki, uning harorati T_2 dan T_1 gacha ko'tariladi. Bu holda bajariladigan ish esa,

$$L_4 = C_V(T_4 - T_1) \quad (7.4)$$

bo'ladi.

SHunday qilib, tsikl davomida umumiy energiya almashinuvi quyidagicha xarakterlanadi: sistema yuqori haroratga ega bo'lgan manbadan Q_1 issiqlik miqdorini qabul qiladi. SHu issiqlik miqdorining $Q_1 \cdot \frac{T_1}{T_2}$

qismi sovitgichga uzatiladi, qolgan $Q_1 \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ - qismi esa, sistemaning tashqi muhit ustidan ish

bajarishga sarf bo'ladi.

Yuqorida biz tekshirgan ideal gaz uchun, kvazistatik Karno tsiklining foydali ish koeffitsienti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\eta_r^k = \frac{L_4}{Q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (7.5)$$

(7.5) ifodasidan ko'rinishidiki, Karno tsiklining foydali ish koeffitsientining qiymati T_1 va T_2 larning o'zgarishiga bog'liq ekan.

Masalalar

56. Bosimi $R=8$ bar va $t=250^0S$ bo'lgan 1 kg kislorodning entropiyasini aniqlang. Issiqlik sig'imi o'zgarmas deb hisoblang.

$S = C_p \ln \frac{T}{273} - R \ln \frac{P}{P_H}$ ifodadan entropiyani aniqlaymiz.

Ikki atomli gazlar uchun $\mu_{S_r} = 29,3$ kJ/kmol \cdot K va $R=8,314$ kJ/kmol \cdot K bo'lgani uchun, unda

$$S = \frac{29,3}{32} \ln \frac{523}{273} - \frac{8,314}{32} 2,303 \ln \frac{8}{1,013}$$

$$S = 0,5978 - 0,5373 = 0,0605 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

57. 6,4 kg azot gazining $R=5 \text{ bar}$ va $t=300^{\circ}\text{S}$ bo'lgandagi entropiyasini aniqlang. Issiqlik sig'imini o'zgarimas deb hisoblang. Javob: $S=1,94 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$.

58. 1 kg kislorod $t_1=127^{\circ}\text{S}$ bo'lganda hajmini 5 marotaba orttiradi, shunda harorati $t_2=27^{\circ}\text{S}$ gacha kamayadi.

Issiqlik sig'imini o'zgarimas deb hisoblab, entropiyaning o'zgarishini aniqlang.

$$\text{Javob: } \Delta S = 0,2324 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

59. Haroratlari $t_1=627^{\circ}\text{S}$ va $t_2=27^{\circ}\text{S}$ bo'lgan 1 kg havo Karno tsiklini bajaradi, bunda eng kata bosim 60 bar, eng kichigi esa 1 bar ga teng.

Har bir nuqtadagi parametrlarni – ish, termik FIK, keltirilgan va olib ketilgan issiqlikni aniqlang.

Echish:

1-nuqta: $R_1 = 60 \text{ bar}$; $T_1 = 900 \text{ K}$; $v_1 - ?$

Holat tenglamasidan:

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 900}{60 \cdot 10^5} = 0,043 \text{ m}^3/\text{kg}$$

2-nuqta: $T_1 = 900 \text{ K}$; $R_2 - ?$

2-3 adiabatik jarayon uchun:

$$\frac{P_2}{P_3} = \left(\frac{T_2}{T_3}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = 3^{0,4} = 46,8$$

$$R_2 = 1 \cdot 46,8 = 46,8 \text{ bar}$$

1-2 izotermik jarayon uchun

$$R_1 v_1 = R_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{P_1 v_1}{P_2} = \frac{60 \cdot 0,043}{46,8} = 0,055 \text{ m}^3/\text{kg}$$

3-nuqta:

$R_3 = 1 \text{ bar}$; $T_3 = 300 \text{ K}$; $v_3 - ?$

$$v_3 = \frac{RT_3}{P_3} = \frac{287 \cdot 300}{1 \cdot 10^5} = 0,861 \text{ m}^3/\text{kg}$$

4-nuqta: $T_4 = 300 \text{ K}$

4-1 adiabatik jarayon uchun:

$$\frac{P_1}{P_4} = \left(\frac{T_1}{T_4}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = 46,8$$

$$R_4 = \frac{P_1}{46,8} = 1,284 \text{ bar}$$

3-4 izotermik jarayon uchun

$$R_3 v_3 = R_4 v_4$$

$$v_4 = \frac{P_3 v_3}{P_4} = \frac{1 \cdot 0,861}{1,284} = 0,671 \text{ m}^3/\text{kg}$$

TSiklning FIK:

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{900 - 300}{900} = 0,667$$

Keltirilgan issiqlik miqdori:

$$q_1 = RT_1 \ln \frac{v_2}{v_1} = 2,303 \cdot 0,287 \cdot 900 \ln \frac{0,055}{0,043} = 63,6 \text{ kJ/kg}$$

Olib ketilgan issiqlik miqdori:

$$q_2 = RT_3 \ln \frac{v_3}{v_4} = 2,303 \cdot 0,287 \cdot 300 \ln \frac{0,861}{0,671} = 21,5 \text{ kJ/kg.}$$

TSiklning ishi:

$$l_0 = q_1 - q_2 = 63,6 - 21,5 = 42,1 \text{ kJ/kg.}$$

60. 1 kg azot va 1 kg vodorod harorati $t_1 = 15^\circ\text{S}$ da 0,1 MPa dan 1 MPa bosimgacha izotermik siqiladi.

Qaysi gaz uchun entropiya katta bo'ladi va necha marotaba (boshqa gazning entropiyasining o'zgarishiga nisbatan)?

$$\text{Javob: } \Delta S_{H_2} / \Delta S_{N_2} = 13,9$$

61. Harorati 100°S va bug'lanish issiqligi $r = 2257 \text{ kJ/kg}$ ga teng bo'lgandagi 1 kg suvning bug'lanishidagi entropiyasini aniqlang.

$$\text{Javob: } \Delta S = 6,05 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

7-AMALIY MASHG'ULOT

KARNO TSIKLI

Asosiy tushunchalar

Termodinamikaning birinchi qonuni yoki umuman aytganda energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga o'tish qonuni, jarayonlarni faqat energetik balans nuqtai nazaridan o'rganadi. Bu qonun energiyaning bir turdan ikkinchi turga o'tishiga chegara qo'ymaydi. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, agar issiqlik miqdorining barcha qismi umumiy bajariladigan ishga ekvivalent bo'lsa, issiqlik miqdorini ishga yoki ishni issiqlik miqdoriga aylantirish imkoniyati mavjud.

Bu albatta, ishni issiqlik miqdoriga aylantirishda to'g'ri. Masalan, jismni ishqalanish yo'li bilan qizitganimizda, hosil qilingan issiqlik miqdori, bajarilgan ishga teng bo'ladi, yoki elektr tokini qarshilikdan o'tkazish yo'li bilan elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish mumkin. Lekin issiqlik miqdorini ishga aylantirishda ma'lum chegara mavjud. Agar bu chegara bo'lmaganda edi, muhitdagi jismlarni sovitish yo'li bilan olingan issiqlik miqdorini ishga aylantirish mumkin bo'lardi. SHunday qilib, termodinamikaning birinchi qonuni jarayonning yo'nalishi haqida hech narsa anglatmaydi va sodir bo'layotgan jarayonlarning yo'nalishiga bu qonunning hech bir aloqasi yo'qdir.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni esa fizik jarayonning yo'nalishi, ya'ni qay tomoniga qarab o'tayotganligini anglatuvchi qonundir.

Ma'lumki, issiqlik miqdori qizitilgan jismdan unga nisbatan sovuqroq jismga o'tadi, agar bu ikki jism kontaktda bo'lsa, albatta. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, bir jism qabul qiladigan issiqlik miqdori, ikkinchi jism bergan issiqlik miqdoriga teng bo'lishi lozim, agar jarayon davomida ish bajarilmasa, bu qonun issiqlik miqdorining teskari tomonga qarab o'tishini, ya'ni sovuq jismdan issiq jismga o'tishini ma'lum qilmaydi. Lekin tajribalar shuni ko'rsatadiki, issiqlik miqdori sovuq jismdan issiq jismga o'z-o'zicha o'tmaydi. Ikki jism orasida o'z-o'zicha issiqlik almashinuvi vaqtida, issiqlik miqdorining qaysi jismga o'tishi lozimli masalasi termodinamikaning qonuniga taalluqlidir.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni energiyaning bir turdan ikkinchi turiga o'tishiga ega bo'lgan jarayonlarga taalluqlidir. Masalan, biror qattiq jism yuqoridan yerga tushayotganda, uning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylana boradi va kelib yerga urilgan paytda, uning mexanik energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, issiqlik energiyasi qaytib mexanik energiyaga aylansa, jism dastlabki balandligiga ko'tarilishi lozim. Termodinamikaning ikkinchi qonuni esa tabiatda bunday hodisa bo'lishi mumkin emasligini anglatadi.

Umuman, ko'plab o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, energiyaning barcha turi issiqlik energiyasiga to'la o'tishi mumkin, ammo issiqlik energiyasi boshqa turdagi energiyaga qisman o'tadi. Tajribalardan olingan bu ikki dalil termodinamikaning ikkinchi qonuni ta'riflashga imkon beradi. Bu qonun to'la fizik jarayonlarning yo'nalishini aniqlaganligi sababli, unga turlicha bir-biriga ekvivalent bo'lgan ta'riflar berilgan.

Klauzius termodinamikaning ikkinchi qonunining quyidagicha ta'riflaydi:

Issiq jismdan sovuq jisimga issiqlik miqdori berishdan tashqari hech qanday o'zgarish ro'y bermaydigan jarayon qaytmas jarayon bo'ladi, yoki boshqacha qilib aytganda, sistemada hech qanday o'zgarish bo'lmay turib issiqlik miqdori o'z-o'zicha sovuq jismdan unga nisbatan issiq bo'lgan jisimga o'tmaydi.

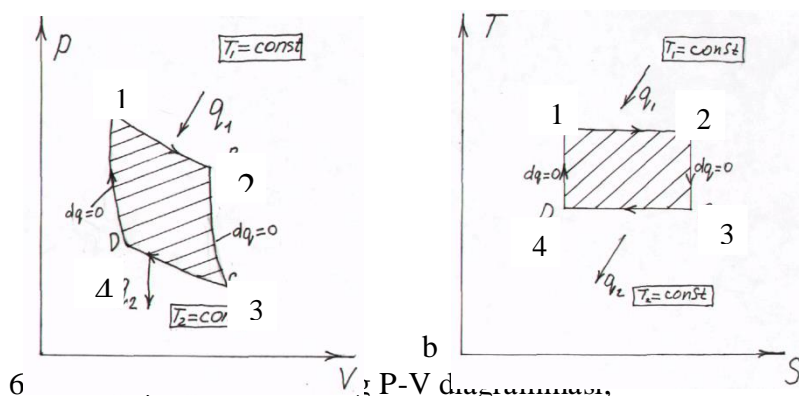
Ishning issiqlikka aylanishi jarayonidan tashqari, sistema holatida hech qanday o'zgarish bo'lmasa, bunday jarayon qaytmas bo'ladi; yoki boshqacha qilib aytganda, harorati bir xil bo'lgan jismdan olingan barcha issiqlik miqdorini, sistema holatida boshqa hech qanday o'zgarish qilmay turib, ishga aylantirib bo'lmaydi.

Ikkinchi turdagi perpetuum-mobile yasash mumkin emas.

Ikkinchi turdagi perpetuum-mobile deb, bir jarayonni davriy ravishda takrorlab, sistemadagi barcha issiqlik miqdorini ishga aylantiradigan dvigatelga aytiladi.

KARNO TSIKLI VA UNING FOYDALI ISH KOEFFITSIENTI

Sadi Karno nomi bilan bog'liq bo'lgan tsiklni ko'rib chiqamiz, Karno tsikli to'rtta jarayondan tashkil topgan bo'lib, bulardan ikkitasi izotermik kengayish va izotermik torayish, adiabatik kengayish va adiabatik torayish jarayonlari ostida (6-rasm) **1, 2, 3, 4** nuqtalarida kesishadi. SHu 12341 tsikli Karno tsikli bo'ladi. Karno tsiklini hosil qilmoq uchun, isitgich, sovitgich va ishchi jism bo'lmog'i lozim. Ishchi jism sifatida bir mol' ideal gazni olaylik. SHuni qayd qilib o'tmoq lozimki, har bir izotermik jarayon vaqtida (rasmda 1-2, 3-4 egri chiziqlar), issiqlik manbaining (isitgich yoki sovitgichning) harorati ishchi jism haroratiga teng qilib olinadi, aks holda issiqlik almashinuvi qaytmas jarayonni beradi.



b) Karno tsiklining T-S diagrammasi.

Sistema (ishchi jism) $1(P_1, V_1)$ holatidan $2(P_2, V_2)$ holatiga izotermik ($T=T_1$) o'tsin. U holda, sistema qabul qiladigan issiqlik miqdori ish bajarishga sarf bo'ladi,

$$Q_1 = L_1 = RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}. \quad (7.1)$$

So'ngra, sistemani $2(P_2, V_2)$ holatidan $3(P_3, V_3)$ holatigacha adiabatik kengaytiramiz. Bu holda, sistema ichki energiya hisobiga ish bajarib, sistemaning harorati T_1 dan T_2 gacha pasayadi ($T_1 > T_2$):

$$L = C_V(T_1 - T_2). \quad (7.2)$$

Endi $3(P_3, V_3)$ holatidan $4(P_4, V_4)$ holatigacha sistemani izotermik siqamiz. Bunda sistemaning hajmi kichrayganligi tufayli, uning harorati ko'tarilishga intiladi. Lekin, jarayon izotermik bo'lganligi sababli, sistema ma'lum bir Q_2 issiqlik miqdorini sovitgichga uzatadi:

$$Q_2 = L_3 = RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}. \quad (7.3)$$

(7.3)

Oxirida, sistemani $4(P_4, V_4)$ holatdan, $1(P_1, V_1)$ holatga kelgunga qadar, adiabatik siqiladiki, uning harorati T_2 dan T_1 gacha ko'tariladi. Bu holda bajariladigan ish esa,

$$L_4 = C_V(T_4 - T_1) \quad (7.4)$$

bo'ladi.

SHunday qilib, tsikl davomida umumiy energiya almashinuvi quyidagicha xarakterlanadi: sistema yuqori haroratga ega bo'lgan manbadan Q_1 issiqlik miqdorini qabul qiladi. SHu issiqlik miqdorining $Q_1 \cdot \frac{T_1}{T_2}$

qismi sovitgichga uzatiladi, qolgan $Q_1 \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ - qismi esa, sistemaning tashqi muhit ustidan ish

bajarishiga sarf bo'ladi.

Yuqorida biz tekshirgan ideal gaz uchun, kvazistatik Karno tsiklining foydali ish koeffitsienti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\eta_r^k = \frac{l_4}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (7.5)$$

(7.5) ifodasidan ko'rinib turibdiki, Karno tsiklining foydali ish koeffitsientining qiymati T_1 va T_2 larning o'zgarishiga bog'liq ekan.

Masalalar

56. Bosimi $R=8$ bar va $t=250^0\text{S}$ bo'lgan 1 kg kislorodning entropiyasini aniqlang. Issiqlik sig'imi o'zgarmas deb hisoblang.

$$S = C_p \ln \frac{T}{273} - R \ln \frac{P}{P_H} \text{ ifodadan entropiyani aniqlaymiz.}$$

Ikki atomli gazlar uchun $\mu S_r = 29,3 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$
va $R = 8,314 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ bo'lgani uchun, unda

$$S = \frac{29,3}{32} \ln \frac{523}{273} - \frac{8,314}{32} 2,303 \ln \frac{8}{1,013}$$

$$S = 0,5978 - 0,5373 = 0,0605 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K.}$$

57. 6,4 kg azot gazining $R=5$ bar va $t=300^0\text{S}$ bo'lgandagi entropiyasini aniqlang. Issiqlik sig'imini o'zgarmas deb hisoblang. Javob: $S=1,94 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$.

58. 1 kg kislorod $t_1=127^0\text{S}$ bo'lganda hajmini 5 marotaba orttiradi, shunda harorati $t_2=27^0\text{S}$ gacha kamayadi.

Issiqlik sig'imini o'zgarmas deb hisoblab, entropiyaning o'zgarishini aniqlang.

$$\text{Javob: } \Delta S = 0,2324 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

59. Haroratlari $t_1=627^0\text{S}$ va $t_2=27^0\text{S}$ bo'lgan 1 kg havo Karno tsiklini bajaradi, bunda eng kata bosim 60 bar, eng kichigi esa 1 bar ga teng.

Har bir nuqtadagi parametrlarni – ish, termik FIK, keltirilgan va olib ketilgan issiqlikni aniqlang.

Echish:

1-nuqta: $R_1 = 60 \text{ bar}$; $T_1 = 900 \text{ K}$; $v_1 - ?$

Holat tenglamasidan:

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 900}{60 \cdot 10^5} = 0,043 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

2-nuqta: $T_1 = 900 \text{ K}$; $R_2 - ?$

2-3 adiabatik jarayon uchun:

$$\frac{P_2}{P_3} = \left(\frac{T_2}{T_3} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = 3^{0,4} = 46,8$$

$$R_2 = 1 \cdot 46,8 = 46,8 \text{ bar}$$

1-2 izotermik jarayon uchun

$$R_1 v_1 = R_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{P_1 v_1}{P_2} = \frac{60 \cdot 0,043}{46,8} = 0,055 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

3-nuqta:

$R_3 = 1 \text{ bar}$; $T_3 = 300 \text{ K}$; $v_3 - ?$

$$v_3 = \frac{RT_3}{P_3} = \frac{287 \cdot 300}{1 \cdot 10^5} = 0,861 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

4-nuqta: $T_4 = 300 \text{ K}$

4-1 adiabatik jarayon uchun:

$$\frac{P_1}{P_4} = \left(\frac{T_1}{T_4}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = 46,8$$

$$R_4 = \frac{P_1}{46,8} = 1,284 \text{ bar}$$

3-4 izotermik jarayon uchun

$$R_3 v_3 = R_4 v_4$$

$$v_3 = \frac{P_4 v_3}{P_3} = \frac{1 \cdot 0,861}{1,284} = 0,671 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

TSiklning FIK:

$$\eta_r = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{900 - 300}{900} = 0,667$$

Keltirilgan issiqlik miqdori:

$$q_1 = RT_1 \ln \frac{v_2}{v_1} = 2,303 \cdot 0,287 \cdot 900 \ln \frac{0,055}{0,043} = 63,6 \text{ kJ/kg}$$

Olib ketilgan issiqlik miqdori:

$$q_2 = RT_3 \ln \frac{v_3}{v_4} = 2,303 \cdot 0,287 \cdot 300 \ln \frac{0,861}{0,671} = 21,5 \text{ kJ/kg}.$$

TSiklning ishi:

$$l_0 = q_1 - q_2 = 63,6 - 21,5 = 42,1 \text{ kJ/kg}.$$

60. 1 kg azot va 1 kg vodorod harorati $t_1 = 15^\circ\text{S}$ da 0,1 MPa dan 1 MPa bosimgacha izotermik siqiladi.

Qaysi gaz uchun entropiya katta bo'ladi va necha marotaba (boshqa gazning entropiyasining o'zgarishiga nisbatan)?

$$\text{Javob: } \Delta S_{H_2} / \Delta S_{N_2} = 13,9$$

61. Harorati 100°S va bug'lanish issiqligi $r = 2257 \text{ kJ/kg}$ ga teng bo'lgandagi 1 kg suvning bug'lanishidagi entropiyasini aniqlang.

$$\text{Javob: } \Delta S = 6,05 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

8-AMALIY MASHG'ULOT AYLANMA JARAYONLAR

Termodinamikaning ikkinchi qonuni energiyaning bir turdan boshqa turga aylanadigan shart sharoitlarni o'rganadi. Bu qonun fizikaviy jismlarda issiqlikning o'z - o'ziga tarqalish o'rosseslari uchun muayyan miqdoriy nisbatlarni belgilab beradi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni matemaik ifodasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$dS \geq \frac{dQ}{T}$$

bu erda: dS –sistema entropiyasining cheksiz kichik miqdorga ortishi.

dQ –sistemani issiqlik manbaidan olgan cheksiz kichik issiqlik miqdori.

T –issiqlik manbaini absolyut temperaturasi.

Tengsizlik belgisi qaytmas o'rosseslar uchun, tenglik belgisi qaytar o'rosseslar uchun taaliqli.

Umumiy holda: $dQ = T \cdot dS$

$$dQ = dU + odV \quad TdS = dU + odV \quad \text{etiborga olib,}$$

Ideal gaz entropiyasi

Qaytar o'rosseslar uchun asosiy tenglama:

$$dS = \frac{dq}{T}$$

Gazlar uchun normal sharoitda ($t = 0^{\circ}\text{C}$; $o = 700\text{mm.sim.ust}$) entropiya 0 ga teng.

Issiqlik sig'imi o'zgaruvchan bo'lganda :

$$\rho = q_{vl_n} \frac{T}{273} + Rl_n \frac{v}{v_n} + \sigma(T - 273)$$

$$\rho = Q_{ol_k} \frac{T}{273} - Rl_k \frac{P}{P_H} + \sigma(T - 273)$$

$$\rho = Q_{vl_k} \frac{P}{P_H} + Q_{r'l_k} \frac{v}{v_H} + \sigma(T - 273)$$

Issiqlik sig'imi o'zgarmas bo'lganda:

$$\rho = C_{vl_k} \frac{T}{273} + Rl_k \frac{v}{v_H}$$

$$\rho = C_{vl_n} \frac{T}{273} - Rl_n \frac{P}{P_H}$$

$$\rho = C_{vl_n} \frac{P}{P_H} + C_{r'l_n} \frac{v}{v_H}$$

Entropiyaning o'zgarishi: ρ

Issiqlik sig'imim o'zgaruvchan bo'lganda:

$$\rho_2 - \rho_1 = Q_v l_n \frac{T_2}{T_1} + R l_n \frac{v_2}{v_1} + a(T_2 - T_1)$$

$$\rho_2 - \rho_1 = Q_v l_n \frac{T_2}{T_1} - R l_n \frac{p_2}{p_1} + a(T_2 - T_1)$$

$$\rho_2 - \rho_1 = Q_v l_n \frac{p_2}{p_1} + Q_v l_n \frac{v_2}{v_1} + a(T_2 - T_1)$$

Issiqlik sig'irimim o'zgarmas bo'lganda:

$$\rho_2 - \rho_1 = c_v l_n \frac{T_2}{T_1} + R l_n \frac{v_2}{v_1}$$

$$\rho_2 - \rho_1 = c_v l_n \frac{T_2}{T_1} - R l_n \frac{p_2}{p_1}$$

$$\rho_2 - \rho_1 = c_v l_n \frac{T_2}{T_1} + C_p l_n \frac{v_2}{v_1}$$

Termodinamik orosseslar uchun ($C = \text{const}$) entropiyani o'zgarishi:

$$\rho_2 - \rho_1 = c_v l_n \frac{T_2}{T_1}$$

$$\rho_2 - \rho_1 = c_p l_n \frac{T_2}{T_1}$$

$$\rho_2 - \rho_1 = R l_n \frac{v_2}{v_1} = R l_n \frac{p_1}{p_2}$$

$$\rho_2 - \rho_1 = c_v \frac{m-k}{m-1} l_n \frac{T_2}{T_1}$$

Maksimal foydali ish:

$$L_{\text{max(foy)}} = u_1 - u_2 - T_0(\rho_1 - \rho_2) - \alpha_0(v_2 - v_1)$$

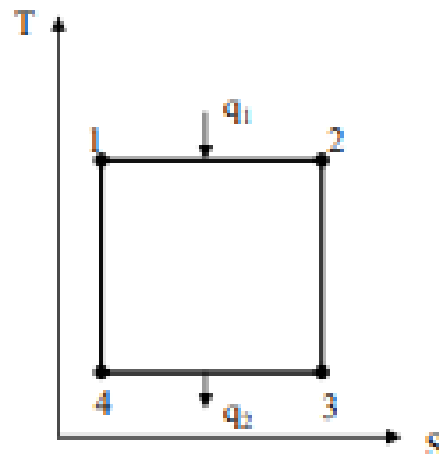
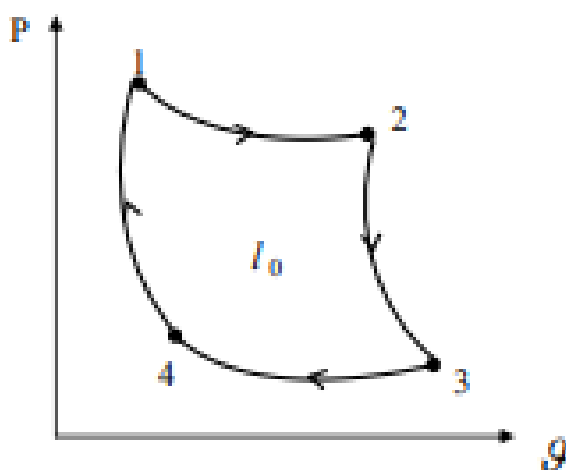
Yoki

$$L_{\text{max(foy)}} = L_{\text{ad}} - L_{\text{iz}} - \alpha_0(v_2 - v_1)$$

1-Masala. Parametrlari: $R_1=1,0$ MPa; $T_1=523$ K; $P_2=0,12$ MPa; $T_2=303$ K;

bo'lgan Karno siklini hisoblang. Ishchi jism 1 kg havo. TSiklni PV va TS - diagrammalarda tasvirlang.

Yechish:



Havoning boshlang'ich solishtirma hajmi:

$$g_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 523}{1 \cdot 10^6} = 0,15 \frac{M^3}{\kappa z}$$

2- nuqta: $T_2=T_1=523 \text{ K}$; 2-3 adiabata tenglamasidan:

$$\frac{P_2}{P_3} = \left(\frac{T_2}{T_3}\right)^{\frac{k}{k-1}} = \left(\frac{523}{303}\right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 6,8$$

$P_2=6,8 \cdot 0,12=0,82 \text{ MPa}$ 1-2 izoterma tenglamasidan:

$$g_2 = \frac{P_1 g_1}{P_2} = \frac{1,0 \cdot 0,15}{0,82} = 0,183 \frac{M^3}{\kappa z}$$

3-nuqta: $P_3 = 0,12 \text{ MPa}$; $T_3 = 303 \text{ K}$

$$g_3 = \frac{RT_3}{P_3} = \frac{287 \cdot 303}{0,12 \cdot 10^6} = 0,73 \frac{M^3}{\kappa z}$$

4-nuqta: $T_4=T_3=303 \text{ K}$ 4-1 adiabata

$$\frac{P_1}{P_4} = \left(\frac{T_1}{T_4}\right)^{\frac{k}{k-1}} = \left(\frac{523}{303}\right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 6,8$$

$$P_4 = \frac{P_1}{6,8} = \frac{1,0}{6,8} = 0,15 \text{ MPa}$$

3-4 izotermadan:

$$g_4 = \frac{P_3 \cdot g_3}{P_4} = \frac{0,12 \cdot 0,73}{0,15} = 0,58 \frac{M^3}{\kappa z}$$

Siklning termik f.i.k.

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_3}{T_1} = \frac{523 - 303}{523} = 0,42$$

Berilgan solishtirma issiqlik miqdori:

$$q_1 = RT_1 \ln \frac{g_2}{g_1} = 0,287 \cdot 523 \ln \frac{0,183}{0,15} = 29,8 \text{ kJ/kz}$$

Olingan solishtirma issiqlik miqdori:

$$q_2 = RT_3 \ln \frac{g_3}{g_2} = 0,287 \cdot 303 \ln \frac{0,73}{0,58} = 20 \text{ kJ/kz}$$

Siklning foydali ishi: $l_0 = q_1 - q_2 = 29,8 - 20 = 9,8 \text{ kJ/kz}$

$T_1, \text{ K}$	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
$T_3, \text{ K}$	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590
Gaz	H ₂	N ₂	O ₂	CO	CO ₂	SO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂

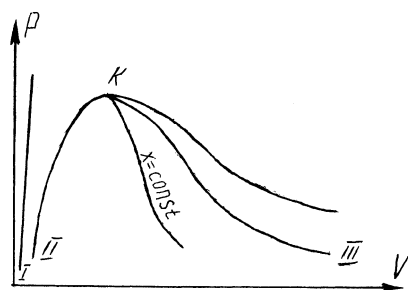
9-AMALIY MASHG'ULOT

SUV BUG'I XOSSALARI, SUV BUG'INING H-S DIAGRAMMASI. SUV BUG'INING H-S DIAGRAMMASIDA JARAYONLARNI TEKSHIRISH

SUV BUG'I VA UNING XOSSALARI

Bizga ma'lumki, issiqlik elektr stantsiyalarida ishchi jism bo'lib asosan suv bug'i ishlatiladi. SHuning uchun suv bug'ini tayyorlash va ishlatilishiga talab juda yuqoridir. Suvni qaynatish natijasida bug' hosil bo'ladi, bu bug'ni biz nam to'yingan bug' deymiz, chunki u suv va bug'ning aralashmasidir. SHunday bug'ni qizdirish natijasida, uning tarkibidagi namlik kamaytiriladi va bu bug' quriy boshlaydi, harorati va bosimi ortib boradi, bunday bug'ga ya'ni to'yinish harorati - t_t ga ega bo'lgan bug'ga quruq to'yingan bug' deyiladi. Agar biz shu quruq to'yingan bug'ni yanada qizdirsak, uning tarkibidagi namlik yo'qoladi va endi unga qancha issiqlik keltirmaylik, u o'zining parametrlarini o'zgartirmaydi, bunday bug'ga - o'ta qizigan bug' deb ataladi. Demak suv bug'ini tayyorlash murakkab jarayon bo'lib hisoblanadi.

Quyida suv bug'ining $P-V$ diagrammasi keltirilgan.



7-rasm. Suv bug'ining $P-V$ diagrammasi

Diagrammadagi chiziqlar quyidagilarni:

I chiziq - 0°S dagi suyuqlik holatini;

II chiziq - qaynash haroratidagi suv holatini;

III chiziq - quruq to'yingan bug' holatini xarakterlaydi.

II chiziq - quyi chegara chizig'i va III chiziq - yuqori chegara chizig'i

deyiladi.

Bu chiziqlar diagrammani uch holatga bo'ladi: I va II chiziqlar orasi - suyuqlik holat; II va III chiziqlar orasi - nam to'yingan bug'; III chiziqdan o'ngdagi qism - o'ta qizigan bug'.

K nuqta *kritik nuqta* deb atalib, bu suyuqlik va bug' holatlari orasidagi farq yo'qoladi, shuning uchun uning harorati eng yuqori qiymatga ega bo'ladi. Suv bug'i uchun kritik parametrlar quyidagilardir:

$$t_{kr} = 374,15^\circ\text{S} \quad P_{kr} = 221,29 \text{ bar} \quad V_{kr} = 0,00326 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Har bir bug' holatini xarakterlovchi ifodalar mavjuddir.

Nam to'yingan bug'. Nam to'yingan bug'ning holati quriganlik darajasi bilan aniqlanadi, uni x deb belgilanadi.

Agar $x=0$ bo'lsa, suv holatini, agar $x=1$ bo'lsa, quruq to'yingan bug' holatini ifodalaydi.

Solishtirma hajmi quyidagi ifodadan aniqlanadi: $V_x = V^{II} \cdot x + (1-x)V^I$ (8.1)

Ko'pincha: $V_x = V^{II} x$ (8.2) deb yoziladi.

Zichligi: $\rho_x = \frac{1}{V^{II} x + (1-x)V^I}$ (8.3)

O'ta qizigan bug'ning issiqlik miqdori: $Q = h_2 - h_1 = h^I - h_0^I$

O'ta qizigan bug'ning entalpiyasi: $h = u + pV$

Masalalar

62. Suv bug'ining $h-s$ diagrammasidan foydalanib, bug'ning entalpiyasini aniqlang.

a) $r = 1 \text{ MPa}$ bosimdagi quruq to'yingan bug'ning;

b) $r = 1 \text{ MPa}$ va $x = 0,95$ bo'lgan nam to'yingan bug'ning;

v) $r = 1 \text{ MPa}$ va $t = 300^\circ\text{C}$ bo'lgan bug'ning entalpiyasini aniqlang.

Berilgan: a) $r = 1 \text{ MPa}$ b) $r = 1 \text{ MPa}$, $x = 0,95$ v) $r = 1 \text{ MPa}$, $t = 300^\circ\text{S}$

h'' - ?, h_x - ?, h - ?

Javob: a) $h'' = 2780 \text{ kJ/kg}$; b) $h_x = 2680 \text{ kJ/kg}$; v) $h = 3045 \text{ kJ/kg}$.

63. $h-s$ diagrammadan foydalanib,

a) $r = 2,2 \text{ MPa}$ bosimli quruq to'yingan bug'ning;

b) $r = 0,8 \text{ MPa}$ va $x = 0,96$ bo'lgan nam to'yingan bug'ning;

v) $r = 2,9 \text{ MPa}$ va $t = 400^\circ\text{S}$ parametrlri o'ta qizigan bug'ning entalpiyasini aniqlang.

Berilgan: a) $r=2,2$ MPa b) $r=0,8$ MPa, $x = 96$ v) $r=2,9$ MPa, $t = 400$ °C
 h'' ?, h_x ?, h ?

Javob: a) $h'' = 2800$ kJ/kg; b) $h_x = 2687$ kJ/kg; v) $h = 3230$ kJ/kg.

64. Bug'ning quyidagi holati berilgan. $r=2$ MPa va $t=340$ °C h-s diagrammasidan foydalanib, entropiya, harorat va bug'ning qizdirilish darajasini aniqlang.

Berilgan: $p=2$ MPa, $t=340$ °C S ?, t_h ?

Echish:

h-s diagrammadan $r=2$ MPa bosim va $t=340$ °S haroratini aniqlab, bu chiziqlarni o'zaro kesishtiramiz va entalpiyani aniqlaymiz. $h = 3110$ kJ/kg

So'ngra entropiyani aniqlaymiz. $S = (\text{kg} \cdot \text{K})$

Keyin jadval yordamida qizdirilish darajasini aniqlaymiz.

$\Delta t_{qiz} = t - t_i = 340 - 212,37 = 127,63$ °C

Bunda t_i to'yinish harorati $t_i = 212,37$ °S

65. Bosimi $r=0,8$ MPa va quriganlik darajasi $x=0,96$ bo'lgan suv bug'ining h_x , S_x va v_x parametrlarini h-s diagrammadan foydalanib aniqlang. Olingan natijalarni esa ifoda va jadval yordamida olingan natijalar bilan solishtiring.

Berilgan: $p=0,8$ MPa, $x=0,96$ h_x ?, S_x ?, v_x ?

Echish:

h-s diagrammasiga berilgan qiymatlarni qo'yib quyidagi natijalarga ega bo'lamiz.

$h_x = 2687$ kJ/kg, $S_x = 6,5$ kJ/(kg·K), $v_x = 0,3$ m³/kg

66. Bosimi $r=10$ MPa va quriganlik darajasi $x=0,98$ bo'lgan 1kg nam bug'ni $t=480$ °C gacha qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdorini aniqlang.

Berilgan: $r=10$ MPa, $x=0,98$, $M=1$ kg, $t=480$ °C q_v ?

Echish:

Buning uchun suv bug'ining h-s diagrammasidan foydalanamiz. $r=10$ MPa va $x=0,98$ parametrli bug' uchun $h=2765$ kJ/kg to'g'ri keladi. Harorat $t=480$ °S gacha qizdirilganda esa $h=3430$ kJ/kg.

Kerak bo'lgan issiqlik miqdorini quyidagi ifodadan topiladi.

$q_v = h - h = 3430 - 2765 = 665$ kJ/kg.

67. Bosimi $R=1,2$ MPa va solishtirma hajmi $v=0,18$ m³/kg ga teng bo'lgan suv bug'ining holatini aniqlang.

Berilgan:

$R=1,2$ Mpa $V=0,18$ m³/kg Suv bug'ining holati-?

Javob: O'ta qizigan bug'.

68. Agar $R=2$ MPa va $x=0,9$ bo'lsa, nam bug'ining solishtirma hajmini toping.

Berilgan: $R=2$ MPa $x=0,9$ V_x ?

Javob: $V_x=0,089622$ m³/kg.

1.3.Laboratoriya mashg'uloti materiallari

Laboratoriya mashguloti - OUYu ta'limni tashkillashtirish shakli

Laboratoriya mashguloti - bu ta'lim beruvchini ta'lim oluvchilar bilan faol amaliy xarakterga kirishishiga yo'naltirilgan, nazariy bilimlarni amaliy faoliyatda tadqiq qilish va amalga oshirish uchun sharoitni ta'minlovchi, o'quv mashg'ulotini olib borish shaklidir.

Laboratoriya mashguloti quyidagi maqsadlarga erishish uchun qo'llaniladi:

Nazariy materialni tartibga solish.

Ko'nikmalarni hosil qilish.

Amaliy malaka xosil qilish.

Bilimlarni nazorat qilish.

Ta'lim beruvchi Laboratoriya mashgulotini samarali o'tkazish uchun quyidagilarni hisobga olish zarur:

o'zining tayyorgarligi, bunda savol va javob texnikasiga ega bo'lishi;

o'quv guruhining holati: uning motivatsiyasi, uning tashkil etish xususiyati;

o'quv jarayonining texnik jihozlanishi.

Laboratoriya mashguloti shaklidagi mashg'ulotga o'tish o'zaro mulokot sxemasidan muloqotli xarakterga o'tishni, monologdan dialogga, dialogdan amaliy xarakterga o'tishni anglatadi.

Tayyorgarlik va Laboratoriya mashgulotini olib borish bir qator savollarga javob berishni talab etadi:

1. *Nima uchun?* - Vazifa va Laboratoriya mashgulotini olib borish umumiy qilib olganda ta'lim berish maqsadlariga mos bo'lishi kerak.

2. Laboratoriya mashguloti shaklida olib borish texnologiyasini *Qanday qilib?* - ishlab chiqish kerak

3. Laboratoriya mashguloti vaqtida muhokama qilish kerak bo'lgan, material mazmunida - *Nimani?* ishlab chiqish zarur.

4. Laboratoriya mashgulotini olib borish vaqtida, ya'ni hisobga olish muhim bo'lgan omillar- *Nimani hisobga olgan holda?* yelgilanishi zarur.

5. Laboratoriya mashgulotini boshqarish uchun uning samaradorligini ta'minlash maqsadida undan foydalanish mumkin bo'lgan, ta'sir etish vositasini- *Qanday yo'l bilan?* aniqlash mumkin.

O'quv dasturining maqsad va qo'llanish sohalariga muvofiq asosiy **uch turdagi Laboratoriya mashgulotilarni** ajratib ko'rsatish mumkin:

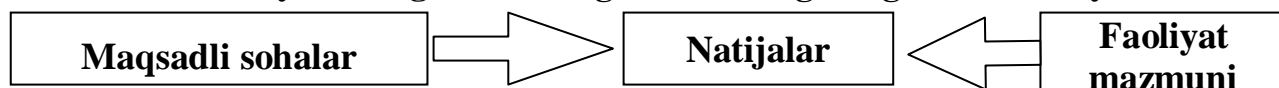
1) *ta'limiy* - asosan quyidagilarga yo'naltirilgan bo'ladi:

nazariy bilimlarni tartibga solish, faollashtirish yoki ularni mustaqil rivojlantirishga; o'zlashtirilgan bilimlarni amaliy qo'llash ko'nikmalarini shakllantirishga.

2) *shakllantiruvchi-kasbiy taergarligi buyicha malaka va kunikmaga ega bulishi:*

3) *rivojlantiruvchi* - ta'lim oluvchilarda muammoli ko'rish, tahliliy qobiliyatlar hamda bashorat qila olish ko'nikmalarini shakllantirishga yo'naltirilgan.

Laboratoriya mashg'uloti mashg'ulotlarining o'ziga xos xususiyatlari



Talabalarining nazariy bilimlarini tizimlashtirish va tarkiblashtirish, mustahkamlash hamda kengaytirish.

Avval ыzlashtirilgan bilimlarni mustahkamlash, kengaytirish va tarkiblashtirish, mavzuning nazariy tushunchalarini ichki ыzaro bog'liqligini va mavzuni kursning boshqa mavzulari yoki boshqa fanlar bilan bog'liqligini aniqlash

Фаолият мазмуни	
talabalarning	o'qituvchining
Referatlar taqdimoti, ma'ruzalarni muhokama qilish	Referatlar ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Mavzu bo'yicha savollarni muhokama qilish	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish
Mavzuni boshi fan mavzulari bilan bog'liqligini savollarni muhokama qilish	Savollarni tuzish. qo'shimcha o'quv ma'lumotini tayyorlash.

Maxsus (kasbiy) va umum o'quv ko'nikmalarni yaxshi o'rganish hamda amaliy ko'nikmalarni shakllantirish

Amaliy vaziyatlarda harakat izchilligini aniqlash imkonini bilan ыzlashtirgan nazariy bilimlarni amaliy qo'llash bilan bog'liq bo'lgan o'ziga xos ko'nikmalarni yaxshi o'rganish

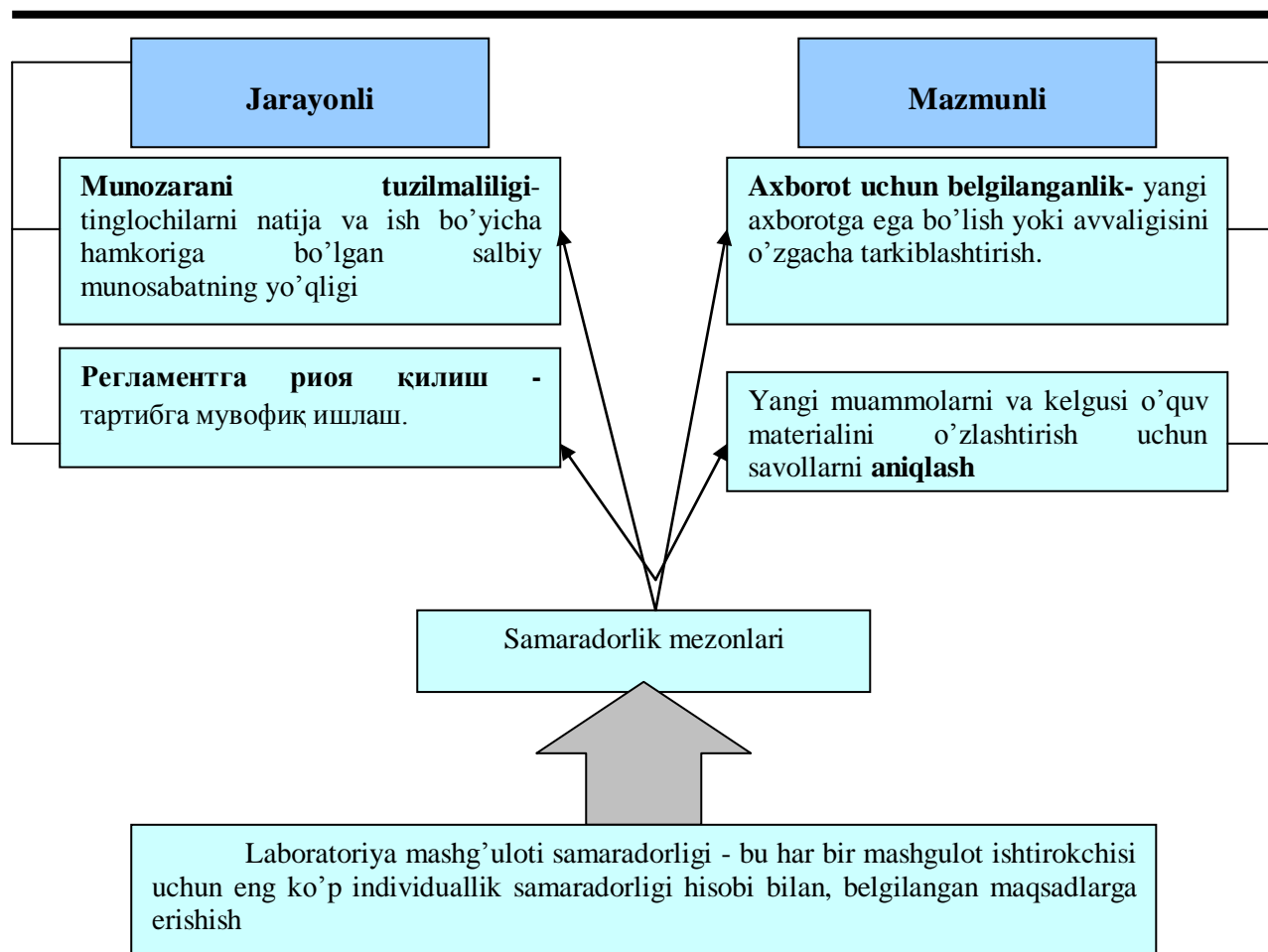
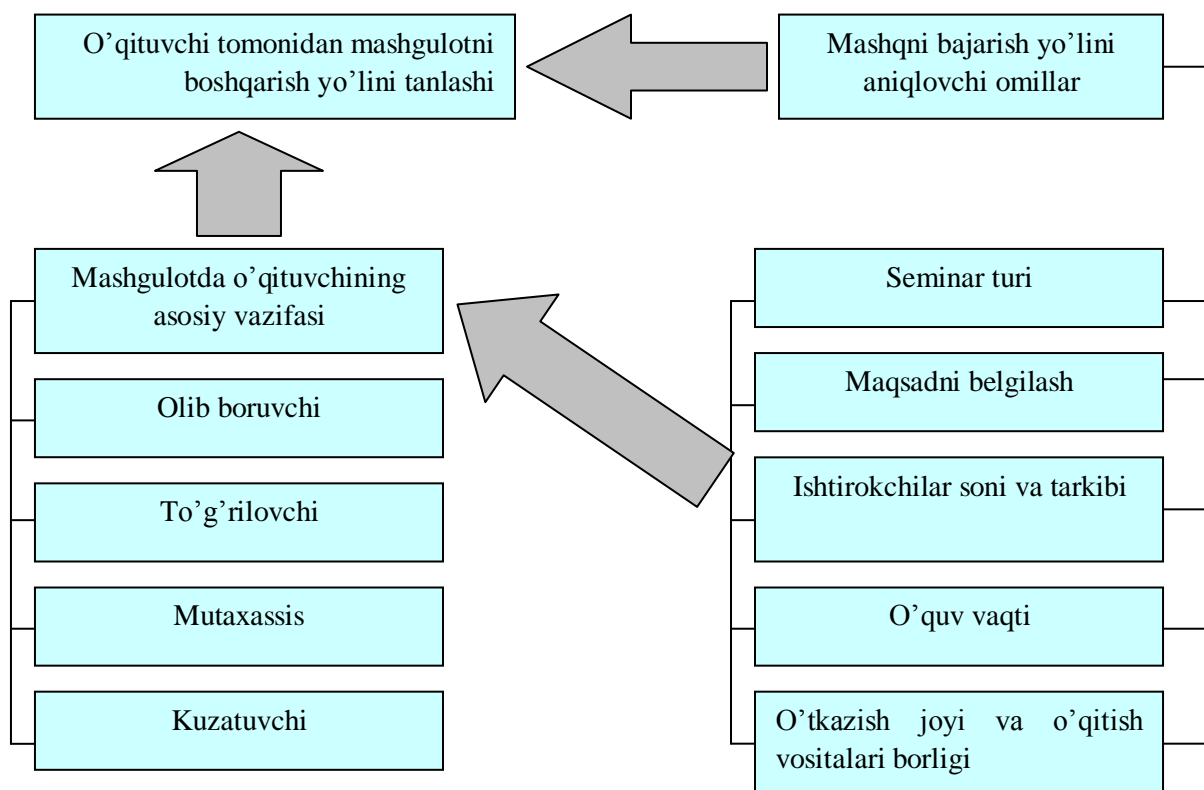
Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Muammoli topshiriqlarni, keys-stadini yechish, o'rgatuvchi ыyinlarda ishtirok etish.	Referat/ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Topshiriqni yechish ыyicha mashq qilish.	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish

Talabalar bilim va ko'nikmalarini nazorat qilish

Talabalarining nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasini baholash

Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Nazorat savollariga javob berish va nazorat topshiriqlarini bajarish	Ma'lumotni harqiqiy bilishini, muammoni ifodaly olishini aloqida nazariy ыolatlar ыrtasidagi qarama-qarshiliklarni topishni uddalashiga ыyljallangan savollar ыyplamini tuzish
Maxsus topshiriqlarni bajarish ыyicha mashqlar	Avvalgi mashg'ulotlardan talabaga ma'lum yechish izchilligini qillash talab etiladigan, maxsus topshiriqlarni ishlab chiqish yoki berilgan topshiriqlarni mustqil yechishning ыyllarini ishlab chiqish; faoliyatning maqsad, sharoitlari davomiyligini, natijalarni taqdim etish shakli va vaqtini bayon etish.

Laboratoriya mashg'ulotini pedagogik boshqarish, uning samaradorligini baholash



Laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim berish texnologiyasini loyihalashtirish va rejalashtirish

Xisobli turdagi laboratoriya mashg'uloti ta'lim texnologiyasi

Bunday mashg'ulotlarni o'tkazishning asosiy yo'li ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi tomonidan berilgan topshiriq va ma'lumotlarni guruhda texnik vositalardan foydalanib bajarishdan iborat bo'ladi.

Bunday **mashg'ulotlar samaradorligi** ta'lim oluvchilarni mashg'ulotga tayyorlanish sifati bilan aniqlanadi. Yangiliklar bilan chiquvchi, ta'lim oluvchilarning tayyorgarligi ahamiyatga ega bo'ladi.

1. Tayyorgarlik bosqichi

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Oldindagi Laboratoriya mashg'uloti uchun ma'ruza/yangiliklar mavzular (topshiriqlar) ro'yxatini taklif etadi. O'quv fanini bundan keyin o'zlashtirishda, zamonaviy ijtimoiy/iqtisodiy va boshqa kelgusidagi kasbiy faoliyatlaridagi muammolarda to'liq yo'nalish olishda ularning muhimligini tushuntiradi. Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanish uchun adabiyotlar ro'yxatini taviya etadi. Tanlangan topshiriq bo'yicha referatning batafsil rejasini tuzib chiqish vazifasini beradi. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilariga: Laboratoriya mashg'uloti mavzusiga bog'liq bo'lgan ma'ruza mazmunini va qo'shimcha materiallarni o'rganish vazifasini beradi, o'zlashtirilgan bilimlar va bajarilgan topshiriq muhokamasini nazorat qilishga tayyor bo'lishlarini aytadi.	Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanadilar. Referat (Topshiriq) rejasini tuzadilar
Referat (Topshiriq) rejasini muhokama qiladilar	
	Tezlikda boshlang'ich g'oyaga o'zgartirish, aniqliklar, to'ldirishlarni kiritadi.
Tayyorlangan referat (Topshiriq) mazmuni bilan tanishadi. Lozim bo'lgan holda talabalar referatni to'ldirishlari uchun savollar beradi.	
Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruza qilishning tuzilishi va usulini muhokama qiladi	

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar



F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
<p>1. Laboratoriya mashg'ulotiga kirish.</p> <p>1.1. Mavzu muhokamasini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza materialini bilan bog'liqligini asoslaydi.</p> <p>1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni <i>faollashtiradi</i>. Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashg'ulotida keyingi ma'ruzalarni tushunishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarliligini va ularni muhokamadagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.</p>	<p>Savollarga javob beradilar, savollar beradilar</p>
<p>2. Asosiy qism.</p> <p>2.1. Talabalarni topshiriqni bajarish va natijalarni taqdimotini tashkillashtiradi.</p> <p>Ma'ruza yoki yangiliklar mazmuni tinglovchilarni qiziqitirmay qo'ygan holda, yoki aksincha, ma'ruza vaqtida ko'tarilgan savol yuqori qiziqishni uyg'otsa, ma'ruzachini ma'lum vaqtgacha xushmuomalalik bilan to'xtadi va Laboratoriya mashg'ulotida olingan natijalarni jamoaviy muhokama yo'lida o'tkazadi.</p> <p>2.2. Laboratoriya mashg'ulotini tajriba usulida o'tkazishni tashkillashtiradi</p> <p><i>Laboratoriya mashg'ulotini sekin-asta tashkillashtirilgan munozara shakliga o'tkazadi.</i></p> <p>Har bir guruhcha sardorlari ma'ruzasi muhokamasini qisqa umumlashirish, ma'ruzaning asosiy holatlari va muhokama (munozara) natijalarini qayd etish bilan tugatadi</p>	<p>Talabalar berilgan topshiriqni bajaradilar: kuzatadilar, tuzadilar, hisoblaydilar, xulosa qiladilar. Olingan natijalarni muhokama qiladilar va taqdimotini tayyorlaydilar.</p> <p>Ish mazmunini jamoaviy muhokama qiladilar, bahslashadilar</p>

Ish mazmuni bo'yicha savollarni ikki guruhga bo'lish mumkin:

Mazmuni aniqlashtirishga yo'naltirilgan, savollar: ma'ruzani ayrim bayonini takrorlash talab etiladi;

Mazmuni kelgusi rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan, savollar: ma'ruzani to'ldirishni talab etadi.

O'qituvchi avvalo 1-chi guruhdagi savollar muhokamasini, so'ngra jamoaviy 2-chi guruh savollariga javoblarni topishni tashkillashtiradi.

Laboratoriya mashg'ulotida munozarani tashkillashtirish quyidagilarni nazarda tutadi:

1. Mashg'ulot jarayonida berilgan savollarga erkin fikr aytishlari va talabalar tomonidan o'zlarining javoblarni asoslab berishlarini ta'minlash;
2. boshqa talabalar tomonidan mos javoblarning tushunishni ta'minlash;
3. aniqlik kiritish, to'ldirish, o'zgartirishlarni tushunishni ta'minlash;
4. berilgan savollarga tasdiqlovchi javoblar berishni tashkillashtirish.

3. Yakuniy bosqich

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
<p>Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash: Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi: Bajarilgan ishni muhokama qilishda javoblardan iborat bo'lgan xulosalarni ifodalaydi; Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruzachi va ishtirokchilari tayyorgarligini, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi; Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi;</p>	<p>Savollar beradilar, baholar bilan tanishadilar, muammo bilan tanishadilar</p>

Jarayonli turdagi laboratoriya mashg'ulotida ta'lim texnologiyasi

Laboratoriya mashg'ulotida jarayonlar vizual kuzatiladi va bu jarayonlar ma'ruzada berilgan ma'lumotlar asosida tadqiq qilinadi va xulosa beriladi.

1. Tayyorgarlik bosqich

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1.1. Mavzu bilan tanishtiradi. 1.2. Qurilmaning sxemasi bilan tanishtiradi 1.3. Ishni bajarish vositalari bilan tanishtiradi 1.4. Mashg'ulotni bajarishda ishtirok etishi uchun muhim bo'lgan talabalar bilimini faollashtirish uchun savol va topshiriqlar ro'yxatini tuzadi. 1.5. Talabalarning bilimlarini faollashtirish asosida ularni jarayonga "olib kirish" yo'llari va vositalarini aniqlaydi	

Mashg'ulot savollari va topshiriqlar tizimini ishlab chiqish talabalarni puxta o'ylagan va imkonli javoblarini hisobga olishni nazarda tutadi. Yaxshi loyihalangan texnologiyada ham, mashg'ulot vaqtida vaqtida dastlabki rejadani, talabalarning alohida xususiyatlari ulardagi o'zaro bog'langan bilimlarning daraja va hajmi turlichaligi sababli, chetga chiqishlar bo'lishi mumkin.

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1. Laboratoriya mashg'ulotiga kirish. 1.1. Mavzu muhokamasini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza materialini bilan bog'liqligini asoslaydi. 1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni <i>faollashtiradi</i> . Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashg'ulotida keyingi ma'ruzalarni tushinishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarililigini va ularni muhokamadagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.	Savollarga javob beradilar. Topshiriqni bajarishga tayyorlanadilar

<p>2. Asosiy qism.</p> <p>2.1. Faollashtirilgan bilimlar asosida talabalarni mashg'ulotda hal etiladigan topshiriqqa "olib kiradi" va uni ifodalaydi.</p> <p>2.2. Tajribani boshlashdan avval, talabalar belgilangan topshiriqni qabul qila olishlarini ta'minlash maqsadida, uni dastlabki yechib ko'rishni tashkillashtiradi. Talabalar bilan birgalikda tajribani bajarish tartibini muhokama qiladi, ularda paydo bo'lgan qiyinchiliklarni aniqlaydi va tahlil qiladi.</p> <p>2.3. Topshiriqni yechish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi: tajriba usuli yoki koop-koop usulidan foydalanish maqsadga muvofiq.</p> <p>2.4. Yakuniy xulosani ifodalaydi.</p>	<p>Tinglaydilar.</p> <p>Kuzatadilar. Ishni bajaradilar: kuzatadilar, o'lchaydilar, hisoblaydilar, tahlil qiladilar va xulosa beradilar.</p> <p>Olingan natijalar bo'yicha munozara qiladilar va guruh sardorlari natijalarni taqdimotga tayyorlaydilar.</p>
--	---

3. Yakuniy bosqich



F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
<p style="text-align: center;"><i>Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash:</i></p> <p>Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi:</p> <p>3.1. Talabalar tomonidan bajarilgan, ish natijalarini baholaydi.</p> <p>3.2. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilari tayyorgarligi, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi.</p> <p>3.3. Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi.</p> <p>3.4. Qatnashchilarni baholaydilar</p>	<p>Savollar beradilar. O'z-o'zini baholaydilar.</p>

Berilgan savolga javob izlashni tashkillashtirish izchilligi:

1. berilgan savolga javoblarni izlash va asoslash bo'yicha talabalarning fikrlash harakatlarini tashkillashtirish;
2. javoblarning tanqidiy tahlil qilish, ularning kuchli va kuchsiz tomonlarini aniqlashni tashkillashtirish;
3. mos keluvchi tomonlarni ishlab chiqish-eng to'g'ri javoblarni tuzib chiqish maqsadida o'zlari o'rtasida javoblarni taqqoslashni tashkillashtirish.

TAJRIBA USULI

Tajriba usuli -bu shunday usulki, bunda ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi rahbarligi ostida va oldindan tayyorlangan reja bo'yicha tajribalar o'tkazadilar yoki amaliy topshiriqlarni bajaradilar, shu jarayonda yangi bilimlarni qabul qiladilar va anglab yetadilar.

Usulning asosiy vazifalari - o'rgatish va rivojlantirish. Bu usul ta'lim oluvchilarga quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

- jihoz bilan ishlash malaka va ko'nikmalarini egallash;
- ma'lum bo'lganlarni tekshirish va mustaqil tadqiqotning yo'llarini tanlash;
- amaliy malakalarni egallash: o'lchash va hisoblash; natijalarni qayta ishlash va avvalgilari bilan solishtirish.

Tajriba usuli murakkabdir. U maxsus, qimmatli jihozlarni bo'lishi, nafaqat sizni, balki ta'lim oluvchilarning ham puxta tayyorgarligini talab etadi. Undan foydalanish kuch va vaqtni sarflash bilan bog'liq. SHuning uchun, tajriba usulini rejalashtirayotganda, mustaqil tadqiqotning ta'lim samaradorligini oshirishiga bo'lishiga ishonch hosil qilish zarur.

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli va texnologik xarita

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli

<i>Vaqt: 2 soat</i>	<i>Talabalar soni: 12-14 ta</i>
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	jaraenli laboratoriya mashg'uloti
<i>O'quv mashg'ulot rejasi</i>	1. 2. 3.
<i>O'quv mashg'ulot maqsadi: ...bo'yicha bilimlarni mustahkamlash, ... to'g'risida muammoli vazifalarni yechish malakalarini rivojlantirish</i>	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -... to'g'risida ma'lumotlarni tizimlashtirishni o'rgatish; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishni, tahlil qilishni o'rgatish; - ... imkoniyatlarni ilgari surish, ularni baholash, yakuniy xulosalar qilishni o'rgatish.	<i>O'quv faoliyat natijalari:</i> - ... ma'lumotlarni tizimga soladilar; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya topshirig'ini bajaradilar, tahlil qiladilar; - ... imkoniyatlarni ilgari suradilar, ularni baholaydilar, yakuniy xulosalar qiladilar.
<i>Ta'lim usullari</i>	tajriba usuli, suhbat, munozara, koop-koop
<i>Ta'limni tashkillashtirish shakli</i>	guruhli.
<i>Ta'lim vositalari</i>	Ma'ruza matni, A32 o'lchamdagi qog'ozlar, markerlar, skoch, maxsus jixoz va kurilmalar, o'quv materiallar.
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	Guruhlarda ishlashga mo'ljallangan maxsus xona.
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: tezkor-so'rov Ezma nazorat: takdimot

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqic hlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
<p>1 - bosqich. O'quv mashg'ul otiga kirish (15 daq.)</p>	<p>1. Mavzuning nomi, maqsad va kutilayotgan natijalarni yetkazadi. Mashg'ulot jaraenli Laboratoriya mashguloti shaklida borishini ma'lum qiladi.</p> <p>1.2. Talabalar bilimini suhbat shaklida faollashtiradi (№ ilova). Bilimlarni faollashtirish jarayonida laboratoriya mashgulotini bajarish bo'yicha izlanuvchilik faoliyatida faol ishtirok etishlari uchun talabalarning egallagan bilimlarini yetarliligini aniqlaydi. Talabalarni guruxlarga ajratadi.</p>	<p>Tinglaydilar, yozib oladilar</p>
<p>2 - bosqich. Asosiy (55 daq.)</p>	<p>2.1. talabalarga mashg'ulot topshirig'ini o'qib beradi.</p> <p>2.2. Mashg'ulot topshirig'ini bajarish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi:</p> <p>2.3. Talabalarni kichik 3 gurhlarga bo'ladi, topshiriqni yechish vazifasini beradi. O'quv materiallari, baholash ko'rsatkichlari va mezonlarini tarqatadi (№ ilova). Taqdimot uchun qog'ozlarni, markerlarni tarqatadi, aqliy hujum qoidasini eslatadi. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.</p> <p>2.4. Taqdimot boshlanganligini ma'lum qiladi, guruhlarni chiqishlarini boshqaradi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'g'ri yechimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'liqligini baholaydi, savollarga javob beradi.</p>	<p>Savollarga javob beradilar.</p> <p>Muammoni yechish bo'yicha o'z fikrlarini beradilar.</p> <p>Kichik muammoni yechish bo'yicha fikrlar bildiradilar, munozara qiladilar, tahlil qiladilar, xulosa chiqaradilar.</p> <p>Guruh vakillari taqdimot qiladilar, yakuniy xulosani beradilar.</p> <p>Tinglaydilar</p>
<p>3 bosqich. Yakuniy (10 daq.)</p>	<p>3.1. Taqdimot yakunlaydi, muammoni yechishda yuzaga kelgan qiyinchiliklarni ko'rsatadi</p> <p>3.2. Mavzu bo'yicha yakun qiladi, qilingan ishlarni kelgusida kasbiy faoliyatlarida ahamiyatga ega ekanligi muhimligiga talabalar e'tiborini qaratadi.</p> <p>3.3. Talabalarni baholaydi.</p>	<p>Tinglaydilar. Topshiriqni yozadilar</p>

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanidan jarayonli laboratoriya mashgʻulotida ta’lim berish texnologiyasi modeli

Mavzu: Bosim va harorat o’lchash asboblari

<i>Vaqt: 2 soat</i>	<i>Talabalar soni: 12-14 ta</i>
<i>O’quv mashg’ulot shakli</i>	jaraenli laboratoriya mashguloti
<i>O’quv mashg’ulot rejasi</i>	- bosimni o’lchash asboblarning tuzilishi va ishlash usulini o’rganish. - suyuqlik bilan ishlaydigan asboblarni o’rganish - deformatsiya hisobiga ishlaydigan (prujinali) asboblarni o’rganish.
<i>O’quv mashg’ulot maqsadi:</i> Suyuqlik harakat rejimi bo’yicha nazoriy bilimlarni mustahkamlash, suyuqlik harakat rejimini o’lchash bo’yicha ko’nikmaga ega bo’lish, suyuqlik harakat rejimi mohiyatini tushunish bo’yicha bilim va malakalarini rivojlantirish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -... to’g’risida ma’lumotlarni tizimlashtirishni o’rgatish; - ... bo’yicha jarayonli laboratoriya mashg’ulotlarini bajarishni, tahlil qilishni o’rgatish; - ... imkoniyatlarni ilgari surish, ularni baholash, yakuniy xulosalar qilishni o’rgatish.	<i>O’quv faoliyat natijalari:</i> - ... ma’lumotlarni tizimga soladilar; - ... bo’yicha jarayonli laboratoriya topshirig’ini bajaradilar, tahlil qiladilar; - ... imkoniyatlarni ilgari suradilar, ularni baholaydilar, yakuniy xulosalar qiladilar.
<i>Ta’lim usullari</i>	tajriba usuli, suhbat, munozara, koop-koop
<i>Ta’limni tashkillashtirish shakli</i>	guruhli.
<i>Ta’lim vositalari</i>	Ma’ruza matni, A32 o’lchamdagi qog’ozlar, markerlar, skoch, maxsus jixoz va kurilmalar, o’quv materiallar.
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	Guruhlarda ishlashga mo’ljallangan maxsus xona.
<i>Monitoring va baholash</i>	Og’zaki nazorat: tezkor-so’rov Ezma nazorat: takdimot

3. AQLIY HUJUM METODI

Aqliy hujum (breynstroming-aqllar to’zoni) – amaliy yoki ilmiy muammolar yechish g’oyasini jamoaviy yuzaga keltirishda qo’llaniladigan metod.

☞ Metod chegaralangan vaqt oralig’i ichida aniq muammo (savol, masala)ni yechishning noan’anaviy yo’llarini izlash bo’yicha o’quvchilarni aqliy faoliyatini yo’naltirishga asoslangan.

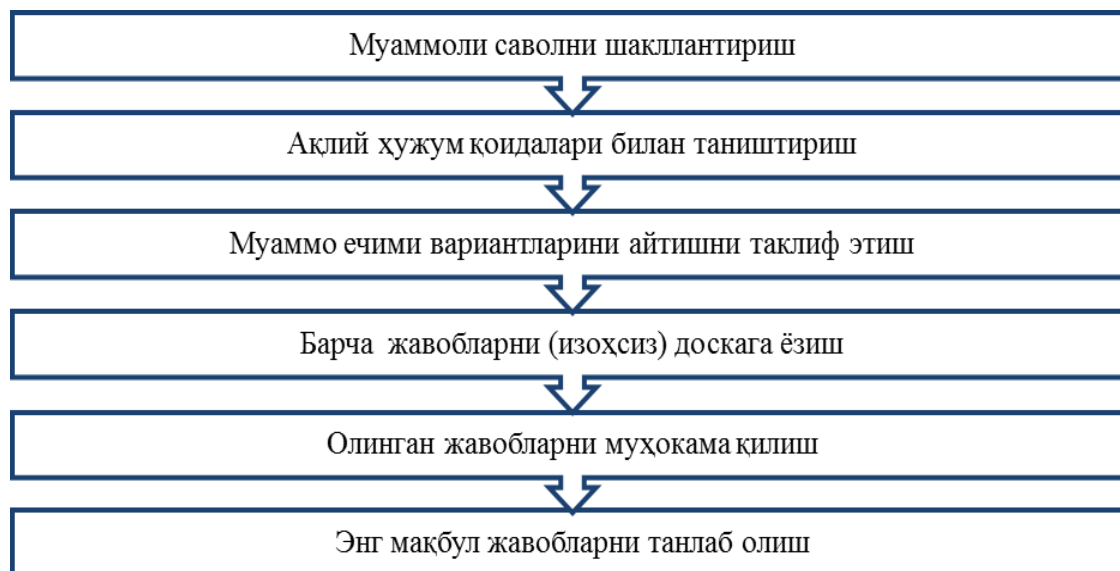
☞ O’quv mashg’ulotidagi aqliy hujum uchun muammoni tanlash quyidagi tamoyillar bo’yicha amalga oshiriladi:

- tanlangan muammo nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo’lishi hamda o’quvchilarda faol qiziqish uyg’otishi kerak;

- ko’p har xil ma’nodagi yechim variantlariga ega bo’lishi kerak.

O’qitish texnologiyasini ishlab chiqishda aqliy hujum metodi o’quv mashg’ulotining bir lavhasi yoki butun mashg’ulotni o’tkazish asosi sifatida rejalashtirilgan bo’lishi mumkin.

Aqliy hujum metodining texnologik chizmasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Aqliy hujum metodining texnologik chizmasi

INSERT TEXNIKASI

INSERT (inglizcha so'zdan olingan bo'lib - **INSERT** – Interaktive- interfaol Noting – belgilash System - tizim for-uchun **E**ffective – samarali **R**eading – o'qish and– va **T**hinking – fikrlash degan ma'noni anglatadi).

1) Samarali o'qish va fikrlash uchun matnda belgilar qo'yishning interfaol tizimi hisoblanadi.

Matnni belgilash tizimi:

(√) - mening bilganimni tasdiqlovchi axborot;

(+) - men uchun yangi axborot;

(-) - menning bilganlarimga, zid axborot;

(?) - meni o'ylantirib qo'ydi. Bu bo'yicha menga qo'shimcha axborot kerak.

PINBORD TEXNIKASI

Pinbord–(inglizchadan: *pin*- mahkamlash, *board* – yozuv taxtasi) – o'quvchilarni tizimli va mantiqiy fikr bildirishga o'rgatadigan metod.

Pinbord texnikasi:

1) muammoli masalalar va vaziyatlar, aqliy hujum va amaliy o'qitish metodlari bilan birga jamoaviy tarzda (guruhlarda) muammoni yechish variantlarini baholash hamda ular ichidan eng yaxshisini tanlash imkonini beradi;

2) aqliy hujum va amaliy o'qitish metodlari bilan birga jamoaviy tarzda (guruhlarda) toifali sharh o'tkazish imkonini beradi.

KEYS–STADI METODI

KEYS – (ingl. case – to'plam, aniq vaziyat) – nazariy bilimlarni amaliy vazifalarni yechish jarayonida qo'llash imkonini beruvchi *o'qitish vositasi*.

Keysda bayon qilingan vaziyatni o'rganib va tahlil qilib, o'quvchilar o'zining kelgusidagi kasbiy faoliyatida o'xshash vaziyatlarda qo'llashi mumkin bo'lgan tayyor yechimni oladi.

Keysda bayon qilingan vaziyatlar (kasbiy), amaliy mashg'ulotlarda yechiladigan vaziyatli masalalardan tubdan farq qilinadi. Agar vaziyatli masalalarda har doim shart (nima berilgan) va

talab (nimani topish kerak) berilgan bo'lsa, keysda, qoidaga ko'ra, bunday parametrlar mavjud emas.

O'quvchiga taqdim etilgan ixtiyoriy keysda:

- keysning belgilanishi va topshiriq, savollar aniq ifodalangan bo'lishi kerak;
- bayon qilingan muammoli vaziyatni yechish uchun kerakli va yetarli xajmda ma'lumotlarni o'z ichiga olishi kerak
- keysni yechish uchun *uslubiy ko'rsatmalar* bo'lishi kerak.

Keys-stadi (ingl.case– to'plam, aniq vaziyat, stadi-o'qitish)–amaliy o'qitish vaziyatlarimetodi.

Keys-stadi - o'qitish, axborotlar, kommunikatsiya va boshqaruvning qo'yilgan ta'lim maqsadini amalga oshirish va keys-stadida bayon qilingan amaliy muammoli vaziyatni hal qilish jarayonida prognoz qilinadigan o'quv natijalariga kafolatli yetishishni vositali tarzda ta'minlaydigan bir tartibga keltirilgan optimal usullari va vositalari majmuidan iborat bo'lgan o'qitish texnologiyasidir.

Ushbu metod o'quvchilarni quyidagilarga undaydi:

- muammoni shakllantirishga;
- amaliy vaziyatni tahlil qilish va baholashga;
- muammo yechimini eng maqbul variantini tanlashga.

O'quv mashg'ulotning o'qitish texnologiyasini tanlashni ikki asosiy dalil belgilaydi:

1. Keysning hajmi (qisqa, o'rtacha miqdordagi, katta)
2. O'quv topshirig'ini taqdim etish usuli:
 - savolli (savollar keysdan keyin keltiriladi)
 - topshiriqli (topshiriq keys kirish qismining oxirida keltiriladi)

O'QUV LOYIHA METODI

Ushbu metodning mohiyati shundan iboratki, ma'lum muddat ichida (bitta o'quv mashg'ulot doirasidan 2-3 oy muddat ichida) ta'lim oluvchi guruhli yoki yakka tartibda berilgan mavzu yuzasidan loyiha topshirig'ini bajaradi. Uning vazifasi – muayyan foydalanuvchiga yo'naltirilgan yangi ma'lumot olish, belgilangan muddat ichida berilgan u yoki bu muammoni ilmiy, texnikaviy yechimidan iborat.

O'quv loyihasi tushunchasi:

- muayyan iste'molchiga mo'ljallangan, muammolarni izlash, tadqiq qilish va yechish, natijani noyob (moddiy yoki intellektual) mahsulot ko'rinishida rasmiylashtirishga qaratilgan. Talablarning mustaqil o'quv faoliyatini tashkil qilish *usuli*;
- nazariy bilimlar orqali amaliy vazifalarni yechishga qaratilgan o'quv *vosita va qurollari*;
- rivojlantiruvchi, ta'lim-tarbiya hamda bilimlarni kengaytirish, chuqurlashtirish va malakalarni shakllantirishga qaratilgan *didaktik vosita*.

GRAFIK TASHKIL ETUVCHILAR

KLASTER (klaster-tutam, bog'lam)-axborot xaritasini tuzish yo'li- barcha tuzilmaning mohiyatini umumlashtirish va aniqlash uchun qandaydir biror asosiy omil atrofida g'oyalarni yig'ish asosida aniq biror mazmunni keltirib chiqaradi.

Bilimlarni faollashtirishni tezlashtiradi, fikrlash jarayoniga mavzu bo'yicha yangi o'zaro bog'lanishli tasavvurlarni erkin va keng jalb qilishda yordam beradi.

Klasterni tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

1. Katta qog'oz varag'i markazida kalit so'z yoki 1-2 so'zdan iborat mavzu nomini aylana ichiga yozing.
2. Kalit so'z bilan birlashdigan yon tomoniga kichkina hajmdagi aylana- "yo'ldoshcha" ichiga mavzu bilan aloqador so'z yoki so'z birikmasini yozing. Ularni chiziq bilan "bosh" so'zga bog'lang.
3. Ushbu "yo'ldoshcha"larda "kichik yo'ldoshlar" ham bo'lishi mumkin, ular ichiga yana so'z yoki iboralar yozib ajratilgan vaqt tugagunga qadar yoki g'oyalar tugamagunga qadar davom ettiriladi.

«NIMA UCHUN?» SXEMASI –muammoning dastlabki sababini aniqlash bo'yicha fikrlar zanjiri bo'lib,tizimli, ijodiy, tahliliy mushohada qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

«Nima uchun?» sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshiriqda ko'rsatilgan muammosababini aniqlash uchun:

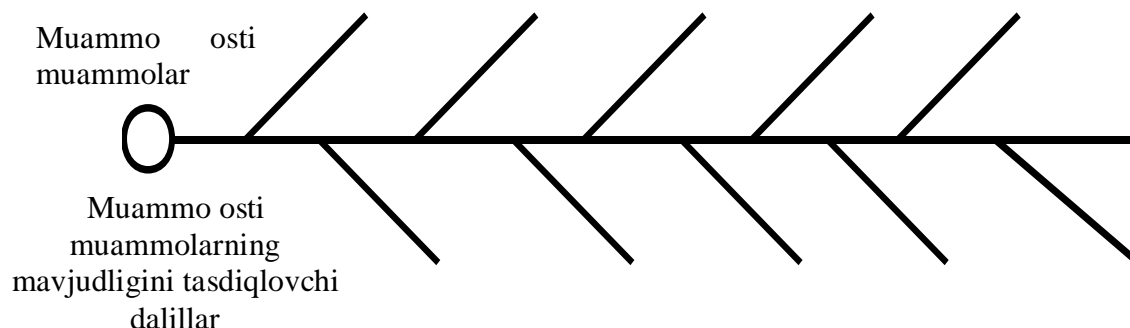
- 1) Muammoni yozing va strelka chizig'ini chiqarib «Nima uchun?» so'rog'ini yozing.
- 2) Savolga javob yozib nima uchun so'rog'ini takror yozib boravering. Bu jarayonni muammoning dastlabki sababi aniqlanmagunicha davom ettiring

«BALIQ SKELETI» CHIZMASI – bir qator muammolarni tasvirlash va uni yechish imkonini beradi. Tizimli fikrlash, tuzilmaga keltirish, tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

“Baliq skeleti” sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshiriqda ko'rsatilgan muammo maydonini tavsiflash uchun:

- 1.«Baliq skeletini” chizing:



2. «Suyak»ning chap qismida (yoki yuqori suyakda) muammo osti muammoni yozing, o'ng qismida (pastki suyakda) – muammo osti muammoni amalda mavjud ekanligini tasdiqlovchi dalillarni yozing.

«QANDAY?» IERARXIK DIAGRAMMASI - muammo to'g'risida umumiy tasavvurlarni olishga, uning yechimini topish usul va vositalarini topishga imkon beruvchi mantiqiy savollar zanjiridan iborat.

Tizimli, ijodiy, tahliliy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradi.

«Qanday?» diagrammasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

«Qanday?» diagrammasini tuzishdan avval, siz quyidagilarni bilishingiz kerak: ko'p hollarda Sizga muammolar hal etishda «Nima qilish kerak?» haqida o'ylashga hojat bo'lmaydi. Muammo yechimini topish uchun asosan «Buni qanday qilish kerak?» qabilida bo'ladi. «Qanday?» - muammoni hal etishda asosiy savol hisoblanadi.

1. Doira chizing va uning ichiga yechilishi lozim bo'lgan muammoni yozing.

2. Ketma-ket ravishda «Qanday?» savolini qo'ying va shu savolga javob bering. SHu tartibda savollarni ketma-ket berib boravering va javoblarni o'ylab o'tirmasdan, solishtirmasdan, baholamasdan, tez-tez yozishda davom eting.

Maslahat va tavsiyalar:

Yangi g'oyalarni grafik ko'rinishda qayd etishni o'zingiz hal eting: daraxt yoki kaskad ko'rinishida, yuqoridan pastga yoki chapdan o'ngga. Eng muhimi esda tuting: nisbatan ko'p miqdordagi foydali g'oyalar va muammo yechimlarini topishga imkon beradigan usul eng maqbul usul hisoblanadi.

Agarda siz muammoni yechimini topish uchun to'g'ri savollar bersangiz va uning rivojlanish yo'nalishini namoyon bo'lishida ishonchni saqlasangiz, diagramma, siz har qanday muammoni amaliy jihatdan yechimini topishingizni kafolatlaydi.

«NILUFAR GULI» CHIZMASI - muammoni hal etish vositasi. O'zida nilufar guli qiyofasini mujassam etgan. Uning asosini 9 ta katta kvadratlar tashkil etib, ularning har biri o'z navbatida to'qqizta kichik kvadratdan iborat.

Tizimli, ijodiy, tahliliy fikrlash qo'nikmalarini shakllantiradi.

«Nilufar guli» sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshirig'ida ko'rsatilgan muammoni hal etish vositalarini topish uchun:

1) O'zida nilufar guli qiyofasini mujassam etgan sxemani chizing. Uning asosini 9 ta katta kvadratlar tashkil etib, ularning har biri o'z navbatida to'qqizta kichik kvadratdan iborat;

	B			Z			C	
			B	Z	C			
	D		D	A	F		F	
			G	H	Y			
	G			H			Y	

2) asosiy muammoni markaziy kvadratning markaziga yozing. Uni hal etish g'oyalarini markaziy kvadrat atrofida joylashgan qolgan sakkizta kvadratlariga yozing;

3) har bir ushbu sakkizta g'oyani markaziy kvadrat atrofida joylashgan sakkizta katta kvadrat markaziga o'tkazing, boshqacha aytganda, nilufar gulidan uning gul bargiga o'tkazing. SHunday qilib, ular har biri, o'z navbatida, yana bir muammo sifatida qaraladi.

1 - TAJRIBA ISHI
BOSIM VA HARORAT O'LCHASH ASBOBLARI
I. BOSIMNI O'LCHASH ASBOBLARINING TUZILISHI
VA ISHLASH USULI

1. NAZARIY QISM

Bosim deb, birlik yuzaga tik ta'sir etuvchi kuchni yuza birligiga bo'lgan nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi.

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

1 kPa (kilopaskalь) = 10^3 Pa

1 MPa (Megapaskalь) = 10^6 Pa.

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

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

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

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

1 MPa = 10 bar = 10,2 at;

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

1 atm = 101,325 kPa = 760 mm.sm.ust. = 10333 mm.suv.ust.

Fizik atmosfera (1 atm) 0^0S haroratda 760 mm.sm.ust.-ga teng.

Bosim quyidagi turlarga bo'linadi:

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Suyuqlik bilan ishlaydigan manometrlar – bunda

bosim sathlari tenglashtirilgan ustundagi (naychadagi) suyuqliklarning sathlari o'zgarishi bilan aniqlanadi.

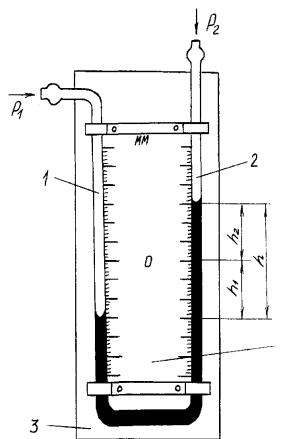
2. Prujinali manometrlar – bunda bosim prujinaning mexanik harakatga kelishi bilan aniqlanadi.

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

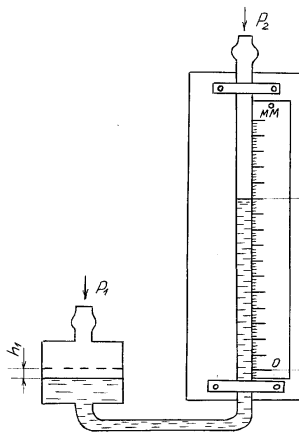
2. SUYUQLIK BILAN ISHLAYDIGAN ASBOBLAR

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

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



1.1-rasm.



1.2-rasm

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

bu yerda: h – suyuqlik sathlarini farqi, m;

ρ – suyuqlik zichligi, kg/m^3 ;

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

g – erkin tushish tezlanishi, m^2/s .

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

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

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

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

2.2. Chashkali manometr.

U-simon manometrni kamchi-ligi suyuqlikni ikkita sathi o'lchanib, keyin farqi olinishidir, bu kamchilik chashkali (bir naychali) manometrlarda yo'q (1.2-rasm). Chashkali manometrlarni U-simon manometrlardan farqi shundaki, chashkali manometrni bir uchi naychadan ikkinchi uchi esa chashkasimon idishdan iborat. Idishga suyuqlik (suv) shunday to'ldiriladiki, bunda suyuqlik sathi naychada 0 (nol)da turishi kerak.

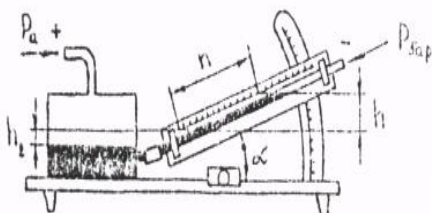
Ortiqcha bosim o'lchanganda chashkali manometrga naycha orqali chashkaga ulanadi, agar siyraklashish bosimini o'lchash kerak bo'lsa naycha tomonga ulanadi va bosimni suyuqlik sathining o'zgarishi ko'rsatadi.

2.3. Mikromanometr.

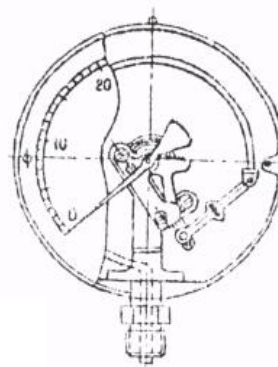
Kichik bosimlarni (100 dan 200 kPa gacha) o'lchash uchun naychasi egilgan α burchak ostida bo'lgan chashkali manometr ishlatiladi (1.3-rasm). Bunda bosim

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

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



1.3-pacm



1.4-pacm

Naycha burchak ostida bo'lgan holatda suyuqlikni sathi vertikal holatda turganga nisbatan bir muncha o'zgaradi, bu egilgan naychali mikromanometrlar bosimni katta aniqlikda o'lchashi mumkin. Kichik bosimlarni katta aniqlikda o'lchash uchun laboratoriyalarda namuna asbob sifatida – MMN markali naychasini egilish burchagi o'zgarib turishi mumkin bo'lgan maxsus mikromanometrlar ishlatiladi. Naychasini o'zgarish burchaklari belgilab qo'yilgan, ular quyidagi tuzatish koeffitsientlariga

ega: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4. Bosim o'lchanganda suyuqlik sathi balandligi h shu tuzatish koeffitsientiga ko'paytirib olinadi (naycha qaysi burchakda bo'lsa).

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

3. DEFORMATSIYA HISOBIGA ISHLAYDIGAN (PRUJINALI) ASBOBLAR

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

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

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

Prujinali manometrlar.

Prujinali manometrlarda asosiy element prujina - ko'ndalang kesimi yuzasi ellips shaklida bo'lgan metallardan tayyorlangan naychadan iborat bo'lib, u yoy shaklida egilgan bo'ladi, bu Burdon naychasi deyiladi (1.4-rasm). Uning bir uchi uzatuvchi tishli mexanizmga ulangan, mexanizmga esa strelka o'rnatilgan.

Naychanning ikkinchi uchi manometr korpusiga mahkamlangan bo'lib, u bosim o'lchaydigan idishga o'rnatish uchun rezbadan iborat. Bu naychaga bosim ta'sir etganda, tuzilishi ellips shaklida bo'lgani uchun u to'g'rilanishga harakat qiladi, bunda naychanning strelkaga ulangan uchi harakatga keladi va strelka ma'lum bir qiymatga o'zgaradi. Bu bosimning qiymati bo'ladi.

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

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

Monovakuummetrlarda no'ly qiymat shkalani eng yuqori qismida bo'ladi, uni o'ng tomoni manometrik qiymat, chap tomoni esa vakuummetrik qiymatdir.

II. HARORATNI O'LCHASH ASBOBLARINING TUZILISHI VA ISHLASH USULI

1. NAZARIY QISM

Ishchi jismning harorati uning qiziganlik darajasini ifodalaydi. Haroratning qiymati soni harorat shkalalari ko'rsatib beradi. Harorat shkalalari Tsel'siy, Kelvin, Farangeyt va Reomor shkalalariga bo'linadi. Tsel'siy shkalasida asosiy reper nuqtalari qilib muzning erish nuqtasi 0°S va suvning qaynash nuqtasi 100°S deb qabul qilingan. Bu nuqtalardagi termometr ko'rsatgichining farqini 100 ga bo'lsak Tsel'siy gradiusi ($^{\circ}\text{S}$) kelib chiqadi. Farangeyt shkalada muzning erish harorati 32°F va suvning qaynash harorati 212°F deb qabul qilingan. Farangeyt shkalasida haroratlarning farqi $212-32=180^{\circ}\text{F}$ teng. SHuning

uchun $1^{\circ}\text{F} \frac{100}{180} = \frac{5}{9} ^{\circ}\text{S}$ ga teng bo'ladi va bunda $t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (t^{\circ}\text{F} - 32)$ $t^{\circ}\text{C} = \frac{9}{5} t^{\circ}\text{S} + 32$.

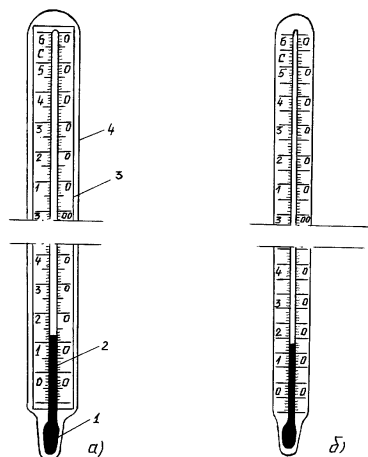
SI sistemasida mutloq harorat Kelvin shkalasida o'lchanadi. Amalda esa har bir asbob Tsel'siy gradusida o'lchab beradi. SHuning uchun ularning orasidagi bog'lanishni quyidagicha yozamiz. $T_K = t^{\circ}\text{S} + 273,15$.

Harorat o'lchaydigan asboblarda ishlashiga asoslanib quyidagi guruhlar bo'linadi:

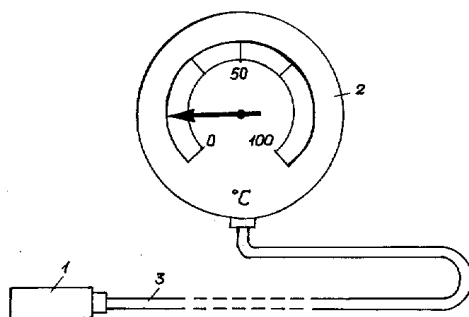
- a) kengayish termometrlari;
- b) manometrik termometrlar;
- v) qarshilik termometrlari;
- g) termoelektrik pirometrlar;
- d) optik pirometrlar.

1.1. Kengayish termometrlar. Suyuqlik termometrlarning ishlashi termometrda suyuqlikning issiqdan kengayishiga asoslangan. Bu termometrlarda haroratni o'lchash Tsel'siy shkalasi bo'yicha olib boriladi. SHishali suyuqlik termometrlarni to'ldirish uchun simob, toluol, etil spirti va boshqalar ishlatiladi. Konstruktiv jihatidan termometrlar ikkiga bo'linadi: naychali va taxtachaga shkala o'rnatilgan termometrlar (1.5-rasm). Bu termometrlar -32°S dan 600°S gacha haroratni o'lchash uchun ishlatiladi.

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



1.5-rasm



1.6-rasm

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

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

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

bu yerda : R_t – t °S haroratidagi qarshilik, Om ;

R_0 - 0 °S dagi qarshilik, Om ;

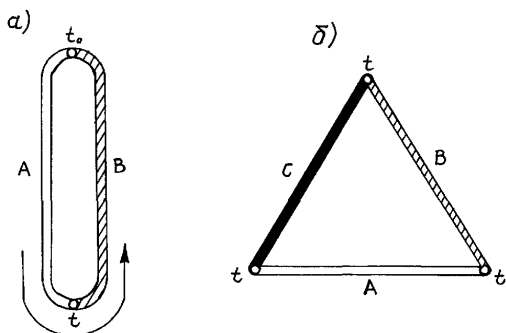
0,00428 – Harorat koeffitsienti, grad⁻¹.

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

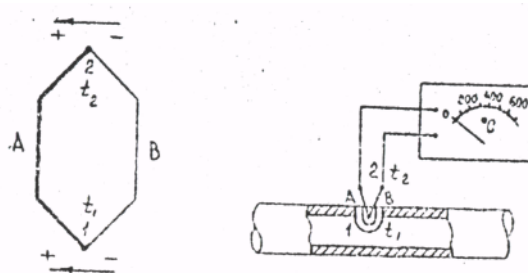
$$R_t = R_0 (1 + A t + V t^2),$$

bu yerda: A va V - o'zgarish koeffitsientlari ($A = 3,94 \cdot 10^{-3}$;

$$V = - 5,8 \cdot 10^{-7}).$$



1.7-rasm



1.8-rasm

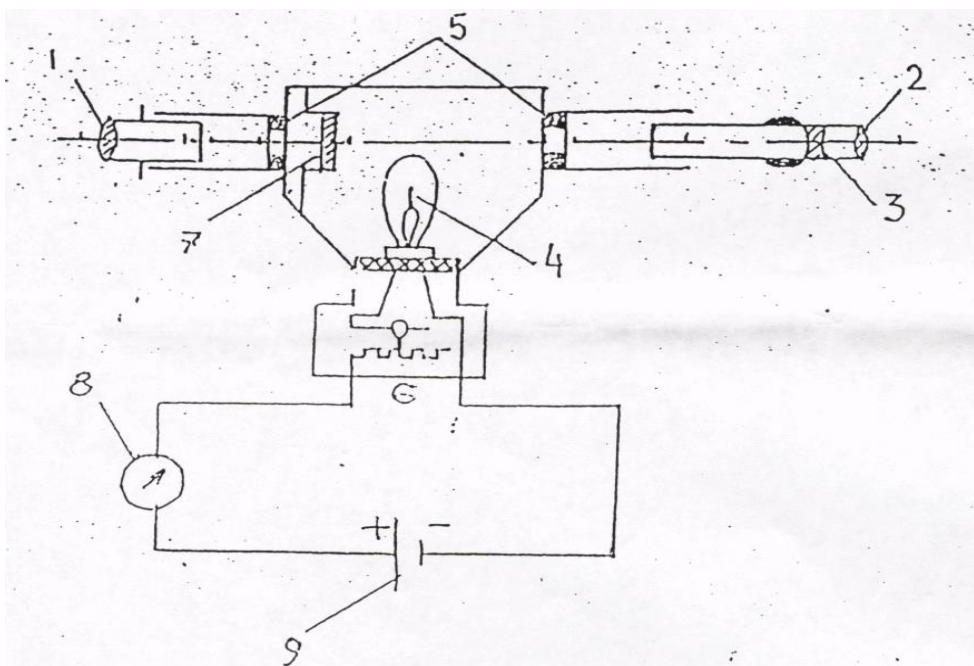
1.4. Termopara (termojuft). Termopara 2 xil metall kotishmasidan ishlangan A va V elektrodning kavsharlangan zanjiridan iborat, Haroratni o'lchash uchun uning bir uchi (issiq uchi) o'lchanishi kerak bo'lgan jismga ulanadi, ikkinchi (sovuk) uchi esa muz solingan Dbyuar idishiga solinadi (ya'ni 0 °S da bo'ladi). Issik va sovuq uchlarining orasida EYuK (elektr yurituvchi kuchi) hosil bo'ladi. (1.8-rasm).

Termoparada elektr yurituvchi kuchni potentsiometr yoki millivol'tmetr bilan o'lchanadi va EYuK qiymatini jadval yoki grafik yordamida °S ga aylantiriladi. Agar termoparaning sovuk uchi 0 °S ga ega bo'lmay, xona haroratiga ega bo'lsa EYuK ni °S ga aylantirishda xonani haroratini qo'shish kerak. Termoparalar xrom (nikel bilan xrom qotishmasi)-kopel (nikel bilan mis qotishmasi) xrom-alyumel' (nikel bilan alyuminiy qotishmasi) va boshqalar bo'lishi mumkin. Termopara 3500 °S gacha bo'lgan haroratni o'lchaydi.

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

Optik pirometr quyidagi elementlardan tashkil topgan:

1 – ob’ektiv; 2-okulyar; 3- qizil svetofil’tr; 4-volfram tola; 5-teleskop; 6- reostat; 7-nur yutuvchi oyna; 8-o’lchagich asbob; 9-yoqish bloki.



1.9-rasm

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

III. TAJRIBA ISHINI BAJARISH TARTIBI

Ko’rib chiqilgan asboblarda laboratoriya qurilmasiga o’rnatilgan. Laboratoriya ishini bajarish tartibi quyidagilardan iborat:

1. Suyuqlik bilan ishlaydigan va mexanik manometrlarni tuzilishi va ishlash usulini o’rganish.
2. Kompresordan keladigan havo quvurlaridagi kran (ventil)larni tekshirish zarur.
3. Kompresorni ishlatib, kompressor resiverida (havo yig’adigan idish) 1-1,5 at.gacha havoni siqib, keyin kompressor to’xtatiladi.
4. Havo yuruvchi quvurga kran (ventil)ni ochib, laboratoriya qurilmasiga siqilgan havo yuboriladi.
5. Differentsial manometr yordamida bosimlar farqi o’lchanadi.
6. Mikromanometr va chashkali manometrlar ulangan kranlarni ochib quvurdagi bosim o’lchanadi.
7. Vakuum nasosni ishlatib, vakummetrda vakuum bosim o’lchanadi va vakuum nasosni o’chirib, kranlar yopib qo’yiladi.
8. Haroratni o’lchaydigan asboblarda bilan tanishib, ularni chizib olib, ishlashini tushuntirib berish.

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

IY. ISHNING HISOBOTI

Ishni hisobotida quyidagilar bo'lishi shart:

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

2 - TAJRIBA ISHI

HAVONING XAJMIY ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

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

Ishning davomiyligi – 4 soat.

I. NAZARIY QISM

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

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

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

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

bu yerda: $C'_{Pm} \int_{t_1}^{t_2}$ - o'zgarmas bosimda t_1 dan t_2 gacha harorat oralig'idagi havoning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi, [kJ/nm³ °S];

Q - kalorimetrdagi elektr isitgichdan vaqt bir-ligida havoga berilgan issiqlik miqdori, kVt;

(t_2-t_1) - havoning haroratlar farqi, °S;

V_0 - normal sharoitga keltirilgan (1 sekundda kalorimetrdan o'tgan havoning hajmi) havoning sarfi, m³/sek.

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

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

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

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

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

Bu yerda tenglamaning chap qismi tajribada olingan havoning parametrlari, o'ng qismi esa normal sharoitdagi parametrlardir ($P_0=1 \text{ atm}$, $T_0=273^0\text{K}$).

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

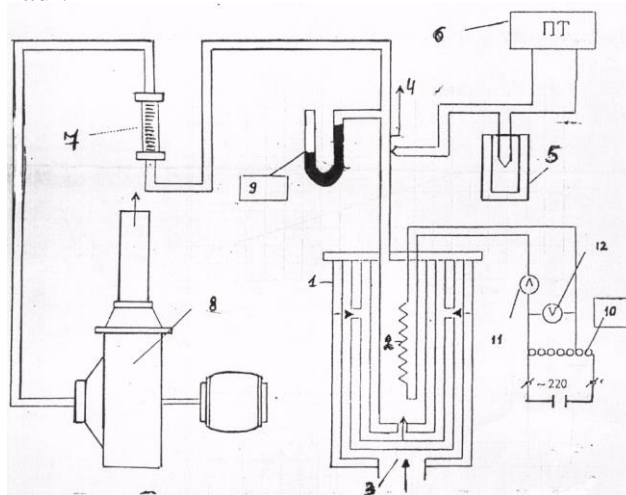
$$C_{Pm} \int_{t_1}^{t_2} = \frac{C'_{Pm} \int_{t_1}^{t_2} \cdot 22,4}{M}, \quad (4)$$

bu yerda: $C_{Pm} \int_{t_1}^{t_2}$ - o'zgarmas bosimda o'rtacha massaviy issiqlik sig'imi $\text{kJ/kg}^0\text{S}$;

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

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

Elektr isitgichli (2) atrofi izolyatsiya qilingan to'g'ri oqimli kalorimetr (2.1-rasm) (1) laboratoriya xonasida joylashgan va shu yerdan havo quvurcha (3) yordamida kiradi. Kalorimetrga kirishdagi havoning harorati xonadagi termometr orqali o'lchaniladi, chiqishdagi harorat t_2 termopara (4) (uning sovuq uchi Dbyuar idishi (5) da joylashgan) potentsiometr (6)ga ulanib o'lchanadi. Kalorimetrdan oqib o'tgan havoning miqdori rotametr (7) yordamida o'lchaniladi. Kalorimetr ventilyator (8) ga suruvchi quvur orqali ulangan, shuning uchun kalorimetrdagi havoning issiqlik sig'imi atmosfera bosimidan kichik bo'lgan bosimda aniqlanadi. Kalorimetrdagi vakuum bosim U-simon manometr (9) yordamida o'lchaniladi. CHizmada yuqoridagilardan tashqari elektrodvigatel (10), LATR (11), ampermetr (12) va vol'tmetr ko'rsatilgan. Qurilmada qo'llanilayotgan kalorimetr shunday ishlanganki, bunda havo chizmada ko'rsatilgan yo'llar orqali harakatlanib, issiqlikning yo'qolishini qisman ushlab qoladi va kalorimetr markaziga yuboriladi.



2.1-rasm

III. TAJRIBANI O'TKAZISH TARTIBI VA USULI

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

IY. TAJRIBA NATIJALARI JADVALI

№	t ₁ , ⁰ S	t ₂ mv/ ⁰ S	U, V	I,A	R	V,m ³ /s	R _{VAK} mm.suv.u	R _{BAR} mm.sm.u	R _{ABS} atm
1									
2									
3									

Y. TAJRIBA NATIJALARNI HISOBLASH TARTIBI

1. Grafik yordamida (2.2-rasm) t₂ haroratni aniqlash.
2. Rotametr ko'rsatkichi bo'yicha havoning sarfini hisoblash:

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

Keyin bu qiymatni m³/sek ga aylantirish kerak.

3. Kalorimetrdagi havoning mutloq bosimini hisoblash

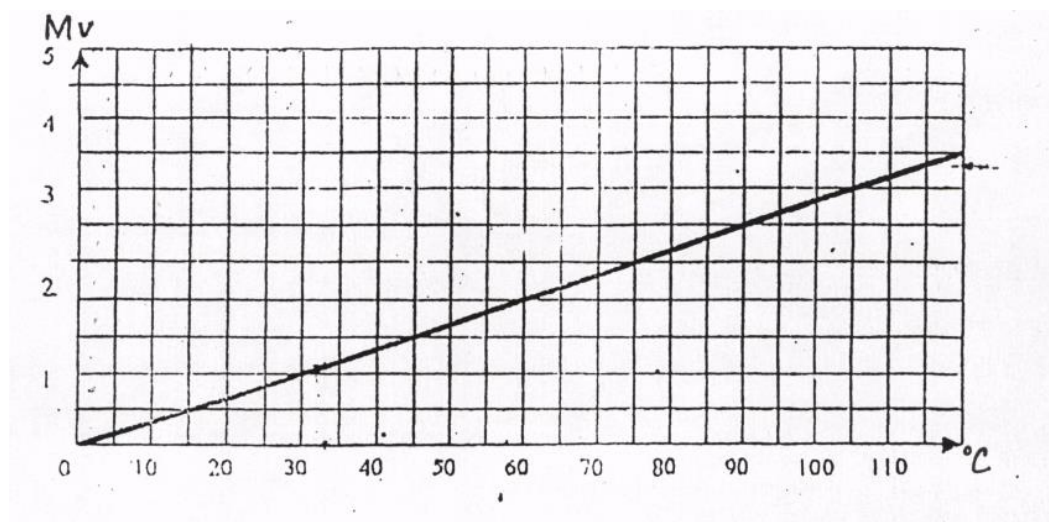
$$R_{\text{ABS}} = \frac{P_{\text{BAR}} \text{MM.CM.YC.}}{760} - \frac{P_{\text{BAK}} \text{MM.CYB.YC.}}{1,033 \cdot 10^4} \quad (6)$$

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

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

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

$$t = t_1 + t_2$$



2.2-rasm

3-TAJRIBA ISHI

UTA KIZIGAN SUV BUG'INING MASSAVIY ISSIQLIK SIG'IMI ANIQLASH

Ishning maqsadi: tajriba o'tkazish, o'lchash natijalariga ishlov berish va olingan ma'lumotlarni umumlashtirish bo'yicha talabalar malakasini oshirish.

I. NAZARIY QISM

Ish davomida berilgan t_1, t_2 harorat oralig'ida o'rtacha solishtirma massaviy izobar issiqlik sig'imi $C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2}$ aniqlanadi.

Solishtirma massaviy izobar issiqlik sig'imi $R=\text{sonst}$ bosimda 1 kg moddaning haroratini 1 °S ga oshirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdoriga tengdir. Berilgan harorat oralig'i issiqlik uchun issiqlik sig'imining o'rtacha qiymati:

$$C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{q_p}{t_2 - t_1}, \frac{\kappa \mathcal{K}}{\kappa z \cdot z p} \quad (1.1)$$

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

t_1 - boshlang'ich harorat, °S;

t_2 - oxirgi harorat, °S;

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

$C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2}$ ning qiymati haroratlar farqiga bog'liq (umumiy holda bosimga ham bog'liq, lekin bu ishda bunday masala ko'rilmaydi).

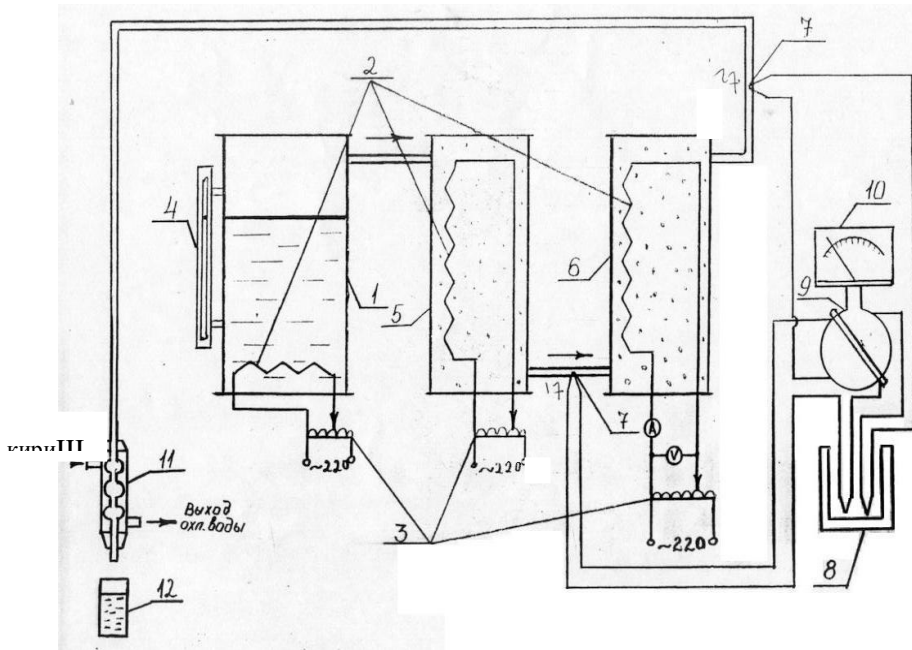
O'lchashlar atmosfera bosimida o'ta qizigan suv bug'i uchun o'tkaziladi. O'ta qizigan suv bug'i – berilgan bosimda qaynayotgan suvning harorati t_{qay} ga qaraganda katta haroratga ega bo'lgan bug'dir. Atmosfera bosimi odatda Toshkent shahri uchun 720-730 mm sim.ust. (0,96-0,973 bar) ga teng; bunga esa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

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

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

O'ta qizigan suv bug'ining o'zgarmas bosimidagi massaviy issiqlik sig'imi $C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2}$ ni aniqlaydigan tajriba qurilmasining chizmasi tasviri 1.1-rasmda ko'rsatilgan.

Tajriba o'tkazish uchun kerak bo'ladigan bug' bug' generatori 1 da suvning o'zgarmas atmosfera bosimi ostida qaynashi tufayli hosil bo'ladi. Issiqlik miqdori zanjirida LATR-3 bo'lgan elektr qizdirgichlardan ajralib chiqadi. LATR elektr qizdirgichlarning quvvatini sozlash, qaynashning zarur bo'lgan jadalligini hosil qilish uchun, ya'ni tajriba qurilmasidan vaqt birligida o'tayotgan bug'ning miqdorini sozlashga imkon beradi. Suvning sathini nazorat qilib turish uchun bug' generatori suv sathini ko'rsatuvchi shisha naycha 4 bilan jihozlangan. Bug' generatorda hosil bo'lgan nam to'yingan bug' qizdirgichga o'tadi. Bu yerda $R=\text{sonst}$ bosimda elektr qizdirgich 2 dan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori hisobiga quruq to'yingan bug'ga aylanadi (ya'ni quritiladi). Quruq to'yingan suv bug'ining harorati va elektr qizdirgichning quvvati LATR-3 orqali boshqariladi. So'ngra t_1 haroratga ega bo'lgan quruq to'yingan bug' kalorimetr 6 ga o'tadi. Bu yerda u o'zgarmas bosimda elektr qizdirgichdan ajralgan issiqlik miqdori hisobiga ma'lum bir t_2 haroratigacha qizitiladi va o'ta qizigan bug'ga aylanadi. t_2 haroratni LATR yordamida kalorimetr qizitgichining quvvatini boshqarish natijasida hosil qilish mumkin. Zanjirdagi tok kuchi va kuchlanish ampermetr hamda vol'tmetr orqali o'lchanadi.

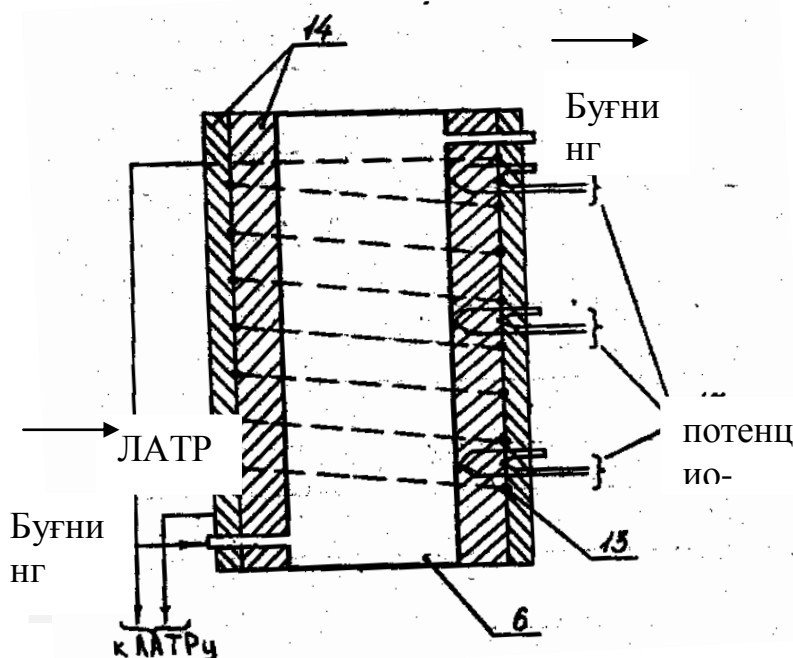


1.1-rasm.

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

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

Bug' generatori, bug' o'ta qizdirgichi, kalorimetr va tutashuvchi naychalar izolyatsion materiallar bilan qoplangan. Kalorimetr 8 qizdirgich 2 dan bug'ni o'ta qizdirish uchun berilayotgan issiqlikni tashqi muhitga sochilib ketmasligi uchun ushbu kalorimetr qo'shimcha kompensatsion elektr qizdirgich 13 bilan ta'minlangan. 3-rasmda ko'rsatilayotgandek, u ikkala issiqlikni izolyatsiya qiluvchi qatlamlar 14 ning orasida joylashgan va LATR orqali elektr tarmog'iga ulangan (1.2-rasm). Birinchi izolyatsiya qatlamida yuzasida uchta differentsial termojuftlar 15 o'rnatilgan (kalorimetrning past, o'rta va yuqori qismida) va ularga ulagich 9 orqali potentsiometr 10 ga chiqarilgan.



Umuman kompensatsion elektr qizdirgichni o'rnatishdan maqsad kalorimetr ichidagi elektr qizdirgich ajratib chiqarayotgan issiqlikni tashqi muhitga chiqib ketishga to'sqinlik qiluvchi issiqlik maydon yaratishdir. Ma'lumki, bunday to'siqda issiqlik oqimlarining harorati bir-biriga teng bo'ladi. Buni LATR yordamida kompensatsion elektr qizdirgichning quvvatini boshqarish (moslash) natijasida ro'yobga chiqarish mumkin. Boshqacha aytganda, kalorimetr orqasiga o'tayotgan bug'ni o'ta qizdirish jarayoni davom ettirilgan paytda differentsial termojuftlardagi issiqlik elektr yurituvchi kuchning (termoEYuK) nolga teng bo'lishiga erishish kerak (bu paytda potentsiometr nolni ko'rsatadi), ya'ni izolyatsiyaning ichki va tashqi harorati farqi mavjud emas (issiqlik oqimi yo'q) va kalorimetrning qizdirgichida ajralib chiqayotgan issiqlik butunlay bug'ga berilayotganidan dalolat beradi.

III. TAJRIBA O'TKAZISH USULI VA TARTIBI

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

$$Q = W \cdot \tau, \text{ kJ} \quad (1.2)$$

Elektroqizdirgichning quvvati

$$W = I \cdot \Delta U \cdot 10^{-3}, \text{ kVt} \quad (1.3)$$

Bu yerda I – elektr qizdirgichning zanjirdagi tok kuchi,

(ampermetr yordamida o'lchanadi);

ΔU - kuchlanish, V (voltmetr yordamida o'lchanadi).

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

$$q_p = \frac{Q}{M}, \quad \frac{\kappa \text{ ЖС}}{\kappa \text{ З}} \quad (1.4)$$

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

IY. TAJRIBA O'TKAZISH TARTIBI

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

2. LATR yordamida t_1 haroratni 105-110 °S ga, t_2 haroratni 145-150 °S gacha ko'taramiz.

3. Potentsiometrga har bir differentsial termojuftni qayta ulab, ularning termoEYuK ni o'lchaymiz. Kompensatsion qizdirgich LATRi yordamida potentsiometrning ko'rsatishini nolga yaqinlashtiramiz. Xatolik 0,5 mV bo'lishi mumkin.

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

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

1. 12 yoki 15 daqiqa o'tishi bilan yig'ilgan kondensatning massasi M kg da aniqlanadi.

Asboblarning ko'rsatishi va tajriba natijalari jadvali

№	Vaqt, min. τ	Bug'ning harorati		Tok kuchi I , A	Kuchlanish ΔU , V
		$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$		
1	0				
2	3				
3	6				
4	9				
5	12				

Y. HISOBLASH TARTIBI

Quyidagilar hisoblanadi:

1. (1.3) – ifoda yordamida kalorimetr elektr qizdirgichning quvvati W hisoblanadi.
2. (1.1) – ifoda yordamida o'ta qizigan suv bug'ining solishtirma issiqlik sig'imi hisoblanadi.
3. O'zgarmas atmosfera bosimidagi o'ta qizdirilgan bug'ning solishtirma massaviy issiqlik sig'imining haqiqiy qiymati miqdorda aniqlikka ega bo'lgan ifoda yordamida topiladi.

$$C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} = 1,8401 + 0,000586 \cdot t_{o'r}$$

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

$$\delta C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} \text{ xax} - C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} \text{ max}}{C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} \text{ xax}} \cdot 100\%$$

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

4 - TAJRIBA ISHI

JISM QAYNAGANDA BOSIM VA HARORAT ORASIDAGI BOGLANISH

Ishning maqsadi: Fazaviy o'tishdagi bilimlarni mustah-kamlash, jismni bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishdagi holat o'zgarishlarini o'rganishdan iborat.

I. NAZARIY QISM

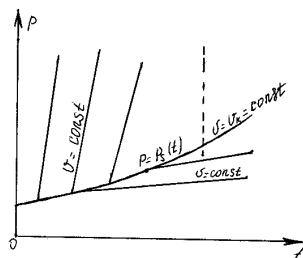
II.

Bizga ma'lumki, jism bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishda uning holati o'zgarishi o'z navbatida parametrlarining, ya'ni bosim va haroratining o'zgarishi bilan amalga oshiriladi. SHuning uchun fazaviy o'tish holatini, uning diagrammalarini ko'rib chiqish juda ahamiyatlidir. Fazaviy o'tish - bu suyuq, qattiq va gazsimon holatlarni bir-biriga o'tishining oqibatidir. Jism qattiq holatdan suyuq holatga, suyuqdan gaz holatiga o'tishi mumkin, lekin har qanday o'tish holatida ham ular bir-biri bilan muvozanat holatida bo'ladi. Fazaning massasi o'zgarsa ham, uning muvozanat holati buzilmaydi. SHuning uchun ikki holat istalgan harorat va bosimda muvozanat holatida bo'lmay, balki harorat va bosimning aniqlangan holatida bo'ladi, bunda bu parametrlardan biri ikkinchisiga bog'langan holda bir-birining qiymatini aniqlaydi. Ular o'zaro fazaviy diagramma bo'yicha bir-biriga bog'lanadi. Texnikada juda ko'p shunday savollar uchraydiki, bunda jismlarni qattiq holatdan suyuq holatga, suyuqdan gaz holatga o'tishdagi jarayonlarni bilish zarur bo'ladi. Tajriba shuni ko'rsatadiki, jismlar bosim va haroratga bog'liq ravishda bir vaqtning o'zida ikki yoki uch holatda bo'lishi mumkin.

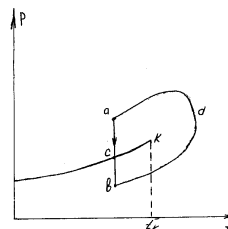
Qattiq holatdan suyuq holatga o'tish – erish, suyuq holatdan gaz holatga o'tish – bug'lanish, qattiq holatdan gaz holatga o'tish- sublimatsiya holatlari deyiladi. Bir holatdan ikkinchi holatga o'tish fazaviy o'tish deyiladi. Bunday o'tish berilgan haroratda va berilgan bosimda amalga oshishi mumkin.

Fazaviy muvozanat holati deb, jism bir fazadan ikkinchisiga o'tayotgandagi holatining muvozanatda bo'lishiga aytiladi. Muvozanat holatini P-t diagrammada grafik ravishda juda qulay holda chizib ko'rsatsa bo'ladi (2.1-rasmda).

2.2-rasmda jismning fazaviy o'tishni R-t diagrammasi keltirilgan. *as* - egri chizig'i jismning qattiq va gazsimon fazasi muvozanat holatini xarakterlovchi; *ab* – jismning suyuq va qattiq fazalarni muvozanat holatini xarakterlovchi egri chizig'i; *ad*-jismning suyuq va gazsimon fazalarni muvozanat holatini xarakterlovchi egri chizig'ini xarakterlaydi. *cad* – egri chizig'idan o'ngroqda jismning gazsimon holati joylashadi. *ab* va *ad* – jismning suyuqlik fazasi; *cab* egri chiziqdan chaproqda – jismning qattiq fazasini xarakterlaydi.



2.1-rasm.



2.2-rasm

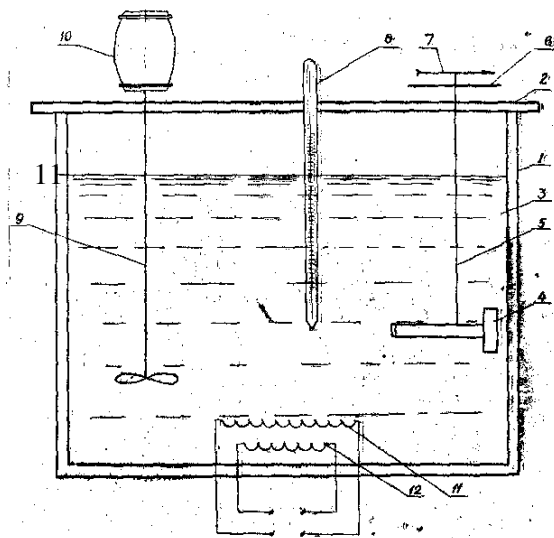
Diagramada ad egri chizig'i, suyuq holatdan bug' holatga fazaviy o'tishdagi bosim bilan harorat orasidagi bog'lanish $R=f(t_i)$ ni ifodalaydi. Bu egri chizig'i K kritik nuqtada tugaydi. Bosim kritik nuqtadagi bosimdan yuqori bo'lganda suyuq holatdan bug'lanish holatiga fazaviy o'tish holati bo'lmaydi, chunki bunday bosimda suyuqlik bilan gazning farqi bo'lmaydi. Agar suyuqlikdan $R=const$ bo'lganda issiqlikni olib ketilsa, suyuqlik qattiq holatga o'tadi. Bu haroratni erish harorati – T_{erish} deyiladi, issiqlik miqdori esa, erish issiqligi deyiladi. Erishda jism ikkita fazada bo'ladi. Diagrammadagi ab egri chizig'i qattiq holatdan suyuq holatga fazaviy o'tishdagi bosim bilan harorat $R=f(T_{er})$ orasidagi bog'lanishni xarakterlaydi.

2.1-rasmda ko'rsatilganidek, jismning suyuq holati bo'lib, fazalar muvozanati egri chizig'i hisoblanadi. Bu egri chiziq kritik izotermik chizig'i yoki kritik izoxora chizig'i bilan cheklangan bo'ladi. Qolgan qismi bir fazali gaz fazasi bilan xarakterlanadi.

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

Har xil bosimda qaynash haroratlarini aniqlash bir necha usullar bilan olib boriladi. Ushbu ishda atseton gazi qaynaganda uning bosimi bilan harorati orasidagi bog'lanishni aniqlash usuli keltirilgan, uning qurilmasi 2.3-rasmda keltirilgan.

Termostat – bu uzoq vaqt davomida haroratni bir xil ushlab turish uchun mo'ljallangan qurilmadir. Termostatni ichiga transformator moyi solinib, uning ichiga nazorat termometri, aralastirgich, kontaktli termometr hamda ichiga atseton gazi to'ldirilgan Burdon trubkasi solinadi.



2.3- rasm.

1-termostat; 2-termostat qopqog'i; 3- transformator moyi; 4-Burdon naychasi; 5-manometr o'qi; 6-manometr shkalasi; 7- manometr strelkasi; 8-nazorat termometri; 9-aralastirgich; 10-dvigatel; 11-qo'shimcha isitgich, 12- asosiy isitgich.

Termostatning ichidagi moy asosiy va qo'shimcha isitgichlar bilan isitiladi. Termostat ichidagi kontaktli termometrning (uning tuzilishi bilan bevosita birinchi ishni o'tilganda tanishilgan) shishali naychasimon uchiga kichik naycha o'rnatilgan bo'lib, unga bir uchi kapillyarga kiradigan menisk o'rnatilgan, uning vinti buralganda naycha vint bo'yicha tushiriladi yoki ko'tariladi va kapillyardagi qo'zg'aluvchan meniskni yurg'azadi. SHuning uchun ham uning uchini isitgichning relesiga ulab qo'yiladi. Bizga kerak bo'lgan harorat hosil bo'lganda, uni nazorat termometri orqali aniqlab olamiz. Bu

qurilmada aralastirgich termostatni hamma tomonidan haroratni bir xil ushlab turish uchun xizmat qiladi.

III. TAJRIBA O'TKAZISH USULI VA UNI HISOBLASH

1. Kontaktli termometrda kerakli haroratni o'rnatish va termostatdagi ikkita isitgichni ulash.
2. Haroratlarning o'zgarishi $50 \div 80^{\circ}\text{S}$ da bo'ladi, chunki atseton gazining qaynashi va bug'lanishi shu haroratlar oralig'ida (760 mm sim.ust.) $56,6^{\circ}\text{S}$ ni tashkil etadi; 80°S harorat esa to'yingan bug'ning bosimiga to'g'ri keladi.
3. Isitgichning o'chirilishini tasdiqlash (tavsifli ovoz bo'yicha), nazorat termometri bo'yicha haroratni yozish.
4. Manometr shkalasi bo'yicha ortiqcha bosimni yozib olish.
5. Barometr yordamida atmosfera bosimi qiymatini yozib olish.
6. Barcha ko'rsatkichlarni kuzatishlar jadvaliga yozish (2.1-jadval).

2.1-jadval

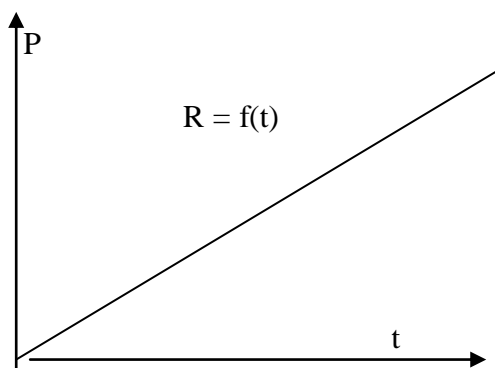
Asboblar ko'rsatishi va tajriba natijalari

№	t, $^{\circ}\text{S}$	P_{ort} , kg/sm^2	P_{atm} , mm sim.ust.	P_{mut} , atm.
1				
2				
3				
4				

7. Mutlaq bosimni hisoblash:

$$P_{\text{mut,atm}} = \frac{P_{\text{man}} \cdot \frac{\text{Kz} \cdot \text{K}}{\text{CM}^2}}{1,033} + \frac{P_{\text{бар.мм.с.м.уст.}}}{760}, \quad (2.1)$$

8. Olingan qiymatlarning R-t diagrammada masshtab yordamida bosim va harorat orasidagi bog'lanish chizig'ini hosil qilish.



9. Tajriba orqali olingan ma'lumotlar va berilgan bizga ma'lum bo'lgan qiymatlarni solishtirish natijasida tajriba xatoligini aniqlash.

$$\delta = \frac{P - P_{\text{м.т.л}}}{P_{\text{м.т.л}}} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

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

5 - TAJRIBA ISHI

NORMAL DIAFRAGMA ORQALI XAVO SARFINI ANIQLASH

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

I. NAZARIY QISM

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

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

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

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

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

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

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

Quvurlardagi halqaviy kamerali diafragmaning chizmasi 4.1-rasmda ko'rsatilgan.

Oqib o'tgan moddaning sarfi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$G = 0,004 \alpha \varepsilon K_t d^2 \sqrt{\Delta p \cdot \rho}, \text{ kg} / \text{com} \quad (4.1)$$

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

ε – muhitning issiqlikdan kengayishini xarakterlaydigan tuzatma koeffitsienti (4.1-ilova);

K_t – diafragma va quvur ko'ndalang kesimining is-siqlikdan kengayishini xarakterlaydigan tuzatma koeffitsienti (agar o'lchanayotganda moddaning harorati 100°S dan oshmasa $K=1$ bo'ladi)

d – diafragma teshigining diametri, mm;

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

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

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

$$\rho = \frac{1}{T} \left(\frac{P_{\text{mut}}}{287} - 0,00131 \varphi P_m \right), \quad \text{kg}/\text{m}^3 \quad (4.2)$$

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

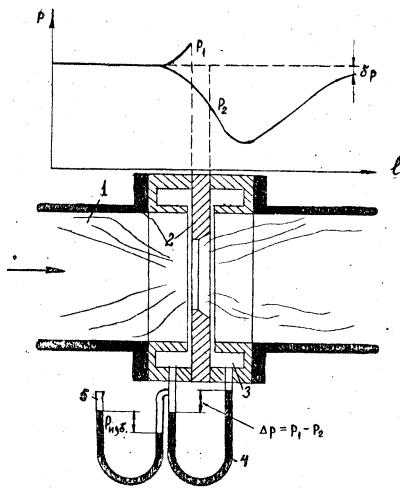
T – havoning mutlaq harorati, K;

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

φ – havoning nisbiy namligi.

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

Havo ventilyator yordamida quvur (1) bo'ylab harakatlanadi (4.1-rasm). Statik bosimni o'lchash uchun halqaviy kamerali (3) diafragma (2) shu quvurga o'rnatilgan. Halqaviy kameralardagi diafragmadan oldin va keyin bosimlar farqi U-simon differentsial manometr (4) bilan o'lchanadi. Diafragmadan oldingi ortiqcha bosim R_{ort} U-simon manometr (5) bilan o'lchanadi.



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

4.1-rasm.

III. TAJRIBA O'TKAZISH USLUBI VA TARTIBI

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

Har bir holat uchun P_{ort} , ΔP va undan tashqari barometrik bosimni (P - mm sim.ust.), havoning haroratini ($t, ^\circ S$) va psixrometr

bilan nisbiy namlik (φ , %) ni aniqlaymiz. Oxirgi uchta kattalik hamma holatlar uchun bir xil bo'lib qoladi.

Asboblarni ko'rsatishi va tajriba natijalari jadvali

No	n ayl/min	P_{ort} mm suv ust.	P_{ort} N/m ²	P_{bar} mm im. ust.	P_{bar} N/m ²	P_{mut} N/m ²	ΔP , mm suv ust.	ΔR , N/m ²	T, K	G, kg/ soat

V. HISOBLASH TARTIBI

P_{bar} , φ , t kattaliklari hamma holatlar uchun o'zgarmas bo'ladi. R_{ort} , R_{bar} qiymatlari bo'yicha R_{mut} ni qiymati N/m² da topiladi.

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

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

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

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

$D = 100$ – quvur diametri, mm.

ε kattaligi 4.2-ilovadan aniqlanadi. 4.3-ilovadan R_n ning qiymati havoning harorati bo'yicha aniqlanadi va 4.2-ilovadan havo zichligi ρ ni hisoblaymiz.

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

4.1-ilova

Standart diafragma uchun sarfiy koeffitsient - α

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

O'lchanayotgan muhitning issiqlikdan kengayish koeffitsienti

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

Suv bug'i to'yinish bosimining haroratga bog'liqligi

t, °C	R _m , N/m ²
10	1228
15	1704
20	2337
25	3166
30	4241
35	5622
40	7375

1 mm sim.ust. = 133,3 N/m²

1 mm suv ust. = 9,8 N/m²

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

6 - TAJRIBA ISHI

NAM XAVO TAVSIFINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

1. Tajriba o'tkazish bo'yicha malaka orttirish va h-d diagrammadan misollar yechishda foydalanish.
2. Tajriba natijalarining tahlili.
3. Xulosalar.

I. NAZARIY QISM

Juda ko'p texnologik jarayonlarda ishchi jism sifatida havo qo'llaniladi (materiallarni quritish va namlashda, pnevmotransportda, mexanizmlarning pnevmatik uzatmalarida va hokazo). Jarayonlarning hisoboti uchun shu ishchi jismning xususiyatlari va parametrlarini bilish zarur. Atmosfera havosida har doim namlik bo'ladi. Atmosfera havosi quruq havo va suv bug'ining aralashmasidan iborat.

O'zining fizik xususiyatlari bo'yicha nam havo ideal gazdan uncha farq qilmaydi. Buning sababi shundaki, havodagi namlik bug' holatida bo'lib, u uncha katta bo'lmagan partsial bosimga ega (bir necha mm sim.ust.). Undan tashqari, nam havodagi jarayonlar ko'pincha atmosfera bosimiga yaqin bosimlarda kechadi. SHu sabablarga ko'ra nam havoga ideal gaz qonunlarini qo'llash mumkin.

Havoda suv bug'i o'ta qizigan yoki to'yingan bo'lishi mumkin. Bu sharoitda havoning berilgan haroratida bug'ning holati uning partsial bosimi bilan belgilanadi.

Havoning namligi havodagi suv bug'ining miqdori bilan ifodalanadi.

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

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

$$\varphi = \frac{\rho_b}{\rho''} = \frac{P_b}{P_x} \quad (5.1)$$

bu yerda: R_b – suv bug'ining partzial bosimi;

R_h – nam havodagi to'yingan bug'ning partzial bosimi.

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

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

Nam havoning asosiy parametrlarini quyidagi tenglamalardan aniqlanadi:

Nam havoning gaz doimiysi

$$R = \frac{8314}{28,96 - 10,94 \frac{P_b}{P}} \quad , \quad \left[\frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right] \quad (5.2)$$

bu yerda: $R_b = \varphi \cdot R$, / mm sim.ust./

R_b – nam havo tarkibidagi bug'ning partzial bosimi;

R , – aralashma bosimi (nam havoning bosimi), /mm sim.ust./.

Nam havoning zichligi:

$$\rho = \frac{28,96 \cdot \rho - 10,94 \cdot P_b}{8314 \cdot T} \quad , \quad \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right] \quad (5.3)$$

bu yerda: T – nam havoning mutlaq harorati, /K/.

(5.3) tenglamadan kelib chiqadiki, havoning namligi qancha ko'p bo'lsa, ya'ni havodagi suv bug'ining partzial bosimi katta bo'lsa, havo zichligi shuncha kam bo'ladi.

NAM HAVONING ENTALPIYASI

$$h = t + d(2501 + 1,93 \cdot t), \quad \left[\frac{\text{Ж}}{\text{кг}} \right] \quad (5.4)$$

yoki

$$h = 0,24 t + d(597 + 0,46 \cdot t), \quad \left[\frac{\text{ккал}}{\text{кг}} \right] \quad (5.5)$$

(5.4) va (5.5) tenglamalardan nam havoning entalpiyasi bosimga bog'liq emasligi kelib chiqadi va bu tabiiy, chunki aralashma komponentlarini biz ideal gazlar deb hisoblaymiz.

Tenglama (5.4) va (5.5) dagi kattalik h 1 kg quruq havo uchun yoki $(1 + d)$ (kg) nam havo uchun keltirilgan.

Nam havoning parametrlarini 1918 yilda prof. Ramzin tomonidan taklif qilingan h - d diagramma yordamida grafik yo'li bilan aniqlanadi.

Bu diagrammada ordinata o'qi bo'yicha nam havoning entalpiyasi h (kJ/kg), abstsissa o'qi bo'yicha esa – nam saqlami d (g/kg) keltirilgan. h - d diagrammasidagi har hil chiziqlar qulayroq joylashishi uchun ordinata o'qi vertikal, abstsissa o'qi unga nisbatan 135^0 ga teng bo'lgan burchak ostida o'tkazilgan.

Diagrammada ko'rsatilgan chiziqlar: o'zgarmas entalpiya ($h=\text{const}$) chiziqlari (ordinata o'qi bilan 45^0 burchak hosil qilingan to'g'ri chiziqlar), o'zgarmas nam saqlami ($d=\text{const}$) chiziqlari, nam havoning o'zgarmas harorati ($t=\text{const}$) chiziqlari; havoning nisbiy namligi ($\varphi=\text{const}$) chiziqlari.

Odatda h - d diagramma o'zgarmas barometrik bosim uchun qurilib, uning yordamida ma'lum t va φ bo'yicha h hamda d ni aniqlash mumkin. d bo'yicha suv bug'ining partsial bosimi R_b ni diafragmadan t – shudring nuqtasini aniqlash mumkin, buning uchun havo holatini tavsiflaydigan nuqtadan $\varphi=100\%$ chizig'i bilan kesishadigan vertikal chiziq o'tkazish lozim va shu nuqtadan o'tgan izoterma shudring haroratini ko'rsatadi.

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

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

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

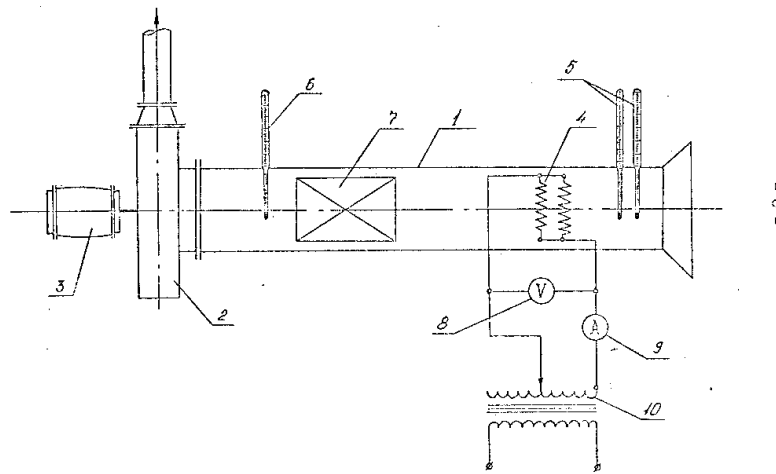
Havoning $R=\text{const}$ dagi nam bilan to'yinish ideal jarayoni deb shunday jarayonga aytiladiki, unda havoning issiqligi faqat quritilayotgan materiallardan namni bug'latishga sarf bo'lib, atrof muhitga sarf bo'ladigan issiqlik yo'qotish va suyuqlikni qizdirishga sarf qilingan issiqlik hisobiga olinmaydi.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

Namlikni bug'latish jarayonida havoning namligi ortib boradi, lekin quruq havoning miqdori o'zgarmaydi. Unda nam havo tarkibidagi 1 kg quruq havoga nisbatan olinadigan nam havoning entalpiyasi o'zgarmaydi. SHuning uchun havoning namlanish jarayoni o'zgarmas entalpiyada sodir bo'ladi deyish mumkin va bu jarayon h - d diagrammada ordinata o'qiga 45^0 burchakda bo'lgan to'g'ri chiziq sifatida tasvirlanadi.

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

5.1-rasmda tajriba qurilmasining printsiplial chizmasi ko'rsatilgan.

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



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

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

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

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

III. HAVONI QIZDIRISH JARAYONINING TAJRIBA O'TKAZISH USLUBI VA TARTIBI

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

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

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

4. 15 minut o'tgandan keyin barqaror holat bo'ladi SHu daqiqadan boshlab, psixrometr 5 va termometr 6 larning ko'rsatmalari o'zgarmaydi. Psixrometr 5, termometr 6 va voltmetr 8 larning ko'rsatkichlari birinchi bor yozib olinadi.

10 minutdan keyin hamma asboblarning ko'rsatmalarini o'lchab, 1-jadvalga yoziladi.

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

6. Ikkinchi o'lchov natijalaridan foydalanib, haroratlar psixrometrik farqini $\Delta t = t_k - t_{x0,1}$ [$^{\circ}\text{C}$] topish va psixrometrik jadval bo'yicha havoning kalorifer oldidagi nisbiy namligi φ ni aniqlash kerak

7. φ_1 va $t_1 = t_k$ [$^{\circ}\text{C}$] bo'lgan holda, h-d diagrammada 1-nuqta belgilanadi. Bu nuqta nam havoning kaloriferga kirishdan oldingi holatini ko'rsatadi va havoning parametrlari $h_1, d_1, \varphi_1, P_{b1}$ ni aniqlaydi. h-d diagrammada 1-nuqtadan $t_2 = \text{const}$ chizig'igacha vertikal to'g'ri chiziq 1-2 o'tkazamiz (5.2-rasm), kesishuv nuqtasi - 2-nuqta bo'ladi. 2-nuqta kaloriferdan chiqayotgan nam havoning holatini ko'rsatadi va havoning parametrlari $h_2, d_2, \varphi_2, P_{b2}$ ni aniqlaydi. Ko'rinib turibdiki, $d_1 = d_2 = \text{const}$.

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

5.1-jadval

Hisob	Psixrometr(5)		Termometr(6)	Kalorifer (4)	
	$t_k, ^\circ\text{C}$	$t_{xo'l}, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	I, A	U, B
Birinchi					
Ikkinchi					

HAVONING NAMLANISH JARAYONINI TAJRIBA O'TKAZISH USLUBI VA TARTIBI

1. Namlash kamerasi 7 ni suv bilan yaxshilab ho'llab, keyin aerodinamik quvur 1 ga o'rnatiladi.
2. Ventilyator 2 ning elektr motori 3 ishga tushiriladi.
3. 15 minutdan keyin barqaror holat hosil bo'ladi. SHu daqiqadan boshlab, psixrometr 5 va termometr 6 ko'rsatmalari o'zgarmaydi. Psixrometr va termometr ko'rsatmalarini birinchi bor yozib qo'yish kerak. 10 minutdan keyin yana bir bor hamma asboblarning ko'rsatmalari 2-jadvalga yoziladi.

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

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

6. φ_1 va $t = t_q$ [$^\circ\text{S}$] bo'yicha ³¹h-d diagrammada 1-nuqtani (5.3-rasm) belgilash kerak, bu nuqta nam havoning namlash kamerasi 7 oldidagi holatini ko'rsatadi va havo parametrlari h, d, R_{bg} aniqlanadi.

7. h-d diagrammada 1-nuqtadan ordinata o'qiga nisbatan 45° burchakda izoterma $t_2 = \text{const}$ chizig'iga to'g'ri chiziq 1-2 o'tkazamiz (3-rasm), kesishuv nuqtasi - 2 namlangan havo holatini ko'rsatadi va havoning parametri $h_2, d_2, 4_2, R_{b2}$ larni aniqlaydi. Ko'rinib turibdiki $h_2 = h_1 = \text{const}$.

IV. HISOBLASH

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

2. h-d diagramma bo'yicha nam havoning kaloriferdan oldingi va keyingi (havoni qizitish jarayoni, 5.2-rasm) hamda namlash kamerasidan oldingi va keyingi (havoni namlash jarayoni, 5.3-rasm) parametrlarni aniqlash kerak.

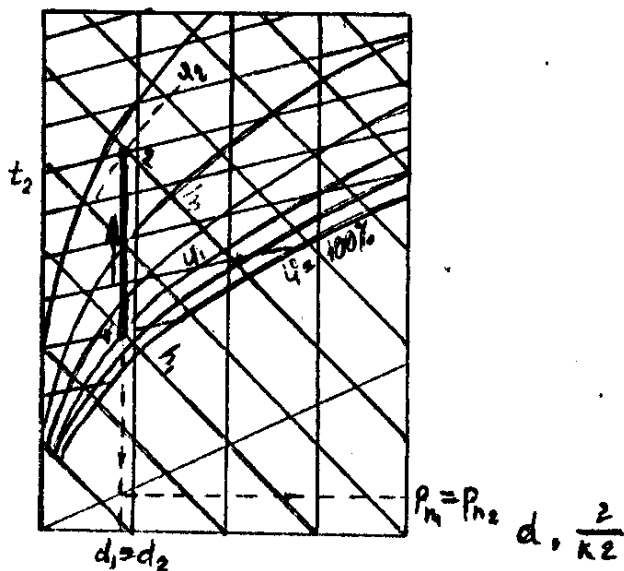
3. Ifodalar (2) va (3) bo'yicha nam havoning gaz doimiysi R va zichligi p ni I-nuqta (qizdirish jarayoni) hamda 2-nuqta (namlash jarayoni) hisoblab chiqish kerak.

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

5.2- jadval

Hisob	Psixrometr(5)		Termometr (6)	Kalorifer (4)	
	$t_k, ^\circ\text{C}$	$t_{xo'l}, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	I, A	U, B
Birinchi					
Ikkinchi					

$h, \text{кЖ/кг}$



5.2-расм

HAVONING QIZISH JARAYONI

5.3-jadval

Nuqtalar №	$\varphi, \%$	$t, ^\circ\text{C}$	$d, \text{g/kg}$	$P_a, \text{mm sim.ust.}$	$R, \text{J/kg}\cdot\text{K}$	$\rho, \text{kg/m}^3$	$h, \text{kJ/kg}$
1							
2							

HAVONING NAMLANISH JARAYONI

5.4-jadval

Nuqtalar №	$\varphi, \%$	$t, ^\circ\text{C}$	$d, \text{g/kg}$	$P_a, \text{mm sim.ust.}$	$R, \text{J/kg}\cdot\text{K}$	$\rho, \text{kg/m}^3$	$h, \text{kJ/kg}$
1							
2							

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

1.4. Keyslar to'plami

MAVZU BO'YICHA KEYS

“Texnik termodinamika” mavzusi bo'yicha keys-stadi

Pedagogik annotatsiya

1. O'quv predmeti: “Termodinamika va issiqlik texnikasi”.

Mavzu: “Texnik termodinamika”.

2. O'qitish maqsadi: bu yo'nalishlarida ta'lim olayotgan har bir talabada issiqlik energetika sohasida issiqlik mashinalari turlari, tuzilishi, tsikllari ishlatilishi va ularda bo'ladigan termodinamik jarayonlar va issiqlik uzatilishi bo'yicha yunalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

Fanning vazifasi- talabalarga issiqlik mashinalarini ishlash nazariyasi, turlari va tuzilishi hamda qaynash, kondensatsiya, suv va yoqilg'ini tayyorlash, suv bug'ini hosil bo'lish va suv bug'i orqali issiqlik elektr energiyani hosil bo'lish jarayonlarni o'rgatishdan iborat.

Rejalashtirilayotgan o'quv natijalari:

- termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarini, termodinamik jarayonlarni; issiqlik mashinalarini rivojlanish tendentsiyalarini; bug' qozonlari, bug' turbinalari, ularni turlarining tuzilishini; gaz va bug' oqib chiqishi, drossellanishi jarayonlari va issiqlik uzatilishi *haqida tassavvurga ega bo'lishi*,

- texnik termodinamika nazariyasini; termodinamik jarayonlarning parametrlarini hisoblashni: bug' qozonlari, bug' turbinalari tuzilishi va ishlashini; issiqlik uzatilishi qonunlarini; issiqlik almashuv apparatlarini konstruktiv parametrlarini aniqlash va iqtisodiy asoslangan holda to'g'ri tanlashni, issiqlik almashuv apparatlarini ish holatni hisoblashni *bilishi va ulardan foydalana olish*;

3. Keysni muvaffaqiyatli yakunlash uchun zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalar tarkibi:

- termodinamik jarayonlarni, issiqlik mashinalarini texnik iqtisodiy va nazariy tahlil qilish; ularni samarali ishlatish, optimal ko'rsatgichlar va ish holatlarini belgilash, issiqlik almashuv apparatlari tizimlarini loyphalash *ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak*.

- termodinamik jarayonlar va issiqlik mashinalarini texnik - iqtisodiy va nazariy taxlil qilish; ularni samarali ishlatish, optimal ko'rsatgichlar va ish holatlarini belgilash *malakalariga ega bo'lishi kerak*

4. Keys respublikada elektr energiyasiga bo'lgan extiyojlarni holatini aks ettiradi.

5. Axborotlardan foydalanish manbai:

1. **Sayt:** <http://www.raise.ru>

2. **Sayt:** <http://marketgid.com>

3. **Sayt:** <http://ru.wikipedia.org>

4. **Sayt:** <http://www.Diff.protection.svg>

5. **Sayt:** <http://www.rele.ru>

6. **Sayt:** <http://www.TOPREF.RU>

7. **Sayt:** <http://www.ru.all.biz>

8. **Sayt:** <http://www.electrovideo.ru>

Sayt: <http://www.ziyonet.uz>

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

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

3. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. -Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.
4. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. O'quv qo'llanma.-Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. 2010.
5. Zoxidov P.A., Avezov P.P., Vardiyashvili A.B., Alimova M.M. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» O'q.ko'l. 1 kism.-T.: TGTU, 2005.
6. Zoxidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova SH.S. Texnik termodinamika va issiqlik uzatilishi fanidan masalalar to'plami, - Tashkent.: TDTU, 2006.
7. 2006.
8. Кудинов В.А Э.М.Карташов. Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа. 2005.
9. Короли М.А. Методическая разработка по самостоятельной работе по дисциплине «Теплотехника», - Т.: ТашГТУ, 2006.
- 10.Полищук Г.С., Тактаева Л.Н., Короли Ш.А. Сборник лабораторных МООТ по дисциплине: Теплотехники Часть I. -Т.: Ташкент, 2004.
- 11.Полищук Г., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных нот по дисциплине: "Теплотехника Часть II. -Т.: ТашГТУ, 2007
- 12.Цветков Ф.Ф. Теплообмен,- М.: Высшая школа. 2005.

6. Tipologik belgiga asosan keysga tavsifnoma:

Ushbu keys syujetsiz bo'lib, kabinetli toifaga kiradi.

Keysning ob'ekti- O'zbekiston Respublikasida elektr energiyasiga bo'lgan talabni to'la qonli o'rganish yangi elektr energiya manbalarini joriy etish. **sub'ektlari-** Elektr energiya tejovchi lampalar jotiy etish va uni xalq is'temoliga kiritish asosida tuzilgan.

Keysni didaktik maqsadi –analitik axborotga asoslanib, analitik ko'nikma va bilimlarni mustaxkamlash, elektr yoritishdagi muammolarni tahlil qilish asosida ularning kelgusidagi holati va ulardan samarali foydalanish bo'yicha bilimlarini chuqurlashtirish va kengaytirishga qaratilgan. Shu maqsadda keysda vazifalar va algoritm yechimi , qo'shimcha axborotlar mavjud, mavjud xolatni yechimini tavsiflovchi nazariy asoslar ochib beriladi va muammolar shakllantiriladi.

7.Ushbu keys talabalar tomonidan ma'ruza darsida "**Termodinamika va issiqlik texnikasi**" fanlarini o'rganish jarayonida, Energetika fanlarida qo'shimcha material sifatida ishlatilishi mumkin.

Kirish

Keysning dolzarbligi - "**Termodinamika va issiqlik texnikasi**" fani fani sanoatda kimyo texnologiya, muqobil energiya manbalari, ular asosida issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilish jarayonlari bilan bevosita bog'liq. Fan o'zlashtirilishi natijasida muqobil energiya manbalari uchun energetika qurilmalarining tuzilishi, ishlashi, ko'rsatkichlari, muammolari va istiqbollari masalalarini tahlil qilish uchun zaruriy bilimlar shakllantiriladi.

Keysning maqsadi – talabalarning nazariy hamda amaliy baza bo'lib, issiqlik va elektr energiyalarini ishlab chiqarishda ularni iste'molchilarga uzatishda asosiy hisoblarni olib borish uchun, hamda shu sohada masalalarni yechish uchun keng qo'llaniladi.

Ushbu keysni yechimi orqali quyidagi o'quv natijalariga erishiladi:

- o'rganilgan mavzu bo'yicha bilimlarni mustaxkamlash;

- muammoni guruxlarda va individual holda tahlil etish va qaror qabul qilish bo'yicha ko'nikmalar shakllantiriladi ;
- mustaqil tahlil etish ko'nikmalariga ega bo'lish;
- mavzu bo'yicha o'quv ma'lumotlarini o'zlashtirish natijalari aniqlanadi .

Keys. Texnik termodinamika

Ma'lumki, energiya almashinish jarayonlari muhitdagi holatlar bilan olib boriladi, shuning uchun termodinamika energetik xossalarini umumiy uslubini ishlab chiqish umumiy metodologik xususiyatga egadir. Bu uslub esa turli xil bilimni egallashda katta rol o'ynaydi.

Termodinamika – fizik, kimyoviy va texnik termodinamika qismlariga bo'linadi.

Konkret aniq holatlardagi umumiy uslublarga, qoidalarga, fizik xossalarga xos bo'lgan jarayonlarni o'rgatadigan termodinamikaning qismi umumiy fizik termodinamika deyiladi.

Ishtirok etuvchi jismning kimyoviy xossalari o'zgarishini, ulardagi issiqlik almashinishini o'rgatadigan qismi kimyoviy termodinamika deyiladi.

Texnik termodinamika esa issiqlik miqdorini bajarilgan ishga o'tishdagi qonun-qoidalarini issiqlik texnikasiga tadbiiq qilish, ya'ni issiqlik dvigatellari va sovitish mashinalari nazariyasi bilan shug'ullanishdir.

Termodinamikani o'rganishda va uni konkret masalalarini tahlil qilishga qaratilganda tabiiy fanlarda qabul qilingan bir hodisaning uslubu ikkinchisidan farq qilishiga e'tibor berish kerak bo'ladi.

Termodinamik uslubning xususiyatlaridan quyidagi xossalarni asosiy deb hisoblasak bo'ladi:

1. Termodinamik uslub ko'pgina tajriba materiallarini tahlil qilish davomida yig'ilgan qonuniyatlarni ifodalash natijasida tuzilgan. Keyinchalik bu natijalar o'z navbatida termodinamikaning qonuni sifatida termodinamikaning uchta qonuni sifatida yuzaga keldi.

Termodinamikaning I qonuni energiyani saqlanish va bir turdan ikkinchi turga o'tish qonuni asosida yaratildi.

Termodinamikaning II-qonuni esa energiyani almashinuvida jarayonlarni bajarilish yo'nalishlarini o'zgarishlarini o'rgatadi. Bu qonunga binoan ikkinchi tur abadiy dvigatel yaratib bo'lmaydi.

Termodinamikaning III-qonuni esa, jismni mutloq nol haroratga intilishdagi holatini tushuntirib beradi.

2. Turli xil bog'lanishlardagi energiya almashinish jarayonlarini izohlashda faqat shunday fizik tushunchalar va kattaliklar ishlatiladiki, ular materialni mikroskopik (molekulyar) tuzilishiga bog'liq bo'lmagan tushunchalarning ma'nosi bo'lib hisoblanadi. Bu kattaliklar yoki o'lchanadi yoki o'lchangan kattaliklar bo'yicha hisoblanadi. Ular katta sondagi jismni mikroskopik bo'lakchalarini ta'siri natijalarini xarakterlaydi. Ushbu kattaliklarni makroskopik, fenolinologik yoki termodinamik kattaliklar deb ataladi, ular mikroskopik kattaliklardan farqli o'laroq alohida molekulalar, atomlar va boshqa bo'lakchalar holatini xarakterlaydi.

XIX asrning oxirida statistik termodinamika rivojlanadi, bu statistik fizikaning bir qismi bo'lib hisoblanadi. Statistik termodinamikada makroskopik jism xossalari, jismning elementar bo'laklardan tuzilganligini konkret ko'rinishi asosida hisoblanadi.

Ishchi jism va termodinamik tizim

Issiqlik mashinalarida issiqlikni ishga aylantirish ishchi jism yordamida amalga oshiriladi. Ishchi jism gaz yoki bug' bo'lishi mumkin.

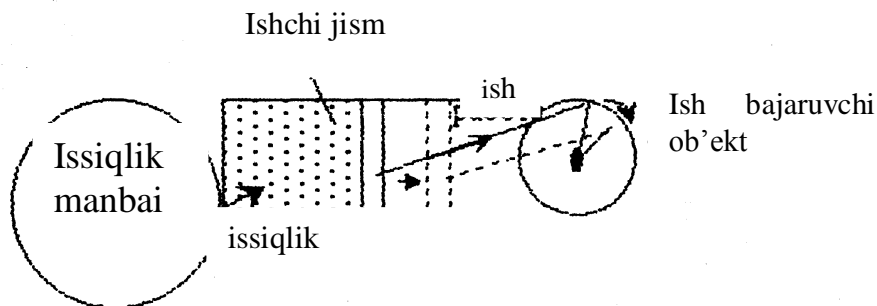
O'zaro va atrof muhit bilan issiqlik almashinadigan jismlar majmuasiga **termodinamik tizim** deyiladi. Energetikada elektr stantsiyani hamma mashinalari yoki issiqlik dvigatelinig alohida qismlari va ichida gaz joylashgan porshenli tsilindrlar termodinamik tizimga misol bo'la oladi.

O'rganilayotgan termodinamik tizimga kirmaydigan hamma jismlar **atrof muhit** deb ataladi.

Termodinamik tizim – ochiq, yopiq, yakkalangan va adiabatik bo'lishi mumkin.

Agar tizim boshqa tizimlar bilan energiya almasha olsa **ochiq termodinamik tizim** (gaz-turbina qurilmasi), energiya almasha olmasa **yopiq termodinamik tizim** (ichki yonuv dvigatellari) deb yuritiladi.

Agar tizim atrof muhit bilan o'zaro ta'sir etmasa **yakkalangan termodinamik tizim**, agar tizim atrof muhit bilan issiqlik almashmasa **adiabatik tizim** deb yuritiladi.



1-rasm. Termodinamik tizim

Asosiy termodinamik holat parametrlari

Istalgan termodinamik tizim uchun bir qancha fizik kattaliklarni yig'indisi ko'rsatilgan bo'ladi, shular orqali berilgan tizimni boshqa bir tizim bilan ajratish hamda tizimdagi o'zgarishlarni tekshirish, tizimni atrof muhit bilan o'zaro ta'sir etishini tekshirish mumkin bo'ladi. Bunday kattaliklar yig'indisiga **tizimning holati** deyiladi.

Ishchi jismning fizik holatini ifodalaydigan kattaliklar **holat parametrlari** deyiladi. Holat parametrlariga: mutloq bosim, mutloq harorat, solishtirma hajm, zichlik, ichki energiya, entalpiya, entropiya va boshqalar kiradi. Jismning holati o'zgarganda bosim, harorat va solishtirma hajm keskin o'zgaruvchan parametrlar bo'lgani uchun ularni **termik parametrlar** deyiladi.

Bosim. Sirtning birlik yuziga tik ta'sir etuvchi kuchga **bosim** deyiladi.

$$R = \frac{F}{S}, \quad [\text{Pa}] = \left[\frac{H}{m^2} \right] \quad (1)$$

$1\text{N}/\text{m}^2$ – bu birlik Paskal (1 Pa) deyiladi. 1 Pa unchalik katta bo'lmagani uchun texnikada kPa va MPa ishlatiladi.

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

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

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

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

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

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} = 10,2 \text{ at} = 10^6 \text{ Pa}$$

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

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

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

Bosim quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Atmosfera yoki barometrik bosim R_{bar} – bu atmosfera havosining bosimi;
2. Ortiqcha yoki manometrik bosim R_{ort} (R_{man}) – atmosfera bosimidan yuqori bosim;
3. Vakuum (siyraklanish) R_{vak} – bu atmosfera bosimidan kichik bosimdir;

4. Mutloq bosim R_{mut} – bu jismga ta'sir etadigan to'liq bosimdir; Bulardan faqat mutloq bosim gaz yoki suyuqlikning holat parametri bo'la oladi. Agar biror idishdagi bosim atmosfera bosimidan yuqori bo'lsa, unda

$$R_{mut} = R_{bar} + R_{ort} \quad (2)$$

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

$$R_{mut} = R_{bar} - R_{vak} \quad (3)$$

Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi nisbatni quyidagi jadval orqali ko'rishimiz mumkin.

1.1-jadval

Birliklar	Pa	bar	kg k/cm ²	mm sim.ust.	mm suv ust.
1Pa	1	10 ⁻⁵	1,02 • 10 ⁻⁵	7,5024 • 10 ⁻³	0,702
1bar	10 ⁵	1	1,02	7,5024 • 10 ²	1,02 • 10 ⁴
1 kg k/cm ²	9,8 • 10 ⁴	0,9806	1	735	10 ⁴
1 mm sim.ust	133	1,33 • 10 ⁻³	1,36 • 10 ³	1	13,6
1 mm suv ust.	9,8067	9,80 • 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	7,35 • 10 ⁻²	1

Harorat. Harorat jismning qiziganlik darajasini ko'rsatadigan kattalikdir, boshqacha qilib aytganda gaz molekularning o'rtacha kinetik energiyasiga proporsional bo'lgan kattalikdir.

Harorat 2 xil bo'ladi:

1. Mutloq harorat – T, °K (Kelvin shkalasi)
2. Emperik harorat – t, °S (TSelsiy shkalasi)

Haroratning qiymat sonini harorat shkalalari ko'rsatib beradi. Harorat shkalalari TSelsiy (°S) yoki gradusli – Kelvin, Farengeyt va Reomeyur shkalalariga bo'linadi.

Turli harorat shkalalari orasidagi nisbat

1.2-jadval

SHkalalar nomi	TSelsiy shkalasi, t, °S	Renkin shkalasi T, °Ra	Farengeyt shkalasi, t, °F	Reomeyur shkalasi t, °R
TSelsiy shkalasi, °S	—	5/9T°Ra-273,15	t, °F-32 1,8	1,25t°R
Renkin shkalasi, °Ra	1,8(t°C+273,15)	—	t°F+459,7	1,8(1,25t°R+273,15)
Farengeyt shkalasi, °F	1,8t°C+32	t°Ra-459,67	—	9/4t°R
Reomeyur shkalasi, °R	0,8t°C	0,8(5/9T°Ra-273,15)	4/9(t°F-32)	—

TSelsiy shkalasida asosiy reper nuqtalari qilib, muzning erish harorati 0°S va suvning qaynash harorati 100°S qabul qilingan. Bu nuqtalardagi termometr ko'rsatkichining farqini 100 ga bo'lingandagi bir bo'lagi TSelsiy gradusi (°S) deb qabul qilinadi.

Angliya va AQSH da qo'llaniladigan Farengeyt shkalasida muzning erish harorati 32°G' va qaynash harorati 212°G' deb qabul qilingan, demak

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

$$t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} t^{\circ}\text{C} + 32$$

CI tizimida mutlaq harorat Kelvin shkalasida o'lchanadi. Amalda esa har bir asbob Tsel'siy gradusida o'lchab beradi. SHuning uchun ularning orasidagi bog'lanishni quyidagicha yozamiz:

$$T^{\circ}\text{K} = t^{\circ}\text{C} + 273,15$$

Solishtirma hajm. Jismning massa birligiga teng bo'lgan hajmga **solishtirma hajm** deyiladi:

$$\nu = \frac{V}{m}, \quad \frac{M^3}{\kappa^2} \quad (4)$$

zichlik ρ - solishtirma hajmga teskari bo'lgan kattalikdir.

$$\rho = \frac{1}{\nu} = \frac{m}{V}, \quad \frac{\kappa^2}{M^3} \quad (5)$$

2. Keys uchun savollar va topshiriqlar.

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

3. Keys manbasi

Axborotlardan foydalanish manbai;

<http://www.Diff protection.svg>

<http://www.rele.ru>

<http://www.TOPREF.RU>

<http://www.ru.all.biz>

<http://www.electrovideo.ru>

II. Talaba uchun uslubiy qo'llanma. Keys bilan mustaqil ishlash uchun yo'riqnom

Ish bosqichlari	Maslahat va tavsiyalar
1. Keys bilan tanishuv.	Avval keys bilan tanishing. Keysni o'qishingiz bilan darhol kuzatilayotgan xolatni tahlil etishga shoshilmang.
2. Tavsiya etilayotgan holat bilan tanishuv.	Berilgan axborotni yana bir karra diqqat bilan o'qib chiqing. Siz uchun muxim sanalgan abzatlarni ajratib oling. O'rganilayotgan xolatga ta'sir etayotgan omillarni sanab (o'rganib)-o'rganilayotgan xolat bo'yicha sub'ektlarga aniqlik kiriting. O'rganilayotgan xolatni tasvirlab berishga xarakat qiling. O'rganilayotgan xolatingizni qaysi biri asosiy va qaysi biri 2-darajali o'rganishini aniqlang. Tavsiya etilgan axborotlarni o'rganishda xolatni ichiga "sho'ng'ib ketmang", asosiy jixatlarini ajratib ko'sating.
3. Asosiy va qo'shimcha muammolarni aniqlash, shakllantirish va asoslash.	Asosiy muammo nimalardan iborat? Ushbu holat bo'yicha yana qanday muammolarni ajratib ko'rsata olasiz. Asosiy muammoni va muammolarni shakllantiring. O'z qaroringizni asoslab bering. *O'rganilayotgan holatni tor doirada qisqa kelajak uchun o'rganmang: bunda o'rganilayotgan holat asoslab berilmay qoladi yoki umuman yo'qolib qolishi mumkin.
4. Holatni tahlili.	Savollarga javob qaytarish o'rganilayotgan holatni tahlil etishga yordam beradi. Aniqlik kiriting, o'rganilayotgan muammo hozirda qay darajada. Savollarga javob qaytaring. Hozir tahlil etilayotgan sharoitda shu masalani yechimi bormi?

5. Muammoni asoslash va vositalarini tanlash.	asoslash yechish	Axborot xati tayyorlashda ushbu holatda muammoni yechishni mumkin bo'lgan usullarini va muammoni yechish vositalarini aniqlashga harakat qiling. Muammoni yechish jarayonida vujudga keladigan yoki vujudga kelishi mumkin bo'lgan qiyinchiliklarni ko'rsating (huquqiy, ma'naviy, etik). *Muammoli holatni yechish jarayonida nazariy bilim va amaliy bilishdan foydalanish lozim.
---	------------------	--

Keysni guruhlarda ishlash bo'yicha yo'riqnomasi

Ish bosqichlari	Maslahat va tavsiyalar
Holat va muammolarni taqdim etishni kelishish.	Guruh a'zolari o'rtasida o'rganilayotgan muammo, muammocha holatlarini tahlil etib, o'rganib keling.
Axborot xatidagi taqdim etilgan variantlarni tahlil etish va baholash.	Axborot xatidagi mumkin bo'lgan variantni muhokama qiling va baholang.
Axborot xatidagi eng muvofiq yechimini ishlab chiqish va ishlatish uchun dastur.	Muammoni eng muvofiq variantini ishlab chiqish va uni ishlatish bo'yicha dastur: 1. Tanlab olingan muammoni asoslab uni yechish usuli va vositasini aniq va ravon tasvirlang. 2. Muammoni yechimini dastlabki qadamlarini asoslang.
Prezentatsiyaga tayyorgarlik.	Ish natijalarni guruh a'zolari tomonidan og'zaki prezentatsiya ko'rinishida ifodalash. Guruh ishi natijalarini kim tomonidan tavsiflab berilishini tahlil etib savol yechimini toping: muammomni yechish jarayonida quyilgan vazifaga asoslangan holda guruh lideri va boshqa a'zolari o'rtasida taqsimlang (asosiy va ikkilamchi javob beruvchilar ko'rinishida). Prezentatsiya qiladigan ma'lumotlarni plakatlari, slaydlar yoki mul'timediya ko'rinishida tayyorlang.

Keys bo'yicha yozma ishni baholash mezonlari va ko'rsatkichi

Baholash ko'rsatkichlari	Faoliyat mazmuni	Baholash mezonlari, ball
1. Asosiy muammoni va muammochani to'g'ri aniqlash, shakllantirish va asoslash.	1. Asosiy muammo va muammochani shakllantirish. 2. Mintaqalardagi holatni tahlil etish.	Maks: 6.0
2. Axborot xatini alohida paragraflarini tayyorlash va yozish.	1. Axborot xatini 1-2 paragraflarini tayyorlash va yozish. 2. Axborot xatini 3-4 paragraflarini tayyorlash va yozish. 3. Axborot xatini 5 paragraflarini tayyorlash va yozish.	Maks: 2.0 Maks: 2.0 Maks: 1.5 Jami: 5.5
3. Aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash to'g'risidagi axborot xatini oxirgi variantini tayyorlash.	1. Aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash va uni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish. 2. Axborot xatini to'ldirish va jamlash.	Maks: 2.0 Maks: 2.5 Ja'mi: 4.5
4. Qo'yilgan nazorat savollariga to'g'ri va aniq javoblar uchun	1. 1-2 savollarga javoblar. 2. 3-4 savollarga javoblar. 3. 5-6 savollarga javoblar.	Maks: 1.0 Maks: 1.0 Maks: 2.0
Jami :		Maks: 20

Elektrik injineri fanining ilmiy tadqiqot metodlari bo'yicha keys

Muammo: Zaiflik, kuchsizlik, ilojsizlik «boshqa iloji yuk», «doim shunday» hislariga ko'milib yurgan talaba vaziyat yaxshi tomonga hech qachon o'zgarmasligiga ishonch hosil qilgan. Hayot uning uchun dahshatli, «hammaga baribir» iborasida aks etgan.

Muammoning yechimi:

1. Kuzatish metodi orqali batafsil muammolarni o'rganish lozim
2. Suhbat metodlari bilan muammoga yo'l toping
3. "O'z-o'zini baholash" anketasini o'tkazing

Muammo: Ko'p yoshlar o'zhissiyotlarini sir tutishga o'rinishadi yoki jilovlay olmasdan «portlab» ketishlarini ko'rsatishadi. Ota-onalar bu holatga «yuragi tor», «injiq» deb baho beradilar.

Muammoning yechimi:

1. Aslida, ulardan yutuqlari, quvonchlari, baxtli holatlari, hayajonlari hakida so'rashlari kerak
2. Ular bilan dustlashish kerak, sirlashish kerak.
3. Talaba psixolog mutaxassislarga uchrab maslahat olish lozim

3-Muammo: Hozirda talabalar o'z xotirasidan ko'p shikoyat qilada, yoki ma'lumotlar ko'p barchasini esda saqlab hololmaslik tabiiy hol deb tushunmoqda.

Muammoning yechimi:

4. Talaba zarur ma'lumotlarni tez-tez takrorlab turishi lozim
5. Talaba o'z vaqtida mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rish lozim
6. Talaba o'z ustida ko'p ishlashi kerak.

<i>Muammoning turi</i>	<i>Muammoning kelib chiqish sabablari</i>	<i>Muammoni yechishda Sizning harakatlaringiz</i>	<i>Muammoni yechishda uchraydigan to'siqlar</i>
Guruxda o'qiydigan Islomjon sportning tekvondo turiga juda qiziqadi. U 2 oy davomida sport musobasalarida qatnashdi va mashg'ulotlarga bo'lgan qiziqishi yanada ortdi. Lekin o'sha paytda dars jarayonlariga to'liq qatnashmaganligi sababli darslarga bo'lgan qiziqishi sustlashdi. Qizning ota-onasi unga sport mashg'ulotlariga boshqa qatnashmasligini aytdi. Lekin Islomjon darslarni koldirib bo'lsa ham, ota-onasidan yashirincha sportga bordi. Ushbu holatga izoh bering, va o'z tavsiyalarinizi ayting.			

Elektr energiyasini uzatish va taqsimlash tizimi mavzusi bo'yicha keys:

Iste'molchilarning toifalari		Elektr tarmoqlariga qo'yiladigan asosiy talablarni ating.	
Muammolar	Echimi	Muammolar	Echimi

Havo liniyalarining klassifikatsiyalari		
<i>Muammolar</i>	<i>Muammoning sabablari</i>	<i>Muammoning</i>

II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

Mustaqil ta'limni tashkil etishning shakli va mazmuni.

" **Termodinamika va issiqlik texnikasi** " fani bo'yicha talabanning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar va masalalar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan masalalarni yechadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni o'qib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi.

Uyga vazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas.

Uy vazifalarini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish bo'yicha kafedra professor-o'qituvchilari tomonidan qo'rsatma va tavsiyalar, masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Unda talabalarga asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy masala va misollar yechish uslubi va mustaqil yechish uchun masalalar keltirildi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta'limning mavzulari

1-jadval

№	Mavzularning nomi	Ma'ruza
IV-semestr		
1	«Termodinamika» faniga kirish. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Energetika sohasida issiqlik texnikasining o'rni. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisoliy islohotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari. Fanning vazifalari.	2
2	Texnik termodinamika. Termodinamika fani va uslubi. Termodinamika issiqlik texnikasining asosi. Termodinamik tizim va ishchi jism. Asosiy termodinamik holat parametrlar. Termodinamik sirt.	2
3	Ideal gaz holat tenglamasi. Asosiy qonunlari. Gaz doimiysi. Ideal gazlar uchun termodinamikaning I-qonunini ifodasi.	2
4	Ideal gaz aralashmalari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari. Aralashma ko'rsatkichlarini tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.	2
5	Issiqlik sig'imi. Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar- kinetik nazariyasi. Issiqlik sig'imi kvant nazariyasining unsurlari. Hakikiy va o'rtacha issiqlik sig'implar. Gaz issiqlik sig'implarining emperik ifodalari. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.	2
6	Termodinamikaning 1-qonuni. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining termodinamik jarayonlarga tatbig'i. Termodinamikaning 1-qonunini ta'riflari. 1-qonunning ichki energiya orqali ifodalanishi. Surish (kengayish) ishi.	2
7	Entalpiya, entropiya. Termodinamikaning 1-qonunini entalpiya orqali ifodalanishi.	2

8	Asosiy termodinamik jarayonlarning taxlili.	2
9	Adiabatik va politropik jarayonlar va ularning taxlili.	2
10	Termodinamika 2- qonunining ta'riflari.	2
11	To'g'ri va teskari davriylik. Issiqlik qurilmasining termik foydali ish koeffitsienta (FIK). Sovutish koeffitsienta. Karno davriyligi va uning FIK. Karno georemasi.	2
12	Real gazlar va ularning xossalari.	2
13	Suv bug'i. Bug'lanish va bug'ni kaytadan suvga aylanishi. Tuyingan bug' bosimini haroratga bog'liqligi.	2
14	Suv bug'innng parametrlarinn ifoda orqali hisoblash. Nam tuyingan bug', quruq tuyingan va o'ta qizigan bug'larning ichki energiyasi, entalpiyasi va entropiyasi.	2
15	Suv bug' R-T diagrammki. Suv va suv bug'ining termodinamik jadvallari. Suv bug'ining P-T diagrammasi.	2
16	Suv bug'i P-v diagrammasi.	2
17	Suv bug'i T-S diagrammasi. Suv bug'i h-s diagrammasi. Suv bug'ining T-S, diagrammasi.	2
18	Suv va suv bug'ining termodinamik jadvallari. Suv bug'ining jadvallari. Suv bug'i bilan bo'ladigan jarayonlar. Suv bug'i bilan bo'ladigan jarayonlar.	2
	Jami	36

Eslatma: Mavzu bo'yicha konspekt qilish, test savollari tuzish va prezentatsiyalar tayyorlash

2.1. Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar

Termodinamika bo'limiga doir masalalar yechish.

Nazariy qism.

Termodinamika-grekcha therme-issiqlik, dynamicos-kuch so'zlaridan olingan bo'lib, issiqlik effektlari hisobiga sodir bo'ladigan turli jarayonlarida energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantirishni o'rgatuvchi bo'lim. Tashqi muxit bilan energiya almashish natijasida termodinamikaviy sistema holatining o'zgarishi termodinamik jarayon deyiladi. Sistemaning termodinamikaviy holatini xarakterlovchi kattaliklar xolat parametrlari deyiladi. Ularga, P, V, T kiradi.

Bosim deb, devorga normal ta'sir etadigan va uning yuza birligiga taqsimlangan kuchga aytiladi.

$$P = \frac{F}{S}$$

Temperatura deb, jismning isiganlik darajasini xarakterlovchi kattalikka aytiladi.

Solishtirma hajm deb, moddaning massa birligi egallagan hajmiga aytiladi.

$$v = \frac{V}{m}$$

Boyl-Mariott qonuni: o'zgarimas temperaturada gazning berilgan massasi uchun absolyut bosim hajmga ko'paytmasi o'zgarimas kattalikdir. $PV = const; T = const$ bo'lganda $V = V_1 P_1 / P_2$

Gey-Lyussak qonuni: bosim va massa o'zgarimas bo'lganda gaz hajmi absolyut temperaturalarining o'zgarishiga to'g'ri propartsional ravishda o'zgaradi: $V_1 / V_2 = T_1 / T_2; P = const$ bo'lganda $V / V_2 = T_1 / T_2$ yoki $V = V_2 T_1 / T_2$.

SHarl' qonuni hajm va massa o'zgarimas bo'laganda gaz bosimi absolyut temperaturalarining o'zgarishiga to'g'ri propartsional ravishda o'zgaradi: $P_1 / P_2 = T_1 / T_2$.

Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlaridan foydalanib ideal gazning holat tenglamasini chiqaramiz: $PV=GRT$ $PV=RT$; $R=Pv/T$: R -gaz doimiysi.

Termodinamikaning birinchi qonuni: sistemaga keltirilgan barcha issiqlik sistema va ichki energiyaning o'zgarishiga va tashqi ish bajarishiga sarflanadi:

$$Q=V_2-V_1+h.$$

Q - sistemaga keltirilgan issiqlik miqdori;

V_1 - jarayonning boshlanishidagi sistemaning ichki energiyasi;

V_2 - jarayonning oxiridagi sistemaning ichki energiyasi;

h - sistema bajargan ish.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni:

Issiqlikni mexanikaviy ishga aylantirish uchun issiqlik manbai va temperaturasi shu manba temperaturasidan pastroq bo'lgan sovitgich bo'limi, ya'ni temperaturalar farqi bo'lishi kerak.

1. Dvegatelga keltirilgan issiqlikning hammasini butunlay ishga aylantirib bo'lmaydi, bu issiqlikning bir qismi temperaturasi pastroq bo'lgan tashqi jismlarga o'tadi.

2. Issiqlik kamroq qizigan jismdan ko'proq qizigan jisimga tashqi ish sarflamay turib o'z-o'zicha o'ta olmaydi.

Termodinamik jarayonlar:

1. Izoxorik jarayon: gazning holati izoxora bo'yicha o'zgarganida uning hajmi o'zgarmasligicha qoladi. SHarlb qonunining ifodasi: $V=const$; $P_1V_1=RT_1$; $P_2V_2=RT_2$; $P_1/P_2=T_1/T_2$.

Izoxorik jarayonida absolyut bosimning o'zgarishi absolyut temperaturaning o'zgarishiga to'g'ri proportsionaldir.

2. Izobarik jarayon: gazning holati izobarik o'zgarganda uning bosimi o'zgarmay qoladi. Gey-Lyussak qonuni ifodasi: $P=const$; $P_1V_1=RT_1$; $P_2V_2=RT_2$; $V_1/V_2=T_1/T_2$.

Gaz o'zgarmas bosimda Gey-Lyussak qonuniga ko'ra o'z hajmini va temperaturasini kamaytiradi.

3. Izotermik jarayon: gazning holati izotermik o'zgarganda uning temperaturasi o'zgarmaydi. Boyl-Mariott qonunining ifodasi: $T=const$; $P_1V_1=RT_1$; $P_2V_2=RT_2$; $P_1/P_2=V_2/V_1$.

4. Adiyatik jarayon: ish moddasi tashqi muxit bilan issiqlik almashmagan xolda, unda kechadigan termodinamik jarayonga aytiladi. Tashqaridan sistemaga kiritilgan issiqlik miqdori $dq_a=0$ bo'lganligi uchun shu sistema energiyasining o'zgarishi $ds=dq/t=0$ bo'ladi. Bu jarayonda T, V, P birdaniga o'zgarishi mumkin.

Entropiya-termodinamik sistemaning holat funktsiyasi bo'lib u s bilan belgilanadi: $ds=d'q/T$ (J/k).

Entropiya termodinamik sistema bilan tashqi muxitning o'zaro issiqlik almashinuvi jarayonining kechish yo'nalishini ifodalaydi.

Entalpiya termodinamik sistemaning holat funktsiyasi bo'lib u i yoki H harfi bilan belgilanadi.

Termodinamik sistema energiyasi u bilan shu sistema bosimi P_1 hajmga V ko'paytmasining yig'indisi entalpiya deyiladi. $i=u+PV$;

Masalalar yechish namunasi.

1-masala. Xavoning bosimi 760mm simob ustuniga azotning partsiya bosimi 598.2mm simob ustuniga teng bo'lsa xavodagi kislorodning partsial bosimini aniqlang.

Kislorodning partsial bosimi quyidagiga teng $P_{O_2}=Pap-PN_2=760*598.2=161.8mm$ simob ust.

2-masala. Agar protsess $P=const$ bo'lgan sharoitda ketadigan bo'lsa gazning hajmi -20^0S temperaturada $+20^0S$ temperaturaga qaraganda necha marta kam bo'ladi?

Gey-Lyussak qonuniga ko'ra : $V+20/V=(273+20)/(273-20)=293/253 \approx 1,16$.

Ya'ni gazning -20^0S temperaturadagi hajmi $+20^0S$ temperaturadagiga qaraganda 1,16 marta kam bo'ladi.

3-masala. TSilindrdagi gaz $p=1am$ ortiqcha bosim ostida turibdi, barometrik bosim 550mm sim.ustuniga teng gaz ezotermik kengayganda hajmi 3 marta ko'payadi. TSilindrdagi gazning kengaygandan keyingi absolyut bosimi p ni aniqlang. Boshlang'ich absolyut bosim

$$P_1=550/735+P \approx 0,75+1=1,75 am$$

Oxirgi absolyut bosimni Boyl-Mariott qonuniga ko'ra hisoblab topamiz.

$P_2=V_1*P_1/V_2$ lekin masala shartiga ko'ra $V_1/V_2=1/3$ binobarin tsilindrdagi absolyut bosim quyidagiga teng

$$P_2 = V_1/V_2 * P_1 = 1/3 * 1,75 = 0,58 \text{ am}$$

4-masala. Ballondagi kislorodning ortiqcha bosimi 104 at dan 20 at gacha kamaydi. Agar jarayon $T = \text{const}$ sharoitga ketgan bo'lsa kislorodning zichligi necha marta o'zgarganligini aniklang $P_1/P_2 = (104+1)/(20+1) = 5$

Mustaqil ishlash uchun masalalar .

1-masala. Bug' kozonidagi ortiqcha bosim monometr ko'rsatkichi bo'yicha 32 at; kondensatorga kamayishni vakuummetrdagi ko'rsatkich 708,2mm sim.ust.ga teng. Agar monometrda ko'rsatkich $P(\text{bar}) = 754\text{mm}$ ustga teng bo'lsa Bug' qozon va kodensatordagi absolyut bosimni aniklang. Kondensatordagi bosimni kg/m^2 va H/Kl ifodalang.

2-masala. Temperaturasi 27°C va bosimi 4 at bo'lgan 6m^3 kuchi kislorod gazini birligi qancha bo'ladi?

3-masala. Xavoning birligi normal sharoitda $P_H = 760\text{mm}$ simob ustuni va $T_n = 0^\circ\text{C}$ teng bo'lsa ; $n = 1,293\text{kg}/\text{Nm}^3$. Agar xavoning birligi $p = 650\text{mm}$ cim. ust.ga va $t = 17\text{c}$ teng bo'lsa qanday bo'ladi?

4-masala. Xavoning zichligi normal sharoitda $p = 1,293\text{kg}/\text{m}^3$ bo'lsa 0°C dagi atmosfera bosimi 600mm sim. ust bo'lgandagi xavoning zichligini aniklang.

5-masala. TSilindrda porshen tagida m kg xavo bor, u $p = 0,5 \text{ am}$ ortiqcha bosimda $V = 0,1\text{m}^3$ hajmini egallaydi Porshenga $T = \text{const}$ da xavoni $P = 6\text{am}$ ortiqcha bosimgacha siqadigan kuch ko'yilgan .

6-masala. Tutun gazlarining tarkibi quyidagicha: $\text{CO}_2 = 5\text{kg}$; $\text{CO} = 2\text{kg}$ $\text{N}_2 = 13\text{kg}$ aralashmaning nisbiy massaviy tarkibini aniqlang.

7-masala. Ixtiyoriy tsiklda jismga 2500 J issiqlik berildi va bunda 780J foydali ish olindi. TSiklning termik F.I.K ni aniqlang.

8-masala. Xavza tagidan xavo pufakchalari ko'tarilayotganda uning hajmlari kattalashadi. Agar xavza tubidan qalqib chiqqan gaz pufakchalarning hajmi 3 marta kattalashgan ($V_1 = 3V_2$) bo'lsa xavzaning chukurligi h ni toping. Atmosfera bosimi $p_1 = 750\text{mm}$ sim. ust.ga suvning zichligi $p = 1 * 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ ga teng deb oling.

9-masala. Gazni o'zgarmas bosim ($r = \text{sonst}$)da $dT = 20\text{K}$ ga isitilganda uning hajmi boshlang'ich hajmining $dV/V = 1/20$ qismiga kengaygan bo'lsa gazning boshlang'ich harorati T_1 topilsin.

10-masala. Hajmi $V_1 = 70\text{m}^3$ bo'lgan xonadagi xavo $P = 100\text{kPa}$ o'zgarmas bosimda $T_1 = 280\text{K}$ dan $T_2 = 300\text{K}$ gacha isitilgan bo'lsa, xavoning kengayishida bajarilgan ishini toping.

Masalalar yechish namunasi.

1-masala. Ko'mirning yonuvchan massa tarkibida $C^{yo} = 81,0\%$; $H^{yo} = 5,4\%$; $O^{yo} = 8,8\%$; $N^{yo} = 1,6\%$ $S^{yo} = 3,2\%$ kul quruk massa $A^q = 11,1\%$ ishchi yoqilg'idagi namlik $W^u = 5,9\%$ yoqilg'ining ishchi tarkibini aniqlang.

Yechish:

$$\text{Ishchi tarkibidagi kul } A^u = A^q * (100 - W^u) / 100 = 11,1 * 0,941 = 10,5\%$$

$$\text{Ishchi tarkibi uglerod mikdori } C^u = C^{yo} * (100 - A^u - W^u) / 100 = 81,0 * 0,836 = 67,72\%$$

$$H^u = 5,4 * 0,836 = 4,51\% \quad O^u = 8,8 * 0,836 = 7,35\% \quad N^u = 1,6 * 0,836 = 1,34\% \quad S^u = 3,2 * 0,836 = 2,68\%$$

2-masala. Yoqilg'ining yonuvchan massasini quyi issiqlik berish qobiliyati ma'lum $Q_{qu} = 5380\text{kcal}/\text{kg}$ ishchi tarkibidagi $A^u = 12,9\%$ va $W^u = 37,4\%$ ishchi yoqilg'ining quyi isiklik berish qobiliyatini aniqlang

$$Q_{qu} = 5380 * (100 - 12,9 - 37,4) / 100 - 6 * 37,4 = 2450\text{kcal}/\text{kg}$$

3-masala. Qattiq yoqilg'i tarkibidagi elementlar: $C^u = 70,5\%$, $N^u = 1,0\%$ $S^u = 1,7\%$ yoqilg'ini yokish uchun kerak bo'lgan xavo miqdori $V = 6,6 \text{ Hm}^3/\text{kg}$. Qurug' tarkibini hajmini yonishini aniqlang. $\alpha = 1,25$

$$V_c = 1,86K^u/100 + 1,79V^o + 0,8N^u/100 + (\alpha - 1)V^o = 1,86 * (70,5 + 0,37 * 1,7) / 100 + 0,79 * 6,6 + 0,8 * 1 / 100 + (1,25 - 1) * 6,6 = 8,19\text{Nm}^3/\text{kg}.$$

Yoqilgi va yonish jarayonlaridan masalalar yechish.

Nazariy qism.

Asosiy tarkibiy qismi ugleroddan iborat yonuvchi moddaga yokigi deyiladi. Yoqilgi tarkibiga quyidagi asosiy elementlar kiradi uglerod-C, vodorod-H, kislorod-O, azot-N, oltingugurt-S, yoqilg'i tarkibida suv va mineral aralashmalar, kul-A ham bo'lishi mumkin. C,S,H,O yoqilg'ining yonuvchi elementi hisoblanadi.

Pech va qozonlarning o'txonalarida yoqish uchun sarflanadigan yoqilg'i ish yoqilg'isi debataladi.

$$C^u + H^u + O^u + N^u + S^u + A^u + W^u = 100\%$$

Quruq massaning tarkibi $C^q+H^q+O^q+S^q+A^q=100\%$

Yonuvchan massaning tarkibi $C^{yo}+H^{yo}+O^{yo}+N^{yo}+S^{yo}=100\%$

Organik massaning tarkibi $C+H^o+O^o+N^o=100\%$

Ballast. Ballast jumlasiga suv va yonish paytida kulga o'tadigan mineral aralashmalar kiradi.

Yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyati. 1kg yoki 1 m³ yoqilg'i to'liq yonganida chiqadigan issiqlik miqdori yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyati deyiladi. Yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyati 2 xil: yuqori va quyi bo'ladi.

Yoqilg'ining massa birligi to'liq yonganda chiqqan issiqlik miqdori yoqilg'ining yuqori issiqlik berish qobiliyati deyiladi, bunda namlikning bug'lanishga sarflangan issiqlik hisobga olinmaydi. Yoqilg'ida bo'ladigan namlik ham, vodorod yonganda xosil bo'ladigan namlik ham kondensatlanmaydi deb hisoblanganda ish yoqilg'isining massa birligi yonganda olinadigan issiqlik miqdori yoqilg'ining quyi issiqlik berish qobiliyati deb ataladi .

Mustakil ishlash uchun masalalar.

1-masala. Harorati $t=25^{\circ}S$ bo'lgan cho'yanni eritish uchun $m=10 t$ foydali ish koeffitsenti (F.I.K) $n=20\%$ bo'lgan erish pepchida kancha massali toshko'mirni yoqish kerak? Cho'yanning erish harorati $t_2=1150^{\circ}S$ solishtirma issiqlik sig'imi $s=544 J/kg \cdot grad$ va solishtirma erish issiqligi $L=14 \cdot 10^5 J/kg$ toshko'mirning issiqlik berish qobiliyati $Q=30 mJ$

2-masala. Havoning harorati $t_1=-8c$ bo'lganda qor eritaligan qurilmadan oqib chiqayotgan suvning harorati $t_2=3c$ bo'lsa $m=100kg$ qorni eritish uchun qancha m_1 massali o'tin yoqish kerak. Qorni erish harorati $t_1=0^{\circ}S$ solishtirma issiqlik sig'imi $c_1=2090 J/kg \cdot grad$, suvniki esa $s_2=4180 j/kg \cdot grad$, o'tinning issiqlik berish qobiliyati $q=10mJ/kg$.

3-masala. Avtomobilning 4 tsilindrlari dvegatelining quvvati $N=52 kVt$, agar avtomobil $v=120km/soat$ tezlik bilan xarakatlanayotganda $S=100 km$ masofada $v=15l$ benzin sarflagan bo'lsa, dvegatelni foydali ish koeffitsentini toping. Benzinnig issiqlik berish qobiliyati $q=45 mJ/kg$, benzning zichligi $r=700kg/m^3$.

4-masala. Spirt lampasi alangasida $m=400g$ suv $t=16^{\circ}C$ dan $t=27^{\circ}C$ gacha isitilganda $m_1=11g$ spirt yondirildi. Lampaning foydali ish koeffitsentini toping. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi $s=4180 j/kg \cdot grad$ spirtning issiqlik berish qobiliyati $q=30mJ/kg$.

5-masala. Qozonda $V=3000 l$ suvni isitish uchun $m_1=40kg$ toshko'mir yokilgan. Agar suvning boshlang'ich harorati $t=10^{\circ}C$ va o'choqning f.i.k i 60% bo'lsa, suv qanday T haroratgacha isigan bo'ladi. Suvning zichligi $1000 kg/m^3$ solishtirma issiqlik sig'imi $4180 J/kg grad$ va toshko'mirning issiqlik berish qobiliyati $30 mJ/kg$.

6-masala. Polzunovning o'z zamonasining eng takomillashgan birinchi bug' mashinasining f.i.k i 0,8% edi. SHu mashinaning $N=10 ot kuchi=750vt$ quvvatiga bir soatda qancha massali toshko'mir ketadi? Toshko'mirning issiqlik berish qobiliyati $30 mJ/kg$. Tutun gazlarining tarkibi quyidagicha $CO_2=5kg CO=2kg N_2=13kg$ aralashmaning nisbiy massaviy tarkibini aniqlang.

7-masala. Ixtiyoriy jismga $2500J$ berildi, bunda $780J$ foydali ish olindi. TSiklning termik f.i.k ni aniqlang.

8-masala. Xavza tagidan havo pufakchalari ko'tarilayotganda uning hajmlari kattalashadi. Agar xavza tubidan qalqib chiqqan gaz pufakchalarining hajmi 3 marta kattalashgan bo'lsa, xavzaning chuqurligini toping. Atmosfera bosimi $750mm sim. ust.$ ga teng suvning zichligi $1000kg/m^3$.

9-masala. Gazni o'zgarmas bosimida $t=20K$ ga isitilganda boshlang'ich hajmning $1/20$ qismiga kengaygan bo'lsa, gazni boshlang'ich haroratini toping.

10-masala. Hajmi $70m^3$ bo'lgan xonadagi havo $100kg Pa$ o'zgarmas bosimda $280K$ dan $300K$ gacha isitilgan bo'lsa, havoning kengayishida bajarilgan ish Ar ni toping.

Suv bug'i masalalar yechish.

Nazariy qism.

Issiqlik energetikasining ish jismi – suv bug'i. Issiqlik energetikasida suv bug'i (suvning gazsimon agregat holatga o'tishi) keng qo'llaniladi.

Texnik ehtiyojlarni ta'min lash uchun zarur bo'lgan suv bug'i bug' qozonlarida tayyorlanadi va aniq parametrl to'yingan, qizdirilgan, o'ta qizdirilgan bug' darajasiga yetkaziladi

hamda bug' quvurlari orqali iste'-molchiga uzatiladi. Suv bug'i hamma turdagi issiqlik elektr markazlarida asosiy ish moddasidan biri hisoblanadi. Chunki, suv bug'ini hosil qilish oson, arzon va ekologik jihatdan toza. SHuning uchun kondensatsion elektr stantsiyasida, issiqlik elektr stantsiyalarida, regenerativ issiqlik almashinuvida va shu kabi inshoot va qurilmalarda yoqilg'i yoqib, asosan suv bug'i hosil qilinadi, so'ngra bu bug' yana qizdirilib, ish bajaradigan darajadagi parametrlargacha yetkaziladi.

Moddaning suyuq holatdan bug' holatiga o'tishi *bug'lanish* deyiladi. Bunda molekullarning bir qismi suyuqlik yuzasidan uchib chiqadi va uning ustida bug' hosil qiladi. Bug'lanishda uchib chiqayotgan molekullar yuzada qolgan molekullarning tortishish kuchini yengadi, ya'ni ular shu kuchlarga qarshi ish bajaradi. Ma'lumki molekullar bu ishni o'zining issiqlik harakati kinetik energiyasi hisobiga bajaradi. Suyuqlikka issiqlik keltirilmaganda bug'lanish jarayonida suyuqlik soviydi. Bunga sabab shuki, suyuqlik bug'langan sari undagi katta tezlikka ega bo'lgan molekullar soni kamaya boradi, natijada qolgan molekullarning o'rtacha tezligi kamayadi va suyuqlikning temperaturasi pasayadi. Gaz holatidan suyuqlik holatiga qaytishi *kondensatsiya* hodisasi deyiladi.

Agar bug'lanish yopiq idishda ketayotgan bo'lsa, u holda bug' miqdori muvozanat qaror topguncha, ya'ni suyuqlik va bug' miqdorlari o'zgarmas bo'lguncha ortaveradi. Bu vaqt birligi ichida suyuqlikdan chiqib ketayotgan zarralar soni shu vaqt ichida suyuqlikka qaytayotgan zarralar soniga teng degan so'zdir. Suyuqlik bilan muvozanatda turgan bug' *to'yingan bug'* deyiladi. To'yingan bug' bosimi temperatura ko'tarilishi bilan ortadi. Suyuqlikka tegib turgan va uning ustidagi bo'shliqni to'yintiradigan bug' *to'yingan nam bug'* deyiladi. To'yingan nam bug' – bug' bilan juda mayda suv tomchilari aralashmasidir. Agar suyuqlik o'zgarmas bosimda isitilsa, uning molekullarining barcha hajm bo'yicha harakat tezligi ortadi va bug' hosil bo'lishi kuchayadi, suyuqlikning faqat erkin sirtidan emas, balki butun hajmi bo'yicha intensiv ravishda bug'ga aylanishi va bug' pufakchalarining tez hosil bo'lishi va ko'paya borishi *qaynash* deyiladi. Suyuqlik qaynaydigan bosim qanchalik yuqori bo'lsa, qaynash temperaturasi ham shunchalik yuqori bo'ladi. Agar qaynayotgan suyuqlikka keltirilayotgan issiqlik miqdorini oshirmasak, bug' hosil bo'lishi yanada tezlashib ketadi. Lekin suvning oxirgi tomchisi bug'lanib ketmaguncha suv bilan bug'ning temperaturasi o'zgarmasligicha qolaveradi. Temperaturasi va bosimi to'yinish bosimi bilan temperaturasiga teng, lekin tarkibida suv zarralari bo'lmagan bug' *quruq to'yingan bug'* deyiladi.

Agar to'yingan quruq bug'ga o'zgarmas bosimda issiqlik berilsa, uning temperaturasi ko'tariladi, hajmi ortadi va to'yingan quruq bug' o'ta qizigan holatga o'tadi. Bug'ning o'ta qizish darajasi Δt temperaturalar ayirmasidan aniqlanadi:

$$\Delta t = t - t_T$$

bunda t – o'ta qizigan bug'ning temperaturasi

t_T – to'yingan bug'ning temperaturasi.

Suyuqlikning parametrlari

1 kg suyuqlikni 0°S dan qaynash temperaturasigacha qizdirish uchun sarf bo'lgan issiqlik *suyuqlikning issiqligi* deb ataladi va uni q' bilan belgilanadi.

$$dq' = du' + A_p dV$$

du' - ichki energiyaning o'zgarishi.

Qaynash darajasigacha isitilgan 1 kg suyuqlikni o'zgarmas bosimda to'yingan quruq bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori *bug' hosil qilish* issiqligi deyiladi va « R » bilan belgilanadi.

$$R = (u'' - u') + A_p(v'' - v')$$

Bug' hosil qilish issiqligi ikki narsaga sarflanadi:

1. Ichki energiyaning o'zgarishiga $\rho = u'' - u'$;

2. Kengayish ishini bajarishga $\psi = Ap(\mathcal{G}'' - \mathcal{G}')$

1 kg suyuqlikni qaynash darajasigacha isitish va x kg namni bug'lantirib yuborishga sarflangan issiqliklar yig'indisi nam bug'ning to'la issiqligi deb ataladi:

$$\lambda_x = q' + rx$$

1 kg to'yingan nam bug'dagi quruq to'yingan bug'ning og'irlik miqdori *bug'ning quruqlik darajasi* deb ataladi.

1 kg nam bug'dagi suvning miqdori *bug'ning namligi* deb ataladi.

$t_{\text{y.m.k}}$ temperaturali o'ta qizigan bug' olish uchun 0⁰S temperaturadagi 1 kg suv berilgan issiqlik entalpiya (issiqlik miqdori) deyiladi.

$$i_{\text{y.m.k}} = i' + r + C_{pm}(t_{\text{y.m.k}} - t_s) \text{ kkal/kg;}$$

Masalalar yechish namunasi.

1 – masala. Bosimi 6 ata va quruqlik darajasi $x=0,94$ ga teng bo'lgan nam bug'ning aparmetrlarini toping.

Echish: Berilgan jadval orqali $t_s=158,8$ ⁰C; $v''=0,3214$ m³/kg kerakli qiymatlarni olamiz.

Solishtirma xajm: $v_x=v''=0,3214*0,34=0,3021$ m³/kg.

Entalpiyani topamiz: $i_x=i'+rx=159,4+498,9*0,94=629,4$ kkal/kg.

Ichki energiyani tenglama asosida topamiz:

$$U_x = i_x - Apv_x = 629,4 - \frac{498,9 \cdot 0,94}{158,08 + 273} = 1,526 \text{ kkal/kg grad.}$$

2 – masala. Boshlang'ich parametrlari $r_1=60$ ata, $t_1=27$ ⁰C va oxirgi bosimi $r_2=40$ ata, soplo apparatini chiqish kesimi yuzasi $f_2=20$ mm² ga teng bo'lgandagi havoning chiqish tezligini va sarfini aniqlang.

Echish: Berilgan shartga ko'ra:

$$\beta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{40}{60} = 0,67 > \beta_{kp}$$

(havo uchun $\beta_{kp}=0,528$), chiqish tezligi kritik holatga yetmaganligi uchun, quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$C_2 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{1,4}{1,4-1} 60 \cdot 10^4 \cdot 0,0146 \left[1 - \left(\frac{40}{60} \right)^{\frac{1,4+1}{1,4}} \right]} = 250 \text{ m/s}$$

v_1 ni quyidagi tenglamadan topiladi:

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{29,27 \cdot 300}{60 \cdot 10^4} = 0,0146 \text{ m}^2/\text{kg.}$$

Sekunddagi sarfini quyidagi formula orqali topiladi:

$$G = 0,00002 \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{1,4}{1,4-1} \cdot \frac{60 \cdot 10^4}{0,0146} \left[\left(\frac{40}{60} \right)^{\frac{2}{1,4}} - \left(\frac{40}{60} \right)^{\frac{1,4+1}{1,4}} \right]} = 0,242$$

3 – masala. $m_2=200$ g massali tez kolorimetrda $t_1=12$ ⁰C haroratli $m_1=150$ g massali suv bor. Agar suvga $t_2=100$ ⁰C gacha isitilgan $m_3=250$ g massali temir tushirilsa, kolorimetrda qaror topadigan Q harorat topilsin. $S_1=4,18$ kJ/kg*grad; $S_2=0,386$ kJ/kg*grad; $S_3=0,5$ kJ/kg*grad – mos ravishda suv, jez va temirni solishtirma issiqlik sig'implari.

Berilgan: $m_1=0,15$ kg; $m_2=0,2$ kg; $m_3=0,25$ kg;

$t_1=12$ ⁰C; $t_2=100$ ⁰C; $m_3=250$ g;

$S_1=4,18$ kJ/kg*grad; $S_2=0,386$ kJ/kg*grad; $S_3=0,5$ kJ/kg*grad

Topish kerak: $Q - ?$

Echish: Suvli kolorimetrni θ haroratgacha isitish uchun $Q_1 = c_1 m_1 (\theta - t_1)$ va $Q_2 = c_2 m_2 (\theta - t_1)$ issiqlik miqdorlari sarf bo'ladi. Xudi shu paytda kolorimetrda tushirilgan temir bo'lagidan esa $Q_3 = c_3 m_3 (t_2 - \theta)$ issiqlik miqdori chiqadi.

Energiyani saqlanish konuniga binoan issiqlik balansi tenglamasini tuzamiz:

$$c_1 m_1 (\theta - t_1) + c_2 m_2 (\theta - t_1) = c_3 m_3 (t_2 - \theta)$$

bundan izlanayotgan θ ni topish mumkin:

$$Q = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2 + c_3 m_3 t_3}{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3} = \frac{4180 \cdot 0,15 \cdot 12^0 + 460 \cdot 0,25 \cdot 100^0 + 386 \cdot 0,2 \cdot 12^0}{4180 \cdot 0,15 + 386 \cdot 0,2 + 460 \cdot 0,25} = 24^0 C$$

Javob; $\theta = 24^0 S$.

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1 – masala. To'yingan bug' bosimi $p_1 = 30$ ata va $t_1 = 350^0 C$, adiabatik kengayishgacha $p_2 = 2$ ata. Berilganlardan foydalanib, *is* diagramma yordamida $v_1, i_1, t_2, x_2, v_2, i$ shva ichki energiyani o'zgarishi aniqlansin.

2 – masala. Boshlang'ich bosimi $p_1 = 20$ ata va $t_1 = 350^0 C$, atmosferaga chiqishdagi bosim $p_2 = 1$ ata. Bug'ning to'g'ri va kengaytirilgan sopl o'q apparatidan chiqish tezligini aniqlang.

3 – masala. Boshlang'ich bosimi $p_1 = 8 \text{ MPa}$ va $t_1 = 350^0 C$ to'yingan bug' turbinada adiabatik kengayish bosim $p_2 = 100 \text{ kPa}$ bo'lgunga qadar davom etadi. Bug'ning oxirgi holati, ish va ichki energiyani o'zgarishi aniqlansin.

4 – masala. Massasi $m_2 = 0,2 \text{ kg}$ bo'lgan jez kolorimetrda $t_1 = 17^0 C$ haroratli $m_1 = 0,4 \text{ kg}$ suv quyib, unga $t_2 = 85^0 C$ haroratgacha qizdirilgan $m_2 = 0,6 \text{ kg}$ kumush tushirilganda $\theta = 22^0 C$ haroratgacha isigan. Kumushning solishtirma issiqlik sig'imi S_3 topilsin.

5 – masala. Massasi $m_2 = 0,120 \text{ g}$ bo'lgan jez kolorimetrda $t_1 = 20^0 C$ haroratli $m_1 = 100 \text{ g}$ kerosin quyib, unga $t_2 = 96^0 C$ haroratgacha qizdirilgan $m_2 = 0,200 \text{ g}$ massali temir bo'lak tushirilganda kerosinni harorati $\theta = 40^0 C$ gacha ko'tarilgan bo'lsa, kerosinni solishtirma issiqlik sig'imi S_1 topilsin. Jez va temirning solishtirma issiqlik sig'implari:

$$C_2 = 386 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \text{ va } C_3 = 500 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

6 – masala. Massasi $m_2 = 0,80 \text{ g}$ bo'lgan alyuminiy kolorimetrda $t = 20^0 C$ haroratli va $m_1 = 300 \text{ g}$ massali suvga $t_0 = 0^0 C$ haroratli $m_3 = 112 \text{ g}$ muz tashlanganda kalorimetrda suvning harorati $\theta = 5^0 C$ bo'lib qoldi. Bu tajriba asosida muzning solishtirma erish issiqligi λ ni toping.

$$\text{Suvning solishtirma issiqlik sig'imi } C_2 = 4180 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{град}};$$

$$\text{Alyuminiyniki esa } C_2 = 880 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}.$$

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fanidan cavollar to’plami

1. Issiqlik texnologiyasi fanining maqsad va vazifalari.
2. Termodinamikaning birinchi qonuni. Entalpiya.
3. Karno stikli va uning issiqlik mashinalari nazariyasidagi ahamiyati.
4. O’xshashlik nazariyasi, uning mezonlari va tenglamalari, hamda ularning qo’llanilishi.
5. Rekuperativ issiqlik almashinish apparatlarining issiqlik balansi, tenglamasi va issiqlik almashinish yuzasini hisoblash.
6. Issiqlik texnologiyasi fani rivojlanishi tarixi xakida ma’lumot.
7. Yoqilg’i, uning asosiy turlari, tarkibi va xossalari, yonish issiqligi.
8. Kamerali va stiklonli o’txonalar. o’txonalarning tuzilishi, asosiy ishlash prinstipi va xarakteristikalar.
9. Karbyuratorli dvigatellarning tuzilishi, ishlash prinstipi va asosiy turlari.
10. I.yo.d larning issiqlik balansi va ularning f.i.k ni oshirish yo’llari.
11. Texnik termodinamika. Termodinamik jism va sistema. Termodinamik parametrlar.
12. Qoramolchilik fermalarini isitish sxemalari.
13. Teplista, parniklarining asosiy turlari.
14. Sovutish jarayonlari va usullari.
15. Ideal gaz va uning holat tenglamalari.
16. Issiqlik va issiqlik sig’imi. Ichki energiya. Gazning bajargan mexanik ishi.
17. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Issiqlik mashinalarining samaradorligini oshirishning termodinamik asoslari. Entropiya.
18. Konvektiv issiqlik almashinuvi. Nyuton konuni. Issiqlik berish koeffitsienti
19. Issiqlik almashinish apparatlari va ularning klassifikatsiyasi.
20. O’txonaning asosiy turalari. Cho’g’donli o’txonalarning tuzilishi, ishlatilishi, asosiy xarakteristikalar.
21. Ideal gazning termodinamik protesslari. Ularning xarakteristikalar.
22. Qozon agreratlari va qurilmalari.
23. Issiqlik mashinalari va ularning asosiy turlari.
24. Bug’ trubinalarining vazifasi va asosiy turlari, bug’ kuch qurilmasi sodir bo’ladigan termodinamik stikllar.
25. Gaz trubinali dvigatellarning termodinamik stikllari, indikator ko’rsatgichlari, quvvati, f.i.k.
26. Suv bug’ining hosil bo’lishi va uning termodinamik diagrammada tasvirlanishi.
27. Termodinamik stikllar va ulardan foydali ish olish sharti.
28. Issiqlik uzatish asoslari va turlari.
29. Issiqlik o’tkazuvchanlik koeffitsienti va uni aniqlash.
30. Bir va ko’p qavatli yassi devorning issiqlik o’tkazuvchanligi. Termik karshilik.
31. Nurlanish va ikki jism orasidagi nuriy issiqlik almashinuvi.
32. Ichki yonuv dvigatellarining xarakteristikalar, indikator va effektiv quvvat, f.i.k. solishtirma yoqilg’i sarfi.
33. Q\X inshootlarini shamollatish turlari. Q\X inshootlarini shamollatish hisobi.
34. Issiqlikdan foydalanish va atrof muhitni muxofaza qilish muammolari.
35. Issiqlik uzatishtenglamasi va issiqlik uzatish koeffitsienti.

36. Yoqilg'ining yonish prestessii va nish reakstiyalariga zaruriy kislorod va xavo miqdori. Ortiqcha havo koeffistienti.
37. Ichki nuv dvigatellarining yoqilg'ilari va ularning asosiy xarakteristikalari.
38. Q\ x mahsulotlarini quritishda qo'llaniladigan qurilmalar va ularning turlari.
39. Reaktiv bug' trubinalarining tuzilishi ishlash prinstipi, turlari, xarakteristikalari va qo'llanilishi.
40. Gaz trubinali ustanovkalar, ularning prinstipial sxemalari, ishlash prinstipi, xarakteristlari va qo'lanilishi.
41. Gaz va suv quvurli bug' qozonlarining tuzilishi, ishlash prinstiplari.
42. Dizel dvigatellarining tuzilishi, ishlash prinstiplari va asosiy turlari.
43. I.yo.d larning indikator diagrammalari, indikator bosim.
44. Qozon qurilmalarining issiqlik balansi va yordamchi qurilmalar.
45. Issiqlik dvigatellarining vazifasi va turlari.
46. Nurlanish konunlari. Gazlarning nurlanishi.
47. Aktiv bug' trubinalarining tuzilishi, ishlash prinstipi xarakteristikalari va qo'llanilishi.
48. Qishloq xo'jalik inshootlarini isitish sxemalari.
49. Fermalarni isitishning issiqlik hisobi.
50. Isitish sistemasida qo'llaniladigan qozon qurilmalari va issiqlik almashinish apparatlari.
51. Kultivastion qurilmalarining issiqlik balansi va hisobi.
52. Teplistalarda qo'llaniladigan isitish sistemalari va apparatlari.
53. Quritish qurilmalarining issiqlik hisobi.
54. Qishloq xo'jaligida sovuqlikdan foydalanish.
55. Teploenergetikaning ekologik muammolari.
56. Quritish qurilmalarini takomillashtirish va ularda quyosh energiyasidan foydalanish.
57. Q\ x inshootlarini kondenstionirlash usullari va hisobi.
58. Qishloq xo'jaligida qayta tiklanadigan energiya manbaalari.
59. Sovutish qurilmalari va mashinalari.
60. Q\ x mahsulotlari saqlanadigan omborlar
61. Q\ x da quyosh energiyasidan foydalanishning nazariy asoslari.
62. Sovutish jarayonlari va usullari.
63. Q\ x da foydalaniladigan quyosh qurilmalari.
64. Texnik termodinamika. Termodinamik jism va sistema. Termodinamik parametrlar.
65. Teplista, parniklarining asosiy turlari.
66. Fermalarni isitishning issiqlik hisobi.
67. Isitish sistemasida qo'llaniladigan qozon qurilmalari va issiqlik almashinish apparatlari.
68. Teplista, parniklarining asosiy turlari.
69. Kultivastion qurilmalarining issiqlik balansi va hisobi.
70. Teplistalarda qo'llaniladigan isitish sistemalari va apparatlari.
71. Q\ x mahsulotlarini quritishda qo'llaniladigan qurilmalar va ularning turlari.
72. Quritish qurilmalarining issiqlik hisobi.
73. Quritish qurilmalarini takomillashtirish va ularda quyosh energiyasidan foydalanish.
74. Qishloq xo'jaligida sovuqlikdan foydalanish.
75. Sovutish jarayonlari va usullari.

III. GLOSSARIY


Holat parametrlari – ishchi jismning holatini o'zgarishi;
Holat tenglamasi – termik parametrlarni bog'lanish ifodasi;
Termodinamik sistema -- o'zaro va atrof muhit bilan issiqlik almashinadigan jismlar majmuasiga
Issiqlik sig'imi – jismga qancha miqdorda issiqlikni berilishi ;
Issiklik miqdori – energiyaning issiqlik usulida uzatilishi
Ish -- energiyaning ish usulida uzatilishi
Termodinamikaning I qonuni – issiqlikni bajarilgan ishga aylanishi;
Termodinamik jarayonlar – ishchi jismni holatini izohlash;
Termodinamikaning II qonuni – issiqlikni bir qismini ishga aylanishi va qolganini sovitgichga berilishi;
Issiklik manbai – issiklikni ishchi jismga berilishi;
Sovutkich – ishchi jismdan issiklikni qabul qilish;
Foydali ish koeffitsienti (FIK) – issiqlikni qanchasini ishga aylanishi;
Suv bug'i – termodinamik jarayonlarda ishtirok etuvchi ishchi jism;
Issiqlik o'tkazuvchanlik – haroratlar farqi tufayli issiqlikni bir jismdan ikkinchi jismga o'tishi;
Konvektiv issiqlik almashinuvi – muhit zarrachalari siljishi tufayli qattiq jismdan muhitga issiqlik berilishi;
Nurlanish – tabiatdagi jismlarni nur yoki issiqlikni qabul qilishi tufayli issiqlikning tarqalishi;
Qaynash – jismni agregat holatini o'zgarishi;
Kondensatsiya – qaynayotgan jismdan issiqlikni olib ketilishi tufayli kondensatning hosil bo'lishi;
Mezon – issiqlik uzatilishidagi kattaliklarning fizik ma'nosini ifodalaydigan o'Ichamsiz kattalik;
Issiqlik balansi – berilgan va sarflangan issiklikning muvozanati;
Bug' turbina qurilmalari (BTQ) – ishchi jism issiqligini bajarilgan ishga aylanishida ishtirok etuvchi qurilma;
Gaz turbina qurilmalari (GTQ) - yoqilg'ini yonishidan hosil bo'lgan gazlarni ishlatuvchi qurilma;
Ichki yonuv dvigatellari (IYoD) - yoqilg'ini yonishida hosil bo'lgan issiqlikni ishlatishda ish bajaradigan qurilma;
Qozonxona – bug' hosil qiluvchi qurilma;
Kondensator – bug'ni suvga aylantiruvchi qurilma;
Ekonomayzer – suvni isitib beruvchi qurilma.

Izohli so'zlar

Parametr – kattalik;
Absolyut – mutloq;
Ishchi jism – gaz yoki bug'
Solishtirma – moddaning birligi;
Entalpiya – to'liq energiya;
Entropiya – issiqlik aylanishi;
Eksergiya – maksimal ish;
Izobarik jarayon – bosimi o'zgarmas jarayon;
Izoxorik jarayon – hajmi o'zgarmas jarayon;
Izotermik jarayon – harorati o'zgarmas jarayon;
Adiabatik jarayon – tashqi muhit bilan issiqlik almashilmaydigan jarayon;
Politropik jarayon – jarayonlarning mujassamliligi;
TSikl – aylanma jarayon;
Fazaviy o'tish – bir fazadan ikkinchi fazaga o'tish holati;
Bug'lanish – jism yuzasidan suyuqlikni bug' holatga o'tishi;
Sublimatsiya – qattiq holatdan bug' holatga o'tish;
Desublimatsiya – gaz holatdan qattiq holatga o'tish;
Erish – qattiq holatdan suyuq holatga o'tish;
Konvektsiya – jism zarrachalarining siljishi;
Kriteriy - mezon;
1.t.n.e. – 1 tonna neft ekvivalenti (1 t.sh.yo. *1,5)

IV.ILOVALAR.
4.1.Fan dasturi

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAHSUS TA'LIM VAZIRLIGI

<p>Ro'yxatga olindi:</p> <p>№ <u>BD-5312400-2.08</u></p> <p>2018 йил "26" 15</p>	
--	--

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI
fanining

O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300 000- Ishlab chiqarish-texnik soha

Ta`lim sohasi: 310 000- Muhandislik ishi

Ta`lim yo`nalishi 5312400 – Muqobil energiya manbalari
(turlari bo'yicha)

Тошкент – 2018

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил “ 14 ” о 6 даги “ 53 ” -сонли буйругининг 10 -қловаси билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими йўналишлари бўйича ўқув-услубий бирлашмалари фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил “ 26 ” о 5 даги “ 2 ” - сон баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Тошкент давлат техника университетинда ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

- Алимова М.М. – “Иссиқлик энергетикаси” кафедраси катта ўқитувчиси.
Исаходжаев Х.С. – “Иссиқлик энергетикаси” кафедраси катта ўқитувчиси.

Такризчилар:

- Ишанходжаев Г.К. – АО Узбекэнерго ИТМ «Энергетикада ахборот-коммуникацион технологиялари» лаборатория мудирини т.ф.д., профессор.
Короли М.А. – ТопИДУ «Энергетикада тизимларни бошқариш ва назорат қилиш» кафедраси доценти, т.ф.н.

Фан дастури Тошкент давлат техника университетини Кенгашида кўриб чиқилган ва тасвир қилинган (2017-йил “ 23.12 ” даги “ 4 ” -сонли баённома).

I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

Ушбу дастур иссиқлик энергетикаси соҳасида термодинамик жараёнлар ва иссиқлик узатилиши, фани тарихи ва ривожининг тенденцияси, истиқболи ҳамда республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотлар натижалари ва ҳудудий муаммоларининг энергетика соҳасида бўлаётган ўзгаришларни фан билан боғлиқлик даражаларини ўз ичига олади.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифаси

Фани ўқитишдан мақсад – бу йўналишларида таълим олаётган ҳар бир талабада иссиқлик энергетика соҳасида иссиқлик машиналари турлари, тузилиши, цикллари ишлатилиши ва уларда бўладиган термодинамик жараёнлар ва иссиқлик узатилиши бўйича йўналиш профилига мос билим, кўникма ва малака шакллантиришдир.

Фанининг вазифаси – талабаларга иссиқлик машиналарини ишлаш назарияси, турлари ва тузилиши ҳамда қайнаш, конденсация, сув ва ёқилгини тайёрлаш, сув буғини ҳосил бўлиш ва сув буғи орқали иссиқлик электр энергияни ҳосил бўлиш жараёнларини ўргатишдан иборат.

«Термодинамика» ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида бакалавр:

- термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунларини, термодинамик жараёнларни; иссиқлик машиналарини ривожланиш тенденцияларини; буғ қозонлари, буғ турбиналари, уларни турларининг тузилишини; газ ва буғ оқиб чиқиши, дросселланиши жараёнлари ва иссиқлик узатилиши ҳақида *тасаввурга эга бўлиши;*

- техник термодинамика назариясини; термодинамик жараёнларнинг параметрларини ҳисоблашни: буғ қозонлари, буғ турбиналари тузилиши ва ишлатилиши; иссиқлик узатилиши қонунларини; иссиқлик алмашинув аппаратларини конструктив параметрларини аниқлаш ва иқтисодий асосланган ҳолда тўғри танлашни, иссиқлик алмашинув аппаратларини иш ҳолатини ҳисоблашни *билиши ва улардан фойдалана олиши;*

- термодинамик жараёнларни, иссиқлик машиналарини техник-иқтисодий ва назарий таҳлил қилиш; уларни самарали ишлатиш, оптимал кўрсаткичлар ва иш ҳолатларини белгилаш, иссиқлик алмашинув аппаратлари тизимларини дойир қилаш *кўникмаларига эга бўлиши керак.*

- термодинамик жараёнлар ва иссиқлик машиналарини техник-иқтисодий ва назарий таҳлил қилиш; уларни самарали ишлатиш, оптимал кўрсаткичлар ва иш ҳолатларини белгилаш *малакаларига эга бўлиши керак.*

Термодинамика фани умумқасбий фани ҳисобланиб, 3,4,5 семестрда ўқитилади. Дастурни амалга ошириш ўқув режасида режалаштирилган математик ва табиий (олий математика, физика, назарий механика) фанларидан етарли билим ва кўникмаларга эга бўлишлик талаб этилади.

Ҳозирги кунда энергетика тизимини асосан иссиқлик электр станциялари ташкил этади. Ўзбекистонда 80 % электр энергияси иссиқлик электр станцияларида ишлаб чиқарилади. Шунинг учун ушбу фан ихтисосликни ўзлаштиришда ишлаб чиқариш технологик тизимининг ажралмас бўғинидир.

Талабаларнинг Термодинамика фанини ўзлаштиришлари учун ўқитишнинг илғор ва замонавий усулларидан фойдаланиш, янги инфор­мацион-педагогик технологияларни тадбиқ қилиш муҳим аҳамиятга эгадир. Фанни ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қулланмалар, маъруза матнлари, тарқатма материаллар, электрон материаллар ва макетлардан фойдаланилади. Маъруза, амалий ва лаборатория дарсларида мос равишдаги илғор педагогик технологиялар КЛАСТЕР, СИНКВЕЙН, ИНСЕРТ, КЕЙС-метод, «мня атакаси», кичик гуруҳларда ишлаш («Зиг-заг», «Бурчаклар») дан фойдаланилади.

III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулотлари)

1-модуль. Термодинамика

1-мавзу. «Термодинамика» фанига кириш.

Термодинамика фанининг тарихи ва ривожланиш тенденциялари. Энергетика соҳаларида иссиқлик техникасининг ўрни. Энергетика соҳасида республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотлар натижалари ва ҳудудий муаммолар ва илм-фан, техника ва технология ютуқлари. Фаннинг вазифалари.

2-модуль. Техник термодинамика.

2-мавзу. Техник термодинамика. Термодинамика фани ва услуги. Термодинамика, иссиқлик техникасининг асоси. Термодинамик тизим ва ишчи жисм. Асосий термодинамик ҳолат параметрлари. Термодинамик сирт.

3-мавзу. Идеал газ ҳолат тенгламаси. Асосий қонунлари. Газ доимийси.

Идеал газлар учун термодинамиканинг I-қонунини термодинамик ифодаси.

4-мавзу. Идеал газ аралашмалари. Дальтон қонуни. Аралашма таркибининг берилиш усуллари. Аралашма кўрсаткичларини таркиби, ҳамда уни компонентлар кўрсаткичлари орқали ифодалаш.

5-мавзу. Иссиқлик сиғими. Газлар иссиқлик сиғимининг молекуляр-кинетик назарияси. Иссиқлик сиғими квант назариясининг унсурлари. Ҳақиқий ва ўртача иссиқлик сиғимлар. Газ иссиқлик сиғимларининг эмперик ифодалари. Иссиқлик сиғимини жараёнга ва ҳароратга боғлиқлиги.

3-модуль. Термодинамиканинг 1-қонуни.

6-мавзу. Термодинамиканинг 1-қонуни. Энергиянинг сақланиш ва айланиш қонунининг термодинамик жараёнларга татбиқи. Термодинамиканинг 1-қонунини таърифлари. 1-қонуннинг ички энергия орқали ифодаланиши. Сўриш (кенгайиш) иши.

7-мавзу. Энтальпия, энтропия. Термодинамиканинг 1-қонунини энтальпия орқали ифодаланиши.

8-мавзу. Асосий термодинамик жараёнларнинг таҳлили.

9-мавзу. Адиабатик ва политропик жараёнлар ва уларнинг таҳлили.

4-модуль. Термодинамика 2- қонуни.

10-мавзу. Термодинамика 2- қонунининг таърифлари.

11-мавзу. Тўғри ва тесқари даврийлик. Иссиқлик қурилмасининг термик фойдали иш коэффициенти (Ф.И.К.). Совутиш коэффициенти. Карно даврийлиги ва унинг Ф.И.К. Карно теоремаси.

5-модуль. Реал газлар. Сув буғи. Сув буғи хоссалари.

12-мавзу. Реал газлар ва уларнинг хоссалари.

13-мавзу. Сув буғи. Бугланиш ва бугни қайтадан сувга айланиши. Тўйинган буг босимини ҳароратга боғлиқлиги.

14-мавзу. Сув буғининг параметрларини ифода орқали ҳисоблаш. Нам тўйинган буг, қуруқ тўйинган ва ўта кизилган бугларнинг ички энергияси, энтальпияси ва энтропияси.

15-мавзу. Сув буғи P-T диаграммаси. Сув ва сув бугининг термодинамик жадваллари. Сув буғининг P-T диаграммаси.

16-мавзу. Сув буғи P-V диаграммаси. Сув бугининг P-V диаграммаси.

17-мавзу. Сув буғи T-S диаграммаси. Сув буғи h-s диаграммаси. Сув буғининг T-S, диаграммаси.

18-мавзу. Сув ва сув буғининг термодинамик жадваллари. Сув буғининг жадваллари. Сув буғи билан бўладиган жараёнлар. Сув буғи билан бўладиган жараёнлар.

IV. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларда талабалар турли ҳолат параметрлари, жараёнларни ҳисоблаш, диаграммалар ва жадваллар ёрдамида сув буғи, нам ҳаво ва иссиқлик узатиш характеристикаларини аниқлаш асосларини ўргандилар.

Амалий машғулотларнинг тахминий рўйхати:

1. Ҳолат параметрлари;
2. Ҳолат тенгламаси;
3. Газлар аралашмаси;
4. Иссиқлик сиғими;
5. Термодинамиканинг 1- қонуни;
6. Изобар, изохор, изотермик жараёнлар, адиабатик ва политропик жараёнлар;
7. Карно цикли;
8. Айланма жараёнлар;
9. Сув буғи хоссалари, сув буғининг h-S диаграммаси, сув буғининг h-S

Амалий машғулотларини ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар, кейслар орқали янада бойтадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида талабалар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни chop этиш орқали талабалар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича тақдимотлар ва кўргазмали қуроллар тайёрлаш, қонун ва меъёрий ҳужжатлардан фойдалана билиш ва бошқалар тавсия этилади.

Тавсия этилаётган мустақил таълимнинг мавзулари:

1. Термодинамик жараёнларни тафсифлари билан танишиш;
2. Термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунларини моҳиятини изоҳлаш;
3. Сув буғи хоссалари ва диаграммалари билан танишиш;
4. Ренкин циклини ФИК аниқлаш ва унинг T-s диаграммасини куриш;
5. Нам ҳавонинг тавсифларини аниқлаш;
6. Иссиқлик алмашинув аппаратларини иссиқлик ҳисоби.

VIII. Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлар ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. S. Kleein., G.Nellis. Thermodynamics. Cambridge, 2012
2. Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma.,1-qism.-T.: TDTU, 2006.
3. Umarjonova F. Sh., Isaxodjaev X. S., Mavjudova Sh. S., Alimova L., O., Axmatova S. R. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma. – Toshkent, ToshDTU. 2014 - 94 b.
4. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. O'quv qo'llanma.-Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashiriyoti. 2010.
5. Зоҳидов Р.А., Аvezов Р.Р., Вардияшвили А.Б., Алимова М.М. «Иссиқлик техникасининг назарий асослари» ўқ.қўл. 1-қисм.-Т.: ТГТУ, 2005.
6. Зоҳидов Р.А., Алимова М.М., Мавжудова Ш.С. Техник термодинамика ва иссиқлик узатилиши фанидан масалалар тўплами, - Toshkent.: ТДТУ, 2006.
7. Кудинов В.А., Э.М.Карташов. Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа. 2005.
8. Короли М.А. Методическая разработка по самостоятельной работе по дисциплине «Теплотехника», - Т.: ТашГТУ, 2006.
9. Полищук Г.С., Турович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теплотехника" Часть I. -Т.: Ташкент, ТашГТУ, 2004.
10. Полищук Г.С., Турович Б.М., Тактаева Л.Н., Короли М.А. Сборник лабораторных работ по дисциплине: "Теплотехника" Часть II. -Т.: ТашГТУ, 2007
11. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Теплообмен, -М.: 2001.

Қўшимча адабиётлар

12. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 56 б.

13. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза 2016 йил 7 декабрь. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 48 б.

14. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга курамиз. - Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. – 488 б.

15. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. - Т.:2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли Фармони.

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

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

18. Короли М.А., Мавжудова Ш.С. Замонавий педагогик технологиялар. Методик ишланма. - Т. : ТДГУ, 2003.

Internet saytlari

19. www.gov.uz - "Uzbekistan Respublikasi xukumat portali.
20. www.lex.uz - Uzbekistan Respublikasi Krnun xujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
21. www.Ziyo.net
22. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm

4.2. Ishchi fan dasturi
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAHSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

Ro'yhatga olindi:
 № _____
 2020 y. " ____ " _____

«Tasdiqlayman»
 O'quv ishlari bo'yicha prorektor
 _____ prof. M. Dadamirzayev
 « ____ » _____ 2020 y.

TERMODINAMIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

fanining

ISHCHI FAN DASTURI

Bilim sohasi: 300 000 - Ishlab chiqarish-texnik soha
 Ta'lim sohasi: 310000 – Muhandislik ishi.
 Ta'lim yo'nalishi 5312400 – Muqobil energiya manbalari (turlari bo'yicha)

Semest r	Fan tarkibi						Nazora t turi	Ja'm i o'qu v soati
	Ma'ruz a	Amaliy mashg'ulo t	Labora -toriya ishlari	Seminar mashg'ulo t	Mustaqi l ta'lim	Kurs ishi (loyihasi)		
Kunduzgi bo'lim								
IV	36	18	18	-	64	-	Yozma	136

Namangan - 2020 y.

Fanning ishchi o'quv dasturi OO'MTV ning 26.05.2018 531-sonli buyrig`ining 10- ilovasi bilan tasdiqlangan №BD-5312400-2.08 raqamli "Gidrogazodinamika" fanining o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

D.Zokirova - NamMQI, «Energetika» kafedrasida katta o'qituvchisi.

Taqrizchi:

Q.Umarov - NamMQI «Energetika» kafedrasida mudiri, f-m.f.n.

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika kafedrasining 2020 yil «__» _____dagi «__» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **Q.Umarov**

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika va sanoatni axborotlashtirish fakultetining kengashida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.

(2020 yil «__» _____dagi «__» -sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi: _____ **B.Maxmudov**

K E L I S H I L D I:

Mutaxassislik kafedralari:

_____ Кафедра номи

_____ Имзо

_____ Кафедра мудирИ И.Ф.Ш

O'quv-uslubiy bo'lim boshlig'i: _____

dots. T.Jo'rayev

Namangan muhandislik–qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan. «__» _____2020 y. dagi __ sonli majlis bayoni. (__ - son bilan ro'yhatga olingan).

Kirish

Ushbu dastur issiqlik energetikasi sohasida termodinamik jarayonlar va issiqlik uzatilishi, fani tarixi va rivojining tendentsiyasi, istiqboli hamda respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar natijalari va xududiy muammolarning energetika sohasida bo'layotgan o'zgarishlarni fan bilan bog'liqlik darajalarini o'z ichiga oladi.

Fanning maqsad va vazifalari

Fanni o'kitishdan maqsad - bu yo'nalishlarida ta'lim olayotgan har bir talabada issiqlik energetika sohasida issiqlik mashinalari turlari, tuzilishi, tsikllari ishlatilishi va ularda bo'ladigan termodinamik jarayonlar va issiqlik uzatilishi bo'yicha yunalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

Fanning vazifasi - talabalarga issiqlik mashinalarini ishlash nazariyasi, turlari va tuzilishi hamda qaynash, kondensatsiya, suv va yoqilg'ini tayyorlash, suv bug'ini hosil bo'lish va suv bug'i orqali issiqlik elektr energiyani hosil bo'lish jarayonlarni o'rgatishdan iborat.

Fanni o'qitish jarayonini tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

«Termodinamika va issiqlik texnikasi» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarini, termodinamik jarayonlarni; issiqlik mashinalarini rivojlanish tendentsiyalarini; bug' qozonlari, bug' turbinalari, ularni turlarining tuzilishini; gaz va bug' oqib chiqishi, drossellanishi jarayonlari va issiqlik uzatilishi *haqida tassavvurga ega bo'lishi*,

- texnik termodinamika nazariyasini; termodinamik jarayonlarning parametrlarini hisoblashni: bug' qozonlari, bug' turbinalari tuzilishi va ishlashini; issiqlik uzatilishi qonunlarini; issiqlik almashpnuv apparatlarini konstruktiv parametrlarini aniqlash va iqtisodiy asoslangan holda to'g'ri tanlashni, issiqlik almashinuv apparatlarini ish holatni hisoblashni *bilishi va ulardan foydalana olish*;

Fan bo'yicha talabalarining bilim, ko'nikma va malakalariga qo'yiladigan talablar

- termodinamik jarayonlarni, issiqlik mashinalarini texnik iqtisodiy va nazariy tahlil qilish; ularni samarali ishlatish, optimal ko'rsatgichlar va ish holatlarini belgilash, issiqlik almashinuv apparatlari tizimlarini loyphalash *ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak*.

- termodinamik jarayonlar va issiqlik mashinalarini texnik - iqtisodiy va nazariy taxlil qilish; ularni samarali ishlatish, optimal ko'rsatgichlar va ish holatlarini belgilash *malakalariga ega bo'lishi kerak*

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviyligi

Termodinamika va issiqlik texnikasi fani umumkasbiy fani hisoblanib, 4- semestrda o'kitiladi. Dasturni amalga oshirish ukuv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi.

Fanning ishlab chiqarishdagi o'рни

Hozirgi kunda energetika tizimini asosan issiqlik elektr stantsiyalari tashkil etadi. O'zbekistonda 80 % elektr energiyasi issiqlik elektr stantsiyalarida ishlab chiqariladi. SHuning uchun ushbu fan ixtisoslikni o'zlashtirishda ishlab chikarish texnologik tizimining ajralmas bo'g'inidir.

Fanni o'qitishda foydalaniladigan zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

O'quv jarayoni bilan bog'liq ta'lim sifatini belgilovchi holatlar quyidagilar: yuqori ilmiy-pedagogik darajada dars berish, muammoli ma'ruzalar o'qish, darslarni savol-javob tarzida qiziqarli tashkil qilish, ilg'or pedagogik texnologiyalardan va mulhtimedia vositalaridan foydalanish, tinglovchilarni undaydigan, o'ylantiradigan muammolarni ular oldiga qo'yish, talabchanlik, tinglovchilar bilan individual ishlash, erkin muloqot yuritishga, ilmiy izlanishga jalb qilish.

Termodinamika va issiqlik texnikasi kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontsepsual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta, mahlum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyiligi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga ehtiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obhektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati tahminlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning anhanaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blits-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

Talabalarning Termodinamika va issiqlik texnikasi fanini o'zlashtirishlari uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi informatsion-pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o'zlashtirishda darslik, o'vuv va uslubiy qo'llanmalar, ma'ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar va maketlardan foydalaniladi. Ma'ruza, amaliy va laboratoriya darslarida mos ravishdagi ilg'or pedagogik texnologiyalar KLAUSTER, SINKVEYN, INSERT, KEYS-metod, «miya atakasi», kichik guruhlarda ishlash («Zig-zag», «Burchaklar») dan foydalaniladi.

ASOSIY QISM

Ma'ruza mashg'ulotlari

Bahorgi semestr

1-modul. Termodinamika

2-mavzu. «Termodinamika» faniga kirish. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Energetika sohaslarida issiqlik texnikasining urni. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iktisoliy isloxotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari. Fanning vazifalari.

3-modul. Texnik termodinamika.

2-mavzu. Texnik termodinamika. Termodinamika fani va uslubi. Termodinamika issiqlik texnikasining asosi. Termodinamik tizim va ishchi jism. Asosiy termodinamik holat parametrlar. Termodinamik sirt.

3-mavzu. Ideal gaz holat tenglamasi. Asosiy qonunlari. Gaz doimiysi. Ideal gazlar uchun termodinamikaning I-qonunini ifodasi.

4-mavzu. Ideal gaz aralashmalari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari. Aralashma ko'rsatkichlarini tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.

5-mavzu. Issiqlik sig'imi. Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar- kinetik nazariyasi. Issiqlik sig'imi kvant nazariyasining unsurlari. Hakikiy va o'rtacha issiqlik sig'implar. Gaz issiqlik sig'implarining emperik ifodalari. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.

4-modul. Termodinamikaning 1-qonuni.

6-mavzu. Termodinamikaning 1-qonuni. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining termodinamik jarayonlarga tatbig'i. Termodinamikaning 1-qonunini ta'riflari.

1-qonunning ichki energiya orqali ifodalanishi. Surish (kengayish) ishi.

7- mavzu. Entalpiya, entropiya. Termodinamikaning 1-qonunini entalpiya orqali ifodalanishi.

8- mavzu. Asosiy termodinamik jarayonlarning taxlili.

9- mavzu. Adiabatik va politropik jarayonlar va ularning taxlili.

5- modul. Termodinamika 2-qonuni.

10- mavzu. Termodinamika 2- qonunining ta'riflari.

11- mavzu. To'g'ri va teskari davriylik. Issiqlik kurilmasining termik foydali ish koeffitsienta (FIK). Sovutish koeffitsienta. Karno davriyligi va uning FIK. Karno georemasi.

6- modul. Real gazlar. Suv bug'i. Suv bug'i xossalari.

12- mavzu. Real gazlar va ularning xossalari.

13- mavzu. Suv bug'i. Bug'lanish va bug'ni kaytadan suvga aylanishi. Tuyingan bug' bosimini haroratga bog'liqligi.

14- mavzu. Suv bug'innng parametrlarini ifoda orqali hisoblash. Nam tuyingan bug', quruq tuyingan va o'ta qizigan bug'larning ichki energiyasi, entalpiyasi va entropiyasi.

15- mavzu. Suv bug' R-T diagrammasi. Suv va suv bug'ining termodinamik jadvallari. Suv bug'ining P-T diagrammasi.

16- mavzu. Suv bug'i P-V diagrammasi.

17- mavzu. Suv bug'i T-S diagrammasi. Suv bug'i h-s diagrammasi. Suv bug'ining T-S, diagrammasi.

18- mavzu. Suv va suv bug'ining termodinamik jadvallari. Suv bug'ining jadvallari. Suv bug'i bilan bo'ladigan jarayonlar. Suv bug'i bilan bo'ladigan jarayonlar.

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

1 – jadval

№	Mavzularning nomi	Ma'ruza
IV-semestr		
1	«Termodinamika» faniga kirish. Termodinamika fanining tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Energetika sohasida issiqlik texnikasining o'rni. Energetika sohasida respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisoliy islohotlar natijalari va hududiy muammolar va ilm-fan, texnika va texnologiya yutuqlari. Fanning vazifalari.	2
2	Texnik termodinamika. Termodinamika fani va uslubi. Termodinamika issiqlik texnikasining asosi. Termodinamik tizim va ishchi jism. Asosiy termodinamik holat parametrlar. Termodinamik sirt.	2
3	Ideal gaz holat tenglamasi. Asosiy qonunlari. Gaz doimiysi. Ideal gazlar uchun termodinamikaning I-qonunini ifodasi.	2
4	Ideal gaz aralashmalari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari. Aralashma ko'rsatkichlarini tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.	2
5	Issiqlik sig'imi. Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar- kinetik nazariyasi. Issiqlik sig'imi kvant nazariyasining unsurlari. Hakikiy va o'rtacha issiqlik sig'implar. Gaz issiqlik sig'implarining emperik ifodalari. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.	2
6	Termodinamikaning 1-qonuni. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining termodinamik jarayonlarga tatbig'i. Termodinamikaning 1-qonunini ta'riflari. 1-qonunning ichki energiya orqali ifodalanishi. Surish (kengayish) ishi.	2

7	Entalpiya, entropiya. Termodinamikaning 1-qonunini entalpiya orqali ifodalanishi.	2
8	Asosiy termodinamik jarayonlarning taxlili.	2
9	Adiabatik va politropik jarayonlar va ularning taxlili.	2
10	Termodinamika 2- qonunining ta'riflari.	2
11	To'g'ri va teskari davriylik. Issiqlik qurilmasining termik foydali ish koeffitsienta (FIK). Sovutish koeffitsienta. Karno davriyligi va uning FIK. Karno georemasi.	2
12	Real gazlar va ularning xossalari.	2
13	Suv bug'i. Bug'lanish va bug'ni kaytadan suvga aylanishi. Tuyingan bug' bosimini haroratga bog'liqligi.	2
14	Suv bug'innng parametrlarinn ifoda orqali hisoblash. Nam tuyingan bug', quruq tuyingan va o'ta qizigan bug'larning ichki energiyasi, entalpiyasi va entropiyasi.	2
15	Suv bug' R-T diagrammki. Suv va suv bug'ining termodinamik jadvallari. Suv bug'ining P-T diagrammasi.	2
16	Suv bug'i P-V diagrammasi.	2
17	Suv bug'i T-S diagrammasi. Suv bug'i h-s diagrammasi. Suv bug'ining T-S, diagrammasi.	2
18	Suv va suv bug'ining termodinamik jadvallari. Suv bug'ining jadvallari. Suv bug'i bilan bo'ladigan jarayonlar. Suv bug'i bilan bo'ladigan jarayonlar.	2
	Jami	36

Laboratoriy, amaliy ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Ushbu fandan talabalarga ma'ruza, tajriba va amaliy mashg'ulotlarda berilgan nazariy va amaliy bilimlar, ko'nikmalarni yanada mustahkamlash maqsadida mashg'ulotlarida zamonaviy tajriba uskunalari, kurgazmali qurol va informasion tehnoloylardan foydalanish talabalar bilimini yanada mustahkamlaydi. Fandan amaliy va tajriba mashg'ulotlarni quyidagi mavzular asosida tashkil etish tavsiya etiladi.

“Termodinamika va issiqlik texnikasi” fani bo'yicha amaliy mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

2 – jadval

№	Mavzularning nomi	soati
IV-semestr		
1	Holat parametrlari	2
2	Holat tenglamasi	2
3	Gazlar aralashmasi	2
4	Issiqlik sig'imi	2
5	Termodinamikaning 1- qonuni	2
6	Izobar, izoxor, izotermik jarayonlar, adiabatik va politropik jarayonlar	2
7	Karno tsikli	2
8	Aylanma jarayonlar	2
9	Suv bug'i xossalari, suv bug'ining h-S diagrammasi. suv bug'ining h-S diagrammasida jarayonlarni tekshirish	2
	Jami	18

T/R	Tajriba mashg'ulot nomi	Soati
IV-semestr		
1	Bosim va harorat o'lchash asboblari	2 2
2	Havoning xajmiy issiqlik sig'imini aniqlash	2 2
3	Uta kizigan suv bug'ining massaviy issiqlik sig'imi aniqlash	2
4	Jism qaynaganda bosim va harorat orasidagi boglanish	2 2
5	Normal diafragma orqali xavo sarfini aniqlash	2
6	Nam xavo tavsifini aniqlash	2
Jami		18

Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni

Talaba mustaqil ta'limni tayyorlashda muayyan fanning hususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi:

darslik va o'quv ko'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;
 tarkatma va o'quv qo'llanmalar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
 avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazorat qiluvchi tizimlar bilan ishlash;
 maxsus adabiyotlar barcha fan bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
 yangi texnikalarni, jarayonlar va texnologiyalarni o'rganish;
 talabaning ilmiy-ijodiy ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'lgan bo'limlari va mavzuni chuqur o'rganish;
 fayl va muammoli o'qitish uslubidan foydalaniladigan o'quv mashg'ulotlari;
 masofaviy (distantion) ga'lim.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta'limning mavzulari

№	Mustaqil ta'lim mavzulari
1	Termodinamik jarayonlarni tavsiflari bilan tanishish
2	Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarini mohiyatini izoxlash
3	Suv bug'i xossalari va diagrammalari bilan tanishish
4	Renkin tsiklini FIK aniqlash va uning T-s diagrammasini kurish
5	Nam havoning tavsiflarini aniqlash
6	Issiqlik almashinuv apparatlarini issiqlik xisobi

Dasturning informatsion-uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida tahlilning zamonaviy ilg'or interfaol usullaridan, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining prezentatsiya (taqdimot), multimedia va elektron-didaktik texnologiyalardan foydalaniladi. Amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum, klaster, blits-so'rov, guruh bilan ishlash, insert, taqdimot, keys stadi kabi usul va texnikalardan keng foydalaniladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimni baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda O'zbekiston Respublikasi OO'MTV ning 2018- yil 9-avgustdagi 19-2018- sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo'limini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimni baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.

2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:

- Ilg'or pedagogik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalar baholanishiga erishish talab etiladi.

- Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.

2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:

- 3-jadvaldagi keltirilgan IV-semestrda 6 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 3 tasi uchun 4 ball, 2 tasi uchun 3 ball, 1 ta uchun 2 ball bilan baholanadi.

3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.

4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.

5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)

5.1 Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.

5.2 Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki laboratoriya ishining topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.

5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustaqil talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.

6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

7. Talaba elektrotexnika va elektronika fani bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.

8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.

9.1 yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.

9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomining 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib , o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

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

Qo'shimcha adabiyotlar

13. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekistan davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. "O'zbekiston" NMIU, 2016.-56 b.
14. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash - yurt tarakkiyoti va xalk farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. - T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. - 48 b.
15. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. - 488 b.
16. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947- sonli Farmoni.
17. Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике, -М.: 2000.
18. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjaev X.S. Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma, - Toshkent.: Cho'lpon, 2006.
19. Koroli M.A., Mavjudova 111.S. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar. Metodik ishlanma. - T. : TDTU, 2003.

Интернет сайтлари

20. www.gov.uz - "O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
21. www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
22. www.Ziyo.net
23. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm

www.gov.uz - "O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.

www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.

www.Ziyo.net

http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm

4.3. Tarqatma materiallar

1 **Внутренняя энергия**

структурные элементы вещества → движение (кинетическая) → взаимодействие (потенциальная)

$$U = U(T, V), \text{ т. е. } U = \sum (W_i + W_{ij})$$

Идеальный газ: $W_i = 0$

$$U = \sum W_{ij} = N W_{ij} = \frac{m}{M} M_i \cdot \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

$$U = C_V N, \quad T \uparrow$$

2 $\Delta U = Q - A$

ΔU — изменение внутренней энергии

A — совершение работы

Q — теплопередача, конвекция, излучение

3 **Закон сохранения энергии:**

а) Если система замкнута: $W + Q = \text{const}$, $\Delta(W + Q) = 0$
 $\Delta W = -Q$ — превращение энергии

б) Если система не замкнута: $\Delta(W + Q) = A + Q$

в) Если $\Delta W = 0$, то $\Delta U = A + Q$ — 1 закон термодинамики.

4 **Работа газа A:**

$A = Fh = p \cdot S \cdot h = p(V_2 - V_1)$, т. е. $p = \text{const}$
 т. е. $p = \text{const}$; $F_2 = pS = \text{const}$

$A' = p(S_2 h_2 - S_1 h_1) = p(V_2 - V_1)$, т. е. $\text{число} = 1$
 $A' = p(S_2 h_2 - S_1 h_1) = p(V_2 - V_1) = p \Delta V$

$A > 0$, или $\Delta V > 0$, газ расширяется
 $A < 0$, или $\Delta V < 0$, газ сжимается
 $A = 0$, или $\Delta V = 0$ (в изохорном процессе)

5 $A' = -A$, где A — работа внешних сил
 [по III закону Ньютона $F_2 = -F_1$]
 $\Delta U = -A' + Q$ или $Q = \Delta U + A'$

6 **Изотермическое ($T = \text{const}$)**

расширение: $\Delta T = 0$, $A > 0$
 $\Delta U = 0$, $\Delta W = 0$
 $Q > 0$, требует притока тепла от нагревателя

сжатие: $\Delta T = 0$, $A < 0$
 $\Delta U = 0$, $\Delta W = 0$
 $Q < 0$, требует отдачи тепла холодильнику

$Q = A$

7 **Изобарное ($p = \text{const}$)**

нагревание: $\Delta T > 0$, $\Delta U > 0$
 $\Delta W = 0$, $A' = 0$
 $Q > 0$, требует притока тепла от нагревателя

охлаждение: $\Delta T < 0$, $\Delta U < 0$
 $\Delta W = 0$, $A' = 0$
 $Q < 0$, требует отдачи тепла холодильнику

$Q = \Delta U + A'$

8 **Адиабатное ($Q = 0$)**

сжатие: $\Delta T < 0$, $A' < 0$
 $\Delta U = 0$, $T \uparrow$

расширение: $\Delta T > 0$, $A' > 0$
 $\Delta U = 0$, $T \downarrow$

$Q = -\Delta U + A'$
 $\Delta U = -A'$

Тепловые явления

1. Уравнение Менделеева-Клапейрона

Для идеального газа: $pV = \nu RT$

Абсолютная температура: $T = 0 \text{ К} = 273,15 \text{ С}$

Газовая постоянная: $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$

Молярная масса: $M = 0,02 \text{ кг/моль}$

Число Авогадро: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

Связи: $\nu = \frac{N}{N_A}$ (число молей в газе), $\nu = \frac{m}{M}$ (число молей в 1 моль), $p = nkT$ (давление в 1 м³), $p = \frac{p}{M} RT$ (давление в 1 м³)

2. Закон Дальтона

$p_{\text{смесь}} = p_1 + p_2 + \dots$

Давление смеси пропорционально числу молей газа: $p_i = \frac{\nu_i RT}{V_{\text{смесь}}}$

3. Средняя кинетическая МКТ

Для идеального газа: $p = \frac{2}{3} n \bar{\epsilon}_{\text{ср}} = \frac{1}{3} n m v_{\text{ср}}^2$

Средняя кинетическая энергия поступательно движущихся молекул: $\bar{\epsilon}_{\text{ср}} = \frac{m v_{\text{ср}}^2}{2} = \frac{3}{2} kT$

Средняя квадратичная скорость: $v_{\text{ср}} = \sqrt{v^2}$

Связи: $m = \frac{M}{N_A}$ (масса одной молекулы), $\nu = \frac{m}{M}$ (число молей в 1 моль)

Средняя кинетическая энергия: $\bar{\epsilon}_{\text{ср}} = \frac{\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + \dots + \frac{m v_N^2}{2}}{N} = \frac{m}{2} \left(\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N} \right) = \frac{m v^2}{2} = \frac{m v_{\text{ср}}^2}{2}$

Работа в термодинамике

- Работа газа:

$$A' = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

- Работа внешних сил:

$$A = -A'$$

MyShared

Основные формулы

5. Количество теплоты

при нагревании и
охлаждении

$$Q = cm\Delta T$$

при горении

$$Q = qm$$


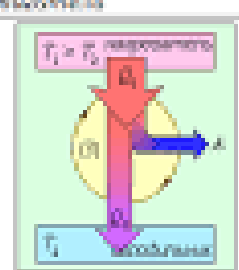
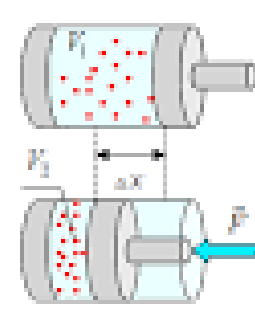
при плавлении и
кристаллизации

$$Q = \lambda m$$

при
парообразовании
и конденсации

$$Q = rm$$

MyShared

Количество теплоты		Тепловые двигатели	
$Q = cm\Delta T$ $Q = c\Delta m$ $Q = \lambda m$ $Q = qm$ $Q = q_{\text{ср}}m$ $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$	$Q = qm$ 	$\eta = \frac{A}{Q} \cdot 100\%$ $\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \cdot 100\%$ $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \cdot 100\%$	
Внутренняя энергия. Работа		Первый закон термодинамики	
$A = -p(V_2 - V_1)$ $U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$		$Q = \Delta U + A' \quad A' = -A$ изотермический процесс $\Delta U = 0, \quad Q = A$ изохорный процесс $A = 0, \quad Q = \Delta U, \quad Q = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$ изобарный процесс $Q = \Delta U + A'$ $\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R \Delta T, \quad Q = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \frac{m}{M} R \Delta T, \quad A = \frac{m}{M} R \Delta T$	

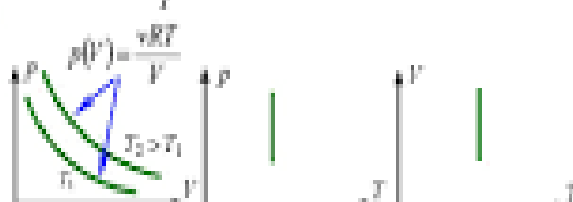
4. Газовые законы Из $pV = \nu RT$ следует, что если $\nu = \text{const}$, то $\frac{pV}{T} = \text{const}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$\nu = \text{const}$,
газ идеальный

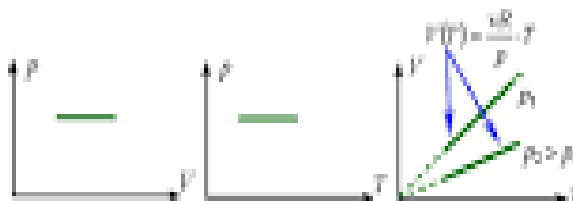
$$\nu = \text{const}, \quad T = \text{const}, \quad p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Изотермический процесс,
график - гиперабола



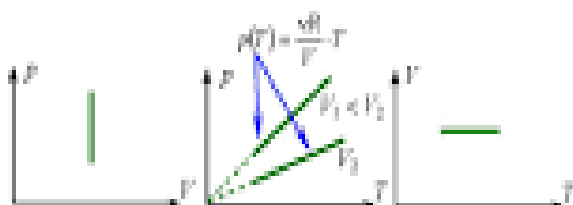
$$\nu = \text{const}, \quad p = \text{const}, \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Изобарный процесс,
график - прямая



$$\nu = \text{const}, \quad V = \text{const}, \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Изохорный процесс,
график - гиперабола



Основные формулы

1. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева – Клапейрона)

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

2. Внутренняя энергия

↙ одноатомного газа

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV$$

↘ двухатомного газа

$$U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{5}{2} pV$$

3. Работа газа

$$A' = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T$$

4. Работа внешних сил

$$A = -A' = p(V_1 - V_2)$$

4. Газовые законы

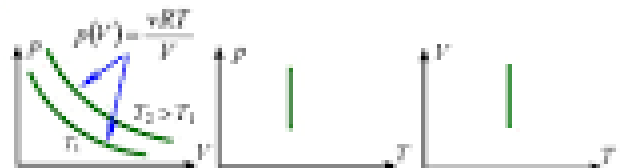
Из $pV = \nu RT$ следует, что если $\nu = \text{const}$, то $\frac{pV}{T} = \text{const}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$\nu = \text{const}$,
газ идеальный

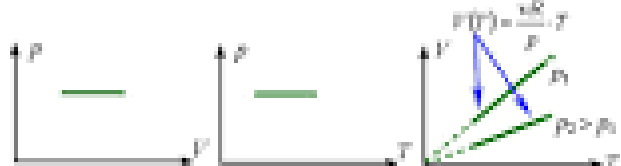
$\nu = \text{const}$, $T = \text{const}$ $p_1 V_1 = p_2 V_2$

Изобарический процесс,
график - изохора



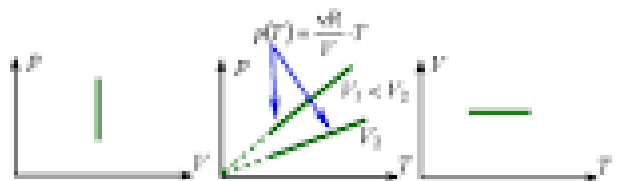
$\nu = \text{const}$, $p = \text{const}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

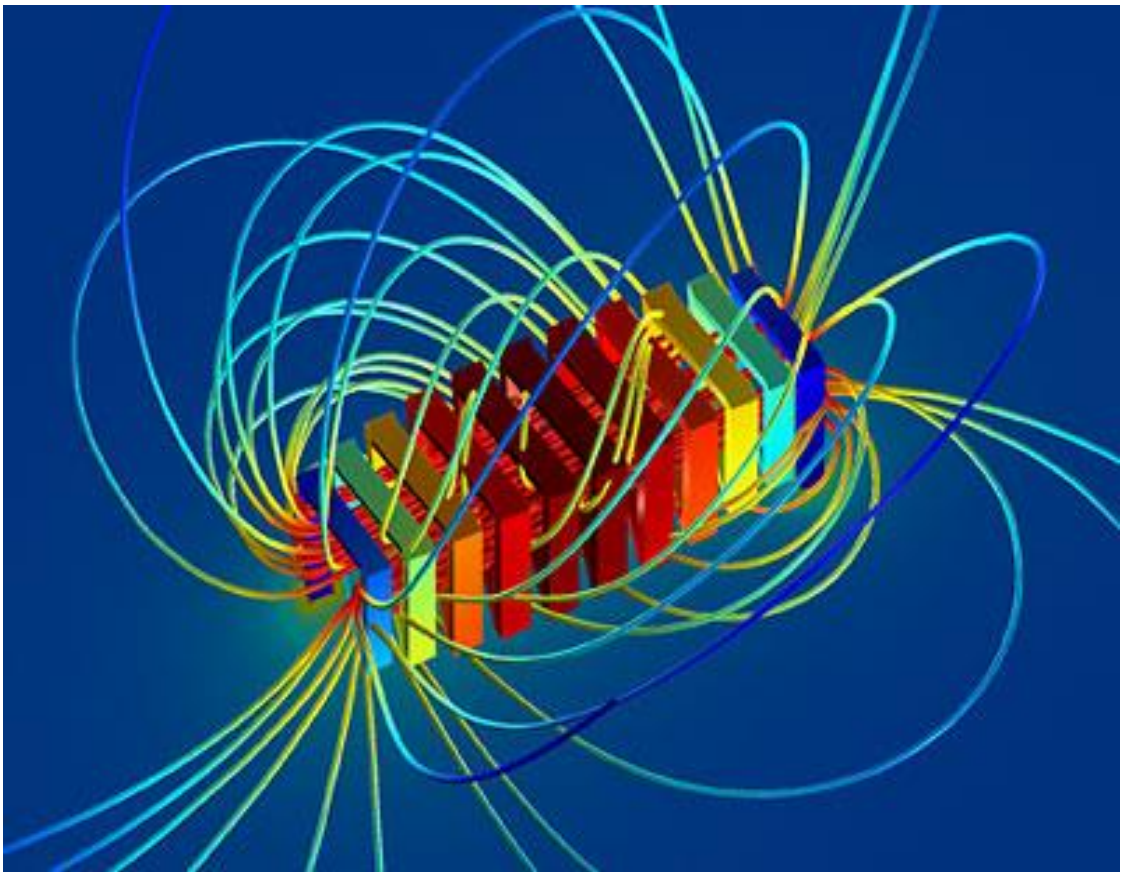
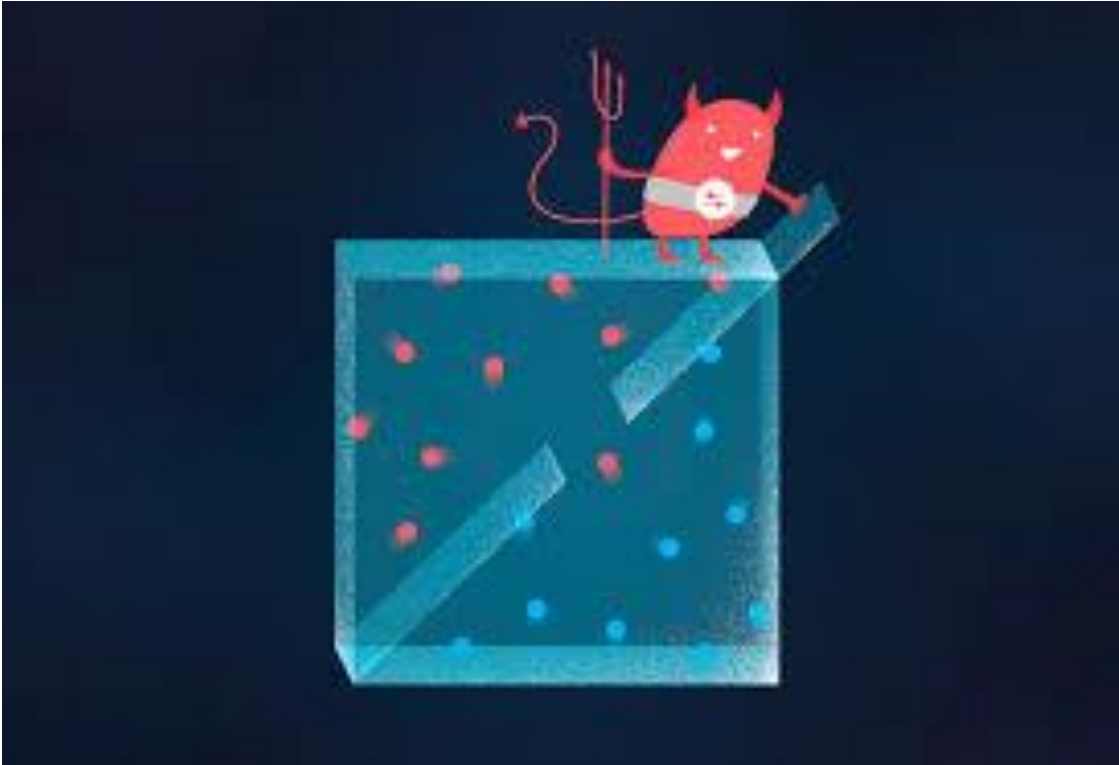
Изобарный процесс,
график - изохора

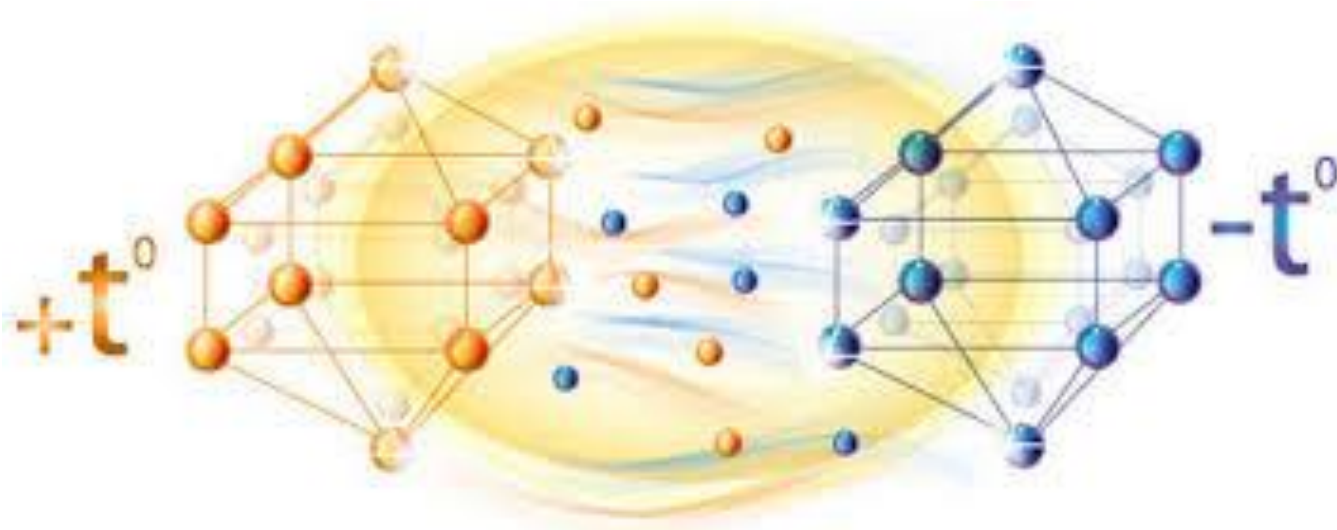


$\nu = \text{const}$, $V = \text{const}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

Изохорный процесс,
график - изохора







ТЕРМОДИНАМИКА

Кафедра физики

Коэффициент полезного действия (к.п.д.) тепловой машины.



Приведем цилиндр в контакт с тепловым резервуаром – рабочее тело начнет разогреваться и расширяться.

Цилиндр, получив тепло Q_1 и совершив работу A_1 , перейдет в состояние 2. В соответствии с первым началом термодинамики:

$$Q_1 = U_2 - U_1 + A_1$$

Для возврата поршня в исходное состояние 1, необходимо сжать рабочее тело, т.е. затратить работу $-A_2$.

Выигрыш в работе, если $A_2 < A_1$. Следовательно, сжатие следует производить при охлаждении цилиндра: $-Q_2 = U_1 - U_2 - A_2$

Общая физика. "Термодинамика"

6

4.4. Testlar

1-mavzu

1. **«Issiqlik texnikasi» fani nimani o'rganadi?**
 - a) energiyaning harakat qonunini.
 - b) issiqlik energiyasining texnikaga tadbiq qonunlarini.
 - v) issiqlikning paydo bo'lish qonunini.
 - g) issiqlik mashinalari, asboblari va qurilmalari yordamida issiqlik energiyasini hosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirish, taqsimlash usullarini nazariy va amaliy jihatdan o'rgatadigan fan.
 - d) moddiy jismlarning bir-biriga ta'siri va mexanik harakatning umumiy qonunlari haqidagi fan.
2. **Issiqlik nima?**
 - a) issiqlik almashinuvi jarayonida termodinamik sistemaning tashqi parametrlari (V, P, T) o'zgarimaganida sistema oladigan yoki beradigan energiya miqdori.
 - b) zarralarning jadval harakati.
 - v) zarralarning o'zaro to'qnashuvi.
 - g) zarralarning muvozanati.
 - d) moddaning turg'unlik holati.
3. **Issiqlik energiyasining o'lchov birligi?**
 - a) kg. b) kelvin · metr v) joule. g) kg · m/s. d) kelvin.
4. **Termodinamikaning I chi qonunining ta'rifi.**
 - a) moddaga eltilgan issiqlik energiyasi foydali ishga sarflanadi.
 - b) sistemaga kiritilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgarishiga sarflanadi.
 - v) sistemaga kiritilgan issiqlik miqdori shu sistemaning ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi kuchlarni yengib foydali ish bajarishga sarflanadi.
 - g) sistemaning muvozanatini ko'rsatadi.
 - d) sistemaning muvozanatdan chiqishini ifodalaydi.
5. **Termodinamikaning I chi qonunini matematik ifodasi.**
 - a) $dQ \neq dV$ b) $dQ = dV + dA$ v) $dQ = P \cdot dV$ g) $dQ = PV + RT$ d) $dQ = \frac{m}{\mu} RT$
6. **Termodinamik sistema nima?**
 - a) har qanday real modda.
 - b) o'zaro va tashqi muhit bilan energiya va modda almashadigan jismlar majmui.
 - v) o'zaro tashqi muhitsiz energiya almasha oladigan zarralar oqimi.
 - g) tashqi muhit bilan energiya almasha oladigan jism.
 - d) jismlar guruhi.
7. **Ishchi jism deb nimaga aytiladi?**
 - a) energiyani bir turdan boshqa turga aylanish, ish bajarish va shu kabilar uchun mashinalar ishlatiladigan moddalar.
 - b) yoqilg'ilar.
 - v) yoqilg'i yonganda ajralgan issiqlik.
 - g) tashqi muhit bilan energiya almasha oladigan jism.
 - d) o'zaro va tashqi muhit bilan energiya va modda almashadigan jismlar majmui.
8. **Termodinamik sistema deb nimaga aytiladi?**
 - a) tashqi muhit bilan energiya almasha oladigan jismga.
 - b) o'zaro va tashqi muhit bilan energiya va modda almashadigan jismlar majmuiga.
 - v) energiyani bir turdan boshqa turga aylantirish jarayonida ish bajaradigan moddalarga.
 - g) termodinamik sistemada sodir bo'ladigan va uning holat parametrlaridan hech bo'lmaganda bittasi o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan har qanday o'zgarishlarga.
 - d) yoqilg'i yonganda ajralgan issiqlikka.
9. **Termodinamik sistemada sodir bo'ladigan va uning holat parametrlaridan hech bo'lmaganda bittasi o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan har qanday o'zgarish deyiladi?**
 - a) ish jismi. b) holat parametrlari. v) termodinamik sistema.
 - g) termodinamik jarayoni d) issiqlik.
10. **Termodinamikaning II qonuni ta'rifi.**

- a) o'zaro va tashqi muhit bilan energiya va modda almashadigan jismlar majmuiga.
 b) energiyani bir turan boshqa turga aylantirish jarayonida ish bajaradigan majmuiga.
 v) sistemaga kiritilgan issiqlik miqdori shu sistemaning ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi kuchlarni yengib foydali ish bajarishga sarflanadi.
 g) issiqlikni mexanikaviy ishga aylantirish uchun issiqlik manbai va temperaturasi shu manba temperaturasidan pastroq bo'lgan sovitchik bo'lishi, ya'ni temperaturalar farqi bo'lishi zarurga.
 d) sistemaga kelitirilgan issiqlik energiyasini to'laligicha ishga aylanadi.

11. Ish moddasi tashqi muhit bilan issiqlik almashadigan holda unda kechadigan termodinamik jarayon deyiladi?

- a) izotermik jarayoni b) izobarik jarayon v) izoxarik jarayoni
 g) adiabatik jarayoni d) politrop jarayoni

12. Sistemaning issiqlik holatini tasvirlaydigan asosiy holat parametrlaridan biri.

- a) bosim. b) solishtirma hajm. v) harorat g) tezlik. d) ichki energiya.

13. Sistemaning o'zgarmas solishtirma hajmi $V = const$ da yuz beradigan termodinamik hodisalar majmuiga deyiladi.

- a) izotermik jarayoni. b) izobarik jarayoni. v) politrop jarayoni.
 g) adiabatik jarayoni. d) izoxarik jarayoni.

14. O'zgarmas bosim ostida kechadigan termodinamik hodisalar majmui deyiladi.

- a) izotermik jarayoni. b) izobarik jarayoni. v) politrop jarayoni.
 g) adiabatik jarayoni. d) izoxarik jarayoni.

15. O'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan termodinamik jarayon deyiladi.

- a) izotermik jarayoni. b) izobarik jarayoni. v) politrop jarayoni.
 g) adiabatik jarayoni. d) izoxarik jarayoni.

16. Termodinamikaning 2 chi qonunining matematik ifodasi.

- a) $\eta = \frac{A}{N}$ b) $\eta = \frac{N}{A}$ v) $\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_2}$ g) $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ d) $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

2- mavzu

17. Jismning turli temperaturali ayrim qismlari bir-biriga bevochita tekkanda issiqlik energiyasining tarqalish jarayoni

- a) issiqlik uzatish. b) issiqlik almashiinuvi. v) konvektsiya.
 g) issiqlik o'tkazuvchanlik. d) nurlanish.

18. Vaqtning ayni momentida ko'rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqtalaridagi temperatura qiymatlarining yig'indisi deyiladi.

- a) izotermiu sirt. b) temperatura maydoni. v) issiqlik miqdori.
 g) temperatura gradienti. d) issiqlik o'tkazuvchanlik.

19. Izotermik sirt deb nimaga aytiladi?

a) vaqtning ayni momentida ko'rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqtalaridagi temperatura qiymatlarining yig'indisiga;

- b) hamma nuqtalarida temperatura bir xil bo'ladigan sirtiga;
 v) temperatura o'zgarishining izotermadagi normal bo'yicha masofaga nisbatiga;
 g) o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan termodinamik jarayoniga;
 d) issiqlik miqdorini sirt birligidan vaqt biriligidan o'tishiga;

20. Temperatura o'zgarishining izotermadagi normal bo'yicha masofaga nisbati deyiladi?

- a) temperatura maydoni; b) izotermik sirt; v) issiqlik oqimining zichligi;
 g) temperatura gradienti; d) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

21. Sirt birligidan vaqt birligida o'tadigan issiqlik miqdori deyiladi?

- a) temperatura maydoni; b) temperatura gradienti; v) izotermik sirt;
 g) issiqlik oqimining zichligi; d) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

22. $q = \frac{dQ}{Fd\tau}$ formula yordamida qaysi kattalikni topiladi?

- a) temperatura maydoni; b) temperatura gradienti; v) issiqlik oqimining zichligi;
 g) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti. d) izotermik sirti;

23. *Furte formulasini ko'rsating?*

- a) $\lambda = q \frac{dn}{dt}$ b) $\lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{dt}{dn} = \text{gradt}$ v) $q = -\lambda \frac{dt}{dn} = -\lambda \text{gradt}$
g) $q = -\lambda \frac{dt}{dx}$ d) $Q = \alpha \cdot F(tc - tgeb)$

24. ning qiymati son jihatdan tempratura farqi $1^{\circ} S$ bo'lganda devorning birlik qatlamidan o'tadigan solshirma issiqlik oqimiga teng?

- a) tempratura maydoni; b) tempratura gradienti;
v) issiqlik oqimining zichligi; g) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti; d) izotermik sirt;

25. – izotermik sirtga tushirilgan normal bo'nalgan vektordir?

- a) tempratura maydoni; b) tempratura gradienti; v) issiqlik oqimining zichligi;
g) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti; d) izotermik sirt;

26. *Devorning termik qarshiligi deb nimaga aytiladi?*

- a) tempratura o'zgarishining izotermadagi normal bo'yicha masofaga nisbatiga;
b) hamma nuqtalarida tempratura bir xil bo'ladigan sirtga;
v) vaqtning ayni momentida fazoning barcha nuqtalaridagi tempratura qiymatlarining yig'indisiga;
g) devor qalinligining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientiga nisbatiga;
d) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini devor qalinligiga nisbatiga;

27. $q = -\lambda \frac{dt}{dx}$

- a) tsilindirik bir qatlamli devor uchun; b) yassi bir qatlamli devor uchun;
v) yassi uch qatlamli devor uchun; g) ixtiyoriy sirt uchun; d) izotermik sirt uchun;

28. *Issiqlik bosimini qaysi formula bilan topiladi?*

- a) $\lambda = \frac{q\delta}{\Delta t}$ b) $\Delta t = \frac{q\delta}{\lambda}$ v) $\delta = \frac{\lambda\Delta t}{q}$ g) $q = \frac{t_1 - t_2}{\delta/\lambda}$ d) $q = \frac{dQ}{Fd\tau}$

29. *Devorning qalinligini qaysi formula yordamida topiladi?*

- a) $\lambda = \frac{q\delta}{\Delta t}$ b) $\Delta t = \frac{q\delta}{\lambda}$ v) $\delta = \frac{\lambda\Delta t}{q}$ g) $q = \frac{t_1 - t_2}{\delta/\lambda}$ d) $q = \frac{dQ}{Fd\tau}$

30. *Issiqlik oqimining zichligi tempratura gradientiga propartsional. Qaysi formulaga taaluqli.*

- a) $\lambda = \frac{q\delta}{\Delta t}$ b) $\Delta t = \frac{q\delta}{\lambda}$ v) $\delta = \frac{\lambda\Delta t}{q}$ g) $q = -\text{gradt}$ d) $q = \frac{dQ}{Fd\tau}$

31. *Issiqlik oqimi zichligining vektori doimo tempraturaning tomonga yo'nalgan bo'ladi.*

- a) kamayishi; b) ortishi; v) yuqori; g) pastga; d) orqa.

3-mavzu:

32. *Konvektsiya usuli bilan issiqlik uzatish deb nimaga aytiladi?*

- a) jismning turli tempraturali ayrim qismlari bir-biriga bevosita tekkanda issiqlik energiyasini tarqalishi;
b) suyuqlik yoki gazning bir xil tempraturali sohadan boshqa tempraturali sohaga o'tishda energiyaning o'zatilishi;

- v) ko'proq qizigan jismlarning elektromagnitaviy to'lqinlar tarzida energiya chiqishi jarayoni;
g) energiyaning elektromagnitaviy to'lqinlar tarzida energiya chiqarish jarayoni;
d) jismlarning yuzasini holatiga, tempraturasiga, tabiatiga va boshqa faktorlari.

33. *Harakatlanuvchi muhit va uning boshqa muhit bilan chegara sirt orasidagi konvektiv issiqlik almashinuvi deyiladi?*

- a) issiqlik almashinuvi; b) issiqlik berish; v) issiqlik;
g) izotermik sirt; d) issiqlik o'tkazuvchanlik.

34. *Suyuqlik bilan jism sirti orasidagi issiqlik almashinuvining konkret shart-sharoitlarini hisobga oluvchi propartsionallik koeffitsienti deyiladi?*

- a) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti; b) issiqlik berish koeffitsienti;
v) issiqlik berish termik qarshiligi; g) foydali ish koeffitsienti; d) ishqalanish koeffitsienti;

35. *N'yuton formulasini ko'rsating?*

a) $q = -\lambda \frac{dt}{dn}$ b) $q = \alpha(t_c - t_{oee})$ v) $Q = \alpha F(T_c - T_{oee})$ g) $\alpha = \frac{q}{t_c - t_{oee}}$ d) $E = \frac{Q}{F \cdot \tau}$

36. $F=I^2$ va $\tau =$ sek deb qabul qilinsa, bir kvadrat metr yuzadan o'tadigan issiqlik oqimining zichligini?

a) $q = -\lambda \frac{dt}{dn}$ b) $q = \lambda \frac{\lambda}{\delta} \Delta t$ v) $\alpha = \frac{q}{t_c - t_{oee}}$ g) $q = \alpha(t_c - t_{oee})$ d) $\delta = \frac{\lambda \Delta t}{q}$

37. $\frac{1}{\alpha}$ kattalik nimani bildiradi?

- a) issiqlik o'tkazuvchanlik; b) termik qarshilik; v) devorning termik qarshiligi;
g) chizig'iy termik qarshilik; d) issiqlik berish termik qarshiligi;

38. Issiqlik berish koeffitsienti qaysi formula bilan topiladi?

a) $\frac{1}{\alpha}$ b) $\alpha = \frac{N_{um} \lambda_m}{\ell_0}$ v) $\alpha = \frac{V_x}{V_h}$ g) $\alpha = \frac{q}{t_c - t_{oee}}$ d) $\lambda = q \frac{dt}{dn}$

39. Issiqlik berish koeffitsienti nimaga bog'liq?

- a) suyuqlik oqishining vujudga kelish sabablari; b) suyuqlikning oqish rejimi;
v) suyuqlikning fizikaviy xossalriga; g) issiqlik beruvchi sirt shakli va o'lchamlari;
d) aytilganlarning hammasi.

40. Suyuqlik oqishining vujudga kelish sabalariga?

- a) laminar oqish; b) turbulent oqish; v) erkin va majburiy harakat;
g) aylanma harakat; d) to'g'ri chiziqli tekis harakat.

41. Tabiiy konveksiyadagi suv uchun issiqlik berish koeffitsientining qiymati qancha?

- a) $-2000 \div 10000$; b) $-10 \div 100$; v) $5 \div 30$; g) $-700 \div 15000$ d) $-150 \div 1000$.

4 – mavzu.

42. Nurlanish deb nimaga aytiladi?

- a) energiyaning elektromagnit to'lqinlar vositasida uzatilishi jarayoni;
b) ixtiyoriy sirtidan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdoriga;
v) jismning turli tempraturali ayrim qismlari bir-biriga bevosita tekkanida issiqlik energiyaning tarqalish jarayoniga;
g) suyuqlik yoki gazning bir xil tempraturali sohadan boshqa tempraturali sohaga o'tishda energiyaning uzatilishiga;
d) ko'proq qizigan jismlarning elektromagnitaviy to'lqinlar tarzida energiya chiqarish jarayoniga.

43. Nurlanish xususiyatini qaysi formula yordamida topiladi?

a) $\frac{E_1}{A_1} + \frac{E_2}{A_2} + \dots + \frac{E_0}{A_0} = E_0(T)$ b) $E = \frac{Q}{F \cdot \tau}$ v) $E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4$ g) $E_0 = \sigma T^4$ d) $q = \frac{dQ}{F \cdot d\tau}$

44. Bu formula qanday nomlanadi? $E_0 = \sigma_0 T^4$

- a) Kirxgof qonuni; b) N'yuton qonuni; v) Fur'ye formulasi;
g) Stefan-Bol'tsman qonuni; d) Mendeleev formulasi;

45. Jismga tushgan barcha nuriy energiya miqdori qaysi formula yordamida topiladi?

a) $E = \frac{Q}{F \cdot \tau}$ b) $Q = F \cdot \tau \cdot E$ v) $Q = Q_A + Q_B + Q_D$ g) $A + R + D = 1$ d) $\frac{E_1}{A_1} + \frac{E_2}{A_2} + \dots + \frac{E_0}{A_0} = E_0(T)$

46. Turli jismlarning nur chiqarishi nimaga bog'liq?

- a) jismning tabiatiga, yuzasining holatiga;
b) jismning tabiatiga, tempraturasiga, fizik holatiga;
v) jismning tempraturasiga, sirt holatiga;
g) jismning nurlanish sirtiga, vaqtiga;
d) jismning tabiatiga, tempraturasiga, sirt holatiga;

47. Issiqlikni nurlanishida yutilish koeffitsienti qaysi formulada to'g'ri keltirilgan?

a) $E = \frac{Q}{F \tau}$ b) $A = \frac{Q_A}{Q}$ v) $R = \frac{Q_R}{Q}$ g) $D = \frac{Q_D}{Q}$ d) $E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4$

48. *Issiqlikni nurlanishdan qaytarish koeffitsienti qaysi formulada topiladi?*

a) $\frac{E_1}{A_1} + \frac{E_2}{A_2} + \dots + \frac{E_0}{A_0} = E_0(T)$ b) $E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$ v) $A = \frac{Q_A}{Q}$ g) $D = \frac{Q_D}{Q}$ d) $R = \frac{Q_R}{Q}$

49. *Quyidagi formula qanday kattalikni bildiradi?* $D = \frac{Q_D}{Q}$

- a) jismning yutilish xususiyatini;
- b) jismning nurlanishni qaytarish xususiyatini;
- v) kul rang jismlarning nurlanish xususiyatini;
- g) absolyut qora jismlarning nurlanish xususiyatini;
- d) jismlarning nurlanishni o'tkazish xususiyatini.

50. *Stefon – Boltsman qonunini ko'rsating?*

a) $E_0 = \sigma_0 T^4$ b) $E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$ v) $\frac{E_1}{A_1} + \frac{E_2}{A_2} + \dots + \frac{E_0}{A_0} = E_0(T)$ g) $E = \frac{Q}{F \cdot \tau}$ d) $E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4$

51. *Nurlanish energiyasi issiqlik balansining tenglamasi qaysi formulada topiladi?*

a) $\frac{E_1}{A_1} + \frac{E_2}{A_2} + \dots + \frac{E_0}{A_0} = E_0(T)$ b) $A + R + D = 1$ v) $Q = Q_A + Q_B + Q_D$

g) $E = \frac{Q}{F \cdot \tau}$ d) $Q_H = F_H \cdot \tau \cdot C \left[\left(\frac{T_1}{100} - \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$

52. *Jismning nurlanish xususiyatining yutish xususiyatiga nisbati jismning tabiatiga bog'liq emas, balki barcha jismlar uchun bir xil bo'lgan tempratura funktsiyadir, u absalyut qora jismning shu tempraturadagi nurlanish xususiyatiga teng. Bu ta'rif qaysi qonunga tegishli?*

- a) Stefon – Boltsman; b) N'yuton; v) Mendeleev; g) Kirxgof; d) Rixman.

53. *Absalyut qora jismning nurlanish xususiyati uning absalyut tempraturasining to'rtinchi darajasiga to'g'ri propartsional. Bu ta'rif qaysi olim qonunini ifodalaydi?*

- a) Stefon – Boltsman; b) N'yuton; v) Mendeleev; g) Kirxgof; d) Rixman.

54. *Issiqlik almashinuv asboblarning nomini ko'rsating?*

- a) aralashtirgichli, rekuperativ; b) rekuperativ, rienerativ; v) aralashtirgichli, rekuperativ, regenerativ;
- g) aralashtirgichli, regenerativ; d) aytilganlarning bari tug'ri.

5- mavzu.

55. *Tabiiy yoqilg'i deb nimaga aytiladi?*

- a) issiqlik ajratish xususiyati $2,93 \cdot 10^4$ kJ/kg yoki $3 \cdot 10^4$ kJ/kg bo'gan yoqilg'iga;
- b) tabiatda qanday hosil bo'lgan bo'lsa, shundayligicha olinadigan yoqilg'iga;
- v) tabiatdan olib, unga turli usullar bilan ishlov berilgandan so'ng olingan yoqilg'iga;
- g) yoqilg'ining o'txonga qaysi holda berilsa, bu yoqilg'iga;
- d) pech va qozonlarning o'txonalarida yoqish uchun tayyorlangan yoqilg'ilarga.

56. *Sun'iy yoqilg'i deb nimaga aytiladi?*

- a) issiqlik ajratish xususiyati $2,93 \cdot 10^4$ kJ/kg yoki $3 \cdot 10^4$ kJ/kg bo'gan yoqilg'iga;
- b) tabiatda qanday hosil bo'lgan bo'lsa, shundayligicha olinadigan yoqilg'iga;
- v) tabiatdan olib, unga turli usullar bilan ishlov berilgandan so'ng olingan yoqilg'iga;
- g) yoqilg'ining o'txonga qaysi holda berilsa, bu yoqilg'iga;
- d) pech va qozonlarning o'txonalarida yoqish uchun tayyorlangan yoqilg'ilarga.

57. *Qizitish va eritish pechlarining uchoqlarida qanday yoqilg'ilar ishlatiladi?*

- a) texnologik yoqilg'ilar; b) energetik yoqilg'ilar; v) mahalliy yoqilg'ilar;
- g) sun'iy yoqilg'ilar; d) tabiiy yoqilg'ilar.

58. *Ishchi massa deb qanday yoqilg'iga aytiladi?*

- a) pech va qozonlarning o'txonalarida yoqish uchun tayyorlangan yoqilg'ilarga;
- b) har xil yonuvchan va yonmaydigan gazlarning aralashmasiga;
- v) past kaloriyali yonganda ko'p kul hosil bo'ladigan va namligi katta yoqilg'ilarga;
- g) qattiq va suyuq yoqilg'ilardan sintez yo'li bilan olinadigan suyuq yoqilg'ilarga;

- d) tabiiy gaz, suyuq yoqilg'i va toshko'mirning yuqori navlariga.
- 59. Yoqilg'ilar sifati nimalar bilan xarakterlanadi?**
 a) Fizik holati bilan; b) Ximiyaviy tarkibi bilan; v) issiqlik berish qobiliyati bilan;
 g) agregat holati bilan; d) aytilganlarning hammasi bilan;
- 60. Yoqilg'ini quruq massasi qaysi formula bilan ifodalanadi;**
 a) $S+N+O+N+A+W=100\%$ b) $S+N+O+N=100\%$ v) $S+N+O+N+S=100\%$
 g) $S+N+O+N+S+A=100\%$ d) $S+A+S=100\%$
- 61. Yoqilg'ining o'zgarmas xarakteristikasiga qaysi elementlar kiradi?**
 a) $S+O+N+N+S=100\%$ b) $S+O+N+N+S+A=100\%$ v) $S+O+N+N+S+A+W=100\%$
 g) $S+O+N+S=100\%$ d) $S+A+S=100\%$
- 62. Yoqilg'i tarkibidagi namlik qanday aniqlanadi? (dissilyatsiya usuli)**
 a) yoqilg'ini quritish shkafida, quritish oldidan va quritishdan keyin tortib qurish usulm bilan;
 b) yoqilg'ini quruq haydab, undan namlikni ajratib olish usuli bilan;
 v) mufel' pechida namunani kuydirib, qoldig'ini tortib quritish usuli bilan;
 g) kalorimetrik bomba ichida namuna yoqib, ajralgan bug' qayta kondensatga aylantirish va tempraturasini o'lchash usuli bilan;
 d) Obel'-Penskiy asbobida.
- 63. Yoqilg'ilar nimalari yuulan xarakterlanadi?**
 a) Fizik holati va ximiyaviy tarkibi bilan;
 b) yoqilg'i yonganda ko'p kul hosil bo'lishi bilan;
 v) namligi bilan;
 g) yoqilg'ining yonuvchi massasi bilan;
 d) yonganda ko'p miqdorda issiqlik ajratish bilan;
- 64. Qanday asbob yordamida yoqilg'i tarkibidagi kul aniqlanadi?**
 a) mufel' pechida; b) elektr pechida; v) kalometr bombada;
 g) quritish shkafida; d) dissilyatsiya apparatida.
- 65. Torf qanday yoqilg'i turiga kiradi?**
 a) sun'iy yoqilg'i; b) energetikaviy; v) texnologik;
 g) kokslanuvchi; d) yuqori navli.
- 66. Yoqilg'ining ishchi namligi qaysi formula bilan aniqlanadi?**
 a) $W = W^{gn} + W^a \frac{100 \cdot W^{gn}}{100\%}$ b) $A^P = \frac{G_2 - G_1}{G_1 - G_0} \cdot 100\%$
 v) $W^a = \frac{G_4}{G_3} \cdot 100\%$ g) $A^P = A \cdot \frac{100 \cdot W^P}{100 \cdot W^a}$
 d) $W^a = \frac{G_4}{G_3} \cdot 100\% = \frac{G_2 - G_1}{G_1 - G_0} \cdot 100\%$
- 67. Koks sostaviga qanday elementlar kiradi?**
 a) A, C, S; b) H, N, A, O, S, C, W; v) W, O, H, C, N;
 g) C_o; H_r; H_n; CO₂; d) C, O, H, N, S;
- 68. Yoqilg'i sifati yaxshi bo'lishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?**
 a) yoqilg'i tarkibidagi uglerod, vodorod miqdori ko'p bo'lishi kerak;
 b) yoqilg'i yaxshi quritilgan bo'lishi kerak;
 v) yoqilg'i tarkibida kul va namlik miqdori kam bo'lishi kerak;
 g) a va b javoblar to'g'ri;
 d) a va v javoblar to'g'ri.
- 69. 1 kg sof uglerod to'liq yonganda qancha issiqlik miqdori ajraladi?**
 a) 33 900 kj; b) $4,20 \cdot 10^4$ kj/kg; v) $12,56 \cdot 10^4$ kj;
 g) $1,5 \cdot 10^4$ kj/kg; d) $1,05 \cdot 10^4$ kj/kg
- 70. Yonuvchan massa yoqilg'i tarkibida qancha bo'lishi kerak?**
 a) yoqilg'i tarkibida bo'lmasligi kerak;
 b) yoqilg'i tarkibida ko'p bo'lishi kerak;
 v) yoqilg'i tarkibida kamroq bo'lishi kerak;

- g) yoqilg'i tarkibida yonuvchi massa kam ballast ko'p bo'lishi kerak;
 d) yoqilg'i tarkibida uglerod va vodorod ko'p bo'lishi kerak.

71. Ballast nima?

- a) yoqilg'ining yonuvchi massa tarkibi;
 b) suv va yonish paytida kulga o'tadigan mineral aralashmalari;
 v) yoqilg'ini o'txonada yoqilganda chiqadigan issiqlik miqdori;
 g) yoqilg'ini o'txonaga beriladigan holati;
 d) issiqlik ajratish xususiyati $2,93 \cdot 10^4$ kJ/kg yoki $3 \cdot 10^4$ kJ/kg bo'lgan yoqilg'i.

72. Tashqi ballastga qaysi elementlar kiradi?

- a) C, H, O; b) A, W; v) N, O; g) A, H; d) S, O;

73. Kokslash deb nimaga aytiladi?

- a) yoqilg'ini havosiz $1000-1100^0$ S qizdirib qayta ishlash jarayoniga aytiladi;
 b) yoqilg'ini $1000-1200^0$ S qizdirib olish jarayoniga aytiladi;
 v) yoqilg'ini havosiz $900-800^0$ S qizdirib qayta ishlash jarayoniga aytiladi;
 g) bosim ostida gazga aylantirish jarayoniga aytiladi;
 d) maxsus pechlarda havosiz amalga oshiriladi, bunda qayta ishlanadigan yoqilg'i $500-550^0$ S temperaturaga qadar kechadigan jarayoniga aytiladi;

74. Ichki ballastga qaysi elementlar kiradi?

- a) A, W; b) A, C, S; v) N, O; g) H, O; d) C, H, O.

6-mavzu.

75. Ortiqcha havo koeffitsienti qaysi formula bilan topiladi?

- a) $V = \frac{1}{\rho}$ b) $\alpha = \frac{V_x}{V_H}$ v) $\alpha = \frac{Q}{F(T_K - T_C)}$ g) $q = \frac{Q}{F\tau}$ d) $Q = \alpha \cdot F(T_K - T_C)$

76. To'la yonish uchun zarur haqiqiy havo miqdorining nazariy hisoblab topilgan miqdoriga nisbati deyiladi?

- a) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti; b) ortiqcha havo koeffitsienti;
 v) issiqlik berish koeffitsienti; g) yuqori issiqlik berish qobiliyati;
 d) issiqlik berish qobiliyati.

77. « α » kattaligi nimaga bog'liq?

- a) yoqilg'i turiga; b) agregat holatiga;
 v) reaksiya kechadigan sharoitga; g) yoqish usuliga;
 d) aytilganlarning hammasi to'g'ri.

78. Yoqilg'i chala yonadi va o'txonaning hamda u bilan bog'liq bo'lgan qurilmalarning FIK kamayadi. Sabab?

- a) ortiqcha havo koeffitsienti kichik bo'lsa;
 b) ortiqcha havo koeffitsienti katta bo'lsa;
 v) issiqlik utkazuvchanlik koeffitsienti katta bo'lsa;
 g) issiqlik utkazuvchanlik koeffitsienti kichik bo'lsa;
 d) issiqlik berish koeffitsientiga.

79. 1 kg yoki 1 m³ yoqilg'ini to'liq yonganda chiqadigan issiqlik miqdori yoqilg'ining deyiladi?

- a) issiqlik utkazuvchanlik; b) ortiqcha havo koeffitsienti;
 v) issiqlik berish qobiliyati; g) issiqlik berish koeffitsienti;
 d) yuqori issiqlik berish qobiliyati.

80. 1 kg yoqilg'i yoqish uchun ketgan kislarod miqdori qaysi formula bilan topiladi?

- a) $L_k = \frac{8/3C^4 + 8H^4 + S^4 - O^4}{100 \cdot 1,293 \cdot 0,21}$ b) $V = \frac{8/3C^4 + 8H^4 + S^4 - O^4}{100 \cdot 0,232 \cdot 1,293}$
 v) $L_k = \frac{8/3C^4 + 8H^4 + S^4 - O^4}{100}$ g) $q_{to}^4 = (339C + 1250H - 10^9(O - H))$
 d) $V_C = 0,0889C^4 + 0,266H^4 + 0,0333(S^4 - O^4)$

81. $\frac{9H^4 + W^4}{100}$ kg formula nimani bildiradi?
- a) 1 kg ish yoqilg'ini yonganda hosil bo'ladigan suv bug'ini miqdorini;
 b) 1 kg suvning bug'lanishi uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdorini;
 v) barcha namlikning bug'lanishga sarflangan issiqlik umumiy miqdorini;
 g) 1 kg yoqilg'ining to'liq yonishi uchun zarur bo'lgan havoning miqdorini;
 d) yoqilg'i tarkibidagi kul miqdorini.
82. Yoqilg'i tarkibidagi ichki namlik qaysi asbob yordamida topiladi?
- a) quritish shkafida; b) dissilyatsiya apparatida;
 v) kalorimetrik bombada; g) mufel' pechida; d) elektr pechida.
83. Birlik massa to'liq yonganda, uning tarkibidagi namlikning bug'lanishga sarf bo'ladigan issiqlik miqdori hisobga olinmaydigan yonish jarayonida, ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga deyiladi?
- a) yuqori issiqlik berish qobiliyati; b) issiqlik berish qobiliyati;
 v) quyi issiqlik berish qobiliyati; g) yonish maxsuloti;
 d) ortiqcha havo koeffitsienti.
84. Birlik massasi yonganda uning tarkibidagi namlik hamda vodorodning kislarod bilan reaksiyaga kirishishi jarayonida hosil bo'lgan namlik hisobga olingan holatda ajralgan issiqlik miqdori quyidagi kattaliklarni qay biriga tegishli?
- a) qo'yi issiqlik berish qobiliyati; b) yuqori issiqlik berish qobiliyati;
 v) issiqlik berish qobiliyati; g) ortiqcha havo koeffitsienti;
 d) yonish mahsulotiga.

7-mavzu.

Bug' qozonlarida hosil qilinadigan va ish jismi sifatida ham ishlatiladigan mahsulot?

- a) suv bug'i; b) yongan gazlar; v) ammiak; g) freon; d) o'ta qizdirilgan bug'.
85. Tarkibida suyuqlik bo'lmagan bug' deb ataladi?
- a) to'yingan nam bug'; b) to'yingan quruq bug';
 v) o'ta qizdirilgan bug'; g) bug'ning namligi;
 d) suyuqlikning issiqligi.
86. To'yingan nam bug' bilan o'ta qizdirilgan bug' o'rtasidagi chegerasida, turg'un bo'lmagan holat?
- a) to'yingan nam bug'; b) to'yingan quruq bug'; v) o'ta qizdirilgan bug';
 g) bug'ning namligi; d) suyuqlikning issiqligi.
87. 1 kg to'yingan nam bug'dagi quruq to'yingan bug'ning og'irlik miqdori bug'ning deb ataladi?
- a) to'yingan nam bug'; b) to'yingan quruq bug';
 v) bug'ning quruqlik darajasi; g) bug'ning namligi;
 d) suyuqlikning issiqligi.
88. 1 kg suyuqlikni 0° S dan qaynash temperaturasigacha qizdirish uchun sarf bo'lgan issiqlik deb ataladi?
- a) to'yingan nam bug'; b) to'yingan quruq bug';
 v) bug'ning quruqlik darajasi; g) bug'ning namligi;
 d) suyuqlikning issiqligi.
89. Qaynash darajasigacha isitilgan 1 kg suyuqlikni o'zgarmas bosimda to'yingan quruq bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori deb ataladi?
- a) to'yingan nam bug'; b) bug'ning quruqlik darajasi;
 v) bug'ning namligi; g) suyuqlikning issiqligi;
 d) bug' hosil qilish issiqligi.

90. $\frac{9H^4 + W^4}{100}$ kg formula nimani bildiradi?

- a) 1 kg ish yoqilg'ini yonganda hosil bo'ladigan suv bug'ini miqdorini;
 b) 1 kg suvning bug'lanishi uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdorini;

- v) barcha namlikning bug'lanishga sarflangan issiqlik umumiy miqdorini;
- g) 1 kg yoqilg'ining to'liq yonishi uchun zarur bo'lgan havoning miqdorini;
- d) yoqilg'i tarkibidagi kul miqdorini.

91. *Yoqilg'i tarkibidagi ichki namlik qaysi asbob yordamida topiladi?*

- a) quritish shkafida; b) dissilyatsiya apparatida;
- v) kalorimetrik bombada; g) mufel' pechida;
- d) elektr pechida.

92. *Birlik massa to'liq yonganda, uning tarkibidagi namlikning bug'lanishiga sarf bo'ladigan issiqlik miqdori hisobga olinmaydigan yonish jarayonida, ajralib chiqqan issiqlik miqdorigadeyiladi?*

- a) yuqori issiqlik berish qobiliyati; b) issiqlik berish qobiliyati;
- v) quyi issiqlik berish qobiliyati; g) yonish maxsuloti;
- d) ortiqcha havo koeffitsienti.

93. *Birlik massasi yonganda uning tarkibidagi namlik hamda vodorodning kislarod bilan reaksiyaga kirishishi jarayonida hosil bo'lgan namlik hisobga olingna holatda ajralgan issiqlik miqdori quyidagi kattaliklarni qay biriga tegishli?*

- a) quyi issiqlik berish qobiliyatiga; b) yuqori issiqlik berish qobiliyatiga;
- v) issiqlik berish qobiliyatiga; g) ortiqcha havo koeffitsientiga;
- d) yonish mahsulotiga.

94. *1 kg to'yingan quruq bug'ni o'zgarmas bosimda o'ta qizdirilgan bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlikdeb ataladi?*

- a) issiqlik entalpiyasi; b) bug' hosil qilish issiqligi;
- v) bug'ning to'la issiqligi; g) suyuqlikning issiqligi;
- d) o'ta qizish issiqligi.

95. *1 kg suyuqlikni qaynash darajasigacha isitish va x kg namni bug'lantirib yuborishga sarflangan issiqliklar yig'indisi nam bug'ningdeb ataladi?*

- a) issiqlik entalpiyasi; b) bug' hosil qilish issiqligi;
- v) bug'ning to'la issiqligi; g) suyuqlikning issiqligi;
- d) o'ta qizish issiqligi.

96. *Suyuqlikning faqat erkin sirdan emas, balki butun hajmi bo'yicha intensiv ravishd bug'ga aylanishi va bug' pufakchalarining tez hosil bo'lishi va ko'paya borishideyiladi?*

- a) bug'lanish; b) kondensatsiya; v) qaynash; g) to'yingan nam bug'; d) o'ta qizigan bug'.

8-mavzu.

97. *O'choqda yoqilgan yoqilg'idan ajralgan issiqlik hisobiga bosim ostida issiq suv va bug' hosil bo'ldigan uskunalar majmuasi deyiladi?*

- a) qozon qurilmasi; b) qozon agregati; v) yordamchi uskunalar;
- g) energetik qozonlar; d) isitish qozonlari.

98. *Qozon qurilmasining asosiy ish karakteristikalariga nimalar kiradi?*

- a) bug' unumdorligi; b) bug'ning parametrlari (bosimi va o'ta qizish temperaturasi);
- v) qozon agregatining FIK; g) aytilganlarning hammasi;
- d) vaqt birligida hosil bo'lgan bug' miqdori.

99. *Qozon qurilmasi deb nimaga aytiladi?*

- a) qozon agregati va yordamchi uskunalar majmuasiga;
- b) bosim ostida issiq suv va bug' hosil bo'ladigan uskunalar majmuasiga;
- v) bug' turbinalari uchun bug' yetkazib beruvchi qurilmalar majmuasiga;
- g) tutun-gaz aralashmalari issiqligidan foydalanib ishlaydigan qurilmalar majmuasiga;
- d) issiq suv va bug' bilan ta'minlaydigan qozonlarga.

100. *Qozon qurilmalarining yordamchi uskunalariga nimalar kiradi?*

- a) dudburon, shlak kul chiqadigan qurilma, karkos, ichki qoplamalar;
- b) ekonamayzer, bug' o'ta qizdirgich. Havo isitkich, ekran trubalari, bug' qozoni;
- v) shlak, kul chiqarish moslamasi, havo isitkich, ekran trubalari;
- g) to'g'ri oqimli, qarshi oqimli, aralash;
- d) qaynaydigan va qaynamaydigan ekonamayzerlar.

101. *Bug' qizdirgichning vazifasi nimadan iborat?*

- a) o'txonaga beriladigan havoni isitib berishga mo'ljallangan;
- b) ta'minlash suvlarini isitish uchun mo'ljallangan;
- v) tutun va shlaklarni ushlab qolish uchun mo'ljallangan;
- g) bug'i quritish va uni ma'lum tempraturagacha qizdirish uchun mo'ljallangan;
- d) yuqorida aytilganlarning hammasi to'g'ri.

102. Ekonomayzer vazifasi nimadan iborat?

- a) o'txonaga beriladigan havoni isitib berishga mo'ljallangan;
- b) ta'minlash suvlarini isitish uchun mo'ljallangan;
- v) tutun va shlaklarni ushlab qolish uchun mo'ljallangan;
- g) bug'i quritish va uni ma'lum tempraturagacha qizdirish uchun mo'ljallangan;
- d) yuqorida aytilganlarning hammasi to'g'ri.

103. Havo isitgichni vazifasi nimadan iborat?

- a) o'txonaga beriladigan havoni isitib berishga mo'ljallangan;
- b) ta'minlash suvlarini isitish uchun mo'ljallangan;
- v) tutun va shlaklarni ushlab qolish uchun mo'ljallangan;
- g) bug'i quritish va uni ma'lum tempraturagacha qizdirish uchun mo'ljallangan;
- d) yuqorida aytilganlarning hammasi to'g'ri.

104. Qozon qurilmasining issiqlik balansi tenglamasi?

- a) $Q_u'' = Q_{\kappa}'' + Q_{x.\phi.u.} + Q_{e.\phi.u.} + Q_{o.\phi.u.}$; b) $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$;
- v) $Q_u'' = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$; g) $q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 100\%$;
- d) $A + R + D < 1$

105. Qozon agregatining qaysi qismida radioktsion zona joylashadi??

- a) bug' qozonlari joylashgan qismida; b) ekonomayzerlar joylashgan qismida;
- v) bug' o'ta qizdirgichlar joylashgan qismida; g) o'txona qismida;
- d) havo isitgichlar joylashgan qismida.

106. TSiklon o'txonalarning afzalliklari nimalardan iborat?

- a) yoqilg'ining kam ortiqcha havo bilan yona olishi, bu hol issiqlikning chiqib ketayotgan gazlar bilan isrof bo'lishini kamaytiradi;
- b) o'txona hajmining solishtirma issiqlik quvvati yuqori bo'ladi;
- v) maydalangan ko'mirda ishlash mumkinligi;
- g) yoqilg'ining kuli o'txonada 80-90% ushlab qoladi;
- d) yuqoridagilarning hammasi to'g'ri.

107. O'txonalar yoqilg'i yoqish usullariga qarab?

- a) qatlamli, kamerali; b) qatlamli, qarshi oqimli, to'g'ri oqimli;
- v) qaynaydigan, qaynamaydigan; g) radiaktsion, konvektiv, aralash;
- d) qatlamli, ma'shalali, uyurmali

108. Qatlamli o'txonaning afzalligi nimadan iborat?

- a) yonish jarayoni to'la mexanizatsiyalashtirilgan;
- b) katta quvvatli qozonlarda ishlatsa bo'ladi;
- v) ishlatish qo'lay va sodda;
- g) yuqorida ko'rsatilganlarning hammasi;
- d) katta quvvatli qozonlarda ishlatsa bo'ladi va ishlatish qulay.

9-mavzu: Bug' turbinasi.

109. Suv bug'ining kinetik energiyasini mexanik energiyaga aylanishini qaysi olim birinchi isbrotlagan?

- a) Geron er. av. V asr; b) Branka 1629 y; v) Parsons 1884 y; g) G.P. de-Laval 1888.

110. Bug' turbinalarni qaysi turlarga bo'lingan?

- a) Qarshi va kondensatson bosimli turbina;
- b) Aktiv va reaktiv turlari;
- v) Bir va 2 bosqichli turlarga;
- g) Hammasi to'g'ri.

111. Bug' turbinasi kompressorqa nisbatan qanday holda ishlatiladi?

- a) Ko'chma va statsionar holda;

- b) Past, o'rtacha, yuqori bosimli holda;
- v) Qarshi va kondensatsion holda;
- g) To'g'ri javob B va V.

112. Aktiv bug' turbinasida bug'ning kinetik energiyasi qaerda kamayadi?

- a) Pertis diskida; b) Valda; v) Soploda; g) Ishchi kurakchada.

113. Ikki chambarakli Kertis diskidan foydalanilganda qanday o'zgarish kuatiladi?

- a) FIK ortadi; b) Kinetik energiya ortadi;
- v) Mexanik energiya ortadi; g) o'zgarish ko'z atilmaydi.

114. Reaktiv turbinalarda rotor diski gerdishi qanday tezlikda bo'lganda detallar bunga bardosh bera olmaydi?

- a) 600 m/s; b) 700 m/s; v) 800 m/s; g) 900 m/s; d) 1400 m/s.

115. Ingliz muhandisi Parsone qanday turbina yaratgan?

- a) Reaktiv turbina; b) Aktiv turbina; v) Bug' turbina;
- g) Kondensatsion bug' turbina; d) Bosimli turbina.

116. Bug'ning potentsial energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi bug' turbina nima deyiladi?

- a) yuqori bosimli turbina; b) qarshi bosimli turbina;
- v) kondensatsion turbina; g) Reaktiv turbina; d) Aktiv turbina.

10 mavzu.

117. Gaz turbinalari necha xil bo'ldai?

- a) Aktiv va reaktiv; b) Ochiq va yopiq; v) 1 va 2 bosqichli gaz turbina; g) hammasi to'g'ri.

118. Gaz turbinlarida yonish mahsuli nima hisoblanadi?

- a) Tutun; b) gaz; v) neft; g) solyarka.

119. Gaz turbinada gaz zarralari qanday energiya holatida bo'ladi?

- a) Potentsial energiya kinetik energiyaga aylanadi;
- b) Kinetik energiya mexanik energiyaga aylanadi;
- v) Mexanik energiya kinetik energiyaga;
- g) to'g'risi yo'q.

120. Turbinaning qaysi qismida kinetik energiya mexanik energiyaga aylanadi?

- a) Valda; b) Kompessor; v) Disk; g) Soplo; d) Rotor.

121. Gaz turbinalari 30 yillarda qaysi sohada keng qullana boshlanadi?

- a) Transport; b) Aviatsiya; v) Kimyo sanoati; g) Kemasozlik; d) hammasi to'g'ri.

122. Umumiy valda nimalar joylashadi?

- a) Turbina, generator, nasos, kompressor;
- b) Turbina, kamera, soplo, bak;
- v) Forsunka, kurakchalar, generator;
- g) hammasi to'g'ri.

123. $\eta_t = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ nimani bildiradi?

- a) termodinamikaning 2-qonuni;
- b) termodinamikaning 1-qonuni;
- v) tsikl qiymati;
- g) FIKni termik ifodasi.

124. Turbinada sovitgichka chiqarilgan issiqlik miqdorini belgilang?

- a) $q_1 = C_p(T_2 - T_1)$;
- b) $q_2 = C_p(T_7 - T_1)$;
- v) $q_1 = C_p(T_4 - T_8)$;
- g) $q_1 = C_p(T_4 - T_2 + T_2 - T_8)$.

11-Mavzu.

125. Issiqlik, yadro, kimyoviy, elektr va quyosh energiyalarining ta'siri natijasida ish jismi oqimining qanday energiya paydo bo'ladi?

- a) kinetik;
- b) mexanik;
- v) potentsial;
- g) to'g'ri javob B va V.

126. Reaktiv dvigatel necha xil bo'ladi?

- a) turboreaktiv va pul'satsiyali dvigatel;
- b) raketa va kimyoviy dvigatel;
- v) havo reaktiv va reaktiv dvigatel;
- g) hammasi to'g'ri.

127. Raketa dvigatellar turlari?

- a) Suyuq, qattiq, kimyoviy, yadro dvigatellar;
- b) havo, turboreaktiv, pul'satsiyali;
- v) turbokompressor va qattiq dvigatellar;
- g) to'g'risi A va V.

128. Kompressorsiz dvigatel necha xil bo'ladi?

- a) reaktiv va turboreaktiv;
- b) turboreaktiv va kimyoviy dvigatel;
- v) to'g'ri va pul'satsiyali bo'ladi;
- g) hammasi to'g'ri.

129. Atmosfera havosini necha xil usulda siqish mumkin?

- a) 2 usulda;
- b) 3 usulda;
- v) 4 usulda;
- g) 5 usulda.

130. Yadro, suyuq va qattiq yoqilg'ularda qaysi dvigatel ishlaydi?

- a) havo-reaktiv dvigateli;
- b) reaktiv dvigateli;
- v) turboreaktiv dvigateli;
- g) raketa dvigateli.

131. Qaysi dvigatel ishlatilishiga ko'ra kosmik, harbiy turlarga bo'linadi?

- a) havo-reaktiv dvigateli;
- b) reaktiv dvigateli;
- v) turboreaktiv dvigateli;
- g) raketa dvigateli.

132. Raketa dvigatelda bajarilgan ishi nimaga teng?

- a) $A = \frac{2}{m \cdot v^2}$;
- b) $A = m \cdot \frac{v^2}{2}$;
- v) $A = m \cdot v^2$;
- g) $A = \frac{m \cdot v^2}{2}$.

12-mavzu.

133. Yoqilg'ining ximiyaviy energiyasini issiqlikka va mexanik energiyaga aylantirishga imkon beradigan agregatlar majmuasi nima deb ataladi?

- a) qozon agregati;
- b) issiqlik kuch qurilmasi;
- v) qozon qurilmasi;
- d) yordamchi uskunalari;
- g) bug' qozonlari.

134. Bug' elektr stantsiyalar deb qanday stantsiyalarga aytiladi?

- a) ichki yonuv dvigatellari yoki gaz turbinalari bilan jihozlangan elektr stantsiyalarga;
- b) iste'molchilarni elektr energiyasi bilan 100 km dan ortiq radiusda ta'minlovchi elektr stantsiyalarga;
- v) bug' mashinalari va qozon agregatli turbinalar kompleksi bilan jihozlangan elektr stantsiyalarga;
- d) ikki suyuqlik bug'larida ishlaydigan stantsiyalarga;
- g) yadro raketalaridan foydalanadigan stantsiyalarga.

135. Binar elektr stantsiyalar deb nimaga aytiladi?

- a) ichki yonuv dvigatellari yoki gaz turbinalari bilan jihozlangan elektr stantsiyalarga;
- b) iste'molchilarni elektr energiyasi bilan 100 km dan ortiq radiusda ta'minlovchi elektr stantsiyalariga;
- v) Bug' mashinalari va qozon agregatli turbinalar kompleksi bilan jihozlangan elektr stantsiyalarga;
- d) ikki suyuqlik bug'larida ishlaydigan stantsiyalarga;
- g) yadro reaktorlaridan foydalaniladigan stantsiyalarga.

136. Gaz turbinali stantsiyalarni afzalliklariga nimalar kiradi?

- a) haddan tashqari ko'p sonli yordamchi qurilmali va juda murakkab suv tayyorlash sistemali qozon qurilmasi talab qilinmaydi;
- b) kondensatsion qurilma talab qilinmaydi;
- v) ishlatish oson, tez ishga tushiriladi, ekspluatatsiya xarajatlari kam;
- d) A va B;
- g) A, B, S.

137. Simob bug' elektr stantsiyalarni bug' turbinali stantsiyalardan afzal tomoni nimada?

- a) FIK yuqori;
- b) yoqilg'ini 2 marta kam ist'mol qiladi;
- v) yuqori temperaturada kondensatsiyalashadi;
- d) A, B va S;
- g) A va S.

138. Transformatsiyalash qanday qurilmalar yordamida amalga oshiriladi?

- a) bug' oqimi;
- b) mexanik;
- v) termoximik;
- d) A, B va S;
- g) B va S.

139. Porshenli, rotsion yoki markazdan tipdagi kompressorlar qanday transformatorlar deyiladi?

- a) bug' oqimli kompressor;
- b) mexanik issiqlik transformatorlari;
- v) termoximik issiqlik transformatorlari;
- d) issiqlik nasoslari;
- g) issiqlik transformatorlari.

140. Issiqlik nasoslari qachon ishlatiladi?

- a) ortiqcha yoqilg'i bo'lganda;
- b) gidroenergiya yetishmaganda;
- v) yoqilg'i yetishmaganda;
- d) ortiqcha gidroenergiya bo'lganda;
- g) S va D.

141. Korxonaning issiqlik chiqindilaridan foydalanish yoki atrof muhitdan elektr yoki boshqa xildagi energiyani qisman sarflash hisobiga issiqlik olishga xizmat qiladigan transformatorlar nima deb ataladi?

- a) bug' oqimi;
- b) issiqlik transformatorlari;
- v) issiqlik nasoslari;
- d) mexanik;
- g) termoximik.

142. Reaksiyani susaytirgich yadro yoqilg'isi bilan aralashgan qozonlar nima deb ataladi?

- a) geterogen;
- b) Uran-grafit;

- v) Gomogen;
- d) Brider;
- g) Neytron-grafit.

143. Yoqilg'i va susaytirgich qatlamlari birin ketin keladigan reaktorlar nima deb ataladi?

- a) Geterogen;
- b) Uran-grafit;
- v) Gomogen;
- d) Brider;
- g) Pluton-grafit.

144. Qaysi raektorlarda yoqilg'i zanjirli reakyiya natijasida yonibgina qolmay, balki yangidan ham hosil bo'ladi?

- a) Gomogen;
- b) Brider;
- v) Geterogen;
- d) Uran-grafit;
- g) Plutoni-grafit.

145. Sovitish mashinalari deb nimaga aytiladi?

- a) sovitish agregati aylanib turuvchi qurilmalar kompleksi;
- b) sovitish effektini tsirkulyatsiya qiluvchi qurilmalar kompleksi;
- v) sovitish qurilmasi sovitish mashinalari deb ham yuritiladi;
- d) sun'iy sovuqni yaratuvchi qurilmalar kompleksi;
- g) A va D.

146. Sovitish mashinasining sovuqni rostlab turishga va taqsimlashga imkon beradigan boshqa mexanizmlar bilan birlashishi nima deyiladi?

- a) sovush qurilmalari;
- b) sovitish effekti;
- v) sovitish qurilmasi;
- d) sovitish agent;
- g) sovitish agenti.

147. Agentning hajmiy sovuq ishlab chiqarish qiymati nimani aniqlaydi?

- a) trubokompressorlardagi bosqichlar sonini aniqlaydi;
- b) aylanib yuruvchi bug' hajmini;
- v) kompressor ulchamlarini;
- d) agentning hajmini;
- g) B va V.

148. Nima to'yingan suv-ammiak eritmasini bug'latish uchun xizmat qiladi?

- a) absorbet;
- b) bug'latgich;
- v) kondensator;
- d) qaynatgich generator;
- g) havo sovutgichlar.

149. Agentning yuqori molekulyar og'irligi qanday ahamiyatga ega?

- a) aylanib yuruvchi bug' hajmini aniqlaydi;
- b) kompressor o'lchamini aniqlaydi;
- v) agentning ximiyaviy og'irligini bildiradi;
- d) trubokompressorlardagi bosqichlar sonini kamaytiradi;
- g) A va B.

150. Kompressorli sovitish mashinalarini asosiy elementlariga nimalar kiradi?

- a) bug'latgichli sovitish qurilmasi, kompressor, qaynatgich generator;
- b) kompressor, kondensator, drossellovchi ventily;
- v) bug'latgichli sovitish kamerasi, kompressor;
- d) B va V;
- g) A va B.

151. Qaysi sovitish mashinasining ishi sovitish agenti bug'larining ba'zi bir suyuq yoki qattiq yutgichlar bilan yutilishi xususiyatiga asoslangan?

- a) absorbtсион sovitish mashinalari;
- b) kompression sovutkich qurilmalari;
- v) kompression namakob-ammiakli sovutkich qurilma;
- d) barcha javoblar to'g'ri;
- g) barcha javoblar noto'g'ri.

152. Sovitish mashinasining bug'latgichida qaynashida sovitilayotgan ob'ektdan issiqlikni qabul qiluvchi moda bu ...?

- a) sovitish effekti;
- b) sovitish agenti;
- v) ishchi modda;
- d) sovuq moda;
- g) A va B.

13-mavzu.

153. «Absorbtsiya» so'zining ma'nosi nima?

- a) moddaning yutuvchi jism absorbtitsioning butun hajmiga yutilishi;
- b) moddaning yutilishi;
- v) surilishi;
- g) moddaning o'zgarishi;
- d) to'g'ri javob yo'q.

154. Uzatish koeffitsientinig formulasi qaysi javobda to'g'ri berilgan?

a) $a = \frac{V_0}{V_h} \cdot 100\%$;

b) $\lambda_0 = \frac{V_h}{V_x}$;

v) $\lambda = \lambda_0 \cdot \lambda_v$;

g) $\lambda = V_x / V_h$;

d) $\lambda = 1 - a \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1/k} - 1 \right]$

155. Karno tsikliga teskari bo'lgan tsikl sovutkich mashinalarining deyiladi?

- a) ideal sovutkich;
- b) ideal tsikli;
- v) tsikl;
- g) sovitish tsikli;
- d) to'g'ri javob yo'q.

156. $A_u = q_1 - q_2$ formuladagi A-nimani anglatadi?

- a) ish moddasidan sovituvchi jismga uzatilgan issiqlik miqdori;
- b) sovitiluvchi jismdan ish moddasiga uzatilgan issiqlik miqdori;
- v) tsiklning bajargan ishi;
- g) sovitish koeffitsienti;
- d) ish jismi.

157. Suv bug'ining kinetik energiyasini mexanik energiyaga aylantirish mumkinligini qaysi olim isbotladi?

- a) Jeyms Uatt;
- b) Geron Aleksandrsitskiy;
- v) D. Branka;
- g) G.P. de-Lovalb;
- d) Parons.

158. *Bug' ish kurakchalariga tegishidan oldin qo'zg'almas saplolarda kengayadigan turbinalar deyiladi?*
- a) bir bosqichli turbina;
 - b) ko'p bosqichli turbina;
 - v) aktiv turbina;
 - g) reaktiv turbina;
 - d) gaz turbinasi.
159. *Organik yoqilg'i yoqib elektr energiyasi ishlab chiqaradigan korxonada nima deb nomlanadi?*
- a) issiqlik elektr stantsiyasi;
 - b) teplofikatsiya;
 - v) teploelektrotsentrlar;
 - g) energosistema;
 - d) to'g'ri javob yo'q.
160. *«Komponovka» so'zining ma'nosi?*
- a) bir butun narsa tuzish;
 - b) alohida qism;
 - v) muayyan maqsad;
 - g) narsa, tuzim;
 - d) bir butun.
161. *Elektr stantsiya asosiy korpusdagi binolarning va ular ichidagi uskunalarning bir-biriga nisbatan joylashuvi?*
- a) xizmat korpusi;
 - b) asosiy korpus;
 - v) korpus;
 - g) korpus komponovkasi;
 - d) to'g'ri javob yo'q.
162. *Er qobig'idagi issiqlikdan samarali foydalanish yo'li bilan elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi inshoot deyiladi?*
- a) gelioenergetika;
 - b) geotermal elektr stantsiyasi;
 - v) termoyadro sintez energetikasi;
 - g) atom elektr stantsiyasi;
 - d) termoemission generator.
163. *Markazlashtirilgan issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlash nima deyiladi?*
- a) issiqlik ta'minoti;
 - b) elektr stantsiya;
 - v) issiqlik elektr markazi;
 - g) to'g'ri javob yo'q;
 - d) kondensatsiyali elektr stantsiyasi.
164. *«Potermal» so'zining ma'nosi?*
- a) yer;
 - b) issiqlik;
 - v) energiya;
 - g) elektr energiya;
 - d) yer issiqligi.
165. *Reaktiv dvigatel atmosfera havosidan foydalanishga qarab turib nechaga bo'linadi?*
- a) havo reaktiv dvigatel va raketa dvigatellar;
 - b) havo reaktiv dvigatel va suyuqlikli dvigatellar;
 - v) raketa dvigatellar;
 - g) raketa dvigatellar va yadro raketa dvigateli;
 - d) kimyoviy raketa dvigatellari.
166. *Oksidlovchi kislorodni havo tarkibida olib turib ishlatiladigan faqatgina yoqilg'i olib yuradigan usuvchi mashinalarga nima deyiladi?*
- a) raketa dvigatellari;

- b) yadro raketa dvegatellari;
- v) kimyoviy raketa dvgatellari;
- g) havo raketiv dvgatellari;
- d) to'g'ri javob yo'q.

167. Agarda yoqilg'i va oksidlovchi kislarod aloxida-aloxida baklarda olib yurilsa bunday reaktiv dvgatellar qanday nomlanadi?

- a) raketa reaktiv dvgatel;
- b) havo reaktiv dvgatel;
- v) yadro reaktiv dvgatel;
- g) turba reaktiv dvgatel;
- d) pulsatsiyali havo reaktiv dvgatel.

168. Gaz turbinali qurilma nialardan tashkil topgan?

- a) yoqilg'i baki va yonish kamerasi;
- b) gaz turbinali dvgatel va yordamchi uskunalar;
- v) gaz turbinai dvgatellar;
- g) yordamchi uskunalar hamda nasoslar;
- d) hamma javob to'g'ri.

169. Gaz turbinaning dvgateliga nimalar kiradi?

- a) gaz chiqarish yo'llari;
- b) moy sistemasi, nasoslar;
- v) nasoslar, havo sovtkich;
- d) suv bilan ta'minlash;

170. Qaysi javobda yordamchi uskunalar berilgan?

- a) nasoslar;
- b) gaz chiqarish yo'llari;
- v) havo sovtkich;
- g) yonish kamerasi;
- d) yoqilg'i baki.

171. Gaz turbinesi qanday qurilma?

- a) uni issiqlik energiyasini mexanik ishga aylantirib beradi;
- b) bug'ning potentsial energiyasini kinetik energiyaga aylantirib beradi;
- v) havo tozalagichdan havo beradi;
- g) gazlarning hisobiga qizdiriladi;
- d) to'g'ri javob yo'q.

14-mavzu

172. Bug'ning issiqlik energiyasini bosqichma-bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi-....?

- a) reaktiv turbina;
- b) suv bug' turbinesi;
- v) bug' turbinesi;
- g) aktiv turbina;
- d) reaktiv bug' turbinesi.

173. G.P de – Laval ismli SHved muhandisi 1888 yilda nimani isbotladi va kashf qildi?

- a) bug' turbinesi modeliga bo'lgan bug' g'ildiragini;
- b) suv bug'ining kinetik energiyasini mexanik energiyaga aylantirish mumkinligini;
- v) suv bug'ining potentsial energiyasini mexanik energiyaga aylantirish mumkinligini;
- g) suv bug'i mashinasini;
- d) kondentsatsion turbinesi.

174. Qanday turbinalarda ish bajarib bo'lgan bug'ning bosimi atmosfera bosimidan kichik bo'ladi?

- a) qarshi bosimli turbinalar;
- b) kondensatsion turbinalarda;
- v) gaz turbinalarda;
- g) reaktiv turbinalarda;
- d) aktiv turbinalarda.

175. Regeneratsiya usulida ishlaydigan apparatlar nima sifatida qo'llaniladi?

- a) aktiv bug' turbinasi asboblari;
- b) issiqlik elektr stantsiyalari asboblari;
- v) issiqlik mashinasi asboblari;
- g) issiqlik uzatish asboblari;
- d) issiqlik almashinuvi asboblari.

176. Tezlik bosqichli turbina qaysi turbinalar turiga kiradi?

- a) aktiv turbinalar;
- b) reaktiv turbinalar;
- v) bosim bosqichli turbinalar;
- g) bug' turbinalar;
- d) aralash turbinalar.

177. Aktiv turbinalar necha bosqichli turlarga bo'linadi?

- a) 3 ta: bosim bosqichli, tezlik bosqichli va aralash bosqichli;
- b) 2 ta: tezlik bosqichli va aralash bosqichli;
- v) 1 ta: oralig'i diaf bilan ajratilgan bosqichli;
- g) aktiv turbinalar turlarga ajratilmagan;
- d) 4 ta: bosim bosqichli, tezlik bosqichli va aralash bosqichli, oralig'i diaf bilan ajratilgan bosqichli.

178. Bug' turbinalarining hammasiga ham bosim ostidagi yuqori tempraturali bug' nima orqali kiritiladi?

- a) bug' turbasi orqali;
- b) stator orqali;
- v) ish kurakchalari orqali;
- g) saplo orqali;
- d) rotor orqali.

179. Bug' turbinasidagi isroflar necha xil bo'ladi?

- a) qarshilik ko'rsatish natijasidagi isroflar;
- b) 3 xil: kinetik energiya isrofli, ichki va tashqi isrof;
- v) faqat ichki isroflar;
- g) 2 xil: ichki va tashqi isroflar;
- d) tashqi isroflar.

180. bug' turbinalari necha bosqichli va necha bosimli bo'ladi?

- a) bir, ikki va ko'p bosqichli va past, o'rtacha va yuqori bosimli;
- b) ikki va bir bosqichli va yuqori bosimli;
- v) bir va ko'p bosqichli va past bosimli;
- g) ko'p bosqichli va o'rtacha bosimli;
- d) ikki bosqichli va yuqori bosimli.

181. Bug' turbinasi nimalarni ishlatishda asosiy kuch manbai hisoblanadi?

- a) katta quvvatdagi markazdan qochma havo xaydagichlarni;
- b) kompressorlarni;
- v) nasoslarni;
- g) issiqlik elektr stantsiyalarini;
- d) katta quvvatdagi markazdan qochma o'xaydagichlari, kompressorlarni, nasoslarni.

182. Reaktiv dvigatel bu - ?

- a) ichidan katta tezlikda zarrachalar oqimi uchib chiqishi hisobiga tortish kuchi hosil qila oladigan issiqlik mashinasi;
- b) ichidan katta tezlikda zarrachalar oqimi hisobiga ishlaydigan issiqlik mashinasi;
- v) ichidan katta tezlikda zarrachalar oqimi uchib chiqishi hisobiga ishlaydigan issiqlik mashinasi;
- g) ichidan zarrachalar oqimi uchib chiqishi hisobiga tortish kuchi hosil qila oladigan issiqlik mashinasi;

183. Reaktiv dvigatellarda atmosfera havosining ishlatilishiga ko'ra, necha xil bo'ladi?

- a) 2 xil: havo reaktiv va raketa dvigatellari;
- b) 3 xil: havo, raketa va reaktiv dvigatellari;
- v) 4 xil: kompressorli, raketa, havo va reaktiv dvigatellari;
- g) hamma javob to'g'ri.

184. Kompessorsiz dvigatel qaysi dvigatel turiga kiradi?

- a) turboreaktiv dvigatellar;
- b) raketa dvigatellari;
- v) xavo reaktiv dvigatellari;
- g) reaktiv dvigatellar.

15-mavzu.

185. Gaz turbinasi gaz turbinalari qurilmalarining asosini tashkil etadi va issiqlik energiyasini qanday energiyaga aylantirishda keng qo'laniladi?

- a) issiqlik energiyasiga;
- b) kinetik energiyaga;
- v) mexanik energiyaga;
- g) patentsial energiyaga;
- d) kinetik va potentsial energiyaga.

186. Gaz turbinalarining yonish mahsuloti nima asosiy ish jismi hisoblanadi?

- a) tutun;
- b) bug';
- v) gaz;
- g) kul;
- d) hamma javob to'g'ri.

187. Yuqori bosim va tempratura ostidagi yonish mahsuloti energiyasini kuraklar yordamida rotor valining mexanik energiyasiga aylantiruvchi issiqlik mashinasi nima deyiladi?

- a) bug' turbinasi;
- b) gaz turbinasi;
- v) bug' turbinasi quvvati;
- g) reaktiv dvigatel.

188. Gaz turbinasi nimalardan tashkil topgan?

- a) val;
- b) statorda joylashgan saplo apparatining yo'naltiruvchi kuraklari;
- v) turbina diski hamda rotorning ish kuraklaridan;
- g) hamma javob to'g'ri.

189. Tutun gazlari bosimning potentsial energiyasi soploda qaysi energiyaning ortishiga olib kelsa, kinetik energiya rotorning mexanik energiyasiga aylanadi?

- a) kinetik energiya;
- b) potentsial energiya;
- v) mexanik energiya;
- g) to'g'ri javob yo'q.

190. Gaz turbinasi qurilmasidagi turbina, elektr generatori, havo kompressor va yoqilg'i nasosi yagona umuiy nimada joylashtirilgan?

- a) soploda;
- b) yonish kompressor;
- v) gaz turbinasi kuraklarida;
- g) valda.

191. Ishga aylanmasdan qolgan nima issiqlik miqdori atrof-muhitga chiqariladi?

- a) kul;
- b) qoldiq;
- v) tutun;
- g) gaz.

192. Kompessorda siqilgan havo qaysi bo'lmasiga o'zgartiriladi?

- a) generatsiya;
- b) yonish kamerasi;
- v) soplo;
- g) elektr generator.

193. Sovutish mashinalarining tsikli qaysi tsiklga teskari?

- a) ideal tsiklga;
- b) karno tsikliga;
- v) karna tsiklga;
- g) issiqlik tsiklga.

194. Havo bilan sovutish qurilmasining asosiy ish jismi?

- a) sovutish xavosi;
- b) temperatura;
- v) gidrosfera;
- g) atmosfera xavosi.

195. Xavo bilan sovutish qurilmalari uchun q_0 qancha bo'ladi?

- a) 950-1300 kJ/mj;
- b) 950-1200 kJ/mj;
- v) 900-1250 kJ/mj;
- g) 950-1250 kJ/mj.

196. Bug' oqimli sovutish qurilmasi tsiklidagi termodinamik jarayonlar nechta?

- a) 1 ta adiabatik, 2 izotermik, 1 izoxaradan iborat;
- b) 1 ta izoxara, 2 izotermik;
- v) 1 izotermik 2 adiabatik;
- g) 2 izoxarik, 1 izotermik.

197. Sovutish qurilmalarida sovuq elitgich sifatida nimadan foydalaniladi?

- a) suv, sho'r suv;
- b) hamma javob to'g'ri;
- v) kaltsiy xlorid;
- g) etilenglikol.

198. Karno tsikliga teskari bo'lgan tsikl nima deyiladi?

- a) sovutish mashnalarining tsikli;
- b) ideal tsikl;
- v) karno tsikliga teskari tsikl;
- g) to'g'ri javob yo'q.

199. Raketa dvigatellari qanday yoqilg'ilarda ishlaydi?

- a) qattiq yoqilg'ilarda;
- b) suyuq yoqilg'ilarda;
- v) yadro yoqilg'ilarda;
- g) hamma javob to'g'ri.

4.5. Baholash me'zoni

Fan bo'yicha talabalar bilimni baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda O'zbekiston Respublikasi OO'MTV ning 2018- yil 9-avgustdagi 19-2018- sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo'limini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimni baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.
2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil talim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.
 - 2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:
 - Ilg'or pedagogik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalarning baholanishiga erishish talab etiladi.
 - Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.
 - 2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:
 - 3-jadvaldagi keltirilgan III-semestrda 4 ta IV laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 3 tasi uchun 4 ball, 2 tasi uchun 3 ball, 1 ta uchun 2 ball bilan baholanadi. IV-semestrda 5 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 4 tasi uchun 4 ball, 3 tasi uchun 3 ball, 2 ta uchun 2 ball bilan baholanadi.
3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.
4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.
5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)
 - 5.1 Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.
 - 5.2 Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki laboratoriya ishining topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.
 - 5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustaqil talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.
6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.
7. Talaba elektrotexnika va elektronika fani bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.
8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.
9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.
 - 9.1 yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.
 - 9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomining 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib , o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

V. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy adabiyotlar

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

Qo'shimcha adabiyotlar

13. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekistan davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. "O'zbekiston" NMIU, 2016.-56 b.
14. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash - yurt tarakkiyoti va xalk farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. - T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. - 48 b.
15. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. - 488 b.
16. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947- sonli Farmoni.
17. Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике, -М.: 2000.
18. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjaev X.S. Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma, - Toshkent.: Cho'lpon, 2006.
19. Koroli M.A., Mavjudova 111.S. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar. Metodik ishlanma. - T. : TDTU, 2003.
20. Интернет сайтлари
21. www.gov.uz - "O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
22. www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
23. www.Ziyo.net
24. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm

